

**DEGRADAÇÃO GEOECOLÓGICA POR ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS:
ESTUDO APLICADO A UGRHI-22 E AO LIXÃO DE PIRAPOZINHO – SP**

LUCAS PRADO OSCO

**DEGRADAÇÃO GEOECOLÓGICA POR ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS:
ESTUDO APLICADO A UGRHI-22 E AO LIXÃO DE PIRAPOZINHO – SP**

LUCAS PRADO OSCO

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre junto ao Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – MMADRE. Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Munir Jorge Felício.
Coorientadora: Dr^a. Ana Paula Marques Ramos

628.445
O81d

Oscó, Lucas Prado.

Degradação geocológica por aterros de resíduos sólidos: estudo aplicado a UGRHI-22 e ao Rio Pirapozinho / Lucas Prado Oscó. – Presidente Prudente, 2016.

240 f. : il.

Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente, SP, 2015.

Bibliografia.

Orientador: Dr. Munir Jorge Felício.

Coorientadora: Dr^a. Ana Paula Marques Ramos.

1. Paisagem. 2. Meio Ambiente. 3. Recursos Naturais.

LUCAS PRADO OSCO

**DEGRADAÇÃO GEOECOLÓGICA POR ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS:
ESTUDO APLICADO À UGRHI-22 E AO LIXÃO DE PIRAPOZINHO – SP**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre junto ao Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – MMADRE. Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Presidente Prudente, 26 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Munir Jorge Felício.
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.
Presidente Prudente – SP.

Prof.^a Dr.^a Alba Regina Azevedo Arana.
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.
Presidente Prudente – SP.

Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli.
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.
Presidente Prudente – SP.

RESUMO

Degradação geocológica por aterros de resíduos sólidos: Estudo aplicado a UGRHI-22 e ao lixão de Pirapozinho – SP

A relação entre os diversos componentes naturais e sociais proporciona a reflexão necessária para se compreender a dinâmica do arcabouço de uma determinada paisagem. O levantamento dos seus condicionantes geológicos, pedológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climatológicos e biológicos auxilia na identificação das potencialidades e/ou fragilidades do ambiente físico analisado. A 22ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-22) pode ser vista como uma região estratégica, pois abrange o encontro dos rios Paraná e Paranapanema, ao extremo oeste do Estado de São Paulo. A área, contudo, sujeita-se a degradações ambientais constantes, decorrentes da ocupação territorial e de práticas potencialmente poluidoras ao longo dos anos. Ainda assim, seus recursos também herdaram os problemas de uma paisagem naturalmente fragilizada. Para tanto, sabe-se que uma das problemáticas atuais, em termos de contaminação ambiental, advém dos processos decompositores realizados na massa de resíduos sólidos urbanos depositados em aterros. Diante disso, a presente pesquisa procura associar suas potencialidades e fragilidades ao risco de contaminação dos recursos naturais remanescentes. Na UGRHI-22 encontram-se, atualmente, 22 aterros de resíduos sólidos urbanos em pleno funcionamento, muitas vezes sobre áreas inadequadas, favorecendo a contaminação local. Desse modo elaborou-se um levantamento dos componentes naturais da região estudada por meio de programas de geoprocessamento, que permitiram identificar as características do ambiente físico de cada um dos aterros, podendo associá-las aos impactos oriundos da atividade aludida. Realizaram-se, também, trabalhos de campo onde buscou-se averiguar (durante os anos de 2013, 2014 e 2015) em cada um dos 22 aterros suas condições locais, como as condições do solo, relevo, proximidade do recurso hídrico além de demais especificidades geotécnicas e administrativas. Tal análise, porém, contempla a primeira etapa desta pesquisa, sendo somente uma das duas escalas de trabalho adotadas. Assim, tendo como finalidade melhor exemplificar os dados e os levantamentos efetuados na região, optou-se por aplicar a mesma metodologia de análise ao lixão do município de Pirapozinho – SP. Esse lixão é tido, pelo órgão ambiental (sendo neste caso, CETESB, 2014), como o pior aterro de resíduos sólidos inserido na UGRHI-22. Logo, levantamentos cartográficos e constatações em campo permitiram identificar a condição desta área, contribuindo para a elaboração do quadro local. Portanto, diante das informações obtidas, pôde-se comprovar que a situação dos resíduos sólidos de Pirapozinho – SP apenas reflete os problemas encontrados nos demais municípios, como a errônea escolha de área e a dificuldade do poder público em lidar com a destinação final de seus resíduos, que contribuem para os maiores índices de degradação.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Recursos Naturais; Mapas Temáticos.

ABSTRACT

Geoecological degradation from solid waste landfills: Study applied to the UGRHI-22 and the dumpsite of Pirapozinho – SP

The relation between the natural and social components provides the necessary reflection to understand the dynamics of a particular landscape. The study of their geological, pedological, geomorphological, hydrological, climatological and biological conditions assists in the identification of potential fragilities and/or potentialities of the physical environment. The 22nd Unit of Water Resources Management (UGRHI-22) can be seen as a strategic location, because it includes the meeting of the Paraná and Paranapanema rivers, in the extreme west region of the State of São Paulo. The area, however, is subject of constant environmental degradation, resulting from the territorial occupation and polluting practices over the years. Still, the resources available also inherited the problems of a naturally fragile landscape. Therefore, it is known that one of the current problems, in terms of environmental contamination, comes from the decomposing processes carried out inside the mass of solid waste, disposed in landfills throughout the region. Therefore, this research aims to associate the potentialities and fragilities of the remaining natural resources with the risk of contamination. Inserted in the UGRHI-22 are currently 22 solid waste landfills in fully operation, often on unsuitable areas and favoring the local contamination. Thus, the preset study carried out a survey of the natural components on the studied region by means of GIS programs, identifying the physical characteristics of each of these areas and associating them with the impacts from the mentioned activity. Field works were also conducted (during the years 2013, 2014 and 2015) in each one of the 22 landfills locations, in order to discover their local conditions, such as soil type, relief, water resource proximity, as well as another geotechnical and administrative specifics. Those analyses, however, were the first step of this research, being only one of the two scales adopted. Thus, with the purpose to better illustrate the data and surveys conducted in the region, we decided to apply the same analysis methodology to a local dump, in the city of Pirapozinho - SP. That dumpsite it is known, by the responsible environmental agency (in this case, CETESB, 2014), as the worst landfill inserted in the UGRHI-22 region. So cartographic studies and discoveries in fieldwork helped identify the condition in this area, contributing to the development of the local board. Therefore, with the information obtained, it was possible to prove that the dumpsite in Pirapozinho – SP only reflects the problems encountered in another municipalities of the UGRHI-22, such as the mistaken choice of area and the difficulty of the government in dealing with the adequate disposal of their solid waste, contributing to higher degradation rates.

Keywords: Environment; Natural Resources; Thematic Maps.

AGRADECIMENTOS

Devo a satisfação da realização do presente trabalho a:

Eliana Prado Osco, Adelson Vieira Osco e Thais Prado Osco, minha família que me apoiaram nos anos que se seguiram durante o meu período acadêmico, me pressionando sempre para avançar cada vez mais;

Marcos Norberto Boin, orientador e mentor, que não mediu esforços para auxiliar-me na vida acadêmica e na pesquisa conduzida, incentivou e contribuiu com o aprendizado aqui desenvolvido;

Munir Jorge Felício por sua sabedoria e ensinamentos, que sem sombra de dúvidas ajudaram-me a compreender o meu trabalho;

Ana Paula Marques Ramos, que me prestou toda a ajuda necessária para melhorar este trabalho, além de trazer ensinamentos valiosos para a minha pesquisa;

João Osvaldo Rodrigues Nunes, por sua disposição em me acompanhar no trabalho de campo, permitir utilizar seu laboratório e oferecer sugestões valiosas;

José Tadeu Garcia Tommaselli, por fornecer-me os dados necessários ao levantamento de características primordiais para a complementação deste trabalho;

Geraldo Augusto Maximiano Ferdin e Norton De Biasi Santos por ajudarem-me na obtenção dos dados e na realização dos levantamentos de campo;

Fernando Henrique Camargo Jardim e Luis Fernando de Jesus Tavares, que me permitiram acompanhá-los aos depósitos de resíduos sólidos regionais;

Fernanda Berquerand Xavier, por sua contribuição em revisar e corrigir o texto da dissertação aqui apresentada;

Aos demais professores do MMADRE (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional), que deram o suporte e a devida contribuição ao trabalho;

Aos meus caros amigos do NEAGEO (Núcleo de Estudos Ambientais e Geoprocessamento), por suas devoções e debates a respeito de diversas sugestões;

Aos meus amigos do GADIS (Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial) que permitiram a reunião de informações necessárias à esta dissertação;

Aos responsáveis pelos laboratórios da UNOESTE (Universidade do Oeste Paulista) e UNESP (Universidade Estadual Paulista) pela paciência e auxílio prestado.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAPES	–	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB	–	Companhia Estadual de Tecnologia do Estado de São Paulo
COD	–	Coeficiente de Oxigênio Dissolvido
CPTI	–	Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas
DBO	–	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	–	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	–	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPLASA	–	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	–	Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo
IQR	–	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos Sólidos
PNRS	–	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SRTM	–	Shuttle Radar Topography Mission
UGRHI	–	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESP	–	Universidade Estadual do Oeste Paulista
UNOESTE	–	Universidade do Oeste Paulista

LISTA DE SIMBOLOS

Al	– Alumínio
As	– Arsênico
B	– Boro
Ca	– Cálcio
CaCl ²	– Cloreto de Cálcio
Cr	– Cromo
CH ₄	– Metano
Cl ⁻	– Cloreto
CO ₂	– Monóxido de Carbono
Cu	– Cobre
H	– Hidrogênio
K	– Potássio
Mg	– Magnésio
MgSO ₄	– Sulfato de Magnésio
Mn	– Manganês
N ₂	– Nitrogênio
NaOh	– Hidróxido de Sódio
NH ₄ ⁺	– Amônia
NO ₃ ⁻	– Nitrato
O ₂	– Oxigênio
P	– Fósforo
Se	– Selênio
SO ₂ ⁴⁻	– Sulfato
Zn	– Zinco

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	– Unidades litoestratigráficas e respectivos graus geoecológicos	65
TABELA 2	– Unidades geomorfológicas e respectivos graus geoecológicos	74
TABELA 3	– Associação de solos e respectivos graus geoecológicos	83
TABELA 4	– Unidades de suscetibilidade à erosão e respectivos graus geoecológicos	86
TABELA 5	– Cobertura vegetal e respectivos graus geoecológicos	91
TABELA 6	– Unidades climáticas e respectivos graus geoecológicos	95
TABELA 7	– Classes das unidades e respectivo estado geoecológico	98
TABELA 8	– Parâmetros utilizados na avaliação de aterros de resíduos sólidos	112
TABELA 9	– Aterros municipais de resíduos sólidos (UGRHI-22) e respectivas condições geotécnicas e de gerenciamento	132
TABELA 10	– Granulometria e classe textural dos pontos de solos coletados	167
TABELA 11	– Granulometria e classe textural dos pontos de solos coletados ao redor do lixão	168
TABELA 12	– Cálculo da permeabilidade com permeâmetro de Guelph (duas cargas hidráulicas)	169
TABELA 13	– Macro e micronúcleos encontrados nas amostras coletadas ao redor do lixão	171
TABELA 14	– Unidades geoecológicas e suas respectivas descrições (Pirapozinho – SP)	191

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	– Média de temperatura mensal entre 2003 e 2013.	177
GRÁFICO 2	– Média de pluviosidade mensal entre 2003 e 2013.	178
GRÁFICO 3	– Direção dos ventos entre janeiro de 2003 a julho de 2014.	179
GRÁFICO 4	– Dados climáticos na atmosfera dos dias 14 a 28 de janeiro de 2014.	182
GRÁFICO 5	– Dados climáticos na atmosfera dos dias 19/03 a 02/04 de 2014.	184
GRÁFICO 6	– Dados climáticos na atmosfera dos dias 25/06 a 08/08 de 2014.	186
GRÁFICO 7	– Dados climáticos na atmosfera dos dias 26/09 a 10/10 de 2014.	187

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Mapa da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema e a localização dos aterros de resíduos sólidos.	20
FIGURA 2	– Grandes obras da filogênese teórica geomorfológica (1880-1980).	27
FIGURA 3	– Unidades taxonômicas geomorfológicas.	29
FIGURA 4	– Esferas terrestres na perspectiva de Sante Mattson (1938).	31
FIGURA 5	– Processo de degradação dos geossistema.	33
FIGURA 6	– Processo de decomposição da matéria biodegradável.	40
FIGURA 7	– Esquema de infiltração e escoamento superficial.	41
FIGURA 8	– Partículas de solo e a atração molecular da água.	42
FIGURA 9	– Roteiro metodológico.	46
FIGURA 10	– Mesa giratória com a solução e placas de Petri com a fração de argila.	52
FIGURA 11	– Mapa geológico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	57
FIGURA 12	– Setores retilíneos ao sul dos ribeirões Anhumas e Laranja Doce.	58
FIGURA 13	– Arenito Caiuá no rio Paraná e à foz do rio Santo Anastácio.	59
FIGURA 14	– Lagoas encontradas sobre os arenitos Caiuá e o basalto Serra Geral.	59
FIGURA 15	– Cabeceiras de drenagem em anfiteatro em Euclides da Cunha Paulista.	60
FIGURA 16	– Lagoas na Depressão de Presidente Bernardes e o ribeirão Taquaruçu.	61
FIGURA 17	– Exposição de Lençóis Suspensos e Unidade KaV (Presidente Prudente).	62
FIGURA 18	– Planícies Alveolares (Anhumas) e Terraços Fluviais (Caiuá).	63

FIGURA 19	– Mapa hipsométrico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	66
FIGURA 20	– Mapa geomorfológico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	68
FIGURA 21	– Colinas Amplas em Presidente Prudente e Anhumas.	69
FIGURA 22	– Ruptura do relevo e processos erosivos em Mirante do Paranapanema.	70
FIGURA 23	– Lagoas e relevo plano da Depressão de Presidente Bernardes.	71
FIGURA 24	– Cursos d'água com padrão de drenagem semicircular em setor plano.	72
FIGURA 25	– Planícies e terraços aluviais na bacia do ribeirão Santa Cruz.	73
FIGURA 26	– Mapa de declividade e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	75
FIGURA 27	– Mapa pedológico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	77
FIGURA 28	– Latossolos Vermelhos em Teodoro Sampaio e Anhumas.	78
FIGURA 29	– Argissolos Vermelho-Amarelos em Martinópolis e Indiana.	80
FIGURA 30	– Nitossolos Vermelhos em Iepê e Nantes.	81
FIGURA 31	– Neossolo Litólico em Presidente Prudente.	81
FIGURA 32	– Gleissolos em Marabá Paulista e Presidente Epitácio.	82
FIGURA 33	– Mapa de suscetibilidade a erosão e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	83
FIGURA 34	– Gleissolos em Marabá Paulista e Presidente Epitácio.	86
FIGURA 35	– Cactáceas próximas às margens do rio Paraná em Presidente Epitácio.	87

FIGURA 36	– Mapa da vegetação e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	89
FIGURA 37	– Espécies de adaptadas a áreas úmidas (Rabo-de-Burro e Embaúba).	90
FIGURA 38	– Espécies do Cerrado e da Mata Atlântica em Zona de Transição.	91
FIGURA 39	– Mapa de unidades climáticas e a localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	93
FIGURA 40	– Mapa do estado geocologico e a localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	97
FIGURA 41	– Mapa do uso e cobertura e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.	103
FIGURA 42	– Transporte de madeira nativa pela locomotiva e o Porto de Tibiriçá.	105
FIGURA 43	– Avião sobrevoando canavial e a morte de leguminosas em Sandovalina.	107
FIGURA 44	– Queimada de Canavial (Sandovalina) e lagoa eutrofizada (Pirapozinho).	108
FIGURA 45	– Mapa geocológico com área de restrição de dois quilômetros no entorno dos aterros de resíduos sólidos do Pontal do Paranapanema.	110
FIGURA 46	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Euclides da Cunha Paulista.	114
FIGURA 47	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Iepê.	114
FIGURA 48	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Nantes.	115
FIGURA 49	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Narandiba.	116
FIGURA 50	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Presidente Epitácio.	116
FIGURA 51	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Rosana.	117

FIGURA 52	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Sandovalina.	118
FIGURA 53	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Teodoro Sampaio.	118
FIGURA 54	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Caiuá.	119
FIGURA 55	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Estrela do Norte.	120
FIGURA 56	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Mirante do Paranapanema.	121
FIGURA 57	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Tarabai.	121
FIGURA 58	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Indiana.	122
FIGURA 59	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Marabá Paulista.	123
FIGURA 60	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Martinópolis.	124
FIGURA 61	– Lixão municipal de Pirapozinho.	125
FIGURA 62	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Presidente Bernardes.	126
FIGURA 63	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Presidente Venceslau.	127
FIGURA 64	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Santo Anastácio.	128
FIGURA 65	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Anhumas.	129
FIGURA 66	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Regente Feijó.	129
FIGURA 67	– Aterro municipal de resíduos sólidos de Taciba.	130
FIGURA 68	– Carta do uso e cobertura das terras da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	136
FIGURA 69	– Cidade de Pirapozinho (SP) e descarga de resíduos sólidos no lixão.	137
FIGURA 70	– Pastagem de gado e plantações de eucalipto na bacia estudada.	137
FIGURA 71	– Cidade de Pirapozinho (1961) e a Estrada de Ferro Sorocabana (1958).	138
FIGURA 72	– Atual depósito de resíduos sólidos de Pirapozinho (SP).	139
FIGURA 73	– Entrada precária e a ausência de cercamento adequado no lixão.	139
FIGURA 74	– Água acumulada sobre valas escavadas no maciço rochoso.	140

FIGURA 75	– Descarga de resíduos eletrônicos e hospitalares no lixão local.	141
FIGURA 76	– Catadores e animais revirando os montantes de resíduos.	141
FIGURA 77	– Carta do esboço geológico da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP	143
FIGURA 78	– Afloramento (intemperizado) do arenito da unidade Ka _v na margem da rodovia Assis Chateaubriand.	144
FIGURA 79	– Planícies ao fundo de vale com sedimentos fluviais acumulados.	145
FIGURA 80	– Cascalheiras e argilas próximos ao curso d'água do rio Pirapozinho.	146
FIGURA 81	– Bioturbações e concentrações ferruginosas aos seus arredores.	146
FIGURA 82	– Encaixe linear do rio Pirapozinho e pequenas quedas no curso d'água.	147
FIGURA 83	– Exposição do maciço rochoso sobre valas recentes do lixão.	147
FIGURA 84	– Vala de resíduos sólidos escavada no maciço rochoso intemperizado.	148
FIGURA 85	– Carta hidrográfica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	149
FIGURA 86	– Faixas escurecidas na encosta onde se encontram freáticos suspensos.	150
FIGURA 87	– Áreas planas cobertas com lençóis de fundo de vale.	151
FIGURA 88	– Carta hipsométrica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	152
FIGURA 89	– Vala escavada sobre antigo freático e resíduos sólidos no mesmo.	154
FIGURA 90	– Relevo e colinas amplas na bacia hidrográfica estudada.	154
FIGURA 91	– Carta do esboço simplificado da curvatura das vertentes da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP	156

FIGURA 92	– Vertentes convexas e distribuição das colinas amplas.	157
FIGURA 93	– Vertentes retilíneas com lençóis suspensos e com processos erosivos.	157
FIGURA 94	– Vertentes côncavas e formação de pequenos vales.	158
FIGURA 95	– Topo de colina com vertente convexa e planície ao fundo de vale.	159
FIGURA 96	– Pequenos anfiteatros localizados no colo topográfico.	159
FIGURA 97	– Carta de declividade da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	160
FIGURA 98	– Abertura de valas e escoamento superficial em vertentes declivosas.	161
FIGURA 99	– Carta do esboço semidetalhado de solos da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	162
FIGURA 100	– Exposição de solos próximos ao topo e de solos hidromórficos no fundo de vale.	163
FIGURA 101	– Exposição de solos hidromórficos às proximidades do curso d'água.	164
FIGURA 102	– Exposição de Neossolo Litólico em meia encosta.	164
FIGURA 103	– Localização dos pontos de solos coletados e dos perfis topográficos.	165
FIGURA 104	– Perfis topográficos e respectivos pontos de solo coletados.	166
FIGURA 105	– Retenção de água superficial e camada de resíduos comprimida.	172
FIGURA 106	– Carta da distribuição da vegetação da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	173
FIGURA 107	– Espécies arbóreas encontradas na área de estudo.	174
FIGURA 108	– Matas de galerias no entorno de cursos d'água.	174
FIGURA 109	– Áreas próximas à cursos d'água com baixa ou nula vegetação arbórea.	175
FIGURA 110	– Espécies de Assa-Peixe e Cruz-de-Malta sobre solo encharcado.	176

FIGURA 111	– Acumulo de água na área da nascente e espécie de Taboas no local.	176
FIGURA 112	– Carta da distribuição de temperatura na bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	181
FIGURA 113	– Carta geoecológica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP.	189
FIGURA 114	– Perfil Ecodinâmico I do alto curso do rio Pirapozinho (SP).	192
FIGURA 115	– Perfil Ecodinâmico II do alto curso do rio Pirapozinho (SP).	193
FIGURA 116	– Perfil Ecodinâmico III do alto curso do rio Pirapozinho.	194
FIGURA 117	– Perfil topográfico da área ocupada pelo lixão de Pirapozinho – SP.	196

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Áreas e Objetivo do Estudo	18
1.2	Problemática e Justificativa do Trabalho	21
2	GEOMORFOLOGIA, GEOECOLOGIA E DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS	22
2.1	Geossistema e Geoecologia	30
2.2	Depósitos Tecnogênicos e Resíduos Sólidos	34
2.3	Dinâmica de Contaminação por Resíduos Sólidos	38
3	MÉTODO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	45
3.1	Análise Geoecológica Regional – UGRHI-22	47
3.1.1	Levantamento Bibliográfico	47
3.1.2	Levantamento Cartográfico	47
3.1.3	Diagnóstico Regional	49
3.2	Análise Geoecológica Local – Pirapozinho (SP)	49
3.2.1	Levantamento Cartográfico e Dados Locais	50
4	ASPECTO GEOECOLÓGICO REGIONAL (UGRHI-22)	55
4.1	Característica Geológica Regional	55
4.2	Característica Geomorfológica Regional	67
4.3	Característica Pedológica Regional	76
4.4	Característica da Vegetação Regional	86
4.5	Característica Climática Regional	92
4.6	Estado Geoecológico Regional	95
4.7	Uso e Cobertura da Terra Regional	102
4.8	Degradação Geoecológica por Aterro de Resíduos Sólidos	108
5	ASPECTO GEOECOLÓGICO LOCAL (PIRAPOZINHO – SP)	135
5.1	Característica Geológica Local	142
5.2	Característica Hidrográfica Local	148
5.3	Característica Geomorfológica Local	154
5.4	Característica Pedológica Local	161
5.5	Característica da Vegetação Local	172
5.6	Característica da Climática Local	177
5.7	Estado Geoecológico Local	188
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	198
	REFERÊNCIAS	201
	APÊNDICE A – FICHAS SÍNTESE	218

1 INTRODUÇÃO

Zonneveld (1989) explica que a gênese do estudo geocológico é antiga, pois remonta-se aos trabalhos do explorador alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), que, durante suas expedições naturalistas ao redor do planeta, desenvolveu separadamente os conceitos do meio ambiente geográfico, relacionando-os com as características da fauna e da flora regionais, à latitude, à tipologia do relevo e às condições climáticas existentes. O contexto metodológico da geocologia consiste na interface entre a Geografia física, Geografia humana, Biogeografia e a Ecologia e a Cartografia (SILVA, 2012).

Entende-se que a geocologia contribui diretamente para o processo analítico das características da paisagem, proporcionando a elaboração de um diagnóstico geocológico. Mateo-Rodriguez et al. (2013) afirmam que a geocologia, apesar de seu diversificado acervo teórico-metodológico, encontra-se inserida, principalmente, na Geomorfologia e na Geografia física, pois faz uso de métodos e técnicas de ambas as ciências, como, por exemplo, a interpretação das bases naturais de um determinado território, oferecendo subsídios à análises e diagnósticos em diferentes escalas de dimensão espacial.

Em suma, o conceito de geocologia fundamenta-se na compreensão dos desiguais processos naturais, objetivando detectar, diagnosticar e solucionar os problemas entre a natureza e o homem (AGA, 2005). Por conseguinte, a geocologia apoia-se na concepção da integração e relação entre os componentes naturais (clima, vegetação, solo, água, relevo e rocha) e o espaço físico concreto (MELO, 2012), abrangendo uma complexa e abundante variação de procedimentos metodológicos, uma vez que se dá a partir de conceitos e interpretações referentes ao trinômio geral das paisagens (natural, social e cultural) (RODRIGUES et al., 2010).

Portanto, a análise geocológica é tida como uma abordagem teórico-metodológica de enfoque sistêmico e interdisciplinar, fornecendo bases ao diagnóstico ambiental territorial (SILVA, 2012). A percepção da paisagem natural é o conceito fundamental da geocologia, pois a considera como um estudo conectivo entre as unidades ambientais, contemplando: a análise estrutural-morfológica e funcional; a integração geocológica e; a concepção entre físico e geográfico (BARROS, 2011).

Mateo-Rodriguez et al. (2013) definem como degradação geoecológica toda perda de atributos e propriedades sistêmicas que promovam o cumprimento das funções geoecológicas de um determinado ambiente, bem como a sua capacidade de auto-regulação. A degradação geoecológica, ainda, pode ser resultante do reforço dos processos naturais, provocando erosão, salinização, degradação do solo, redução do nível de água subterrânea, perda da biodiversidade, entre outros, como também pode resultar diretamente da ação humana, como contaminação do solo, água, alteração dos recursos hídricos, e demais modificações.

Neste sentido, e entre as modificações ocasionadas ao meio físico, os depósitos tecnogênicos se destacam por seu potencial degradativo. Esses depósitos originam de atuações antrópicas que interferem nas características da paisagem natural, promovendo a transformação ou intensificação dos processos (PELOGGIA, 1996). Portanto, a apropriação humana da paisagem incide-se de maneira desigual, combinada e contraditória, pois, devido a dinamicidade de seus diversos processos, o tempo morfodinâmico ultrapassa o tempo morfogenético (NUNES, 2002). Sendo o caso, esses depósitos assemelham-se por sua origem antrópica, relacionados aos impactos ambientais (ou geoecológicos), ocasionando ao meio alterações em níveis de escalas micro, meso e macro.

Dentre esses depósitos, o conjunto que compreende os resíduos sólidos merece a devida atenção, pois seu potencial desastroso, resultante da sua disposição inadequada, acarreta implicações ambientais. Ao se avaliar o impacto provocado por resíduos (em específico a disposição incontrolada sobre a superfície) em contato com o meio físico, normalmente são realizadas análises laboratoriais. Tais análises, porém, podem conter pouca menção às reais consequências das sequelas deixadas ao meio ambiente, impedindo o engendramento de sua compreensão como um todo, um conjunto, ou, conforme nos dizeres de Lovelock (2005), um organismo de múltiplas, dinâmicas e atreladas interações.

1.1 Áreas e Objetivo do Estudo

A 22ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-22), denominada como Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema, ocupa a região ao extremo oeste do Estado de São Paulo. Localiza-se na área de encontro dos

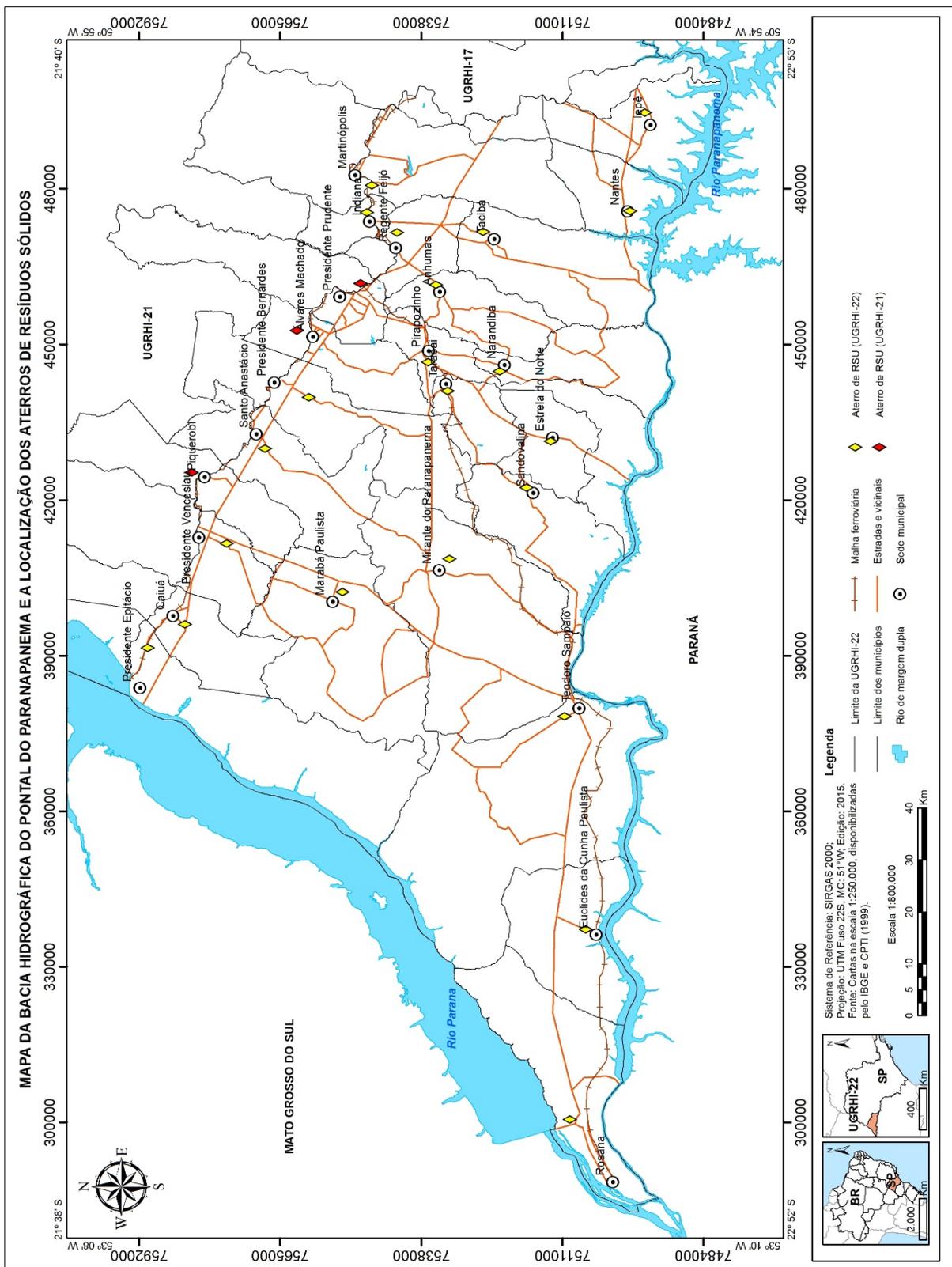
Estados do Mato Grosso do Sul e do Paraná, envolvendo a confluência dos rios Paranapanema e Paraná. É, ainda, uma região historicamente marcada por degradações ambientais oriundas de uma determinada ocupação territorial que persiste em assolar os recursos remanescentes. Situa-se entre as coordenadas 50°51'57"; 53°07'12"W e 21°56'58"; 22°40'28"S, com cobertura territorial total de 12.340 km² (Figura 1). O lixão municipal de Pirapozinho – SP, segundo enfoque da pesquisa, encontra-se na bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho, ao centro-leste da UGRHI-22. A bacia ocupa as porções territoriais dos municípios de Álvares Machado e Pirapozinho, situando-se entre as coordenadas: 51°36'11.18"; 51°28'50.61"O e 22°16'55.22"; 22°12'30.43"S. Dela faz parte uma área de 1.497 ha.

Atualmente a região conta com 22 aterros em vala¹ de resíduos sólidos em funcionamento. O objetivo central desta pesquisa consiste-se em compreender as características físicas da paisagem regional e relacionar suas potencialidades e fragilidades com a distribuição e impacto provocado por esses aterros. Para tanto, este trabalho obedeceu aos seguintes objetivos específicos:

- I. Definir unidades geocológicas para a UGRHI-22, sintetizando os componentes da sua paisagem, como o geológico, o geomorfológico, o pedológico, o climático, o fitogeográfico, o hidrológico e, separadamente, os antrópicos, aludindo à degradação geocológica e relacionando-a aos impactos da disposição final de resíduos sólidos;
- II. Atribuir enfoque geocológico local ao aterro de resíduos sólidos (lixão) de Pirapozinho – SP, com o intuito de constatar as condições e os problemas advindos dessa área, corroborando a metodologia de avaliação aplicada aos demais aterros regionais.

¹¹ Deve-se, de antemão, destacar aqui que o conceito de aterro em vala ou controlado, apesar de empregado na presente pesquisa, não condiz com aquilo que foi observado e será descrito no decorrer do trabalho. Para tanto trabalhar-se-á com a conceituação de aterro em vala, porém associada com a desordem e inadequação de um lixão, e por isso a opção por atribuir uma simplificação da nomenclatura para “aterros” ou “depósitos” a estas formas de destinação final dos resíduos sólidos na região que não atendem os requisitos mínimos para serem considerados aterros sanitários ou controlados ou em vala, porém que ainda implementam algumas das práticas exigidas para este tipo denominação.

FIGURA 1 – Mapa da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema e a localização dos aterros de resíduos sólidos



Fonte: Autor (2016).

1.2 Problemática e justificativa do trabalho

A Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo (Lei 12300/06), em conjunto com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/10), determinou que todos os municípios destinassem seus resíduos sólidos para aterros sanitários a partir de agosto de 2014, encerrando a deposição em quaisquer outras áreas (como aterros em vala ou controlados, lixões, vazadouros, bota-foras, dentre outros).

Assim, poderia se supor que hoje os municípios, ao menos, dariam início ao processo de implantação de áreas para aterros sanitários, entretanto não é o que se observa. Há uma inegável deficiência em cumprir tais exigências, e, por conta de tamanha situação, a disposição de resíduos remanesce em condições inadequadas. Porém, em meio aos debates políticos, econômicos, sociais e culturais, a capacidade do meio natural em suportar os impactos oriundos desses depósitos, em superfície ou sub-superfície, deve ser discutido.

Com a finalidade de exemplificar a questão aludida, o presente trabalho optou por adotar a UGRHI-22 como modelo para a situação atualmente enfrentada. Nesta bacia encontram-se presentes 26 municípios, porém somente 22 apresentam aterros de resíduos sólidos (em plena atividade) no território abrangido. De acordo com o IQR (Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos Sólidos, CETESB, 2014), o único aterro ou depósito a se enquadrar como lixão, em condições inadequadas na UGRHI-22, pertence ao município de Pirapozinho – SP; enquanto os demais possuem condições melhores diante dos parâmetros exigidos pelo órgão ambiental.

Isto posto, deve-se destacar de antemão que a verdadeira situação não aparenta tão favorável como se têm divulgado, e, para corroborar essa afirmação, o estudo aqui conferido adotou uma série de concepções teórico-metodológicas que tomam como escopo a relação intrínseca entre o natural e sua capacidade de suportar o processo degradador aludido. Deste modo, a presente pesquisa parte da hipótese de que esses aterros não se encontram, em sua integridade, adequados, e que a geoecológica, como ciência, poderá oferecer bases necessárias para a comprovação desta suspeita.

2 GEOMORFOLOGIA, GEOECOLOGIA E DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS

Foi no berço da civilização ocidental, Grécia, que estudos naturalísticos ganhariam significância. Ainda que as outras civilizações compartilhassem dos ideais naturalistas, adjuntos de uma profunda reflexão teórica, há um consenso de que os gregos detiveram maior participação no desenvolvimento que propiciou o surgimento da ciência geomorfológica. Hugget (2007) argumenta que a origem do pensamento geomorfológico se remonta a este período, quando os filósofos buscavam entender os processos por detrás da formação das montanhas e demais formas do relevo, e os pensadores discutiam a respeito do comportamento das águas e sua relação com a paisagem, designando-a como um agente essencial na modificação da superfície.

Entretanto, é reconhecido que no decorrer dos séculos a ciência da Terra recebera imposições, justamente por caminhar em sentido oposto ao ideal defendido pelo criacionismo. Foi somente anos depois, durante o período renascentista (séc. XIV ao séc. XVII), que maiores estudos de cunho naturalista seriam retomados e cientistas novamente debateriam a história da Terra. Nessa época, maiores observações de caráter geomorfológico viriam de Leonardo da Vinci (1452-1519), que descreveu a respeito das alterações de níveis dos mares e terras, comprovando-as por meio da presença de fósseis marinhos e conchas nas altas porções das colinas e montanhas. Também afirmava que os vales eram cortados por córregos, e que estas correntes ou corpos de água seriam responsáveis pelo transporte de sedimentos de um local para o outro (CHORLEY et al., 1998).

Posteriormente, outros estudiosos debateriam a respeito dos processos modeladores do relevo, como Bernard Palissy (1510-1590), Giovanni Targioni Tozzetti (1712-1783), Jean-Étienne Guettard (1715-1786), Louis-Gabriel du Buat-Nançay (1732-1787). Desses, destaca-se a obra do historiador e escritor francês Louis-Gabriel du Buat-Nançay, intitulada *Princípios Hidráulicos* (1779), que descreveu os processos adotados pelo curso dos rios, passando por fases de infância, juventude e velhice; de maneira semelhante a como Davis (1899) veio a fazer, posteriormente, para explicar as fases do relevo (KENNEDY, 2005; AMARAL, 1967).

Apesar disso, o início da geomorfologia moderna ocorreu somente no término do século XVIII, com o químico, médico e estudioso da gênese do solo e da

geologia, James Hutton (1726-1797). Originário de Edimburgo, Escócia, ao trabalhar com os processos fluviais no país, defendendo a capacidade modeladora dos cursos d'água, forneceu subsídios fundamentais para a consolidação das ciências naturais. Em seu trabalho, *A Teoria da Terra* (1788), revelou que o planeta possuía uma longa história, interpretada a partir de observações na superfície atual. (PIDWIRNY, 2006).

A partir de então, mais pesquisadores promoveram reflexões e debates de cunho geomorfológico, e as obras de John Playfair (1748-1819), Charles Lyell (1797-1875), Jean L. R. Agassiz (1807-1873), Alexandre C. Surell (1813-1887), Andrew C. Ramsay (1814-1891), John W. Powell (1834-1902), Grove K. Gilbert (1843-1918), Carl Ritter (1779-1859), George P. Marsh (1801-1882), Arnold Guyot (1807-1884), James D. Dana (1813-1895), Daniel Coit Gilman (1831-1908), Clarence E. Dutton (1841-1912), George M. Wheeler (1842-1905) e Friedrich Ratzel (1844-1904), contribuíram para a ciência (RHOADS e THORN, 1996; CHORLEY e BECKINSALE, 1980;).

Por conseguinte, a geomorfologia prosseguia para se tornar uma ciência de caráter próprio, afastando-se da geografia e da geologia. Tamanha desvinculação decorreu em razão do aprofundamento científico necessário para a compreensão da distribuição do modelado sobre a superfície terrestre. Abreu (1982), ao abordar a gênese científica geomorfológica, destacou duas linhagens epistemológicas definidas, consolidadas durante o final do século XIX, classificando-as como linhagens anglo-americana e anglo-saxão, que se tornaram as grandes responsáveis pela solidificação do conhecimento.

Deve-se salientar que, durante as últimas décadas do século XIX, o viajante, geógrafo e naturalista germânico Ferdinand von Richthofen, por meio de sua obra *Guia Para Pesquisa* (1886), seria o primeiro a formalizar a linha do pensamento geomorfológico à escola alemã. Porém, não somente de Richthofen deriva a linhagem do pensamento alemão, pois, poucos anos após sua investigação, a obra de Albrecht Penck, *Morfologia da Superfície Terrestre* (1894), foi publicada no país. Permanecem, portanto, Richthofen e A. Penck como os “pais” dessa linhagem, e a postura naturalista de seus estudos redirecionaram os pensamentos da escola às observações e análises dos fenômenos terrestres, disseminando esse viés aos demais estudos europeus (ABREU, 1983).

No entanto, e até então, os conceitos geomorfológicos encontravam-se dispersos, subordinados, conforme apontado, na geologia e na geografia. Assim, é

de consenso geral entre os geomorfólogos que a maior contribuição à consolidação da ciência viria a partir do geógrafo americano William Morris Davis, por meio de sua obra *O Ciclo Geográfico* (1899). A teoria davisiana resume-se à brusca deformidade da superfície plana, decorrida em função de ações tectônicas. No relevo recém-formado, a erosão agiria, reduzindo-o a uma nova e aplainada superfície, denominada de peneplanície, consistindo-se num ponto de partida para um novo ciclo. Para Davis, o modo com que a erosão alteraria a forma do modelado (lenta e contínua) passaria pelas fases de juventude, maturidade e senilidade (AMARAL, 1967).

Portanto a influência de Davis sobre a geomorfologia proporcionou sua estruturação como disciplina independente, possuidora de corpo de doutrina coerente e original, pois sua pesquisa deu coesão e vitalidade aos conceitos geomorfológicos. Consequentemente, os estudos anglo-americanos colaboraram para o conhecimento, aprofundando-se na análise temporal e corroborando com o estudo da interação entre o jogo de forças responsável por provocar a erosão atrelado a resistência das rochas dos depósitos superficiais (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Sendo o caso, enquanto a escola norte-americana fundamentava-se na teoria davisiana, com estudos de caráter quantitativos, a escola alemã distanciava-se desta visão, baseando-se nas obras naturalistas de Richthofen e A. Penck. Entre os estudos póstumos a essas obras destacam-se os de Otto Karl Siegfried Passarge e os de Walther Penck, filho de Albrecht Penck.

Passarge desenvolveu a *Morfologia Fisiológica* (1912), os *Fundamentos da Ciência e da Paisagem* (1919) e as *Zonas Paisagísticas da Terra* (1923). Enquanto isso, Walther Penck, por meio de sua obra *Evolução de Encostas* (1924) apresentou críticas à obra de Davis, ressaltando a ausência de conexão com a ciência geográfica (principal preocupação da escola germânica).

Vervloet (2012) demonstra que o trabalho de Walther Penck se firmou na importância dos níveis de bases de erosão, condicionados pelos processos fluviais da expansão longitudinal de canais como o fator principal na evolução das encostas. Resumidamente, os estudos de Walther Penck compreendiam do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas dos processos naturais na formação do modelado. Suas ideias não influenciaram apenas a linhagem alemã,

mas também a linhagem do estudo geomorfológico do leste-europeu e também anglo-americano.

Sendo assim, a ruptura epistemológica da linhagem anglo-americana ocorreu depois do Simpósio de Chicago (1939) e a Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945). Segundo Casseti (2001), foi durante o Simpósio de Chicago que as críticas do austríaco Walther Penck à teoria davisiana produziram novas perspectivas aos norte-americanos. Obras posteriores incorporaram pesquisas em bacias hidrográficas e de análise espacial, e as teorias emergidas depois desses acontecimentos permitiram modificações à geomorfologia norte-americana, proporcionando o desenvolvimento de técnicas com posturas filosóficas bem definidas.

Por consequência, certos norte-americanos como Robert Elmer Horton e Arthur Newell Strahler desenvolveram estudos na área da Análise Morfométrica (1945 e 1950). Charles Calvin "Chuck" Crickmay, ao se aprofundar na evolução do relevo e dos processos de superfície com diferentes intensidades, propôs a Teoria do Princípio da Atividade Desigual (1959). Richard John Chorley, a partir do diagnóstico cronológico, introduziu o conceito de Dialética das Forças (1962). Ronald L. Shreve destacou-se com a obra Teoria Probabilística (1975).

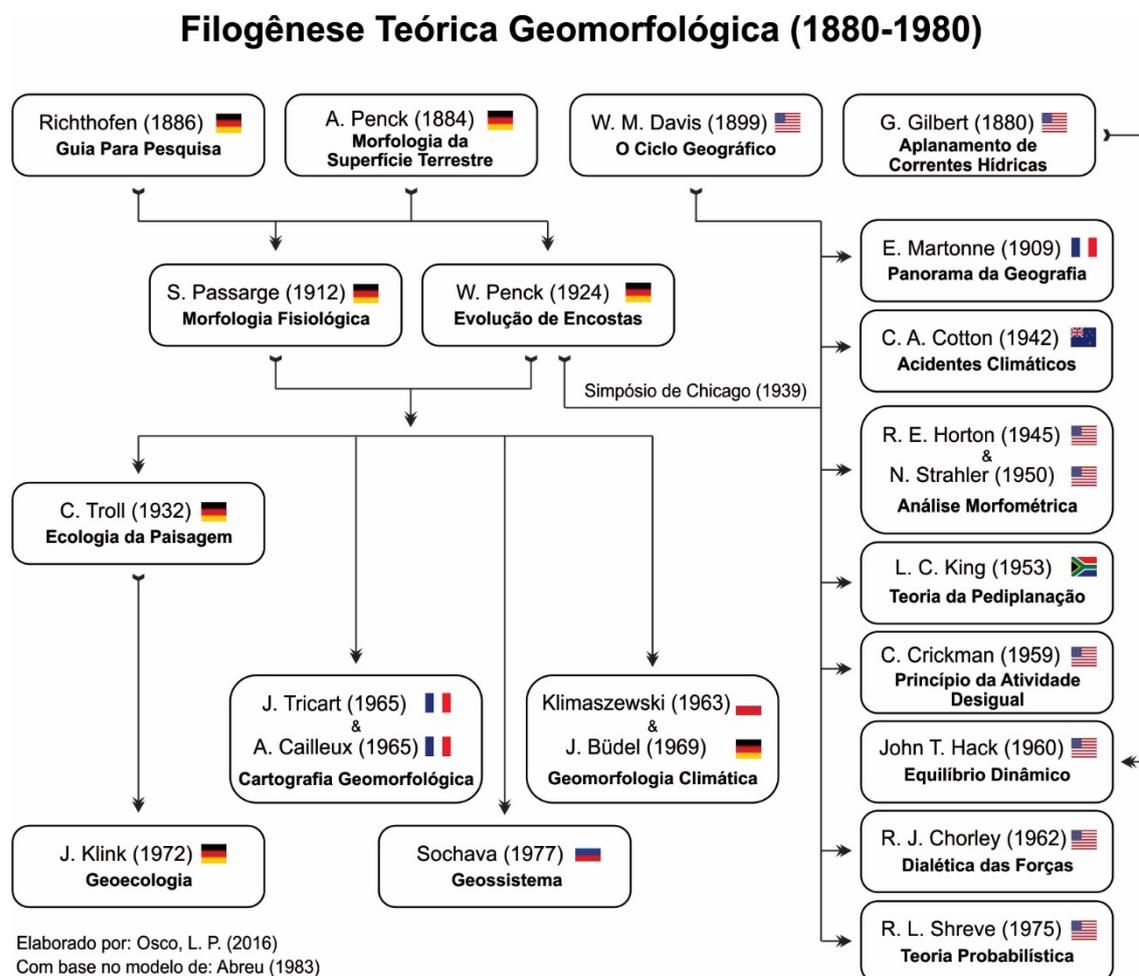
Não obstante, Oldroyd e Grapes (2008) demonstram que o trabalho de Lester Charles King, inserido na corrente anglo-americana, incorporou o modelo de Walther Penck nos estudos de Davis, aprimorando a teoria davisiana. King enfatizava a importância dos processos superficiais e, em particular, a relação entre os períodos geológicos ao soerguimento intermitente, o que resultou na Teoria da Pediplanação (1953), onde descreve os processos da formação de superfícies aplainadas. Sendo o caso, concluiu que a evolução do relevo ocorre devido a ações erosivas, provocadas em maioria pela movimentação hídrica, exceto em condições desérticas ou glaciais.

John Tilton Hack, por sua vez, retoma Gilbert, elaborando a Teoria do Equilíbrio Dinâmico (1960) ao considerar o modelado como um sistema aberto e de constante troca de energia e matéria com os outros sistemas terrestres, vinculando-se a resistência litológica. A concepção de Hack distancia-se da teoria davisiana, pois defende que os elementos que compõem a superfície encontram-se mutuamente ajustados e em constantes modificações (ABREU, 1982, 1983).

Sendo assim, conforme a escola anglo-americana dava continuidade ao modelo davisiano, procurando aperfeiçoá-lo, a escola germânica mantinha o caráter naturalista. Como resultado desta linhagem, mais pesquisas de caráter climatológico, cartográfico e paisagístico foram desenvolvidas no continente europeu. Bocco (2010) ressalta a importância da obra do geógrafo alemão Carl Troll, *Ecologia da Paisagem* (1932), que descreve os contextos, antecedentes, alcances e a ideia de paisagem, associando-a com fenômenos ecológicos. Troll considerava a ecologia da paisagem como disciplina única, resultante da junção entre a geografia física com a ecologia, incorporando mecanismos de geomorfologia, fitogeografia, climatologia, glaciologia e ecologia, bem como do levantamento espacial com intensiva aplicação de técnicas aerofotográficas.

Em suma, são muitas as pesquisas de feição naturalista que contribuíram para a definição dos estudos nas distintas linhagens do conhecimento geomorfológico (Figura 2). Destacam-se, ainda, as obras de Jean Tricart e André de Cayeux (1969) na *Cartografia Geomorfológica*, Mieczyslaw Marian Klimaszewski e Julius Büdel (1963 e 1969) na *Geomorfologia Climática*, Hans-Jürgen Klink na *Geoecologia* (1972), e os estudos de Viktor Borisovich Sochava, na conceituação de *Geossistema* (1977).

FIGURA 2 – Grandes obras da filogênese teórica geomorfológica (1880-1880)



Já no Brasil, durante a década de 1940, Emanuel de Martonne publicou dois artigos que relataram os problemas morfológicos no país, abordando as principais superfícies de erosão responsáveis por esculturar o relevo no Estado de São Paulo, destacando-se por seu caráter analítico, baseado no modelo davisiano. O professor e geógrafo francês, Pierre Monbeig, ao lecionar no país durante o mesmo período, ressaltava que a análise geográfica deveria produzir monografias regionais, onde a delimitação territorial dar-se-ia por meio do elo entre o natural e o social, o que refletia o momento histórico da década, coincidindo com a expansão cafeeira no sudeste do Brasil, principalmente no Estado de São Paulo em sentido leste a oeste, somado a industrialização da capital e a mudança de órbita regional por conta das imigrações (VITTE, 2008).

Por outro lado, Victor Ribeiro Leuzinger, ao publicar o livro *Controvérsias Geomorfológicas* (1948), descreveu o confronto entre as teorias de

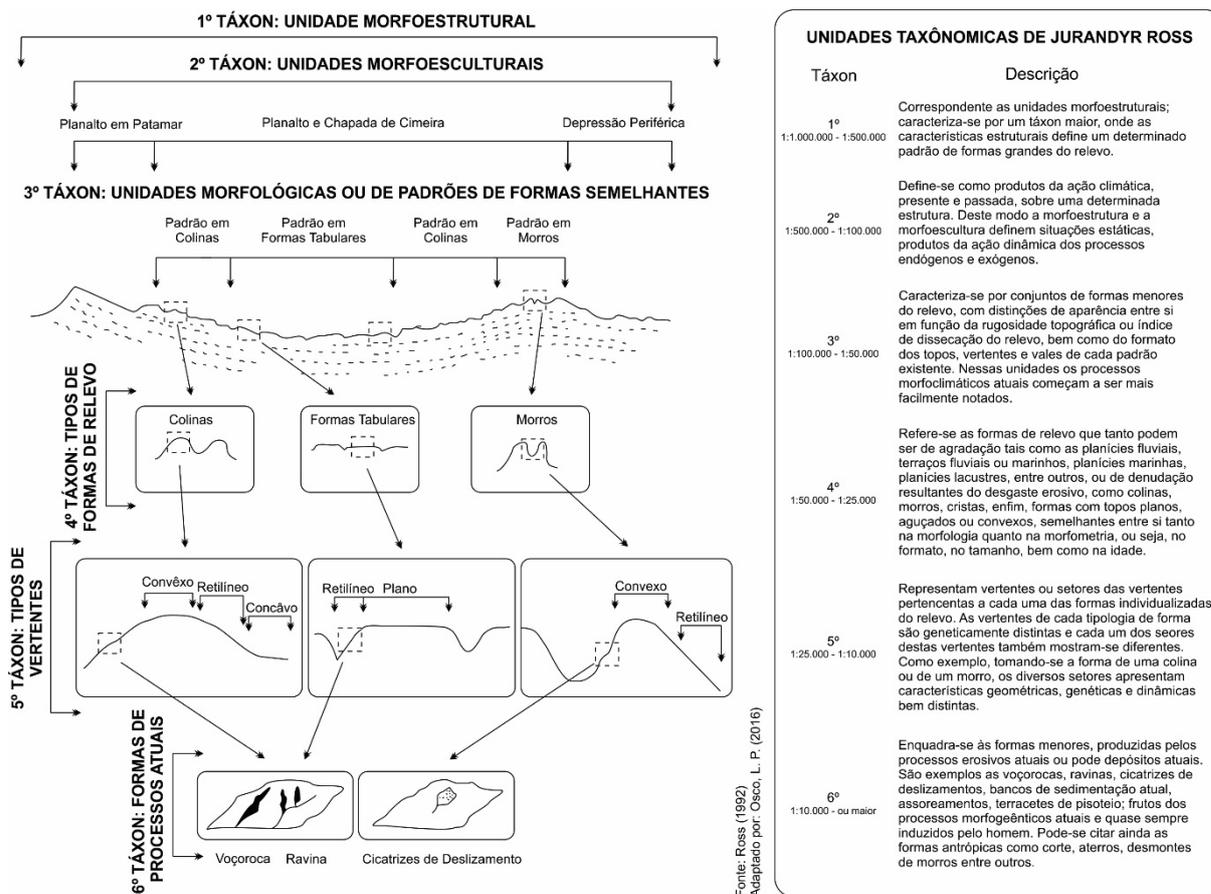
Davis e Walther Penck, e concluiu que a teoria davisiana proporcionaria problemas quando aplicada ao relevo brasileiro, pois a obra de Davis defendia que a formação do modelado ocorre em razão das características do canal fluvial, o que escondia sua verdadeira gênese, oriunda das relações entre a geologia e os aspectos climáticos (VITTE, 2006).

Sendo o caso, o início da década de 1950 seria marcado pela ruptura epistemológica geomorfológica brasileira. Esse período seguiria com o debate teórico promovido entre o geógrafo Ruy Osório de Freitas, em sua obra *Relevos Policíclicos na Tectônica do Escudo Brasileiro* (1951), e o geólogo Fernando Flávio Marques de Almeida que, influenciado por estudos de King e Tricart, contestava a interpretação defendida por Freitas.

Posteriormente, o geógrafo Aziz Nacib Ab'Sáber estabeleceu, no ano de 1969, a compreensão do relevo brasileiro em Domínios Morfoclimáticos, tendo a interpretação calçada na influência de zonalidades climáticas. Sua concepção encontra-se apoiada na correlação entre a tipologia do modelado com os processos denudacionais, propondo três níveis diferentes à pesquisa geomorfológica, sendo esses: a compartimentação topográfica, caracterização e descrição detalhadas da forma do relevo; a extração de informações sistemáticas da estrutura superficial da paisagem e; o entendimento dos processos morfodinâmicos e pedogenéticos, em compreensão fisiológica da paisagem (CASSETI, 2001).

Poucos anos depois, Almeida (1964) sugeriu a divisão do Estado de São Paulo em províncias geomorfológicas, relacionando estudos geológicos às diferentes formações do modelado. Tricard (1972), por sua vez, relatou a dificuldade taxonômica de subdivisão das paisagens ao criticar o mapeamento geomorfológico com base nos sistemas do modelado, pois essas divisões poderiam levar a definição de grupos com formas arbitrárias. O geógrafo Jurandyr Luciano Sanches Ross, em 1992, buscou elucidar melhor a compartimentação do relevo, propondo seis unidades taxonômicas têmporo-espaciais distintas (Figura 3).

FIGURA 3 – Unidades taxonômicas geomorfológicas



Tais conceitos contribuíram para uma análise minuciosa das diferentes feições do relevo terrestre, demonstrando a relação de escalas de trabalho com o nível de detalhe das características modeladoras da paisagem. Em seguida, Ross e Moroz (1997), em reavaliação ao Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), utilizando os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura² propostos por Gerasimov e Mescherikov (1968), consideraram as unidades geomorfológicas do Mapa aludido como dimensionais, e, baseando-se na gênese e idade do modelado, definiram novas classificações.

² A morfoestrutura associa-se a produtos morfológicos de influência endógena, apresentando relevos oriundos do desgaste erosivo decorrente em diferentes ambientes climáticos presentes e passados. Já a morfoescultura é entendida como o subproduto da longa ação externa ao atuar sobre determinada estrutura. Deste modo a morfoescultura tende a apresentar idades mais recentes, esculpida sobre a morfoestrutura (CUNHA e GUERRA, 2007).

2.1 Geossistema e geoecologia

Conforme descrito, Carl Troll (1932) destacou a importância do conceito ecológico à teoria da paisagem, e, a partir de então, muitos estudos englobaram as interações entre os elementos naturais por esse ponto de vista. O estudioso definiu a ecologia da paisagem por meio do estudo físico ecológico (biofísico) e de suas inter-relações constantes com diversas unidades espaciais que controlavam determinada região, considerando que essas relações ocorreriam em sentido verticalizado, dentro das unidades espaciais, e horizontalizado, entre as unidades espaciais da paisagem (FORMAN e GORDON, 1986).

Essa discussão, promovida entre paisagem e ecologia, recebeu maior ênfase com Tricart (1979), que manifestou a abordagem sistêmica do meio ambiente ao demonstrar que a dinâmica ambiental se responsabilizava pela conservação e pelo desenvolvimento dos recursos ecológicos, salientando a dinâmica da biocenose. Entretanto, a conceituação de paisagem ambiental encontrava-se subordinada às descrições consolidadas na espistemologia geomorfológica, influenciando a definição dos conceitos de geossistema, por Sotchava (1977), e geoecologia³, por Klink (1972).

Não obstante, Penteadó (1983) reforça que esses sistemas não atuam de maneira isolada, mas sim perfeitamente funcional, inserindo-se em ambientes que compreendem um conjunto maior, denominado universo. Tal universo compreende-se no conjunto de fenômenos, eventos e dinamismos que oferecem interferência em um determinado sistema. Henrique (1997) menciona que os elementos interligados às unidades ambientais se encontram sensíveis a quaisquer alterações sistemáticas, desencadeando uma infinidade de transformações nas características paisagísticas.

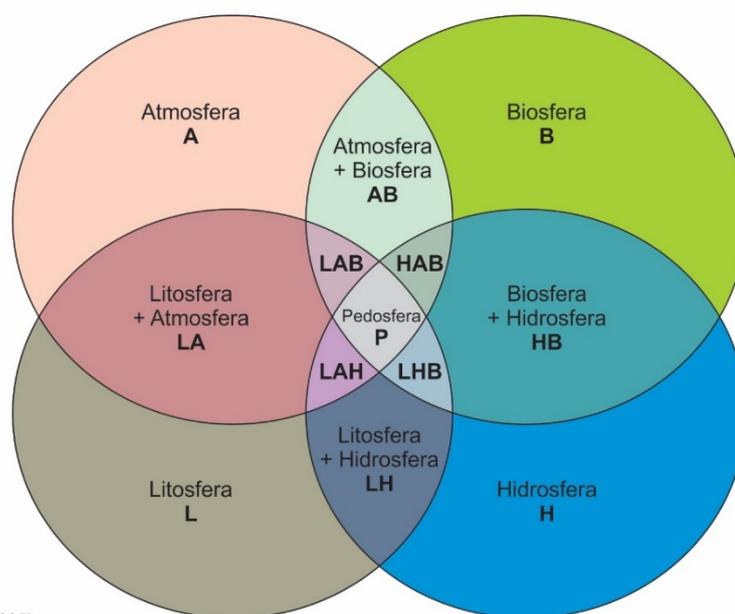
Bastos et al. (2002), sugerem que essas unidades se integram a um domínio de compartimentação, geneticamente relacionado, analisado sob a ótica morfolitoestrutural. Portanto, o domínio ambiental resulta-se a partir da interação dos processos paisagísticos, derivados da combinação dos componentes naturais que, ao longo do tempo, modificaram-se em resposta à dinâmica da própria paisagem.

³ Definida como um ramo das Ciências Naturais, pertence às Ciências da Terra, concentra-se sobre as observações sistêmicas do meio físico, relacionando-as com o incremento dos impactos ambientais provocados por ações humanas.

Nesse sentido, Hugget (1995) argumenta que essa perspectiva sistêmica se origina a partir da recíproca interação entre as esferas terrestres (Figura 4), que consistem em um determinado complexo de elementos, formados pela hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera, compondo, assim, o geossistema.

FIGURA 4 – Esferas terrestres na perspectiva de Sante Mattson (1938)

INTRODUÇÃO AO GEOSSITEMA



Fonte: Hugget (1995)
Adaptado por: Osco, L. P. (2016)

LA: deserto; **AB:** espaço aéreo entre plantas; **HB:** represa, lago; **LH:** areia ou argila em condições estéreis; **LAB:** depósitos; **HAB:** solos orgânicos e liteira florestal; **LHB:** solos e lagos profundos; **LAH:** solos salinos.

Convém lembrar que o enfoque geossistêmico fundamentou-se na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1937) cujo autor discordava da visão cartesiana e criticara a maneira que a ciência era fragmentada entre seus mais diversos campos. Logo, conforme mencionado, Sotchava (1977) encontra-se como pioneiro no estudo e, embora extremamente criticado por Tricart (1982), introduziu o conceito à geografia e à geomorfologia, tendo como princípio básico a conectividade entre as diferentes esferas que compõe o sistema terrestre. Bertrand (1971), por sua vez, defendeu uma conotação ligeiramente diferente à de Sotchava, relatando que o geossistema nada mais consiste do que uma unidade taxonômica da paisagem, separada entre: zona → domínio → região → geossistema → geofácies → geótopo.

Em suma, o autor distingue-se por sustentar um maior enfoque ecológico, e, mais que Sotchava, Bertrand incorporou com maior afinco o componente antrópico à sua conceituação. Em Bertrand (2004), o autor demonstra que a paisagem resulta a partir da combinação dinâmica (e, portanto, instável) entre os componentes físicos, biológicos e antrópicos. Essa combinação permite reações dialeticamente uns sobre os outros, tornando a paisagem um conjunto único e indissociável, apresentando evolução constante ao longo do tempo. Em razão disso, os estudos paisagísticos passaram a considerar cada vez mais a capacidade do ser humano em modificar os componentes naturais. Drew (1986) reforça que a intensificação das transformações ambientais se encontra dependente do esforço antrópico realizado num determinado sistema, assim como da condição de resiliência⁴ do próprio meio natural.

Deve-se acrescentar que muitos autores posteriores defenderam vieses diferentes sobre a avaliação dos processos naturais e o grau de interferência humana à natureza. Entretanto, permanece inegável a influência do francês Jean Tricart, com sua obra *Ecodinâmica* (1977), onde argumenta que os meios naturais se distribuem entre três diferentes categorias morfodinâmicas, sendo essas: Meio Estável, referindo-se à evolução mais lenta do relevo, com prevalência da pedogênese⁵; Meio Integrade (ou Transição), onde ocorre o equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese⁶; Meio Fortemente Instável, que se caracterizam por um domínio da morfogênese sobre a pedogênese. Amaral e Ross (2009), apoiando-se na fundamentação de Tricart (1977), realizaram uma adaptação metodológica, inserindo no contexto a intervenção humana, de modo a subsidiarem bases para análises das fragilidades desses meios.

Não obstante, Mateo-Rodrigues et al. (2013) asseguram que quaisquer mudanças ao funcionamento e aos mecanismos das relações de auto-regulação do próprio meio acabam por conduzi-lo à processos degradativos, dando margem ao desequilíbrio da dinâmica funcional. Explicam, ainda, que a degradação geocológica se define como perda dos atributos e propriedades sistêmicas, sendo consequências dos processos naturais ou um produto direto das atividades antrópicas. Alegam

⁴ Capacidade do meio físico em recuperar-se mediante um determinado impacto negativo, retornando às condições de estabilidade naturais.

⁵ Relaciona-se à predominância da formação dos solos em meios com menor intensidade de processos erosivos, com maior cobertura de vegetação e baixas atividades sísmicas.

⁶ Refere-se à uma atuação maior dos processos erosivos, permitindo esculpir as formas do relevo com maior velocidade, não sobrando tempo para a formação de solos mais profundos.

como exemplo de processos naturais em degradação a: erosão, perda de biodiversidade, degradação do solo, salinização, redução do nível da água subterrânea, laterização, inundação, além de outros; enquanto processos antrópicos ou humanos distinguem-se na: alteração dos recursos hídricos, contaminação do solo, atmosférica e da água, movimentação de solos, remoção de vegetação, e demais.

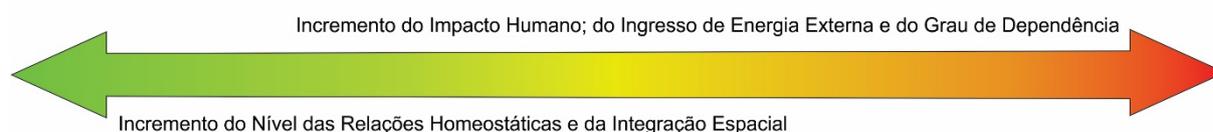
Esses processos, portanto, vinculam-se a uma sequência de níveis de degradação (Figura 5), revelando o efeito do incremento dos impactos humanos sobre determinadas paisagens, ocasionando a degradação do geossistema. Quando existe o equilíbrio (ou homeostasia) do meio, ou seja, tendendo para a condição natural, o nível de degradação é nulo. Essa concepção, calçada na relação conflitante entre o homem e a natureza incide como o principal fator na definição da geoecologia que, por sua vez, baseia-se na compreensão e corroboração dos múltiplos e variados processos ambientais, objetivando esclarecer a dinâmica paisagística por trás de suas inúmeras conexões.

FIGURA 5 – Processo de degradação dos geossistemas

SEQUÊNCIA DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DOS GEOSSISTEMAS

Adaptado de: Mateo-Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2013)

CLIMA Processo Climabiogenético	Vegetação Climax	→	Desflorestamento; Desaparecimento da Vegetação Natural	→	Cultivo Incontrolado; Aparecimento de Pragas e Enfermidades	→	Perda do Umbral e Capacidade Produtiva e de Potencial Genético
RELEVO Morfogênese	Morfogênese Atenuada	→	Maior Escoamento; Menor Infiltração	→	Erosão Hídrica e Eólica	→	Desequilíbrio Hidrológico; Desertificação e Outros Processos
SOLO Pedogênese	Pedogênese Ativa	→	Degradação Físico-Biológica	→	Perda de Nutrientes	→	Salinização Hidromórfica; e Outros Processos
PAISAGEM Gênese e Desenvolvimento da Paisagem	Paisagem em Estabilidade Homeostática	→	Paisagem no Primeiro Estágio de Alteração das Relações Homeostáticas; Ainda Está Quase Intacto o Potencial Natural e a Integridade; A Estabilidade Natural se Modifica Antropogenicamente	→	Paisagem Instável à Crítica que Experimentou a Perda Parcial da Estrutura Espacial e Funcional e da Integridade que dá Lugar à Destruturção (Alteração) das Relações Homeostáticas	→	Paisagem Esgotada em Estado Muito Crítico que Perdeu a Estrutura Espacial e Funcional; Os Mecanismos da Estabilidade Natural Foram Eliminados
SISTEMA AGRÍCOLA	Geossistema Natural	→	Sistema Agrícola Adaptado. Produtividade Alta ou Baixa (em Dependência do Ingresso de Energia Externa)	→	Sistema Agrícola de Compromisso; Produtividade Média a Muito Alta (em Dependência do Ingresso de Energia Externa)	→	Sistema Agrícola Desintegrado; Produtividade Baixa ou Muito Baixa (Inclusive em Dependência de Ingresso de Energia Externa)
NÍVEL DE DEGRADAÇÃO	Sem Degradação	→	Pouco Degradado	→	Degradado	→	Muito Degradado



Zonneveld (1988) explica que a gênese do estudo geoecológico é antiga, pois remonta-se aos trabalhos passados do explorador e geógrafo alemão

Alexander von Humboldt (1769-1859), que durante expedições naturalistas ao redor do mundo desenvolveu separadamente os conceitos do meio ambiente geográfico, relacionando as características da fauna e da flora regionais à latitude, à tipologia do relevo e às condições climáticas existentes. Contudo, além de Humboldt, Melo (2012) aponta para as contribuições do geógrafo russo, Vasily Vasili'evich Dokuchaev (1846-1903), que firmou bases para a geografia física e para a ecologia biológica, e estabelece uma visão voltada para a análise das interações entre a natureza e a sociedade.

Sendo o caso, o contexto metodológico da geoecologia da paisagem consiste-se na interface entre a geografia física, geografia humanística, biogeografia, ecologia e cartografia (SILVA, 2012). Portanto, a geoecologia contribui diretamente ao processo analítico das características paisagísticas, proporcionando o diagnóstico geoecológico. Neste sentido, Rodriguez et al. (2010) afirmam que a geoecologia da paisagem, apesar do diversificado acervo teórico-metodológico, encontra-se inserida majoritariamente na geomorfologia e na geografia física, pois faz uso de métodos e técnicas imprescindíveis em ambas as ciências, como, por exemplo, a interpretação das bases naturais de um determinado território, oferecendo, portanto, subsídios à análises e diagnósticos em diferentes escalas de dimensão espacial.

2.2 Depósitos tecnogênicos e resíduos sólidos

Ter-Stepanian (1988) propôs a denominação Quinário ou Tecnógeno ao Holoceno (últimos 10.000 a 12.000 anos), onde a atividade antrópica apresenta-se qualitativamente relevante quando comparada à atividade biológica. Para o autor, os depósitos tecnogênicos distinguem-se por sua variedade, possuindo feições díspares, diferenciação de composição textural e palinológica, e variações de espessura. Alguns dos depósitos chegam a acumular grandes quantidades de matéria orgânica, como os resíduos urbanos, enquanto outros tendem a acumular matéria inorgânica, como materiais de construção ou rejeitos de atividades mineradoras.

Peloggia (1998), por sua vez, refere-se à terminologia Tecnógeno como a situação geológico-geomorfológica contemporânea, onde a atividade humana sobre os ecossistemas apresenta destaque significativo na influência dos processos de dinâmica externa ambiental. Desse modo, desencadeiam-se

processos tecnogênicos onde a intensidade supera, em muito, processos naturais, modificando as noções do tempo geológico devido a abrupta e severa alteração desses processos, bem como da magnitude das transformações acontecidas.

Quanto a isso, Silva (2012) aquiesce sobre a existência de duas formas de intervenção antrópica na modificação do modelado e de sua dinâmica. A primeira origina-se a partir dos processos tecnogênicos degradativos, resultantes da atuação direta ou indireta do ser humano na paisagem, tendo por exemplo o desenvolvimento de vertentes ravinadas ou de superfícies de terraplanagem. A segunda incide-se de processos tecnogênicos agradativos, onde existe acumulação do material geológico também de modo direto ou indireto, como em aterros e morrotes artificiais, ou em planícies aterradas.

Em suma, as atividades antrópicas resultam na modificação do relevo, na alteração na dinâmica geomorfológica e na criação dos depósitos tecnogênicos (PELOGGIA, 1996). Sendo assim, a classificação desses depósitos dá-se em paralelo à sua função de origem, e, conforme Oliveira (1994), podem ser separados entre as seguintes categorias: construídos; induzidos e; modificados. Porém, posteriormente, Peloggia (1997), apoia-se nos trabalhos de Fanning e Fanning (1989) e sugere outra classificação aos depósitos tecnogênicos pautada sobretudo em sua composição, distinguindo-os em materiais: úrbicos; gárbicos; espólicos e; dragados (Quadro 1).

QUADRO 1 – CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS		
Oliveira (1994)	Construídos	Provenientes da ação antrópica direta sobre o meio físico, compreendendo-se na criação de aterros, corpos de rejeitos, dentre outros.
	Induzidos	Resultantes de processo naturais modificados, caracterizando-se por depósitos aluvionares provocados pelo uso inadequado do solo.
	Modificados	Consistindo de depósitos ou solos naturais pré-existentes, porém alterados por alguma substância (como fertilizantes) contaminando-os.
Peloggia (1997)	Úrbicos	Compostos por detritos urbanos (tais como tijolos, pedras, vidros, plásticos, dentre outros), e materiais terrosos.
	Gárbicos	Compostos por lixo orgânico, que em condições anaeróbicas acabam por gerar a produção de gás metano (CH ₄) e chorume.
	Espólicos	Compostos por materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem a céu aberto, rodovias ou obras civis
	Dragados	Oriundos de dragagens de corpos d'água, depositados em diques, alçados topograficamente à planície aluvial.

Dentre os depósitos supracitados, o conjunto que abrange os resíduos sólidos se sobressai, pois, a periculosidade desses materiais para o meio ambiente recebeu maior agravamento ao longo dos últimos anos. Não obstante, segundo

Russo (2003), o problema oriundo da inadequada disposição de resíduos sólidos remonta a um longínquo período da humanidade (ainda que aos seus primórdios não existissem complicações justamente pelo desempenho de uma atividade nômade). O início da preocupação em relação à problemática dos resíduos se deu durante o século XVI por conta da epidemia de peste bubônica no continente Europeu, que dizimou metade da população, uma vez que os resíduos eram despejados em ruas a céu aberto, o que contribuiu para a proliferação de vetores contaminados.

Posteriormente, abordagens mais específicas, oriundas do fim do século XIX e início do século XX, apontariam a questão de maneira mais minuciosa, o que culminaria para debates a respeito do tratamento correto a ser dado para a disposição dos resíduos sólidos, contemplando suas propriedades físico-químicas e biológicas.

No Brasil, a atribuição designada pela Norma da ABNT 10.004 (2004) distribui os resíduos entre os grupos: Classe I (Perigosos), compreendendo aqueles de extremo risco a saúde humana devido as suas propriedades toxicológicas; Classe II (Não Perigosos) que, em razão de sua esparsa abrangência, subdividindo-se entre duas categorias: Classe II A (Não Inertes), correspondentes aos resíduos que não se enquadram em nenhuma das demais categorias, sem propriedades solúveis em água, combustivas ou biodegradáveis, e; Classe II B (Inertes), caracterizando-se por todos os resíduos que, quando submetidos ao contato com a água destilada ou deionizada em temperatura ambiente, não possuam composição solubilizada em concentrações superiores aos padrões estéticos, como aspecto, cor, turbidez, sabor e dureza.

Sendo o caso, a classificação dos resíduos favorece a sua destinação, pois permite que o tratamento mais adequado seja aplicado. Considera-se, portanto, que os resíduos devam receber destinações apropriadas, contribuindo para a redução de seu volume e do impacto ambiental. Cabe ressaltar que nem sempre esse material pode ser reaproveitável, seja por razões econômicas, tecnológicas ou em razão das suas próprias características composicionais, necessitando do destino especificado.

Emerge, dentro da legislação brasileira, dois conceitos que determinam a separação prévia dos resíduos sólidos dos então denominados rejeitos. Consoante à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Art. 3, Incisos XV e XVI, os rejeitos

são considerados lixos inservíveis, ou seja, tudo aquilo que não possui um meio de recuperação, economicamente ou tecnologicamente, tornando-o inviável diante das alternativas existentes. Os resíduos sólidos, por sua vez, são tratados como todo o material que possui adequação quanto a sua reciclagem e reaproveitamento.

Conquanto, ainda que a responsabilidade com os resíduos sólidos seja vinculada a todos os indivíduos, torna-se necessário ressaltar a importância do poder público e de seu posicionamento, pois entende-se que o mesmo tenha, ao menos por incumbência, proporcionar sua coleta e seu condicionamento adequado. Conforme estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/12, Art 5º Inciso VII, as prefeituras municipais encontram-se obrigadas a extinguir quaisquer atividades irregulares de disposição final, como em lixões, vazadouros, aterros controlados ou em vala, dentre outros, passando a destinar os seus resíduos aos aterros sanitários. Ressalta-se que embora existam condições para a implantação de aterros sanitários em regiões de melhor desenvolvimento, os aterros controlados e não controlados são os destinos mais comuns dos resíduos sólidos e rejeitos no país (IBGE, 2010).

De acordo com Boscov (2008), os aterros sanitários consistem em um sistema previamente preparado à deposição de rejeitos, englobando componentes e práticas operacionais, e apresentando uma série de técnicas de engenharia voltadas para a minimização dos impactos causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos, como a impermeabilização da base (isolando os rejeitos e impedindo seu contato com a camada de solo abaixo do aterro), os sistemas de drenagem (periférica e superficial, isolando águas pluviais e coletando o chorume⁷ produzido pela lixiviação dos rejeitos) e a queima de gases metano (produzidos por processo da decomposição da matéria orgânica no local) (FARIAS, 2002).

Por outro lado, os aterros controlados (ou em vala) surgiram a partir de determinação da CETESB (1994), consistindo-se como uma medida inicial do controle da proliferação de vetores, presença de animais, redução de odores e impacto visual. Nesses aterros escavam-se valas para que os rejeitos depositados sejam totalmente recobertos por solo, sendo eventualmente compactados. O agravante da situação se faz em relação a ausência de impermeabilização,

⁷ Substância líquida, levemente ácida, de aspecto escurecido, viscoso e de odor fétido, oriundo da putrefação de matéria orgânica.

drenagem e tratamento de chorume e gases metano, tornando esses aterros tão problemáticos e alto impactantes quanto os vazadouros ou lixões a céu aberto.

2.3 Dinâmica de contaminação por resíduos sólidos

Entende-se que a composição físico-química do chorume possui certa instabilidade, pois sua constituição subordina-se às condições do próprio método de disposição, dos condicionantes ambientais e dos processos internos da lixiviação (CINTRA et al., 2002). A composição pode variar entre diversificadas concentrações de Matéria Orgânica Dissolvida (DBO, DQO, COT), macrocomponentes inorgânicos, compostos orgânicos xenobióticos, elementos traços, dentre outros componentes que se encontram na massa de resíduos sólidos (CHRISTENSEN et al., 2001).

Portanto, o contaminante acaba possuindo elevadas concentrações de sólidos suspensos, compostos orgânicos e metais pesados (SERAFIM e GUSSAKOV, 2003) que, adjunto ao desenvolvimento de atividades microbacterianas, favorecido por fatores ambientais (sobretudo climáticos), permite a formação de significativas quantidades do lixiviado possivelmente contaminado. Assim, em razão da exacerbada concentração de componentes, o chorume torna-se um elemento muito impactante devido a sua elevada capacidade poluidora (PESSIN et al., 2000).

Entende-se que o processo de formação do chorume inicia-se durante a deposição dos resíduos sólidos sobre a superfície, onde ocorre a perda da água livre contida na matéria orgânica, percolando no solo e subsolo local. (GIORDANO et al., 2011). A pluviosidade, por sua vez, aumenta o volume de líquido produzido, que ao infiltrar na massa de resíduos sólidos mistura-se aos demais compostos, dissolvidos por processos de decomposição biológica (SOUZA, 2005). Desse modo, o percolado acumula concentrações de metais pesados, transportando o poluente para o meio aquoso.

Neste caso, a contaminação, por quaisquer um destes metais, danifica os sistemas biológicos em razão de suas características bioacumulativas (CELERE et al., 2007). Em caso de poluição das águas subterrâneas, armazenadas principalmente em sistemas de aquíferos, não há possibilidade alguma de autodepuração, pois a atenuação da contaminação ocorre somente por diluição. Sendo o caso, devido à alta concentração de matéria orgânica, sais, amônia e

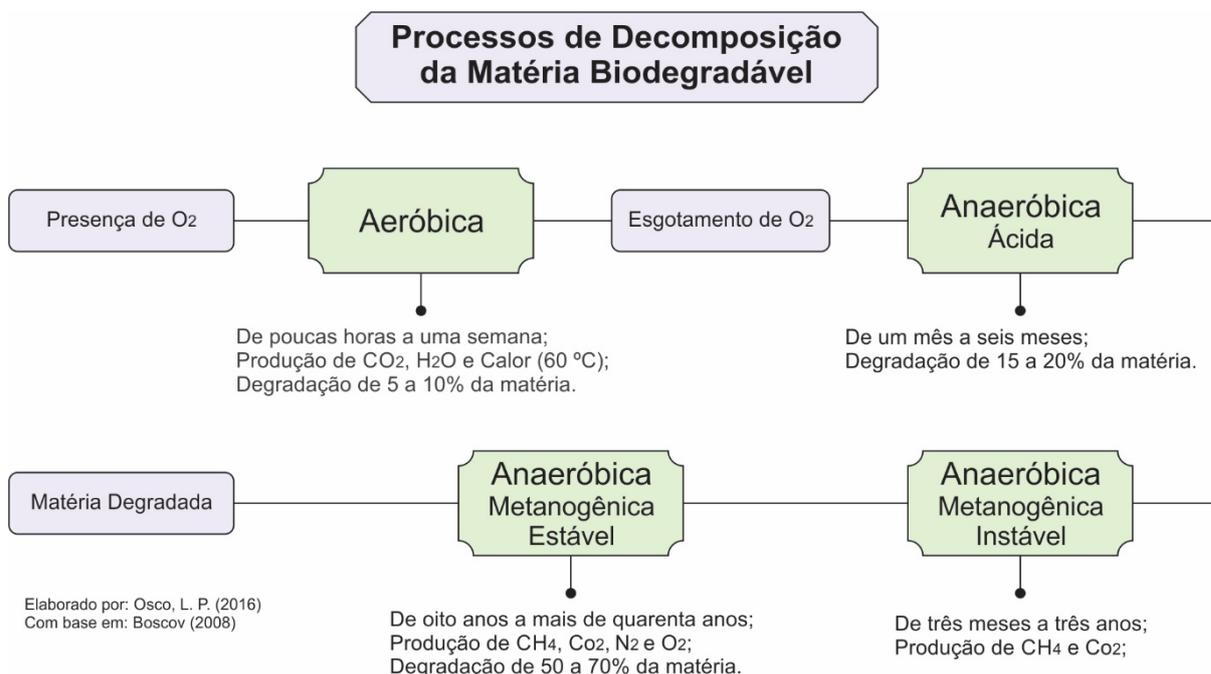
metais pesados, estas águas podem encontrar-se em condições deploráveis (PASCHOALATO, 2000).

Conforme Souto (2009), para uma melhor compreensão da formação do lixiviado, como também de suas características, se faz necessário o aprofundamento em relação aos processos biodegradáveis. Boscov (2008), ao resgatar conceitos de Farquhar e Rover (1973), demonstra que a decomposição da matéria orgânica se dá entre os processos Aeróbico, quando na presença de oxigênio, e Anaeróbico (Ácido; Metanogênico Instável e; Metanogênico Estável) à partir do esgotamento do oxigênio.

Não obstante, os processos decompositores acabam por se atrelarem às condições externas (Quadro 2), como as características climáticas do local, a forma de disposição dos resíduos, e a origem, composição e idade da matéria orgânica. Já os componentes líquidos e voláteis, provenientes das fases aeróbicas e anaeróbicas, evidenciam, em sua composição, as características dos resíduos sólidos originários (Figura 6).

QUADRO 2 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA COMPOSIÇÃO DO CHORUME	
Características dos Resíduos	Composição, granulometria, umidade, idade e pré-tratamento.
Condições Ambientais	Geologia e geomorfologia local, regime pluviométrico, temperatura e clima regional.
Características do Aterro	Aspectos construtivos das valas, balanço hídrico, grau de compactação dos resíduos, propriedades do terreno, codisposição de resíduos líquidos, irrigação e recirculação.
Processos Internos	Hidrólise, adsorção, biodegradação, especiação, dissolução; diluição, redução, troca iônica, tempo de contato, partição, geração e transporte de gás.
Fonte: CINTRA et al (2002).	

FIGURA 6 – Processo de decomposição da matéria biodegradável



Para tanto, nota-se a produção de calor por parte dos processos de decomposição dessas bactérias, podendo atingir temperaturas muito elevadas nas primeiras fases, sobre a presença de oxigênio. Porém, além do calor gerado, convém destacar o papel da variabilidade climática nos ambientes ocupados pelas bactérias. Nunes (2002) aponta para a variação da faixa de temperatura no interior da massa de resíduos, que separa as bactérias metanogênicas entre mesofílicas e termofílicas. As bactérias mesofílicas atuam com maior intensidade entre as faixas de temperatura de 29 a 45 °C, enquanto as termofílicas apresentam-se mais ativas entre os 45 e 70 °C, produzindo cerca de duas vezes mais metano. Ainda assim, outros fatores devem ser considerados, como o teor de umidade no solo. Para isso, as características texturais do solo acabam por permitir um maior ou menor índice de infiltração e armazenamento de água superficial, influenciando na organização dos microorganismos presentes.

Desse modo, conforme aludido, existe uma maior preocupação referente à possibilidade dos impactos negativos quando em contato com os recursos hídricos adjacentes, uma vez que o chorume percolado assumirá o comportamento do corpo hídrico. Esse corpo hídrico associa-se profundamente aos demais componentes da paisagem, como a morfologia e a pedologia local. Ao abordar essa questão, entende-se que as propriedades hidrodinâmicas do solo

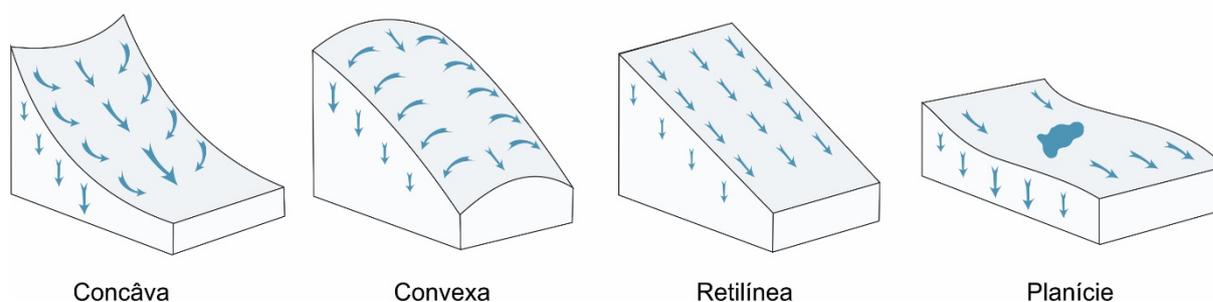
variam espacialmente em função da tipologia do modelado, pois a forma das encostas e vertentes estabelece áreas de convergência e divergência aos fluxos dos cursos d'água desenvolvidos, definindo sua capacidade de infiltração (FEITOSA, 2008).

A declividade do relevo, somada à forma das encostas, responsabiliza-se por regular a velocidade do escoamento superficial pluviométrico, controlando a quantidade de água percolada em solo, definindo as zonas preferenciais de recarga (MORAIS, 2012). Em resumo, as vertentes suavizadas e com maior extensão espacial determinam maiores condições de susceptibilidade a infiltração, pois o escoamento superficial ocorre quando a intensidade das chuvas supera a capacidade natural de percolação da água em solo. Por outro lado, em encostas mais íngremes e de menor extensão, devido a força gravitacional, formam-se fluxos superficiais de maneira mais rápida e intensiva, sem tempo para a água acumular e infiltrar (Figura 7).

FIGURA 7 – Esquema de infiltração e escoamento superficial

Esquema de Infiltração e Escoamento Superficial da Água Sobre o Relevo

Fonte: Paula (2010)
Adaptado por: Osco, L. P. (2016)



Bigarella (1990) aponta outros fatores de influência na infiltração da água em solos, como a cobertura vegetal, as estruturas biológicas, a umidade do solo e as condições em superfície. Salienta, ainda, a respeito da importância das camadas de vegetação, que reduzem o impacto de chuvas sobre o solo exposto, as folhas que se decompõem sobre a superfície, permitindo um escoamento menos intenso de água, e as raízes das plantas que contribuem para a umidade do solo ao abrirem caminho para o escoamento da água.

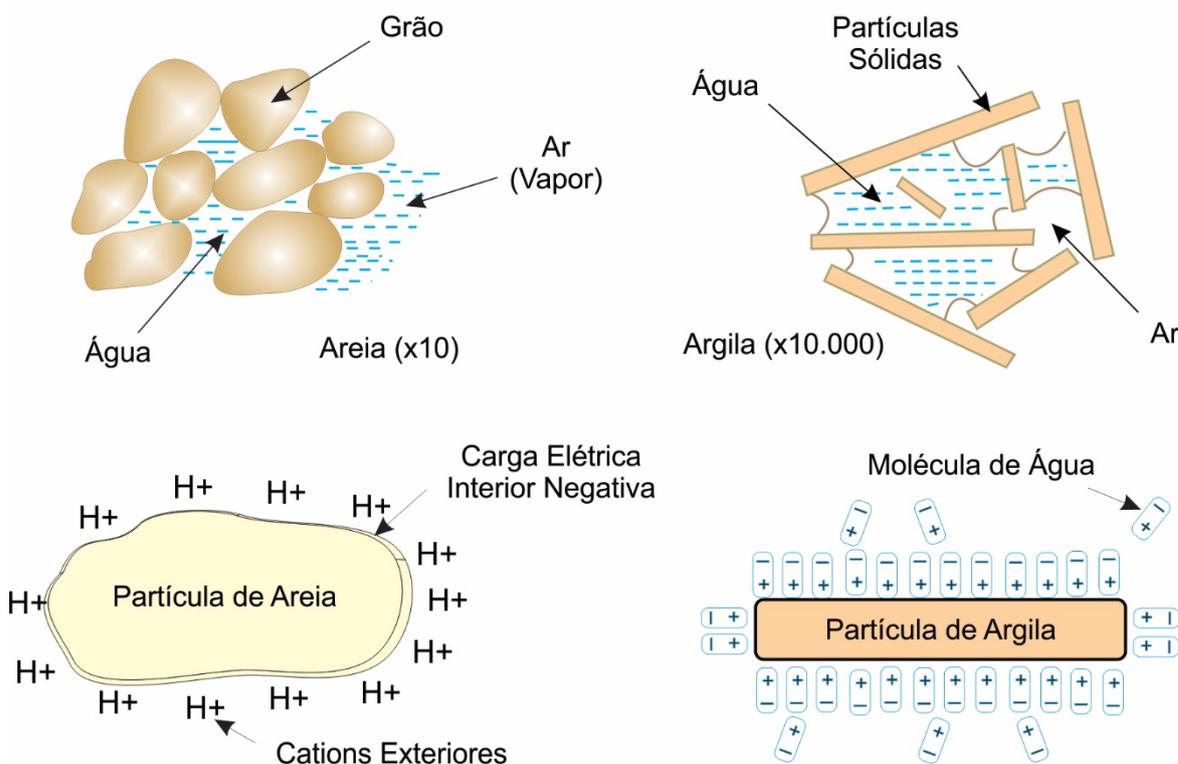
Não obstante, deve-se reforçar o papel da textura e estrutura do solo, pois, enquanto a primeira determina a porosidade e a permeabilidade, ou o volume

de água que pode ser absorvido e a velocidade de percolação do mesmo, a segunda associa-se ao estado de agregação das partículas em solo, indicando que, quanto maior o espaço entre os grãos, maior a permeabilidade, permitindo formar-se vazios ou cavidades porosas entre si (MIOTTO, 1990) (Figura 8).

FIGURA 8 – Partículas de solo e a atração molecular da água

DISTRIBUIÇÃO DOS ÁTOMOS NA MOLÉCULA DE ÁGUA EM PARTÍCULAS DO SOLO (AREIA E ARGILA)

Fonte: Miotto (1990)
Adaptado por: Boin, M. N.



O processo de infiltração em solos dá-se entre as fases de intercâmbio⁸, descida⁹ e armazenamento¹⁰, definindo os limites nas quais a distribuição da água se movimenta constantemente. O limite superior desses lençóis constitui-se como uma superfície mal delimitada, denominada de “franja”, e influenciada pela capilaridade, enquanto o limite inferior ocorre quando a camada rochosa não admite espaços porosos por conta da pressão oriunda das rochas

⁸ Ocorre sobre a camada superficial de terreno, onde as partículas de água estão sujeitas a retornar à atmosfera através da aspiração capilar, evaporando-as até a superfície, ou através do fenômeno de transpiração das plantas.

⁹ Inicia-se quando a força gravitacional supera a capilaridade, determinando que o escoamento das águas superficiais descenda até a camada impermeável.

¹⁰ Uma vez saturado o solo, formam-se os lençóis subterrâneos e a água escoar sobre as camadas impermeáveis, de acordo com as características de declividade do terreno subterrâneo.

sobrejacentes. Portanto, durante as fases de intercâmbio e descida, as camadas do terreno distinguem-se entre zonas de aeração (insaturada), enquanto a camada desenvolvida durante a fase de circulação é reconhecida como a zona de saturação (saturada) (SILVA, 1967).

Contudo, mesmo apesar da força gravitacional e das características dos próprios solos, sedimentos e rochas, a movimentação da água é controlada pela força de atração molecular e tensão superficial (TEIXEIRA et al., 2008). Essa atração ocorre somente quando as moléculas atômicas de água se prendem à camada externa de argilominerais em razão da atração de cargas opostas (Figura 8). Não obstante, as águas pluviométricas ao percolarem na massa porosa do solo, em movimentos que incluem deslocamentos laterais, promovem a formação de aquíferos confinados e não confinados, armazenando um significativo volume de água em meio subterrâneo (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2011). Desse modo, existe a possibilidade de relacionarem-se os parâmetros geológicos e hidráulicos à fragilidades naturais (ou intrínseca) de determinado sistema de aquífero (KEMERICH et al., 2011).

Convém lembrar que o contaminante (neste caso, o chorume), ao ser incorporado em meio aquoso, movimenta-se conforme a orientação natural do fluxo de água infiltrada, sendo transportando entre as camadas superficiais e subterrâneas de solo e subsolo. Logo, o carreamento de poluentes associa-se à própria capacidade hidrodinâmica da água subterrânea, sendo relacionado ao comportamento mecânico da condução hídrica, como a transmissividade e a condutividade hidráulica específica.

Para Moreira et al. (2012), a transmissividade de um aquífero refere-se à capacidade de um meio em transportar água em forma líquida, definida através do escoamento em seção vertical do aquífero, relativo à redução de sua carga hidráulica. Já o gradiente hidráulico é o resultado da variação entre o potencial de infiltração e a distância percorrida pela água, tornando-se a força responsável por seu escoamento (CARVALHO e SILVA, 2006).

A condutividade hidráulica, ainda, tem sua estimativa dificultada quando calculada sobre sistemas compostos por fraturas ou macroporosidades. Tanto essas fraturas quanto os poros comportam-se como dutos preferenciais, permitindo que o escoamento de água superficial, ou os contaminantes, percolem com maior facilidade (HIRATA e FERNANDES, 2008). Portanto, os ambientes

vulneráveis, sob o contato de atividades poluidoras, sujeitam-se a maiores graus de contaminação e degradação de seus padrões qualitativos.

Para Boscov (2008), as áreas onde se concentram rochas sedimentares armazenam o corpo hídrico em aquíferos com acentuados índices de porosidade. Miotto (1990) demonstra que nesses ambientes o contaminante tende a permear com maior facilidade, poluindo as camadas mais profundas do aquífero em curtos espaços de tempo. Moreira et al. (2008) adverte para a alta vulnerabilidade das rochas ígneas (ou magmáticas) ressaltando a possibilidade de, localmente, ocorrer a contaminação por meio das fissuras verticais e laterais em alta velocidade. Outro exemplo a ser enfatizado decorre sobre as áreas de rochas calcárias, que oferecem maior risco, uma vez que possuem uma acentuada capacidade de dissolução quando em contato com componentes de maior acidez (LEITE, 1995), como é o caso do churume.

Quanto a contaminação, Foster et al. (2002) corroboram a respeito da vulnerabilidade de um sistema aquífero, expressada por meio da acessibilidade da zona saturada à infiltração de substâncias perigosas, à capacidade de atenuação da retenção físico-química (ou da reação dos poluentes) e à diluição e remobilização do contaminante. Resumidamente, o risco de contaminação não se encontra relacionado apenas à vulnerabilidade do aquífero, mas às características específicas do próprio poluente, determinada de acordo com as propriedades dos componentes encontrados (NASCIMENTO et al., 2009).

Sendo o caso, a vulnerabilidade intrínseca do aquífero deve, ao menos, considerar as relações existenciais entre a composição do poluente e a dinâmica funcional do sistema solo-água que, unificadas, resultam num risco de contaminação (PARALTA et al., 2005). Portanto, a contaminação dá-se intrinsecamente, ou seja, de modo natural, e diretamente quando em contato com quaisquer atividades poluidoras ocasionadas em superfície (Quadro 3).

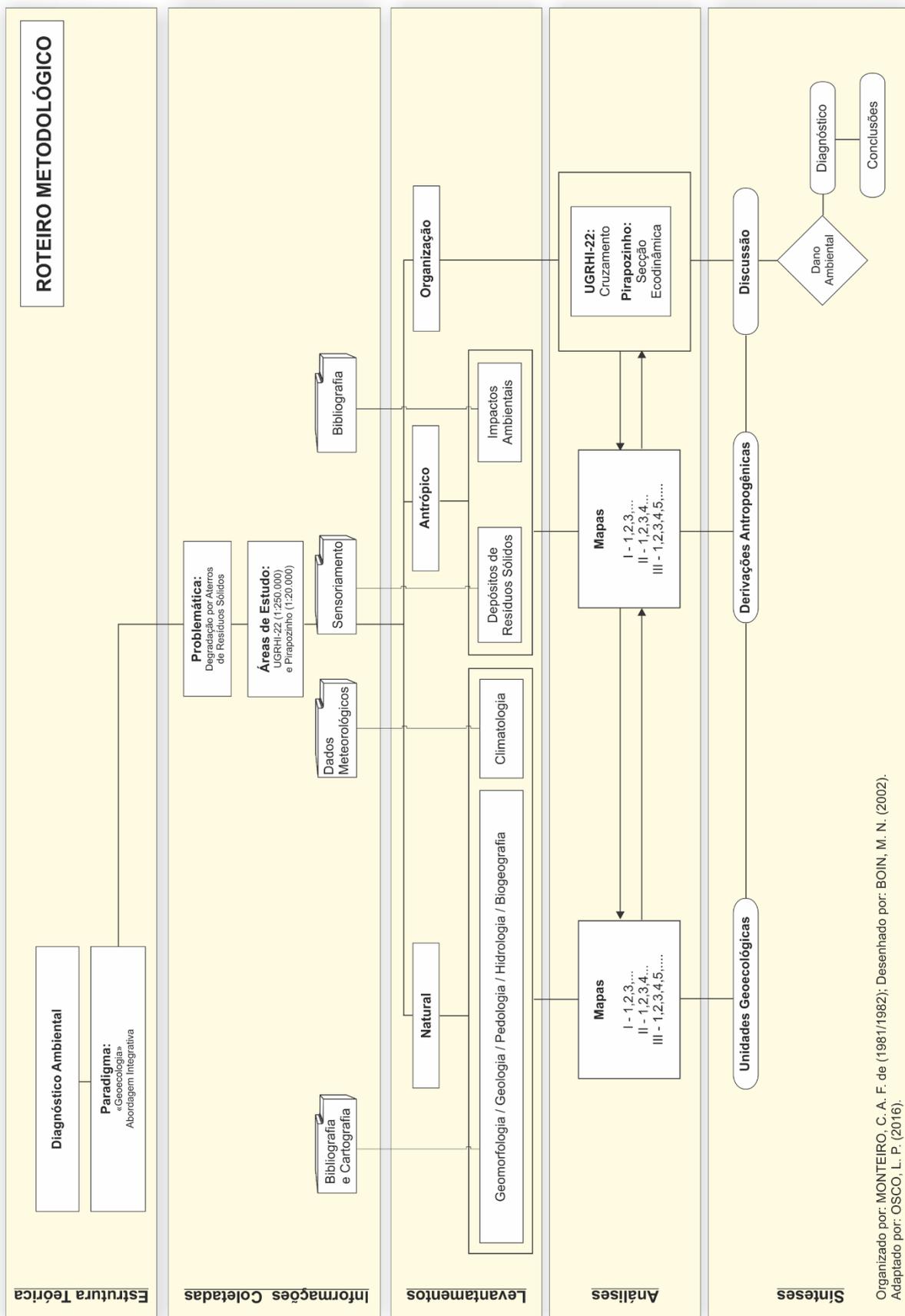
QUADRO 3 – PRINCIPAIS FATORES DEGRADATIVOS DAS CONDIÇÕES DOS AQUÍFEROS	
Contaminação Intrínseca	Relaciona-se à evolução química da água subterrânea e à dissolução de minerais, tendo como principais contaminantes os fluoretos e ferros solúveis que, ocasionalmente, apresentam concentrações de: sulfato de magnésio (MgSO ₄), arsênico (As), manganês (Mn), selênio (Se), cromo (Cr) e demais elementos inorgânicos.
Contaminação do Aquífero	Decorrente a partir de contatos na superfície do solo e subsolo com emissões e lixiviados oriundos de depósitos tecnogênicos. Dentre seus contaminantes encontram-se os microrganismos patogênicos, pesticidas, metais pesados, nitrato (NO ₃ ⁻), amônio (NH ₄ ⁺), cloreto (Cl ⁻), sulfato (SO ₄ ²⁻), boro (B), arsênio (As), carbono orgânico dissolvido, hidrocarbonetos aromáticos e halogênicos
Fonte: FOSTER et al. (2006).	

3 MÉTODO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Ross (2012) explica que a metodologia se consiste na “espinha dorsal” de um trabalho, e para aplicá-la é necessário o domínio teórico e conceitual de seu conteúdo, associado à habilidade de manuseio do instrumental técnico de apoio. Portanto, a pesquisa deve-se apoiar em um tripé fundamental, definido pelos domínios do conhecimento específico, da metodologia aplicada e, por último, das técnicas que fornecem subsídios à operacionalização. Sendo o caso, depois de compreendido os fundamentos necessários a elaboração do trabalho, adotou-se a geomorfologia e a geoecologia como bases teóricas na organização das informações obtidas, uma vez que a intervenção antrópica no meio físico, sobretudo pela disposição inadequada dos resíduos sólidos, resulta em uma série de implicações ao ambiente.

Essas implicações vinculam-se aos estados de homeostasia (equilíbrio) e a fragilidade da paisagem natural, pois impactam negativamente a qualidade dos recursos. Neste sentido, o presente estudo almeja destacar os parâmetros (favoráveis ou desfavoráveis) de ambientes que, quando em contato com os aterros de resíduos sólidos, sujeitam-se a diferentes graus de degradação. Nesse sentido, com o intento de melhor explicar a abordagem aludida, selecionaram-se duas áreas (ou melhor, escalas) de trabalho, onde sua abordagem deu-se em âmbitos de análise regional e local. Assim, optou-se por seguir um roteiro metodológico (Figura 9) que destaca as etapas descritas ao decorrer deste capítulo.

FIGURA 9 – Roteiro Metodológico



Organizado por: MONTEIRO, C. A. F. de (1981/1982); Desenhado por: BOIN, M. N. (2002).
 Adaptado por: OSCO, L. P. (2016).

3.1 Análise geocológica regional – UGRHI-22

3.1.1 Levantamento bibliográfico

É oportuno elencar adiante algumas das pesquisas que detiveram por escopo principal a compreensão dos componentes naturais da paisagem regional, tais como: Nunes (2002, 2006a, 2006b), Almeida et al, (1980; 1981); Soares et al. (1978, 1980); IPT (1981a, 1981b); Melo et al. (1982); Landim e Soares (1976), Fernandes e Coimbra (1994, 2000); Paula e Silva et al. (2003, 2006); Riccomini et al. (1980), Guedes (2008); Amaral e Ross (2009); Carvalho (1997); Stein (1999); Oliveira et al. (1999); Monteiro (1973); Boin (2000); Leal (2000); Silva e Passos (2009); Viadanna (2000); Viadanna e Cavalcanti (2007), Dibieso (2008), Landim et al. (1984); Monbeig (1989), Leite (1981, 1998), dentre outros.

Outrossim, autores como Ab'sáber (1967, 1969, 2005); Cabral Jr. (1991); Milani e Ramos (1998); Milani et al. (2007); Fulfaro et al. (1999); Dias-Brito et al. (2001); Fernandes (1998); Suguio e Bigarela. (1990); Paula e Silva (2003); IPT (1982); Ross e Moroz (1991, 1997); Campos (2008); Barcha (1980); Sallum (2003); Suguio (1981); Bigarella (1965); Bigarella e Mousinho (1965), Damuth e Fairbridge (1970); Casseti (2001); Troppmair (1969); Tricart (1977, 1979); Oliveira e Neto (1994); Ferreira (1997); Neto (2010); Santos et al. (2011) DAEE (1979), Santoro e Massoli (1985) e; Ross (1992), assim como outros que detiveram a devida importância à compreensão teórico-metodológica da presente pesquisa.

3.1.2 Levantamento cartográfico

A partir de então deu-se início ao procedimento cartográfico, levando em consideração os componentes necessários à elaboração do diagnóstico geocológico para a UGRHI-22. Mediante essa questão, a unificação dos parâmetros naturais (por meio dos mapas temáticos de relevo, rocha, solo, água, vegetação e clima) serviram de base para o levantamento dos condicionantes físicos da paisagem. Cabe ressaltar que os trabalhos de campo também detiveram importância para a comprovação dos mapas regionais realizados. Ainda que a escala que esses mapas foram elaborados (1:250.000) não fornece, em muito, os

detalhes observados, faz-se justo apontar que coincidem com a ideia generalizada do que pode ser encontrado na região.

Assim, por inserir-se na concepção geomorfológica e geoecológica, este estudo fez uso de um levantamento cartográfico que, de maneira essencial, forneceu bases imprescindíveis para o diagnóstico regional e local. O mapeamento contou com o auxílio de programas de geoprocessamento para reunir a compilação dos produtos cartográficos elaborados pela CPTI (1999), organizados e atualizados em projeto voltado à região, coordenado por Leal e Moroz (2013), cujo levantamento encontra-se disponibilizado em WebSIG¹¹. Contudo, a base cartográfica por si não se fundamentou somente no levantamento efetuado pela CPTI (1999), mas também no processamento de imagens de satélite (LANDSAT 8 Sensor OLI e TIRS, 2014), de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, 2014) e ortofotografias (EMPLASA, 2010 2011).

Essas imagens forneceram os subsídios necessários para a junção de informações imprescindíveis ao estudo, como o uso e cobertura da terra, identificação de corpos hídricos, densidade de drenagem, classes de declividade, sombreamento e orientação de vertentes, delimitação de bacias hidrográficas, dentre diversos outros elementos que detiveram a devida importância na análise regional. Deve-se salientar que esses mapeamentos proporcionam níveis de detalhamento diversos, tendo por consequência a perda de muitas de suas especificidades quando compilados na escala regional de 1:250.000 (que, para fins de representação, encontra-se em 1:800.000 no presente trabalho). Portanto, com o banco de dados em mãos, iniciou-se a designação de atributos (referentes as suas potencialidades e fragilidades) para cada uma das propriedades naturais, permitindo a elaboração de unidades geoecológicas da região.

Esse mapa, por sua vez, fundamentou-se em conceitos e metodologias previamente elaboradas por autores como Tricart (1977), Ross (1994), Amaral e Ross (2006, 2009), Oliveira (2014), Crepani (2001), Mateo-Rodriguez et al. (2013), dentre outros. Contudo, convém destacar que a maior influência por detrás de sua concepção advém dos princípios defendidos por Tricart, em sua obra *Ecodinâmica* (1977), bem como o arcabouço teórico dos princípios geoecológicos. Sendo o caso, designaram-se os atributos – variando entre graus de homeostasia e fragilidade (de

¹¹ <http://bacias.fct.unesp.br/gadis/websig.php>

1 a 5) – a partir das características intrínsecas de cada um dos componentes naturais, o que permitiu o cruzamento e a sobreposição dos diferentes condicionantes paisagísticos. Essas unidades refletem as características dos componentes naturais da UGRHI-22, sobretudo quando relacionados entre si.

3.1.3 Diagnóstico regional

Optou-se por delinear a UGRHI-22 (Pontal do Paranapanema) como a área de estudo regional, sendo esta considerada como uma das bacias hidrográficas mais degradadas do Estado de São Paulo. Os resíduos, por sua vez, contribuem para esse quadro, pois práticas de gerenciamento inadequado são conduzidas em todos os aterros regionais. Sendo assim, com o intento de corroborar essa afirmação, diversas vistorias e trabalhos de campo foram conduzidos ao longo dos anos de 2013 a 2015, onde foram percorridos os aterros de resíduos sólidos da UGRHI-22.

A averiguação em campo forneceu o material necessário para discutir e comparar o tratamento dado à essas localidades no decorrer do tempo da presente pesquisa, assim como identificar problemas, não somente no campo administrativo, mas em relação as condições geotécnicas a que esses depósitos se encontravam. Porém reforça-se que para a identificação das características físicas de cada aterro tornou-se necessário elaborar, previamente, o estudo qualitativo no que diz respeito as propriedades naturais de seus ambientes. Assim, o levantamento geocológico da região forneceu os subsídios necessários para o diagnóstico dos locais de disposição final de resíduos sólidos.

3.2 Análise geocológica local – Pirapozinho (SP)

Uma vez encerrada a discussão regional, o presente estudo procurou exemplificar os parâmetros obtidos no levantamento regional, adotando o aterro (lixão) municipal de resíduos sólidos de Pirapozinho (SP) como área representativa. Para isso utilizou um nível de detalhamento maior, com mapeamentos em escalas 1:3.000, representados em 1:20.000. Contudo, para o diagnóstico da área escolhida, optou-se por delimitar a bacia hidrográfica em que o lixão se encontra inserido, correspondendo ao alto curso do rio Pirapozinho. Esse lixão destaca-se, conforme

mencionado, por ser considerado o pior depósito de resíduos da UGRHI-22, sendo enquadrado como inadequado pelo órgão ambiental (no caso, a CETESB, 2014), bem como um dos mais antigos (inaugurado em 1990 c.a.) depósitos de resíduos sólidos na região.

3.2.1 Levantamento cartográfico e de dados locais

Para a composição dos mapas foram utilizados dados extraídos a partir do refinamento da imagem SRTM (2014), da análise de diferentes composições das bandas multiespectrais de imagens LANDSAT 8 Sensor OLI e TIRS (2014), bem como da interpretação das fotografias disponibilizadas pela EMPLASA (2011), nas folhas: SF-22-Y-B-III-1-SO, SF-22-Y-B-II-2-SE, SF-22-Y-B-II-4-NE, SF-22-Y-B-III-3-NO.

Para a elaboração dos mapas locais optou-se por alternar entre técnicas desenvolvidas em laboratório (por programas de geoprocessamento) e trabalhos de campo realizados na bacia aludida. Durante o mapeamento temático, representado pelos esboços e mapas de geologia, relevo, declividade, solos, vegetação, hidrografia, uso e cobertura da terra, hipsometria e temperatura, o estudo embasou-se em noções e conhecimentos adquiridos por meio dos mapas regionais de áreas próximas, o que possibilitou reconhecer as características naturais da bacia estudada.

O esboço geológico apoiou-se no levantamento regional efetuado pela CPTI (1999), bem como adicionando os lineamentos indicados por feições retilíneas na rede de drenagem. O mapa com a curvatura do relevo foi definido a partir de interpretação do sombreado (hillshade) extraídos a partir da imagem de radar SRTM (2000) refinada, assim como com o auxílio de interpretação visual sobre as ortofotos (EMPLASA, 2011). Essas informações foram reambuladas em campo no ano de 2014 e 2015.

O esboço simplificado semidetalhado de solos foi obtido por meio de técnicas de fotointerpretação de componentes superficiais da bacia e do levantamento em campo, onde foram definidos 3 perfis horizontais, coletando 32 amostras de solos nos dias 13/12/2014 e 13/01/2015. Convém destacar que a coleta das amostras se deu a uma profundidade variante de 20 a 50 cm (com o uso de um trato escavadeira). Destinou-se, posteriormente, as amostras coletadas ao

laboratório de análise de solos da UNOESTE (Universidade do Oeste Paulista). Para a classificação textural dos solos, baseando-se sobretudo no ensaio granulométrico e na separação de silte e argila, utilizou-se o Diagrama de Classes Texturais – U.S.D.A (1951).

Na coleta de solos ao redor do lixão de Pirapozinho (SP) utilizou-se um trato holandês de alumínio (diferente daquele usado no levantamento pedológico da bacia) em profundidades variadas de acordo com a mudança de horizonte no solo. Deste modo definiram-se 5 pontos no entorno do depósito de resíduos sólidos, sendo que, em razão da separação das amostras de acordo com a mudança textural do solo, obtiveram-se 17 amostras diferentes à serem analisadas. Além das coletas aludidas, dois ensaios de permeabilidade foram conduzidos em porções extremas da área, uma ao sul do lixão, em solo com textura arenosa, e outra ao norte, argilosa. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da FCT/UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”).

Para a análise granulométrica desses solos adotou-se uma adaptação dos processos metodológicos definidos pela EMBRAPA (1997). A adaptação consiste-se primeiramente no destorroamento do solo. A amostra destorroada deve passar por uma peneira com abertura de 2,00 mm. Posteriormente é iniciada a análise mecânica (método da pipeta), onde 10g de cada solo peneirado são pesados num erlenmeyer com 20 mL de água destilada e 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH). Os erlenmeyer são colocados em uma mesa giratória por 6 horas. Em seguida o solo é filtrado com uma peneira de 0,0053 mm em uma proveta de 1000 mL. As frações de areia, retidas na peneira, são transferidas para placas de Petri, secadas e pesadas separadamente. A fração de argila, por sua vez, é obtida pela pipetagem da solução após passado o tempo adequado para a sedimentação, sendo transferida para um béquer. Depois de secar em estufa por 24 horas a 105 °C, pesa-se o béquer com a argila.

FIGURA 10 – Mesa giratória com a solução e placas de Petri com a fração de areia



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Os mapas de vegetação, uso e cobertura da terra, e a hidrografia, foram levantadas por meio de interpretação visual das fotografias aéreas disponíveis para o Estado de São Paulo pela EMPLASA (2011) obtidas para fins acadêmicos. Os mapas hipsométrico e de declividade derivam a partir da extração de dados da SRTM (2014) refinada para a área de estudo.

O mapa de temperatura, por sua vez, resulta a partir de uma composição das bandas termais 10 e 11, com resolução de 100 metros (adaptado para 30 metros), do satélite LANDSAT 8 Sensor TIRS, convertidas para graus Celsius por meio de um tratamento dos dados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). Como subsídios aos índices de temperatura superficial extraídos a partir dessas imagens se apresentam os dados climáticos fornecidos pela Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

Portanto, com o levantamento cartográfico obtido, iniciou a atribuição de pesos, ou graus, (de 1 a 5), para os componentes dos mapas ou esboços geológico, hidrográfica, relevo, declividade, solos e de vegetação. Este procedimento permitiu a elaboração de um mapa síntese, ou geocológica, da bacia hidrográfica estudada, destacando os índices de fragilidade dos recursos naturais encontrados. O método aplicado nesta análise seguiu os mesmos princípios adotados durante a elaboração da síntese geocológica regional, apoiando-se nos trabalhos de Crepani et al. (2001), onde os pesos atribuídos foram somados em um

software de geoprocessamento e, posteriormente, obteve-se suas médias e classificação.

Com o intuito de melhor exemplificar esse mapa, 3 Perfis Ecodinâmicos foram elaborados (correspondendo a aqueles definidos para as coletas de solos), reunindo as informações obtidas e atrelando-as à fragilidade do espaço ocupado pelo depósito de resíduos sólidos local. Por último, elaborou-se um perfil topográfico correspondente à área ocupada pelo lixão de Pirapozinho – SP, bem como ao seu entorno, permitindo uma melhor demonstração dos problemas destacados ao decorrer do presente trabalho.

Um monte de imagens quebradas, onde bate o sol,
E a árvore morta não oferece abrigo, nem o grilo, alívio,
Nem a pedra seca, barulho de água. Só
há sombra sob esta rocha vermelha,
(Venha para a sombra desta rocha vermelha),
E eu te mostrarei uma coisa diferente de
Tua sombra que pela manhã anda atrás de ti
Ou de tua sombra que à tarde se ergue para receber-te;
Eu te mostrarei o medo num punhado de pó.

— **Thomas Stearns Eliot.**

“A Terra Devastada”.

4 ASPECTO GEOECOLÓGICO REGIONAL (UGRHI-22)

Para a compreensão da dinâmica de degradação dos recursos naturais regional se fez necessário elaborar um levantamento geoecológico do espaço a ser analisado, identificando as correlações e influências entre os componentes estruturais da própria paisagem (rocha, relevo, solo, vegetação e clima). As informações obtidas e expostas neste capítulo conferem ao trabalho maior precisão no que diz respeito ao entendimento das fragilidades e potencialidades do meio físico em suportar impactos derivados de atividades degradadoras, como é o caso com a disposição inadequada de resíduos sólidos sobre a sub e superfície.

4.1 Característica geológica regional

Geologicamente a região da UGRHI-22 encontra-se na porção central Bauru, uma unidade sedimentar acomodada sobre derrames basálticos Serra Geral, pertencentes à Bacia do Paraná, com um formato ovalado e caráter intracratônico¹². A designação “Bauru” a essa bacia origina-se dos trabalhos de Fernandes e Coimbra (1996), que eliminaram a sequência Neocretácia do registro sedimentar da Bacia do Paraná ao considerá-la acumulada em nova bacia (MILANI et al., 2007), subdividida entre os grupos Caiuá e Bauru. Entretanto, outros autores sugeriram classificações distintas à litoestratigrafia deste pacote sedimentar que, conforme nos dizeres de Melo, Stein e Almeida (1982), ainda que reconhecido desde o final do século XIX, começou a ser melhor mapeado a partir da década de 1970.

Sendo assim, a clássica divisão ao Grupo Bauru¹³ proposta por Soares et al. (1978, 1980) e complementada por Almeida et al (1980) remanesce como o principal marco da caracterização estrutural regional. Para esses autores, dentro do Estado de São Paulo, o Grupo Bauru sobrepunha os derrames vulcânicos, compondo as formações Caiuá (Kc), Santo Anastácio (Ksa), Adamantina (Ka) e

¹² Derivante de Cráton; compreendem-se em antigas estruturas geológicas mantidas relativamente estáveis por pelo menos 500 milhões de anos. A baixa tectônica nessas áreas implica no predomínio dos fenômenos endógenos, desenvolvendo escudos cristalinos e plataformas sedimentares (WINGE, 2015).

¹³ Nota-se que apesar das obras supracitadas considerarem os grupos Caiuá e Bauru como unidades pertencentes à Bacia Bauru, os estudos passados referiam-se ao Grupo Bauru como um todo, pois o mesmo compreendia o território abarcado pela atualmente denominada Bacia Bauru.

Marília (Kma), que se situam acima das formações Serra Geral (JKsg), Botucatu (JKb) e Pirambóia (JKp), pertencentes a outro Grupo, denominado São Bento.

Desse modo foi consolidado o quadro estrutural regional, e a tectônica, comandada por processos de isostasia¹⁴, distribuiu o arcabouço geológico ao decorrer de uma vasta parcela de sua extensão territorial. Portanto a UGRHI-22 sujeita-se aos reflexos das características litológicas dessas rochas que, conforme demonstrado no mapeamento regional (Figura 11), se consistem nos afloramentos da Formação Serra Geral, Formação Caiuá, Formação Santo Anastácio e da Formação Adamantina (Ka_I, Ka_{IV} e Ka_V).

¹⁴ Processo de reequilíbrio realizado durante o deslocamento do volume de um fluido na Astenosfera (zona do manto terrestre) pela flutuação de um sólido na Litosfera (ou camada rochosa). A isostasia permite explicar as compensações (em profundidade) dos relevos superficiais.

Sabe-se que a Formação Serral Geral, distinta por seu caráter ígneo e basáltico, proporcionou o aparecimento de juntas e falhas crustais, permitindo que os cursos d'água se encaixassem sobre os lineamentos provenientes destes planos de fraquezas (Figura 12). Em razão da condição mencionada, corpos d'água regionais, principalmente aqueles de maior representatividade como os ribeirões Laranja Doce e Anhumas, e inúmeros dos tributários do rio Paranapanema localizados à sudeste da UGRHI-22, demonstram feições retilíneas (sentido N-S) que se apresentam evidentes conforme atingem o Sul dessa região. Em suma, tal situação indica o controle litológico desta determinada porção, onde os processos de subsidência dos blocos estruturais locais comandaram o encaixe linear de cursos d'água, ora N-S, ora W-E, E-W.

FIGURA 12 – Setores retilíneos ao sul dos ribeirões Anhumas e Laranja Doce



Fonte: EMPLASA (2011).

Dando seguimento, a Formação Caiuá recobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral, e, por depositar-se durante ambiente eólico e, por vezes, recebendo precipitações torrenciais, possui características composicionais (SUGUIO 1980) que condicionam a distribuição hídrica na região. Situado ao extremo oeste da UGRHI-22, o arenito Caiuá proporciona acentuada redução na densidade de drenagem quando comparada às demais porções territoriais da bacia, pois a maior quantidade de arenitos finos e médios em sua composição textural (ALMEIDA et al., 1980) permite a distribuição e a infiltração da água em superfície (Figura 13). São perceptíveis neste setor diversas lagoas encontradas sobre vertentes direcionadas ao rio Paranapanema (Figura 14).

FIGURA 13 – Arenito Caiuá no rio Paraná e à foz do rio Santo Anastácio



Fotografia: BOIN, M. N.

FIGURA 14 – Lagoas encontradas sobre os arenitos Caiuá e o basalto Serra Geral



Fonte: EMPLASA (2011).

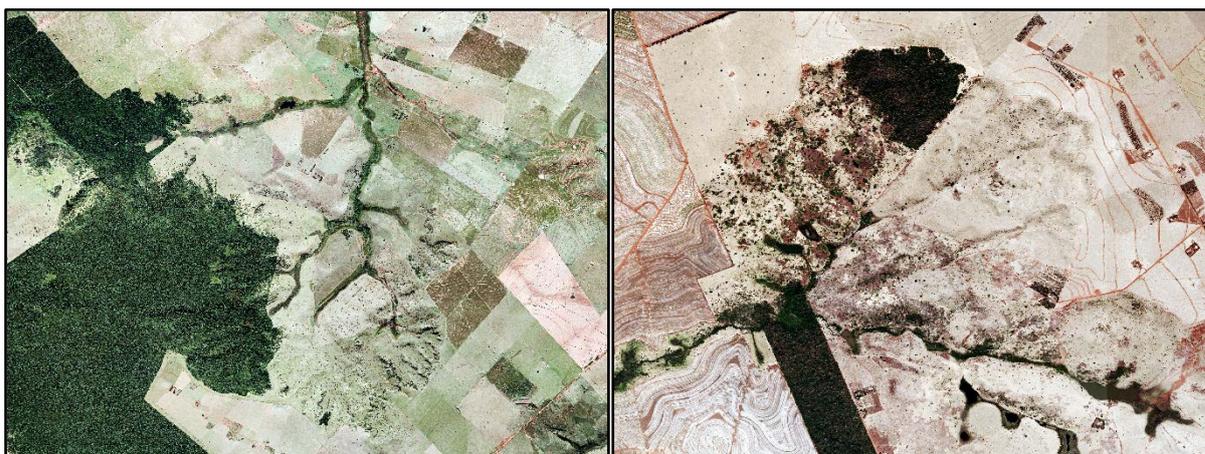
A ocorrência dessas lagoas, em específico, pode ser explicada em razão da baixa espessura do substrato rochoso da Formação Caiuá junto ao fundo de vale do rio Paranapanema, onde a tênue camada dos sedimentos arenosos ao sobrepor a camada de basalto permite a formação do freático acima da rocha ígnea da Formação Serra Geral. A presença dessas lagoas, contudo, não se restringe somente ao arenito Caiuá, mas ao longo do rio Paranapanema na área de estudo, sobre outras formações geológicas, ainda que em ocorrências menores, mas associada ao mesmo processo de acúmulo de água.

A Formação Santo Anastácio, por sua vez, encontrada na porção centro oeste da UGRHI- 22, em contato com a Formação Caiuá e a unidade Ka₁ da Formação Adamantina (ALMEIDA et al., 1980), descoberta sobre o rio homólogo, se

caracteriza pela má seleção de grãos (SOARES et al., 1980), com menor grau de coesão quando comparada às demais formações.

Especificamente sobre as zonas de contatos entre as formações Caiuá e Adamantina destacam-se acentuadas feições erosivas na forma de anfiteatros em cabeceiras de drenagem (Figura 15), em porções com maiores índices de declividade. Nesses setores, a brusca quebra topográfica proporciona maior energia do relevo, e, por conta de uma maior friabilidade do arenito Santo Anastácio do que as formações adjacentes, o ravinamento dessas colinas é intensificado, principalmente sobre áreas onde não existe a proteção da cobertura vegetal ou o uso adequado do solo. Essas feições destacam-se melhor nas áreas à oeste da região, nos municípios de Euclides da Cunha Paulista, Presidente Epitácio, Marabá Paulista e Teodoro Sampaio.

FIGURA 15 – Cabeceiras de drenagem em anfiteatro em Euclides da Cunha Paulista



Fonte: EMPLASA (2011).

Após encerrada a deposição do arenito Santo Anastácio, em ambiente fluvial “meandrante a transicional para anastomosado¹⁵”, outra feição litológica fora depositada, com predominância de drenagens pouco organizadas, de menor energia num primeiro momento (sistema lacustre¹⁶) e de porte e energia maiores num segundo momento (sistema fluvial¹⁷), reconhecida como Formação Adamantina.

¹⁵ Condição fluvial que o curso d'água caminha por sucessivas ramificações e reencontros posteriores, deixando bancadas arenosas e assimétricas ao longo do canal, de baixa profundidade e ágil transporte sedimentar, estabelecendo-se sobre zonas de maior contraste topográfico, com elevadas classes de declividade (RICCOMINI e COIMBRA, 1993).

¹⁶ Marcado pela predominância de lagos rasos na paisagem.

¹⁷ Marcado pela predominância de cursos d'água na paisagem.

Devido à sua dimensão, é importante ressaltar que apesar da existência de diversas propostas à sua divisão litoestratigráfica (BARCHA, 1980 e CAMPOS et al., 1978), a classificação definida por Almeida et al. (1981), separando-a em unidades de mapeamento (Ka_I , Ka_{II} , Ka_{III} , Ka_{IV} e Ka_V), recebeu uma melhor aceitação. Regionalmente, essa formação subdivide-se entre as unidades Ka_I , Ka_{IV} e Ka_V .

A unidade Ka_I destaca-se por seu aplainamento em setores específicos, como na região da Depressão de Presidente Bernardes (PAULA E SILVA et al., 2003) ou Planalto das Lagoas (STEIN, 1999), além de outras porções ao sul dos municípios de Anhumas, Taciba, Martinópolis e Rancharia. Porém, em regiões como aquelas ao rio Santo Anastácio e em ribeirões (como o Taquaruçu e do Rebojo), a movimentação de blocos estruturais conduziu expressivas feições de declividade. Nota-se, portanto, que a movimentação desses blocos auxiliou na condição geomorfológica dessas áreas (Figura 16), com graus de dissecação do relevo maiores nessa região do que na Depressão de Presidente Bernardes.

FIGURA 16 – Lagoas na Depressão de Presidente Bernardes e o ribeirão Taquaruçu.



Fonte: EMPLASA (2011).

Nas unidades de mapeamento Ka_{IV} e Ka_V a Formação Adamantina se sobressai em razão do relevo com maiores cotas altimétricas, maior dissecação e da presença marcante de lençóis suspensos (ou em meia encosta). Esses lençóis, em razão da alternância entre os bancos arenosos e silto-argilosos, ora concentrando bancos argilosos, ora de arenitos, acabam por retardar a infiltração da água na matriz rochosa, engendrando horizontes que atenuam a água pluviométrica e

aflorando em superfície quando revelados por uma acentuada declividade, geralmente superiores a classes de 15% (Figura 17).

FIGURA 17 – Exposição de Lençóis Suspensos e Unidade Kav (Presidente Prudente)



Fonte: EMPLASA (2011); Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Os depósitos cenozoicos, por sua vez, não pertencem a nenhum dos Grupos previamente aludidos. Destacam-se por sua origem recente (no Quaternário, há cerca de 1,8 e 2 milhões de anos) e por se agruparem em aluviões recentes, colúvios e colúvio-aluviais, associados conforme a similaridade sedimentológica e por semelhanças de feições morfológicas da paisagem atual (SALLUM e SUGUIU, 2003). São unidades não mapeáveis em escalas regionais, encontradas majoritariamente às margens dos cursos d'água, sobre a forma de planícies aluviais ou alveolares, terraços e leques aluviais (Figura 18).

FIGURA 18 – Planícies Alveolares (Anhumas) e Terraços Fluviais (Caiuá)



Fonte: EMPLASA (2011).

No que se refere aos aspectos morfoestruturais, deve-se compreender que as deformações crustais em intraplacas continentais permitem discontinuidades no parâmetro fluviomorfométrico, e essas discontinuidades são notáveis no encaixe de grandes rios, como é o caso do rio Paraná (NE-SW) e do rio Paranapanema (W-E). O encaixe desses rios condiz com as zonas de falhamento que ocorreram durante a deposição basáltica da Serra Geral, precedente aos sedimentos do Grupo Bauru.

Em relação aos alinhamentos, destacam-se, com maior evidência, os de: Guapiara (ou Presidente Prudente), de São Jerônimo, do Paranapanema e do Paraná (IPT, 1982). Os alinhamentos magnéticos, por sua vez, assumem sentido ESE-WNW, enquanto prováveis falhas geológicas adotam rumos distintos, ora em sentido NEN-SWS, ora ESE-WNW. A primeira direção coincide com os lineamentos compreendidos pelos tributários do rio Paranapanema, enquanto a segunda direção aos tributários do rio Paraná.

Neste sentido, Santos, Guedes e Etchebehere (2011) e Guedes (2008) autenticam a existência de diversas anomalias e segmentos na rede de drenagem, sugerindo a subsidência ou ascensão tectônica desses casos, evidenciando que a UGRHI-22 sujeita-se a deformações neotectônicas devido ao comportamento irregular dos blocos morfotectônicos. Conseqüentemente, áreas diferenciadas por subsidência implicam em pequenos graus de dissecação do relevo, recebendo agradação sob a forma de depósitos aluviais ou coluviais, caracterizados como sedimentos oriundos de blocos alçados adjacentes.

Deste modo é comum que sobre essas zonas sejam acumulados solos mais espessos. A condição descrita é averiguável na porção ao centro da UGRHI-22, na área denominada como Depressão de Presidente Bernardes (PAULA e SILVA et al., 2003), em setores às margens dos maiores rios (Paraná e Paranapanema), e nas porções desde a região ao sul de Anhumas (SP) à Rancharia (SP), em setores menos declivosos.

Por outro lado, na região de Presidente Prudente, sobre o Alto Estrutural previamente descrito por Landim et al. (1984) e no Alto Estrutural de Marabá Paulista, o elevado grau de dissecação do relevo, evidenciado por sua topografia acidentada, indica terrenos submetidos aos processos ascensionais, onde se reduz a preservação de zonas com solos mais profundos. É notável, portanto, a baixa espessura dos solos das áreas condizentes a esses Altos Estruturais, que acompanham toda a porção ao norte da UGRHI-22, sugerindo uma série de fragilidades.

Sendo assim, diante dos condicionantes abordados, optou-se por atribuir graus a cada uma dessas porções litológicas (Tabela 1). Os critérios empregados para esta classificação embasaram-se em componentes específicos, como a coesão das rochas, a resistência aos processos erosivos e a organização hidrogeológica. Essas características permitiram distribuir melhor os graus de resistência ou fragilidade dos aspectos geológicos na região, variando entre fragilizado (com grau 5, máximo) e em homeostasia (com grau 1, mínimo).

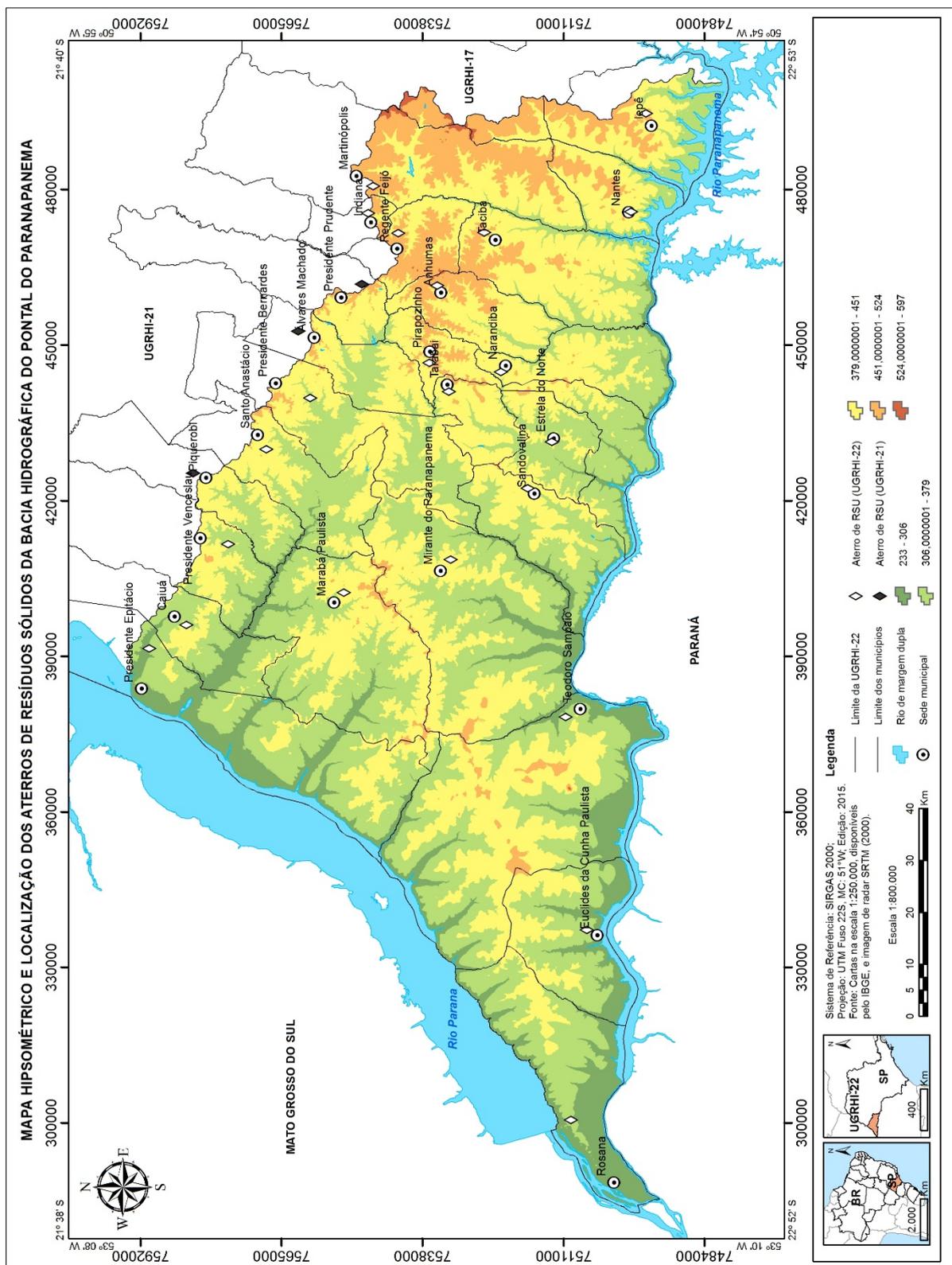
TABELA 1 - Unidades Litoestratigráficas e Respective Graus Geocológicos

Cenozóico (Quaternário); Representado por:		Grau
Depósitos Aluvionares (Qa)	Aluviões em geral, incluindo areias de granulação variável, argilas, e subordinadamente, cascalheiras, formando depósitos de calha e/ou terraços.	5
Grupo Bauru (Cretácio); Representado por:		
Adamantina (KaV)	Arenitos finos a muito finos, quartzozos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos, formando bancos pouco espessos. Localmente, arenitos com pelotas de argila. Frequente presença de cimentação carbonática e, mais raramente, de nódulos.	4
Adamantina (KaIV)	Arenitos finos a muito finos, quartzozos, com frequentes intercalações de argilitos e siltitos, formando bancos espessos. Localmente, arenitos com pelotas de argila. Frequente presença de cimentação carbonática e, mais raramente, de nódulos.	4
Adamantina (KaI)	Arenitos finos a muito finos, siltitos arenosos, arenitos argilosos, subordinadamente arenitos com granulação média quartzozos, localmente arcoseanos.	3
Santo Anastácio (Ksa)	Arenitos finos a médios, mal selecionados, subordinadamente arcoseanos, geralmente maciços, localmente com cimento e nódulos carbonáticos.	4
Caiuá (Kc)	Arenitos finos e médios, bem arredondados, cores tons roxo. Localmente, cimento e nódulo carbonático.	2
Grupo São Bento (Jurássico); Representado por:		
Serra Geral (JKsg)	Derrames basálticos toleíticos toleíticos, textura afanítica, com intercalações de arenitos finos a médios, intertrapeanos.	1

Fonte: IPT (1981); Soares et al (1978, 1980); Almeida et al (1980, 1981); Melo, Stein e Almeida (1982).

Essas unidades, ainda, encontram-se bem evidenciadas pelo controle topográfico regional (Figura 19), onde os setores mais elevados – situados na porção à nordeste da UGRHI-22 – apresentam afloramentos da Formação Adamantina Ka_V e Ka_{IV}, com cotas de 400 a 610 metros. Na região do Alto Estrutural de Marabá Paulista ocorrem afloramentos da Formação Adamantina Ka_{IV}, entre 500 e 400 metros. Já no setor ao centro, coincidente com a Depressão de Presidente Bernardes, as diferenças altimétricas são pequenas, situando-se entre 420 e 360 metros. Por último, no restante da região e, sobretudo, na região abrangida pelo Pontal do Paranapanema ao extremo oeste, a elevação depara-se entre as cotas 460 e 240 metros.

FIGURA 19 – Mapa hipsométrico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema

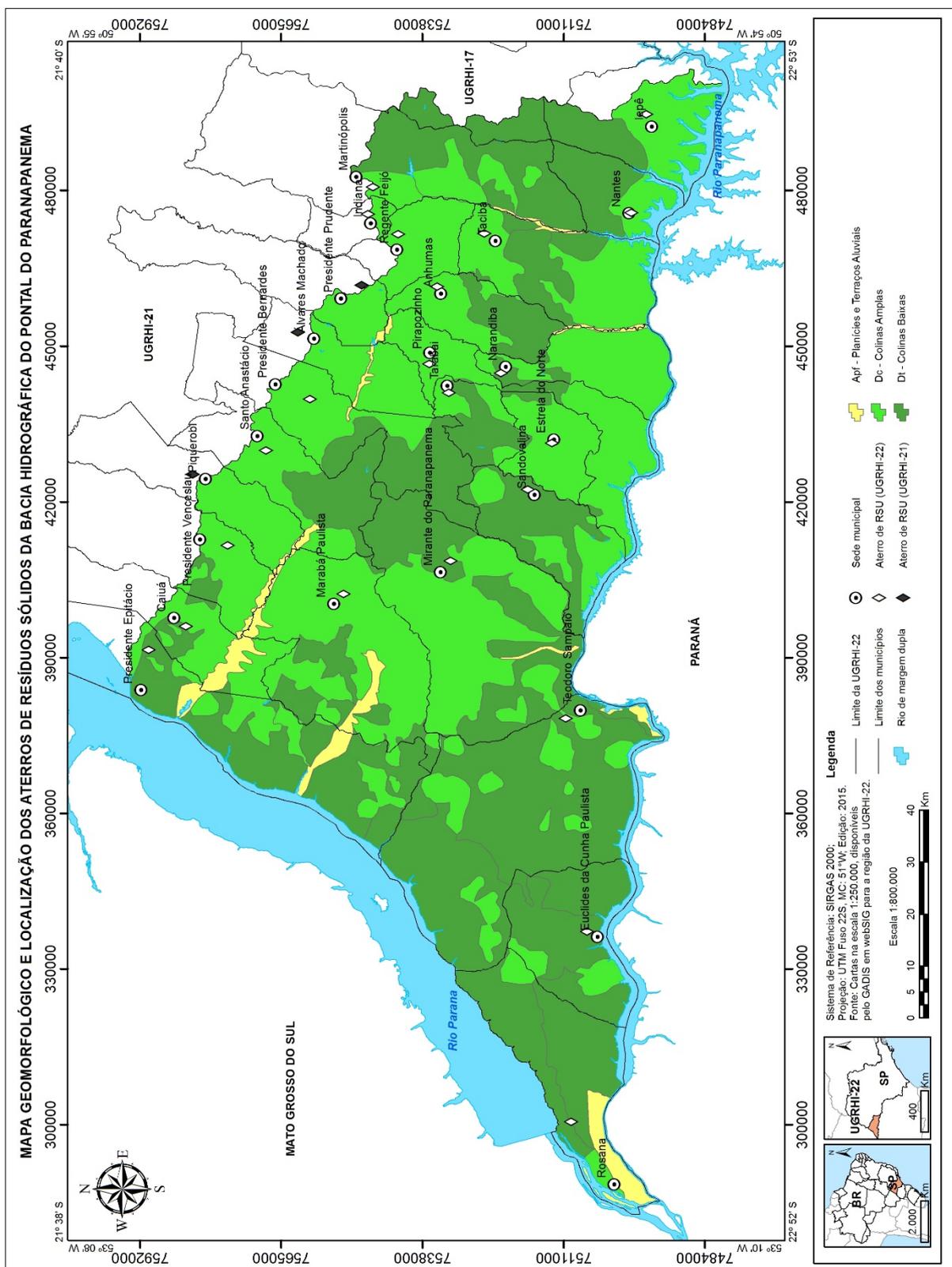


Fonte: Autor (2016).

4.2 Característica geomorfológica regional

Dando continuidade ao eixo temático da presente pesquisa, entende-se, no contexto geomorfológico regional, que a UGRHI-22 encontra-se inserida sobre a província geomorfológica denominada como Planalto Ocidental Paulista. Adentro a este contexto, as características do modelado regional adequam-se às classificações de Ross e Moroz (1997), distribuindo-se em relevos de degradação (Colinas Amplas e Baixas) e relevos de agradação (planícies e terraços aluviais), compondo o quadro morfológico regional (Figura 20).

FIGURA 20 – Mapa geomorfológico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

As Colinas Amplas (Dc) organizam-se sobre os setores de significativas densidades de drenagem, com maiores índices de dissecação e menor amplitude e distância entre os seus interflúvios. Essas colinas normalmente revelam um relevo ondulado a fortemente ondulado, destacando-se por seu favorecimento aos processos morfogenéticos atuantes na região, evidenciando os efeitos neotectônicos existentes na UGRHI-22, como em setores de elevadas classes de declividades. Assim, o relevo de Colinas Amplas (Figura 21) apresenta-se em porções litológicas mais resistentes, como nas unidades de mapeamento Ka_{IV} e Ka_V , e também em espaços controlados por processos neotectônicos.

FIGURA 21 – Colinas Amplas em Presidente Prudente e Anhumas



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Os processos neotectônicos, por subsidência e ascendência dos blocos estruturais, proporcionaram o soerguimento de setores específicos da UGRHI-22, como, por exemplo, a porção leste do ribeirão Taquaruçu, localizado no município de Sandovalina. Nesta área a drenagem assume padrão dendrítico, onde o rio principal (Paranapanema) recebe águas de ribeirões subsequentes, alimentados por afluentes obsequêntes. Outro exemplo pode ser encontrado em Presidente Epitácio, na foz do rio Santo Anastácio, onde o bloco estrutural soerguido revela condições semelhantes a aquelas encontradas no município de Sandovalina. O encaixe retilíneo de alguns de seus cursos d'água ao lineamento N-S é revelado pela acentuada declividade desse setor.

O relevo das Colinas Amplas, ainda, conota outras características, como evidentes quebras topográficas em certos setores (Figura 22). Tais quebras,

conforme aludido (pág. 59), associam-se (neste caso) a baixa resistência litológica da Formação Santo Anastácio, que é facilmente erodida, esculpindo o modelado com a quebra na inclinação da vertente. Entretanto outros setores evidenciam essas descontinuidades, sejam em quaisquer uma das regiões marcadas por Colinas Amplas.

FIGURA 22 – Ruptura do relevo e processos erosivos em Mirante do Paranapanema



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

As Colinas Baixas (Dt), por sua vez, caracterizam-se por baixo índice de dissecação, com menores classes de declividade, em relevo plano a suave ondulado. Esses setores evidenciam áreas menos propícias a processos erosivos, uma vez que se encontram, na maioria, em porções aflorantes dos arenitos Caiuá e Adamantina (Ka_1). Ainda assim, certos setores dessas colinas destacam-se em razão do contínuo aplainamento e mudança no comportamento de drenagem, como é o caso na área da Depressão de Presidente Bernardes (Baixo Estrutural).

Nessa localidade, os índices de declividade atingem um dos mais baixos de toda a UGRHI-22, menores do que 2%. Tamaña condição pode ser explicada por essa notável área comportar-se como um sinclinal numa área de depressão entre dois altos estruturais, o de Presidente Prudente, descrito por Landim et al. (1984) e o de Marabá Paulista. Em consequência, a baixa espessura da unidade Ka_1 , em conjunto com a baixa energia do relevo, provoca uma maior

retenção das águas na forma de lagoas¹⁸, espalhadas ao longo de toda a depressão (Figura 23).

FIGURA 23 – Lagoas e relevo plano da Depressão de Presidente Bernardes



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Referente a esta questão, a topografia e o mergulho do basalto (sentido WSW-ENE) permitem a variação das espessuras dos sedimentos sobrepostos em ondulações, ora afinando-se em vales, ora alargando-se sobre os divisores de água. Nota-se, contudo, anomalias entre as espessuras destes sedimentos, resultando em zonas de embaciamento, como no espaço entre Presidente Bernardes e Pirapozinho. Nessa localidade os valores de espessura atingem cerca de 200 metros, equivalentes a aqueles encontrados nos divisores de águas (DAEE, 1979).

Guedes et al. (2009) pressupõem que esse espaço, do qual os autores optam por identificá-lo como médio vale da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, relaciona-se à grandes estruturas tectônicas que acabam por cortar a bacia, conforme descritos anteriormente (ver página 62). Os autores atestam que essa região recebe sedimentos do Norte¹⁹ do médio vale, que se encontra em ascensão, enquanto que a mesma se encaixa sobre um bloco de subsidência.

¹⁸ Em razão da topografia homogênea, as dificuldades enfrentadas pelo fluxo de drenagem, bem como do freático, são resultados da atuação de processos tectônicos pós-cobertura Bauru, explicando a presença dessas lagoas até mesmo sobre os divisores de água encontrados na região (STEIN, 1999; GUEDES, 2008).

¹⁹ Esse "Norte" corresponderia aos Altos Estruturais que se situam sobre o divisor de águas da UGRHI-22, desde as cidades de Presidente Prudente à Caiuá.

Stein (1999), por sua vez, atribuí a designação “Planalto das Lagoas” ao local, justamente em razão da exacerbada concentração de lagos e lagoas ao longo de sua extensão. Contudo, para Paula e Silva et al. (2003), o espaço aludido consiste-se numa depressão, denominada como “Depressão de Presidente Bernardes”.

Para Santoro e Massoli (1985), a superfície basáltica da área apresenta comportamento em anticlinal e sinclinal, conforme previamente relatado, com início na porção nordeste da UGRHI-22, cujo alto inicia-se na cidade de Mariápolis, ao lado do município de Presidente Prudente, com mergulho de $0,02^\circ$, sentido NE-SW, atingindo o eixo da depressão ao sul de Presidente Bernardes e ascendendo novamente em Marabá Paulista.

Essa área, provavelmente, consiste-se no setor mais deprimido da Bacia do Paraná (FRANGIPANI, 1962), com cerca de 148 metros de profundidade, atingindo o topo basáltico (SANTORO e MASSOLI, 1985). Portanto, a área denominada como Depressão de Presidente Bernardes destaca-se dos demais setores da UGRHI-22, e a distribuição hidrográfica local, embora concentrando uma exacerbada quantidade de lagoas, apresenta padrão de drenagem dendrítico a semi-circular, evidenciado não somente neste território em específico, mas também em outras áreas mais aplainadas da unidade Ka_1 (Figura 24).

FIGURA 24 – Cursos d’água com padrão de drenagem semicircular em setor plano



Fonte: EMPLASA (2011).

Enquanto as Colinas (Dt e Dc) representam relevos de degradação na UGRHI-22, as planícies e terraços aluviais consistem-se nos seus principais relevos

de agradação. Apesar de possuírem ambientes de ocorrência semelhantes (ao fundo de vales, próximos aos corpos hídricos) os mesmos se diferem. As planícies situam-se sobre superfícies planas, associadas aos cursos d'água, e sujeitas periodicamente à inundações. Os terraços possuem leve inclinação no sentido das planícies, alçados a poucos metros acima da várzea, caracterizados como setores não inundáveis (IPT, 1982) (Figura 25).

FIGURA 25 – Planícies e terraços aluviais na bacia do ribeirão Santa Cruz



Fotografia: BOIN, M. N. (2011).

Contudo, em casos específicos dos terraços aluviais, como ao longo do rio Santo Anastácio, em setores aplainados, o soerguimento dos blocos estruturais evidenciados por lineamentos retilíneos da rede de drenagem tributária indica uma movimentação de blocos estruturais. Tamaña movimentação se responsabiliza pela mudança do nível de base e pelo surgimento dos terraços em trechos paralelos ao canal fluvial, que elevam antigas depressões formada pelos paleocanais ou meandros abandonados. As planícies aluviais, por sua vez, localizam-se nos setores de menores cotas topográficas, originadas por sedimentos carreados ao longo do curso d'água e retidos sobre seu leito maior.

De tal modo, os graus de fragilidade e resistência aplicados as formas do relevo adquiriram o caráter inerente de suas propriedades (Tabela 2), uma vez que as mesmas revelam particularidades significativas, conforme elencadas até o presente momento.

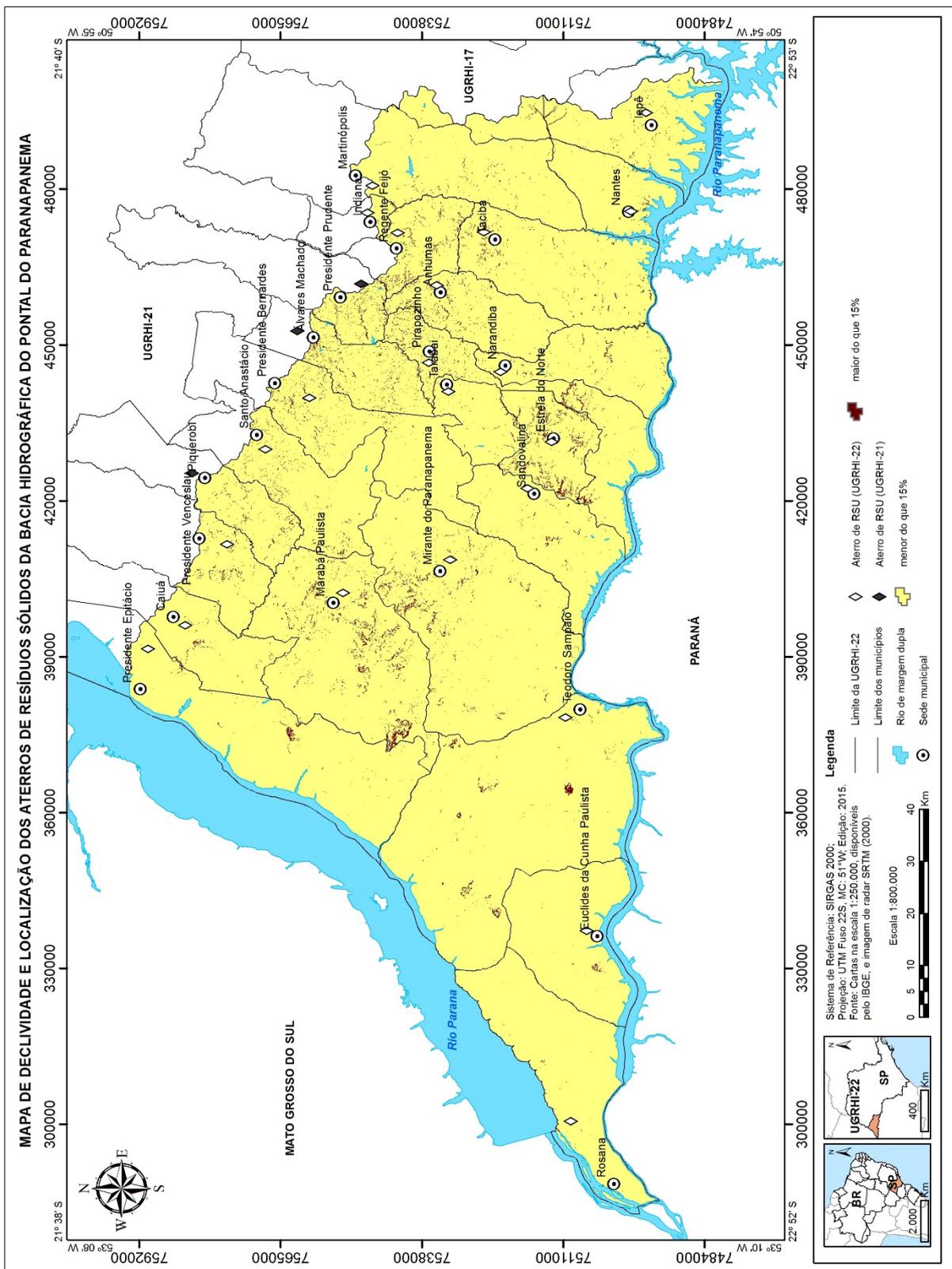
Tabela 2 - Unidades Geomorfológicas e Respective Graus Geoecológicos

Relevo de Agradação; Representado por:		Grau
Planícies Aluviais (Apf)	Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.	5
Terraços Aluviais (Apf)	Terrenos horizontais ou levemente inclinados, junto às margens dos rios, alçados de poucos metros em relação às várzeas, não inundáveis.	5
Relevo de Degradação; Representado por:		
Colinas Amplas (Dc)	Relevo com topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos.	3
Colinas Baixas (Dt)	Relevo bem dissecado com feições em topo tabular.	1

Fonte: IPT (1981); Ross e Moroz (1997); Leal e Moroz (2013).

Outro importante elemento a ser destacado durante esta análise remete-se às classes de declividade, levantadas durante a elaboração do mapa clinográfico da UGRHI-22 (Figura 26). Este mapa, produzido em ambiente SIG sobre a imagem SRTM (2014), permitiu o agrupamento de setores onde o índice de declividade indica áreas com classes menores do que 15% e superiores a 15%. Para tanto, atribuíram-se graus específicos, onde áreas abaixo de 15% receberam grau equivalente a 1, enquanto em setores com índices próximos e acima de 15%, devido aos componentes que se associam a essas condições (como o freático em meia encosta ou a presença do Neossolo Litólico), receberam o grau geoecológico igual a 5.

FIGURA 26 – Mapa de declividade e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema

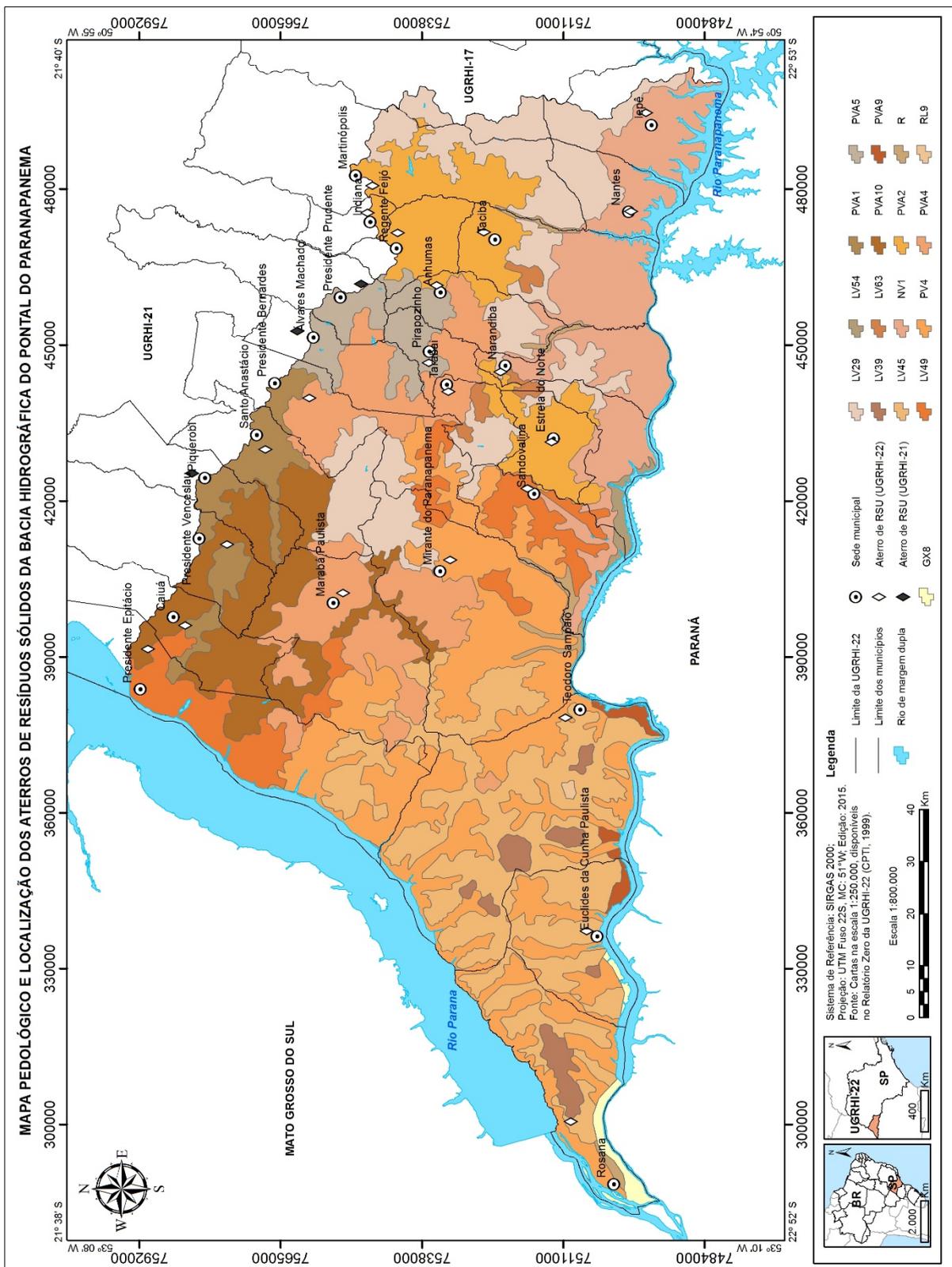


Fonte: Autor (2016).

4.3 Característica pedológica regional

No que se refere aos tipos solos da UGRHI-22, os mesmos distribuem-se, conforme a classificação de Oliveira et al. (1999), em Latossolos Vermelhos (LV29, LV39, LV45, LV49, LV54, LV63), Argissolos Vermelho (PV4) e Vermelho-Amarelos (PVA1, PVA2, PVA4, PVA5, PVA10), Nitossolo Vermelho (NV1), Neossolos Litólico (R, R9) e Gleissolo Háplico (GX8) (Figura 27).

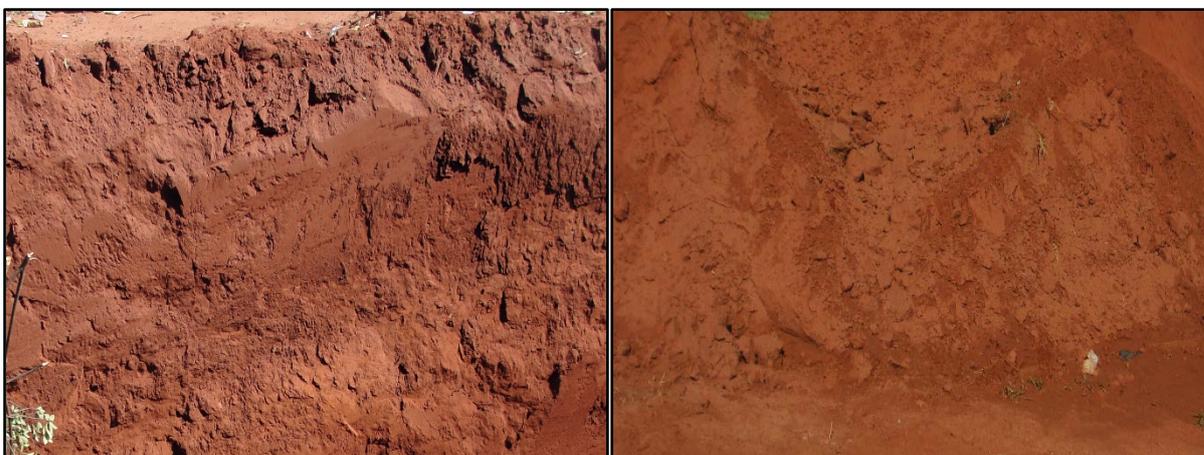
FIGURA 27 – Mapa pedológico e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

Entende-se que os Latossolos Vermelhos se associam a um sistema em equilíbrio dinâmico, ou seja, quando ocorre a estabilidade definida por Tricart (1977), havendo benefício para a formação de solos mais profundos, geralmente encontrados sobre colinas aplainadas, aliadas a baixos índices de declividade (Figura 28). Desse modo, nota-se que esses solos se apresentam em maior predominância no centro regional, iniciando-se em Presidente Bernardes, cruzando o médio curso do Ribeirão Anhumas e desdobrando-se a leste, alcançando a porção sul de Rancharia.

FIGURA 28 – Latossolos Vermelhos em Teodoro Sampaio e Anhumas



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Entretanto, noutros setores da bacia, os Latossolos se fazem presentes sobre os divisores de água, como nos espigões divisores da região do Pontal do Paranapanema, desde o centro de Marabá Paulista ao extremo oeste de Rosana. Deve-se destacar que ambas as áreas, apesar da diferenciação topográfica, possuem baixa a média densidade de drenagem, pois a distribuição de solos sobre as vertentes planas sugere o coluvionamento²⁰ do material latossólico, enquanto, caso deparados em superfícies de cimeira, encontram-se sobre o topo de vertentes convexadas.

Não obstante, quando sobre setores aplainados, os Latossolos exibem, regionalmente, espessuras com 10 metros. A profundidade, somada a permeabilidade desse solo, principalmente em razão das características texturais e

²⁰ Deposição de partículas transportadas entre setores diferentes por ação da gravidade.

mineralógicas com significativa quantidade de silicatos e arenitos, resulta em uma elevada capacidade de infiltração da água superficial.

Os Argissolos, por sua vez, distribuem-se com maior evidencia em áreas onde existe uma dinâmica de alteração de maior energia, que tendem à instabilidade ecodinâmica. Em ambientes como esses, enquanto os Latossolos se concentram nos topos das colinas, observa-se que a partir da meia encosta há uma maior tendência ao aparecimento dos Argissolos. A gradual passagem de um solo ao outro revela um caráter de distribuição associado às formas do relevo. Contudo, ambos se encontram geneticamente associados, pois a transformação pedosequencial desses solos se relaciona a uma concavidade da base da vertente, onde existe a mudança do caráter latossólico para o argílico. Desse modo, essa constante passagem lateral acaba por resultar na maior concentração siltico-argilosa de seu horizonte B textural, enquanto mantem, nos seus horizontes iniciais, menores concentrações de minerais argilosos por eluviação, promovendo um maior risco de erodibilidade²¹.

Logo, os Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelos (Figura 29), na área de estudo, encontram-se em maior evidencia sobre o setor norte da bacia, em colinas amplamente dissecadas e entalhadas por diversos canais de drenagem, associados à repartição estrutural e à topografia acidentada. A porção norte corresponde a maior concentração de Argissolos na região, abrangendo desde os municípios a nordeste, como em Martinópolis, Regente e Indiana, até as porções sul e central dos municípios de Álvares Machado, Caiuá, Presidente Prudente, Presidente Bernardes, Presidente Venceslau, Piquerobi e Santo Anastácio.

²¹ Refere-se à suscetibilidade, associada as propriedades químicas e físicas, que os solos têm em serem erodidos por quaisquer agentes, como chuvas, ventos, organismos, dentre outros (SILVA et al., 1999).

FIGURA 29 – Argissolos Vermelho-Amarelos em Martinópolis e Indiana



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Noutro setor, ao sul da UGRHI-22, em localidades dos municípios de Sandovalina e Estrela do Norte, a concentração de Argissolos Vermelho-Amarelos associa-se a elevada declividade dessa região, acompanhando parcialmente o relevo à margem direita do rio Paranapanema. Já no extremo oeste, na área denominada como Pontal do Paranapanema (no sentido descrito por Leite, 1998), do qual abrange os municípios de Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista, Rosana e, ao norte, Presidente Epitácio, os solos encontram-se sobre vertentes com cotas de elevações menores. Portanto, se reconhece que a baixa espessura de Argissolos na região (com cerca de 3 metros) resulte em uma maior retenção da água infiltrada, o que permite a concentração de água infiltrada em profundidades menores, próximas à superfície.

Entretanto, os solos mencionados atrelam-se às rochas sedimentares do Grupo Bauru, sujeitando-se às propriedades do próprio material de origem. De modo semelhante, a sudeste da região, os Nitossolos Vermelhos (Terra Rocha Estruturada) (Figura 30) exibem as características do substrato rochoso em que são encontradas (Formação Serra Geral). Esse solo diferencia-se pela origem ígnea basáltica, rico em minerais argilosos ferro-magnesianos, estrutura em blocos e elevada concentração de argila ao longo de seu perfil (SILVA et al., 2009). Aparecem com maior frequência nos municípios de Iepê, Nantes, Narandiba e ao sul de Taciba.

FIGURA 30 – Nitossolos Vermelhos em Iepê e Nantes



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Não obstante, outros solos demonstram-se perceptíveis na UGRHI-22, ainda que em escalas de maior detalhe, como aqueles evidenciados nos estágios de intemperismo inicial (Neossolos Litólicos) ou nas planícies aluviais (Gleissolos), bem como em casos específicos (Neossolos Fúlvicos).

Relativo aos Neossolos Litólicos, esses possuem pequenas espessuras, averiguadas em campo com no máximo 50 centímetros, associando-se a um relevo declivoso e assimétrico, com classes de declividade superiores a 15% (Figura 25) Sua gênese relaciona-se a exposição do maciço rochoso, normalmente sobre topografias acidentadas, distinguindo-se por seu elevado risco à erosão, o que sugere um maior cuidado, restringindo suas áreas à proteção e conservação.

FIGURA 31 – Neossolo Litólico em Presidente Prudente



Fotografia: BOIN, M. N. (2015).

Os Gleissolos, por sua vez, coincidem-se com a fase de formação dos solos em ambiente redutor (presença de água) e ainda aos ambientes deposicionais atuais, uma vez que a remoção de partículas ao longo de sua deposição, ao sopé das vertentes, resulta numa predominância de minerais quartzosos. Como ambiente de ocorrência, tais solos encontram-se na meia encosta (no caso dos lençóis suspensos), e, comumente, próximos ou sobre as planícies e terraços aluviais, como em quaisquer áreas onde concentram-se os cursos d'água, como em fundos de vale, leques aluviais, planícies alveolares, entre outros (Figura 32). São solos frequentemente associados as planícies de inundação (ou várzeas) dos corpos hídricos, em maior evidencia sobre áreas adjacentes aos rios Paraná e Paranapanema.

FIGURA 32 – Gleissolos em Marabá Paulista e Presidente Epitácio



Fotografia: BOIN, M. N.; OSCO, L. P. (2014).

Sendo o caso, tendo como intenção designar os atributos geoecológicos a cada classificação de solos, o presente trabalho optou por levar em consideração critérios como o ambiente de ocorrência, composição granulométrica e mineralógica, e a capacidade de infiltração ou retenção da água superficial por esses solos (Tabela 3).

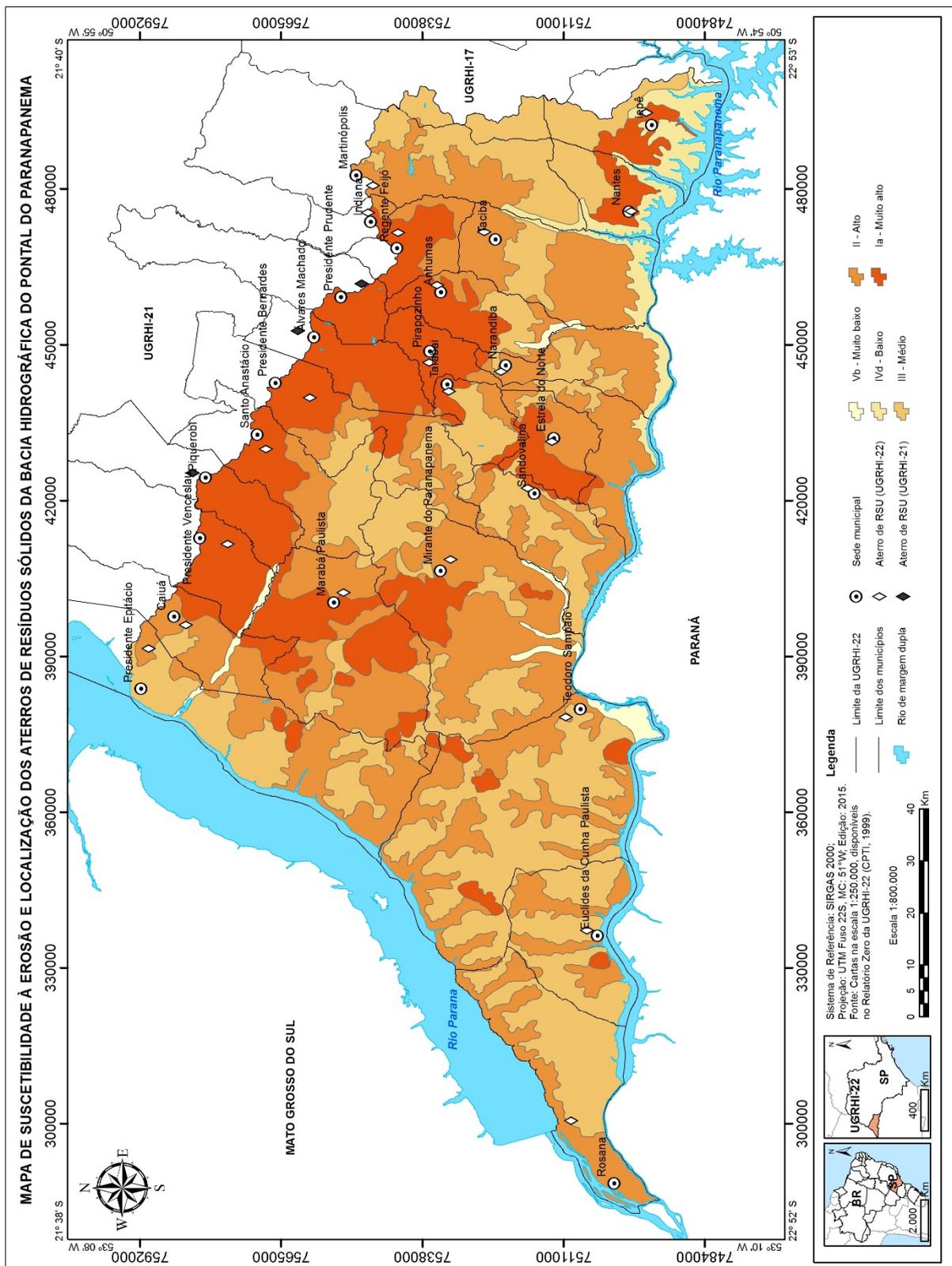
TABELA 3 - Associação de Solos e Respective Graus Geocológicos

Latossolo Vermelho; Representado por:		Grau
LV29	Distróficos e Eutroféricos text. argilosa + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos todos A moderado rel. suave ondulado + NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos rel. ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos A moderado e chernozêmico rel. forte ondulado.	1
LV39	Distróficos A moderado text. argilosa rel. plano e suave ondulado.	1
LV45	Distróficos A moderado text. média rel. plano e suave ondulado.	1
LV49	Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos ambos A moderado text. média rel. suave ondulado.	1
LV54	Distróficos text. argilosa e média + LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos e Distróficos text. argilosa ambos A moderado rel. plano e suave ondulado.	1
LV63	Distróficos text. argilosa rel. plano + ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos text. média/argilosa e média rel. suave ondulado ambos A moderado.	1
Argissolo Vermelho; Representado por:		
PV4	Distróficos A moderado text. arenosa/média e média rel. suave ondulado.	3
Argissolo Vermelho-Amarelo; Representado por:		
PVA1	Eutróficos abruptos A moderado text. arenosa/média rel. suave ondulado e ondulado.	3
PVA2	Eutróficos abruptos ou não, A moderado text. arenosa/média e média rel. suave ondulado e ondulado.	3
PVA4	Eutrófico abrupto text. arenosa/média rel. suave ondulado e ondulado + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos abruptos text. arenosa/média rel. suave ondulado ambos A moderado.	3
PVA5	Eutróficos text. arenosa/média rel. ondulado e suave ondulado + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos pouco profundos text. arenosa/argilosa rel. ondulado ambos abruptos A moderado.	3
PVA10	Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos e Eutróficos ambos text. arenosa/média e média rel. suave ondulado + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos text. média rel. plano todos A moderado.	3
Nitossolo Vermelho; Representado por:		
NV1	Eutroféricos + LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos ambos A moderado text. argilosa rel. suave ondulado e ondulado.	2
Neossolo (Litólico/Fúlvico); Representado por:		
R	Neossolo Litólico Eutrófico típico.	5
R9	Distróficos A moderado text. média rel. forte ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHAS.	5
Gleissolo Háptico; Representado por:		
GX8	Tb + NEOSSOLOS FLÚVICOS A moderado ambos Eutróficos e Distróficos text. indiscriminada rel. de várzea.	4

Fonte: Carvalho (1997); Oliveira et al (1999); CPTI (1999); Leal e Moroz (2013).

Entretanto, além da distribuição regional dos solos, levou-se também em consideração as condições de suscetibilidade aos processos erosivos (Figura 33). Tal condição reflete o balanço pedogênese/morfogênese, onde as propriedades dos solos atrelam-se a fatores condicionados pelos demais componentes da paisagem.

FIGURA 33 – Mapa de suscetibilidade a erosão e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

Neste sentido, observa-se que os Latossolos Vermelhos possuem um menor risco de erosão, pois localizam-se, normalmente, sobre relevo plano a suave ondulado, enquanto a capacidade de erodir as superfícies de cimeira é vagarosa, principalmente sobre os topos de colinas convexadas. Os Argissolos (Vermelho e Vermelho-Amarelos) apresentam índices de suscetibilidade a erosão relativamente altos, quando não muito altos, uma vez que os mesmos se situam sobre a meia encosta ou em vertentes côncavas. Essa condição, somada a elevada declividade de alguns de seus setores e a maior concentração de minerais de argila ao seu horizonte B textural (com horizonte A arenoso), confere à esses solos uma maior fragilidade no que diz respeito aos processos erosivos (SILVA, 1999).

O Nitossolo Vermelho, encontrado somente em setores específicos na região, sujeita-se à um baixo risco de erodibilidade, justamente por apresentar em sua composição textural pouca diferença significativa entre os seus horizontes A e B, conforme mencionado anteriormente. Isso, adjunto ao ambiente de ocorrência, dando-se sobre a Formação Serra Geral e em relevos mais aplainados, proporciona a esse solo um médio índice (variando em razão da topografia) de suscetibilidade a erosão. Os Gleissolos (ou solos hidromórficos em geral), por depararem-se em regiões planas, próximas aos corpos d'água, enquadram-se às zonas de menor erodibilidade, uma vez que apresentam maior resistência a processos erosivos.

Para tanto adotou-se como um componente fundamental no cruzamento das informações relativas a caracterização geoecológica²² (Tabela 4).

TABELA 4 - Unidades de Suscetibilidade à Erosão e Respetivos Graus Geoecológicos

Classe de Erodibilidade; Representada por:		Grau
Muito Baixo (Vb)	Áreas não suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas. Solos gley pouco húmicos a planossolos em relevos de agradação.	5
Baixo (Vd)	Áreas pouco suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas rasas. Latossolo roxo e terra estruturada de textura muito argilosa em relevos de colinas amplas.	2
Médio (III)	Áreas suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas. Latossolos de textura média e areias quatzosas em relevos de colinas amplas.	3
Alto (II)	Áreas muito suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas. Podzólicos de textura arenosa e média em relevos de colinas amplas.	4
Muito Alto (Ia)	Áreas extremamente suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas. Podzólicos de textura arenosa e média em relevos de colinas médias, morrotes e espigões alongados. Ocorrem áreas de cabeceiras de drenagem com erosão acelerada.	5

Fonte: CPTI (1999); IPT (1994); Leal e Moroz (2013).

²² Deve-se atentar ao grau imposto as áreas de erodibilidade "Muito Baixo (Vb)", pois consistem-se em planícies ou várzeas sujeitas a inundações periodicamente, conotando o elevado grau.

Sobre as zonas de alta e muito alta erodibilidade, como no Alto Estrutural de Presidente Prudente (LANDIM et al., 1984), a espessura dos solos (Figura 34) evidenciam a influência dos processos neotectônicos, destacados anteriormente por Santos, Guedes e Etchebehere (2011). O baixo desenvolvimento pedogenético sobre essas áreas, assim como a predominância dos processos erosivos, relaciona-se com o soerguimento dos blocos estruturais. Enquanto nas áreas de Baixos Estruturais, como na Depressão de Presidente Bernardes, o favorecimento da pedogênese sobre a morfogênese proporcionou um maior desenvolvimento dos solos encontrados, com maiores espessuras. Nessa área, os blocos estruturais em processos de subsidência tenderam a promover a agradação, reduzindo os processos de dissecação (GUEDES, 2008).

FIGURA 34 – Baixa espessura de solos no Alto Estrutural de Presidente Prudente



Fotografia: BOIN, M. N.

4.4 Característica da Vegetação Regional

A região abrangida pela UGRHI-22 sujeitou-se às oscilações climáticas do passado, resistindo a períodos de estiagem prolongada, e, atualmente, a períodos regidos por clima subtropical. Em razão da alternância desses regimes pluviométricos, o quadro vegetativo mudou conforme os efeitos climáticos. Essa condição pode ser evidenciada na distribuição da vegetação, bem como pela existência de espécies da Caatinga em setores específicos. Essas espécies remanescem em pequenos centros (ou refúgios), consideradas como registros paleoclimáticos (Figura 35).

FIGURA 35 – Cactáceas próximas às margens do rio Paraná em Presidente Epitácio



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Vegetações como essas são explicadas em função da predominância do clima semiárido durante o Pleistoceno Terminal (18 a 13 mil anos passados), onde o globo terrestre resfriou-se durante a era glacial, concentrando maiores volumes de água nas camadas polares, e, conseqüentemente, reduzindo o nível do oceano. Essa mudança, atrelada ao deslocamento dos anti-ciclones do Atlântico Sul, permitiu que a corrente das Malvinas atingisse o Estado de São Paulo. O clima seco e frio dessa corrente de ar proporcionou a propagação de espécies da Caatinga sobre os setores topograficamente baixos da região, enquanto, sobre as porções altas, prevaleceram-se as espécies do Cerrado (AB'SABER, 2005; VIADANNA e CAVALCANTI, 2007).

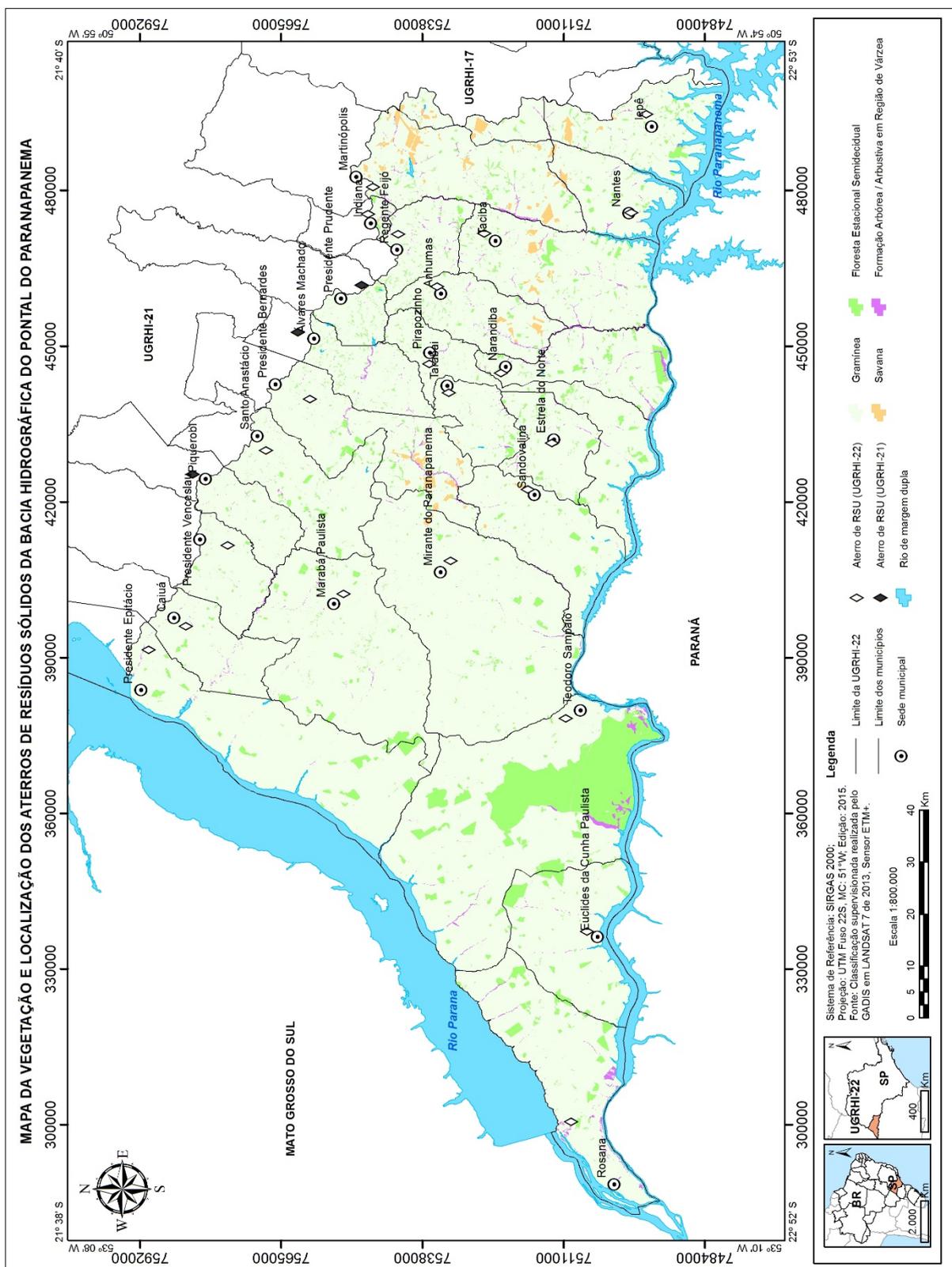
Diante dessa condição, a vegetação tropical da Mata Atlântica refugiara-se, em sua maioria, nos rios Paraná e Paranapanema, uma vez que esses assumiam comportamento perene, apesar do caudal reduzido. Por conseguinte, com a retomada da tropicalidade, a cobertura vegetal xerófitas²³ recebeu um impacto significativo à sua capacidade de competição, cedendo espaço para as matas de galeria, compostas por espécies nativas da Mata Atlântica, compondo o quadro biogeográfico encontrado por colonizadores portugueses (VIADANA, 2002; TROPMAIR, 1969).

²³ Espécies estruturalmente desenvolvidas com reforços em suas paredes celulares, maior presença de tecidos mecânicos e resistência à longos períodos de estiagem (seca), típicos do clima da caatinga (IBGE, 2012).

Desse modo, é possível encontrar na UGRHI-22 tais registros, embora em menores quantidades, uma vez que os domínios da Mata Atlântica e, em setores específicos, do Cerrado, proporcionaram o exílio de espécies da Caatinga. Entretanto, o que de fato contribuiu para a significativa extinção de espécies foi o desmatamento desenfreado realizado sobre a região.

Vasta parcela do que outrora existia se perdeu, e muitas matas nativas foram retiradas ou queimadas ao longo do último século. Atualmente, o quadro de vegetação encontrado (Figura 36) apresenta uma parcela mínima, tendo a reserva do Morro do Diabo (e de outros pequenos fragmentos) como um dos últimos refúgios da Mata Atlântica do Interior (Floresta Estacional Semidecidual).

FIGURA 36 – Mapa da vegetação e localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

Não obstante, a região do Morro do Diabo concentra, no seu entorno, 4 fragmentos expressivos de vegetação nativa que, recentemente, passaram a serem interligados por corredores ecológicos, com pelo menos 200 metros de largura, tendo intuito de permitir um fluxo gênico da flora e da fauna silvestre. Destaca-se, conforme aludido, por ser uma região de grandes reservas de Floresta Estacional Semidecidual. Essa vegetação distingue-se em função da sua perda de folhas (de 20 e 50%) durante períodos de seca ou invernos bastante frios, retomando a folhagem nas épocas de chuvas da primavera e do verão.

Noutras áreas, ainda, observam-se espécies características da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, que normalmente margeiam grandes rios, ocupando as várzeas do rio Paranapanema e do Pontal do Paranapanema, assim como nos rios com menor expressão na UGRHI-22. Outras espécies de vegetação hidrófila (Figura 37) podem ser encontradas com frequência no entorno de córregos e sobre os lençóis aflorantes na meia encosta.

FIGURA 37 – Espécies de adaptadas a áreas úmidas (Rabo-de-Burro e Embaúba)



Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

A Savana (Cerrado), por sua vez, restringe-se a áreas mais específicas, sobre porções de solos mais espessos e profundos que as demais vegetações, uma vez que suas raízes de maior comprimento permitem que essas plantas atinjam as zonas mais distantes do solo à procura de água, como é o caso das espécies na região da Depressão de Presidente Bernardes, ao centro, próximas ao rio Pirapozinho. O Cerrado, ainda, é comumente encontrado em outras porções da UGRHI-22, como a leste e sudoeste, coincidindo com os setores mais

aplainados, com prevalência da pedogênese, ao sul dos municípios de Anhumas, Martinópolis, Taciba, e numa vasta parcela do território de Rancharia, ao extremo leste da região. Deve-se salientar que essas regiões se consistem, muitas vezes, em zonas de transição para o Cerrado, e não formações do bioma, como propriamente dito (Figura 38).

FIGURA 38 – Espécies do Cerrado e da Mata Atlântica em Zona de Transição



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Sendo o caso, nos setores que se encontram florestados, compostos por quaisquer matas nativas (primárias ou secundárias), desde que indiquem um nível de formação densa, designou-se um grau máximo, enquanto em áreas descampadas, tomadas ou não por atividades de pecuária, agricultura (permanente ou temporária), ou gramíneas e vegetações em estado inicial, receberam o grau mínimo (Tabela 5).

TABELA 5 - Cobertura Vegetacional e Respective Graus Geoecológicos

Região de Florestas; Representada por:		Grau
Floresta Estacional Semidecidual	Conhecida como Mata Atlântica do Interior, ocupa ambientes desde a zona úmida costeira ao ambiente semiárido. Apresenta porte em torno de 20 metros (no seu estrato mais alto) e caracteriza-se por sua razoável perda de folhas (cerca de 50%) nos períodos mais secos do ano.	5
Savana (Cerrado)	Dominância compartilhada das florestas arbórea e herbácea. A arbórea possui árvores de porte médio ou baixo (de 3 a 10 m), geralmente espaçadas e copas amplas, de esgalhamento baixo. A herbácea é praticamente contínua, criando um tapete entre árvores e arbustos.	5
Região Descampada; Representada por:		
Gramínea	Áreas expressivas em setores menos aplainados e desmatados, com baixa proteção ao solo e de uso exclusivo para atividades de pastoreio.	1

Fonte: IBGE (2007); LandSat 8 ETM+ (2014).

4.5 Característica climática regional

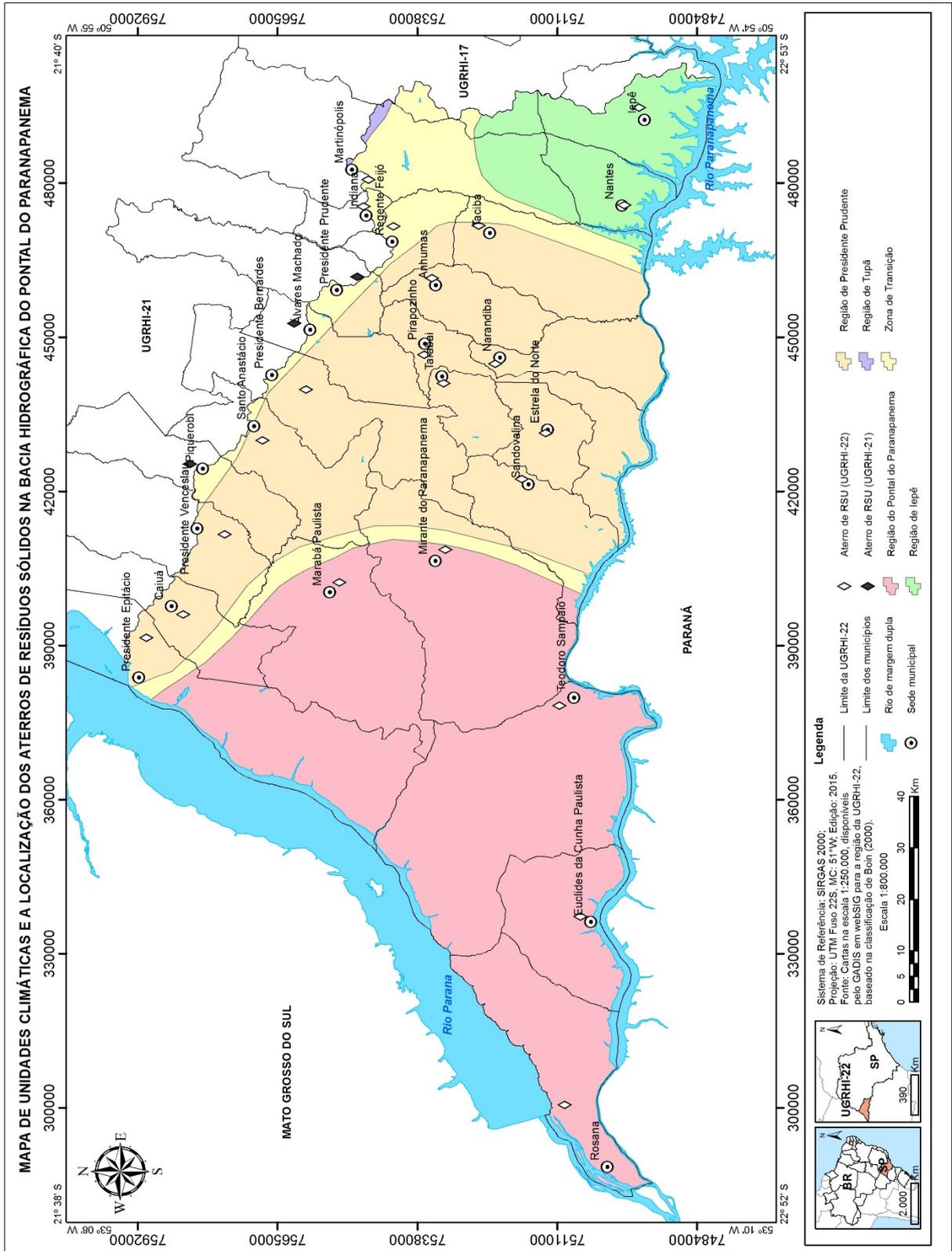
Em último, caracterizam-se os condicionantes climáticos na UGRHI-22, responsáveis por reger, juntamente com outros aspectos endógenos e exógenos, os demais componentes da paisagem natural. No que se refere às massas de ar atuantes sobre a região, Boin (2000) demonstra que as passagens de frentes frias e correntes do Sul, associadas à massa Polar Atlântica, encontram-se intimamente interligadas à distribuição de chuvas por todo o oeste paulista. Já ao norte as massas intertropicais, sobretudo a Tropical Atlântica, apresentam comportamento semelhante, deslocando-se com maior frequência sobre os entalhados vales dos rios Grande e Tietê.

Essa condição se deve, sobretudo, ao sentido anti-horário das massas de ar quentes, que se movem com maior facilidade dependendo da posição ocupada pelo anticiclone do Atlântico Sul. Assim, mecanismos frontológicos, engendrados pela participação da massa Polar Atlântica, confrontam-se com a massa Tropical Atlântica sobre a faixa zonal (MONTEIRO, 1973 e BOIN, 2000), promovendo a precipitação das chuvas neste setor e, conseqüentemente, seu clima subtropical. Esse acontecimento transcorre em razão da transição climática originária dos sistemas atmosféricos inter e extratropical.

Neste sentido, a UGRHI-22 encontra-se no Setor IX (MONTEIRO, 1973), onde, apesar do contato com as massas de ar continentais, relaciona-se com a área ao norte (Setor VIII), embora receba um maior alcance das massas polares do sul. A predominância dessas massas de ar frio, principalmente durante o inverno, confere índices de pluviosidade superiores aos territórios situados ao norte da faixa zonal. Não obstante, a região abrange unidades climáticas exclusivas, nominadas BIII_m, BIV_{mα} e BIV_{mβ} (BOIN, 2000), de características semelhantes (Figura 39).

Assim, na porção ocupada pela unidade BIII_m, o controle da massa Polar Atlântica, associado a efetiva participação da massa Tropical Atlântica, se dá por meio dos avanços dessas massas ao longo do vale do Tibaji, concentrando maior índice de pluviosidade em razão da orientação das vertentes que se contrapõem aos fluxos da massa Polar Atlântica.

FIGURA 39 – Mapa de unidades climáticas e a localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

A unidade BIVm α manifesta-se ao centro da bacia, enquanto a unidade BIVm β ocupa a porção à oeste, na região do Pontal do Paranapanema. Em ambas as áreas as correntes das massas polares do Sul percorrem o vale do rio Paraná e, secundariamente, as regiões ao sul da UGRHI-22, atingindo-as durante o outono, inverno e primavera, conferindo uma maior pluviometria à primavera que ao verão na unidade BIVm β e um equilíbrio entre as duas estações na unidade BIVm α .

Destarte, depois de levantado os aspectos climáticos regionais, deve-se mencionar que os atributos estabelecidos à cada uma de suas unidades apresentam valores equivalentes, e, portanto, desconsiderados. Isso se deve em função dessas faixas climáticas não se definirem em localidades específicas, estando em constantes movimentos na atmosfera. Outro fator a ser destacado sobre essa escolha se deve a questão de que os efeitos climáticos, sobre a superfície, se encontram impressos nos demais componentes da paisagem. Desse modo optou-se por desconsiderar, ou, ao menos, atribuir um grau nulo para cada uma dessas unidades (Tabela 6).

TABELA 6 - Unidades Climáticas e Respectivos Graus Geocológicos

Clima Regional (A) Controlado por Massas Equatoriais e Tropicais; Representado por:		Grau
Região de Tupã (Alm)	Altitude média (500 a 600 metros), pluviosidade média anual de 1300 a 1400mm, sentido geral do avanço das massas de ar E/SE/S, chuvas de origem frontal, pluviosidade máxima em 24 horas alta e densidade média, predominância de chuvas advectivas com poucas chuvas convectivas, variando entre 80 a 140 dias com chuva, tendo a primavera como estação de maior impacto pluvial, classificando-se como zona de impacto pluvial forte.	---
Clima Regional (B) Controlado por Massas Tropicais e Polares; Representado por:		
Região de Iepê (BIIIIm)	Altitude média (400 a 600 metros), pluviosidade média anual maior do que 1400mm, sentido geral do avanço das massas de ar SE/S, chuvas de origem frontal, pluviosidade máxima em 24 horas média e densidade média, predominância de chuvas advectivas com poucas chuvas convectivas, variando entre 100 a 120 dias com chuva, tendo o verão como estação de maior impacto pluvial, classificando-se como zona de impacto pluvial muito forte.	---
Presidente Prudente (BIVma)	Altitude média (300 a 400 metros), pluviosidade média anual de 1200 a 1300mm, sentido geral do avanço das massas de ar SE/S/SW, chuvas de origem frontal, pluviosidade máxima em 24 horas média e baixa e densidade média, predominância de chuvas advectivas com poucas chuvas convectivas, variando entre 80 a 100 dias com chuva, tendo a primavera e o verão como estações de maior impacto pluvial, classificando-se como zona de impacto pluvial medianamente forte.	---
Pontal do Paranapanema (BIVmb)	Altitude média (300 a 500 metros), pluviosidade média anual de 1200 a 1300mm, sentido geral do avanço das massas de ar S/SW, chuvas de origem frontal, pluviosidade máxima em 24 horas média e densidade média e alta, predominância de chuvas advectivas com poucas chuvas convectivas, variando entre 80 a 100 dias com chuva, tendo a primavera como estação de maior impacto pluvial, classificando-se como zona de impacto pluvial forte.	---

Fonte: Boin (2000).

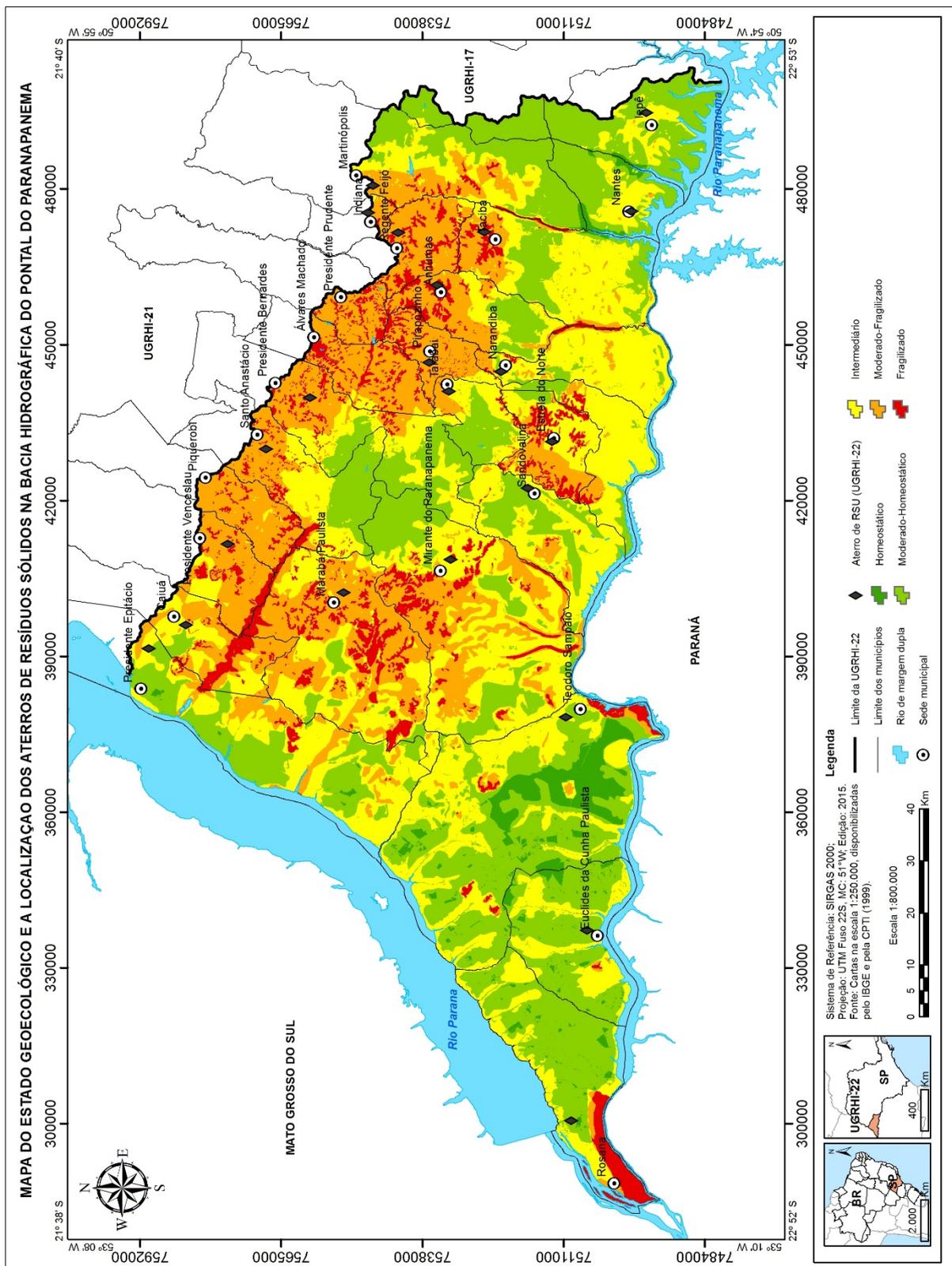
4.6 Estado geocológico regional

Depois de levantadas as informações referidas anteriormente, iniciou-se a elaboração de um mapa onde constassem as unidades geocológicas regionais (Figura 40). Tal mapa, elaborado a partir da soma e média dos graus de homeostasia e fragilidade atribuídos aos mapas anteriores, revela características essenciais para a compreensão dos componentes naturais da UGRHI-22. Essas características acabam por agrupar e sintetizar os aspectos da condição natural em que a região se encontra, assim como atrelá-los ao modo de uso antrópico atual, sujeitando-se, ainda, a recomendações específicas para cada um de seus setores (Tabela 7).

Sendo o caso obtiveram-se cinco estados geocológicas, apresentando-se entre os graus 1 (mínimo) e 5 (máximo). Os graus atribuídos a cada uma das feições geológicas, pedológicas, geomorfológicas, dentre outras, foram somados e, posteriormente, calculados sua média, conforme o método

proposto por Crepani et al. (2001). O agrupamento desses graus se deu de acordo com os respectivos estados geoecológicos, resumindo as condições encontradas. De tal modo, separou-se nos seguintes estados geoecológicos: Vulnerável; Moderado-Vulnerável; Intermediário; Moderado-Homeostático e; Homeostático.

FIGURA 40 – Mapa do estado geocológico e a localização dos aterros de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

88 **TABELA 7 - Classes das Unidades e Respetivo Estado Geocológico**

Estado Geocológico	Condições Naturais	Uso Antrópico Atual	Recomendações
Vulnerável	Meio com intensa atuação morfogênica, com processos erosivos acentuados, de topografia acidentada com elevadas classes de declividade; Solos muito rasos; Relevo fortemente ondulado com altos graus de dissecação; Altíssima densidade de drenagem, com predominâncias de lençóis aflorantes em meia encosta e terraços e planícies aluviais nos fundos de vale, bem como áreas de várzeas dos cursos d'água; Baixa ou nula vegetação natural.	Predominantemente pastagem; Poucos assentamentos humanos e agriculturas permanentes ou temporárias; Intensa ocupação urbana; Aterros de resíduos sólidos; Distritos industriais; Estações de tratamento de efluentes; Maior ramificação do sistema viário.	Impróprio à ocupação humana, atividades de pastoreio e agricultura com maquinários pesados; Recuperação prioritária local; Proteção das áreas com corpos d'água quando houver; Reflorestamento e preservação da vegetação; Práticas de remediação e conservação do solo; Proteção ambiental.
Moderado Vulnerável	Meio relativamente instável, com ocorrência menos intensiva dos processos erosivos, de topografia pouco acidentada com classes de declividade menos elevadas; Solos relativamente rasos; Relevo colinoso ondulado e bem dissecado; Elevada densidade de drenagem; Pouca vegetação natural.	Atividades de pastoreio; Assentamentos e agriculturas permanentes ou temporárias mais diversificadas. Ocupação urbana mediana; Poucos aterros de resíduos sólidos e estações de tratamento de efluentes.	Apto à ocupação humana e agriculturas simples quando não sobre áreas especialmente protegidas, levando em consideração os cuidados a serem tomados; Reflorestamento de setores específicos e preservação das matas existentes; Conservação de solos.
Intermediário	Meio em equilíbrio pedogênese/morfogênese, de topografia pouco acidentada e grau de dissecação mediano. Solos pouco profundos; Relevo aplainado, de colinas suave onduladas; Média densidade de drenagem; Alguns fragmentos de vegetação natural.	Pouca pastagem e assentamentos; Exacerbada concentração de agriculturas mecanizadas como a cana-de-açúcar e algumas porções de áreas destinadas à silvicultura.	Apto à ocupação humana, atividades de pastoreio e agriculturas mecanizadas quando de modo controlado; Reflorestamento de áreas impróprias à outros fins senão à conservação.
Moderado Homeostático	Meio relativamente estável, com maior ocorrência dos processos pedogenéticos, de topografia menos acidentada e baixos índices de dissecação; Solos profundos; Relevo aplainado a plano, de colinas baixas; Média densidade de drenagem; Quantidade razoável de fragmentos de vegetação natural.	Setores dominados por monoculturas de cana-de-açúcar; Baixo índice de ocupação urbana; Poucos assentamentos; Pecuária praticamente inexistente; Extensões de terras arrendadas ou pertencentes às usinas sucroálcooleiras.	Apto à ocupação humana, atividades de pastoreio e agriculturas mecanizadas, desde que observada a proteção de determinados espaços naturais; Preservação das matas existentes; Uso controlado do solo e dos demais recursos naturais.
Homeostático	Meio estabilizado, com predominância da pedogênese, de topografia pouquíssima acidentada e baixo grau de dissecação; Solos muito espessos; Relevo essencialmente plano, de colinas baixas; Média à baixa densidade de drenagem; Quantidades expressivas de fragmentos de vegetação natural.	Monoculturas de cana-de-açúcar dividindo espaços com fragmentos de vegetação natural; Poucas ou nulas ocupações urbana, atividades de pecuária e diversidade de culturas permanentes.	Destinação exclusiva à proteção e preservação das matas e da vida silvestre existentes; Uso moderado, somente quando necessário, do solo e dos demais recursos naturais.

- **Vulnerável (V):**

Distribuem-se em setores específicos da região, predominantemente em porções dos arenitos Adamantina (Ka_{IV} e Ka_V) e noutras localidades como ao centro-sul, no município de Estrela do Norte, onde existem acentuados processos erosivos. Convém lembrar que a unidade Vulnerável também compete às áreas dos Depósitos Quaternários, que se distribuem sobre as várzeas, planícies e terraços dos grandes rios.

Além dos processos erosivos, essas unidades não possuem coberturas de vegetação, contribuindo com o agravamento de suas condições e promovendo o assoreamento dos corpos hídricos e o aparecimento de sulcos, ravinas e voçorocas, ocasionando, conseqüentemente, transformações do modelado.

Essas áreas, ainda, coincidem com os Altos Estruturais evidenciados no mapa de Nunes e Boin (2001), em Nunes (2002), que identificam essas feições. Tais unidades se caracterizam por seus acentuados processos erosivos, associados à uma topografia mais acidentada, de relevo bem dissecado, e com índices de declividade superiores a 15%.

Concentram-se sobre os solos mais recentes, como o Neossolo Litólico, ou em algumas das áreas predominantemente compostas por Agissolos Vermelho e Vermelho-Amarelos. Os Latossolos Vermelhos são encontrados sobre porções menos expressivas desses setores, normalmente situados aos topos e divisores de água, em vertentes planas a convexadas.

Atualmente, essas unidades encontram-se intensamente ocupadas, pois o desenvolvimento das cidades no entorno dos divisores de água regionais coincide com a localização dessas áreas. Saliencia-se que essas unidades devam receber a devida recuperação e proteção ambiental, conforme destacado (ver Tabela 7).

- **Moderado-Vulnerável (MV):**

Encontram-se contíguas às unidades vulneráveis, limitando-se a setores de topografia bem acidentada, com menores índices de declividade do que na unidade anterior (entre 8 e 15%) mesmo situando-se sobre Colinas Amplas de semelhantes graus de dissecção. Concentram significativas quantidades de lençóis

suspensos na meia encosta (freático local), assim como planícies e terraços de menor expressão do que aqueles destacados nas unidades Vulneráveis.

O substrato rochoso encontra-se sujeito à processos neotectônicos dos blocos rochosos, embora com menores reflexos que na unidade anterior. Seus solos dividem-se, predominantemente, entre os Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelos e Nitossolos Vermelhos, que acompanham as Colinas Amplas por uma vasta parcela da região. E a quantidade de fragmentos vegetacionais é extremamente baixa, o que compromete com a condição local.

Suas áreas encontram-se aptas à ocupação humana somente quando tomados os cuidados necessários, levando em consideração todas as características descritas. Atualmente são utilizadas para atividades de pecuária, comprometendo a qualidade dos recursos naturais quando conduzidas de maneira inadequada.

- **Intermediária (I):**

Destacam-se pelo equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese, uma vez que os processos erosivos ocorrem de modo controlado, permitindo a formação de solos pouco mais profundos do que aqueles nas unidades aludidas. Deparam-se sobre Colinas Amplas, com predomínio de Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo e de setores com Latossolos Vermelhos.

Essas áreas possuem um índice médio de densidade de drenagem, com feições erosivas de menor porte, e, em certas porções, compostas por coberturas de vegetação primária e secundária.

Tais unidades são adequadas à ocupação humana, como atividades de pecuária e até mesmo agriculturas mecanizadas. Deve-se reforçar a necessidade da preservação das matas existentes e do maior cuidado no entorno dos cursos d'água e lençóis freáticos locais (suspensos em meia encosta), quando houverem.

- **Moderado-Homeostática (MH):**

São unidades que se deparam em condições mais estáveis, onde existe uma maior atuação da pedogênese sobre a morfogênese. A predominância de Colinas Baixas, com relevo suave ondulado ou plano, de topografia pouco

acidentada e menor grau de dissecação do modelado conferem a essas áreas maior estabilidade.

Os solos apresentam maior profundidade, evidenciados por vegetações transitórias entre a Mata Atlântica e o Cerrado, além da presença de pouquíssimos, praticamente nulos, lençóis freáticos suspensos em meia encosta, quando comparada com as unidades geoecológicas de estados Vulnerável e Moderado-Vulnerável.

A presença de corpos hídricos nessas áreas é menor, uma vez que a baixa densidade de drenagem se deve ao domínio dos arenitos Caiuá e Adamantina (Ka_1), pois, enquanto na Formação Caiuá se existe uma evidente infiltração de água superficial no solo, na Formação Adamantina (Ka_1), especificamente sobre os setores aplainados, a densidade de drenagem tende a assumir índices menores.

Essas áreas são consideradas adequadas a ocupação humana, desde que se mantenham as devidas precauções quanto a setores específicos, como matas galerias e setores mais declivosos quando existirem. Contudo, em razão de seu relevo plano, com solos bem desenvolvidos, muitas dessas áreas encontram-se ocupadas por extensivas culturas de cana-de-açúcar, uma vez que essas características físicas facilitam a operação de maquinários pesados.

- **Homeostática:**

Por último, as unidades Homeostáticas correspondem aos setores onde existe uma pedogênese ativa, com solos espessos de caráter latossólico em Colinas Baixas, pouco dissecadas e com baixa densidade de drenagem. Essas unidades são recobertas por vegetações de portes médio a alto, apresentando maior capacidade de resiliência, sendo que suas características são propícias à estabilidade.

Recomenda-se que permaneçam inalteradas, uma vez que abrigam e regem diversas formas de vida, de fauna e flora, regional. A ocupação humana, caso efetuada, deve poupar ao máximo os recursos naturais, ocupando-os apenas quando extremamente necessários.

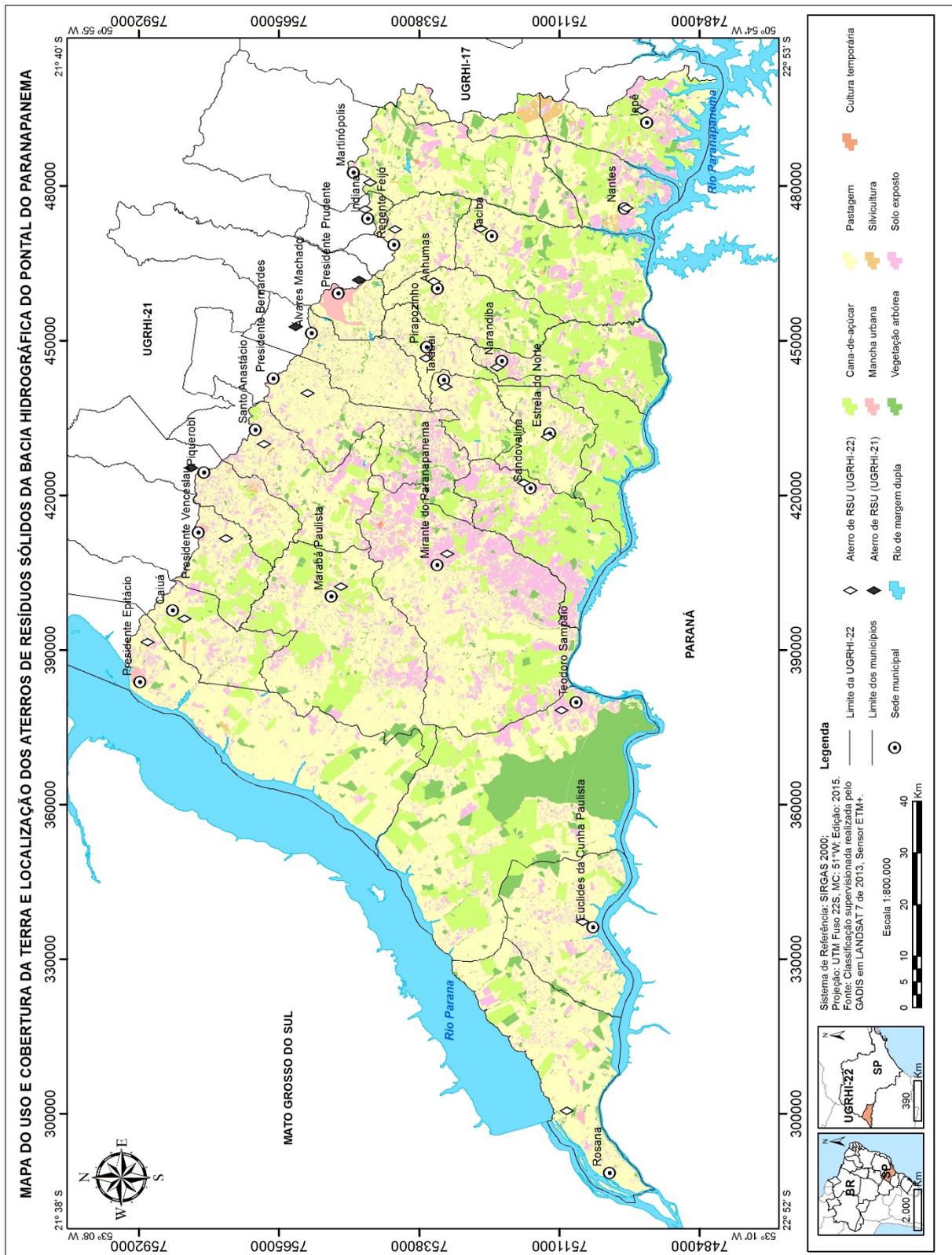
Entretanto, assim como na unidade anterior, essas unidades (apesar de serem naturalmente homeostáticas) são ocupadas por expressivos cultivos de

cana-de-açúcar, comprometendo a qualidade do ambiente local e regional, danificando ou degradando os recursos naturais encontrados.

4.7 Uso e Cobertura da Terra Regional

Apesar de não se ter levado em consideração as variadas formas de uso e ocupação antrópica na UGRHI-22 (Figura 41) durante a elaboração das unidades geoecológicas, é oportuno abordar a questão, uma vez que o modo com que a região foi ocupada, em muito, relaciona-se com as imposições e os favorecimentos do meio natural previamente destacados. Convém acrescer que as relações entre os fatores humanos, sobre as unidades geoecológicas, contribuem para a compreensão do que realmente está acontecendo na paisagem regional.

FIGURA 41 – Mapa do uso e cobertura e localização dos aterros de resíduos sólidos na bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

O processo de ocupação da UGRHI-22 deu-se ao início do século XX, quando as primeiras expedições avançaram pela região explorando os principais rios. Assim, conforme a região foi desbravada, comunidades acomodavam-se ao longo de seus espigões rasgados por trilhos²⁴, e os distritos e os pequenos perímetros urbanos cresceram e passaram a solicitar emancipações dos municípios mais antigos. E não demorou muito para que parte da UGRHI-22 se encontrasse relativamente povoada. Um breve histórico regional revela que a ocupação dessa área se dera de modo dúbio e desorganizado, fomentando as características de suas divisões municipais.

Pierre Monbeig (p. 75, 1989) ao narrar o avanço de fazendeiros pioneiros em desbravar o sertão ocidental paulista demonstra que a marcha para o oeste “não aparece como uma conquista valiosa, mas como uma devastação sem freio”. Essa exploração predatória no Estado de São Paulo, desde o período colonial, em muito reflete o caráter abusivo dos processos responsáveis pela deterioração das regiões inexploradas. A expansão agropecuária, resultante da exigência econômica da época, deu início à ocupação e exploração das aplainadas colinas do Oeste. E, ao longo das décadas, a remoção das florestas, seguida do crescimento socioeconômico, permitiu as modificações do meio natural inicialmente encontrado pelos bandeirantes.

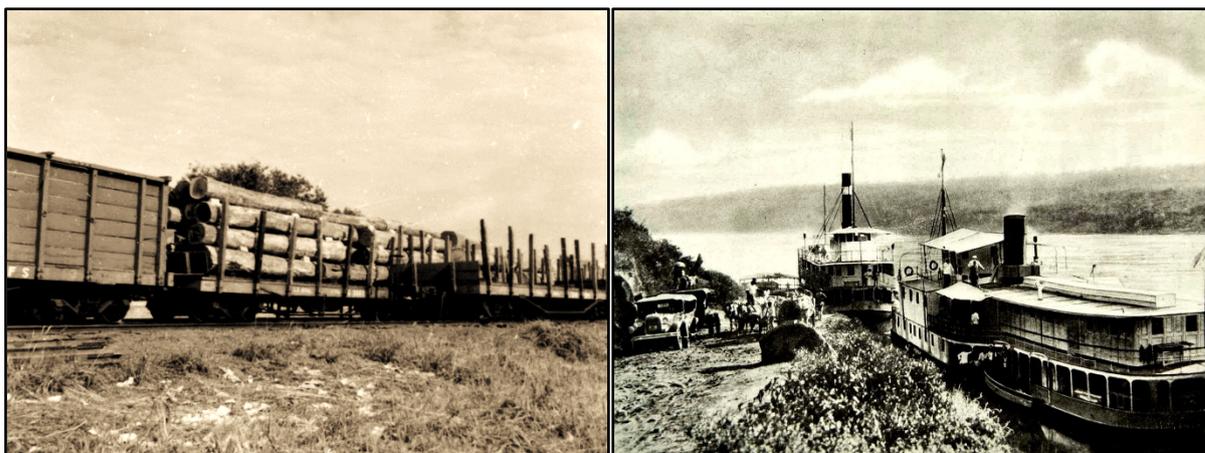
O quadro inicial de vegetação, por sua vez, abrigou e regeu a biota de organismos há muito desaparecidos, exilados desta região. E não somente a fauna e a flora foram dizimadas, como também comunidades indígenas da tribo Guarani²⁵ que, diante da ameaça dos desbravadores, refugiaram-se nos interiores Mato-Grossenses. Sabe-se que a expansão a oeste detinha como objetivo inicial a abertura de caminhos para as tropas armadas brasileiras fazerem frente ao exército paraguaio²⁶. Depois, em anos seguintes, a ocupação do território ocorrera por meio da abertura da estrada de Ferro Sorocabana, rumo às águas do Rio Paraná, e da estrada boiadeira em sentido ao Rio Paranapanema (LEITE, 1981) (Figura 42).

²⁴ Era comum a construção de ferrovias sobre os pontos mais altos da região, justamente por conta de condições favoráveis proporcionadas pelos divisores de água, o que explica a proximidade das linhas férreas com o limite norte da UGRHI-22. Percebe-se que o desenvolvimento das cidades, ao longo dos trilhos, deu-se sobre áreas com relevos fortemente ondulados e declivosos, próximas a esses divisores.

²⁵ Formada pelas tribos caiuías, xavantes e caicangs. Por muito essas comunidades sofreriam abusos e ofereciam resistência ao “homem-branco”, ao passo que os temores incididos sobre ambos os povos resultariam em mortes. A maioria, obviamente, aos povoados indígenas.

²⁶ Em razão da Guerra do Paraguai, entre dezembro de 1864 e março de 1870.

FIGURA 42 – Transporte de madeira nativa pela locomotiva e o Porto de Tibiriçá



Fonte: IBGE (Biblioteca Online).

A partir de então o Estado passou a promover expedições geográficas e cartográficas, de modo a melhor reconhecer o território e garantir um planejamento adequado no que se refere à sua exploração e ocupação. Conforme aludido, a estrada de Ferro Sorocabana, conectando os municípios de Marília à Presidente Prudente em 1917 e Presidente Epitácio²⁷ em 1922, responsabilizara-se pelo estabelecimento de povoados coloniais ao sudoeste regional, pois permitiu o fluxo de trabalhadores ao sertão paulistano. Portanto, o genocídio e as gradativas expulsões das comunidades indígenas que habitavam as terras, associado a ampliação das estradas e ferrovias, permitiram imigrantes²⁸, ascendentes da população contemporânea, se acomodarem na região (LEITE, 1981).

Isto posto, os primeiros anos do século XX seriam marcados pela corrida para o oeste paulista, onde grandes fazendeiros, autoproclamados coronéis, deteriam extensivas porções dos territórios ocidentais. Contudo, a continuidade dada à cultura cafeeira no restante do Estado prolongara-se somente até a quebra da bolsa de Nova York, em 1929²⁹. Sendo o caso, ocorrera a substituição das lavouras cafeeiras, dando lugar à plantações de amendoim, algodão, menta, cana-de-açúcar, e às posteriores e extensivas áreas destinadas à pecuária. Durante o período, muitos foram os conflitos entre o território e as comunidades que habitavam o sertão

²⁷ Por conta da importância estratégica do Porto Tibiriçá, fundado em 01 de janeiro de 1907.

²⁸ Compostos por famílias de origens italiana, espanhola, japonesa, nordestina ou mineira, motivados principalmente pelas promessas das fartas e férteis terras cultiváveis do Oeste.

²⁹ Diante da crise mundial, a exacerbada produção nas lavouras de café permanecera armazenada em propriedades rurais, apodrecendo em galpões devido à baixa demanda por importações.

paulistano. Emergem, a partir disso, confrontos relacionados a questão das terras devolutas (LEITE, 1981).

A divisão e distribuição de grandes espaços na região deram-se de modo injusto e equivocado, culminando para o surgimento de movimentos sociais³⁰. Deste modo, os grileiros³¹, detentores de vastos campos cultiváveis, comandariam mortes e expulsões de quaisquer famílias que ameaçassem invadir ou ocupar suas desabitadas propriedades. Sendo assim, a confusão gerada em torno da desleal documentação, somada à inacabável contenda por terras, resultara na intervenção do governo³² do Estado na província ocidental (MONBEIG, 1989).

Portanto, a abertura da estrada de ferro, a expulsão de comunidades indígenas, e a exploração e ocupação desenfreada dessas terras, acompanharam um processo de desmatamento assolador, promovido pela extração madeireira³³ e por queimadas florestais³⁴, que se consistira numa eminente ameaça à flora paulistana.

Em suma, percebe-se, por meio desta diminuta narrativa do processo histórico, a gravidade dos acontecimentos que antecederam às décadas recentes. Assume-se, antecipadamente, que as passagens descritas pouco explanam a brutal realidade com que essas terras foram desoladas. As práticas agrícolas ocorreram erroneamente, ignorando as características do solo. Sabe-se que, anteriormente, as primeiras camadas de matéria orgânica, originárias de vegetações que se instalaram por milhares de anos na região, proporcionaram maiores índices de fertilidade ao solo. Com a retirada da vegetação, em conjunto com a sua inadequada exploração, não demorou muito para que as características naturais, predominantes do solo arenoso, retornassem à baixa fertilidades.

Não obstante, ao avaliar o quadro atual da UGRHI-22 percebe-se um distinto contraste revelado por mosaicos na paisagem. Ao longo das décadas recentes, a pecuária foi a principal atividade, e esse modelo reproduziu-se até

³⁰ Dos quais, atualmente, resultaram na implementação de centenas de assentamentos rurais.

³¹ O nome advém do procedimento com que falsificavam os títulos de posses. Ao elaborarem a carta, colocavam-na em gavetas com grilos dentro. A decomposição dos insetos tornava a folha amarelada, dando o aspecto envelhecido e “comprovando” sua autenticidade.

³² Não há prepotência alguma ao dizer que essa intervenção, dado o histórico da região, decorreria-se plenamente a favor dos grandes proprietários, que, com a outorga do Estado, receberam autonomia o suficiente para comandar e reger as terras e os trabalhadores da maneira que melhor lhes coubesse.

³³ Pois a madeira era levada até São Paulo devido a exigente demanda por construções na capital.

³⁴ Com o intuito de “limparem” as áreas para a agricultura, proferindo que essas terras desmatadas e queimadas eram próprias para a produção, e não para a conservação.

mesmo em áreas mais baixas e aplainadas da região. Foi somente durante o início do século XXI que, fortemente incentivadas pela economia, as usinas sucroalcooleiras se instalaram sobre seus degradados solos. Cabe ressaltar que embora a cana-de-açúcar, como planta, não exija uma elevada fertilidade do solo, a prática agricultável com que esta é cultivada ultrapassa, em muito, a capacidade de resiliência ecológica local, pois muitas vezes se dá por meio de pulverizações aéreas com herbicidas e fungicidas, comprometendo a qualidade das demais plantações ao redor (Figura 43).

FIGURA 43 – Avião sobrevoando canavial e a morte de leguminosas em



Sandovalina.



Fotografia: Boin, M. N.; OSCO, L. P. (2015).

Observa-se, portanto, a divisão entre as terras em espaços constituídos por cidades, assentamentos, pecuária e por lavouras de cana-de-açúcar. Em vista da condição aludida, a biodiversidade regional encontra-se em um impacto contínuo, seja no meio rural, seja no meio urbano, afetando ambos os seus habitantes Resumidamente, o assoreamento decorrente da ausência de matas

ciliares, somado à contaminação e eutrofização de córregos e lagos próximos aos núcleos urbanos, às constantes descargas de herbicidas, pesticidas e inseticidas em campos agricultáveis, e à aceleração de processos erosivos em áreas pecuárias, demonstram ser algumas das múltiplas e graves ameaças às condições ambientais regionais (Figura 44).

FIGURA 44 – Queimada de Canavial (Sandovalina) e lagoa eutrofizada (Pirapozinho).



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Diante deste conjunto percebe-se uma herança ambígua; deixada, por um lado, pelo histórico ocupacional ao decurso da ocupação regional, e, por outro, pelas condições naturais intrínsecas da UGRHI-22, permitindo e conduzindo o uso e a acomodação de populações em seu ambiente.

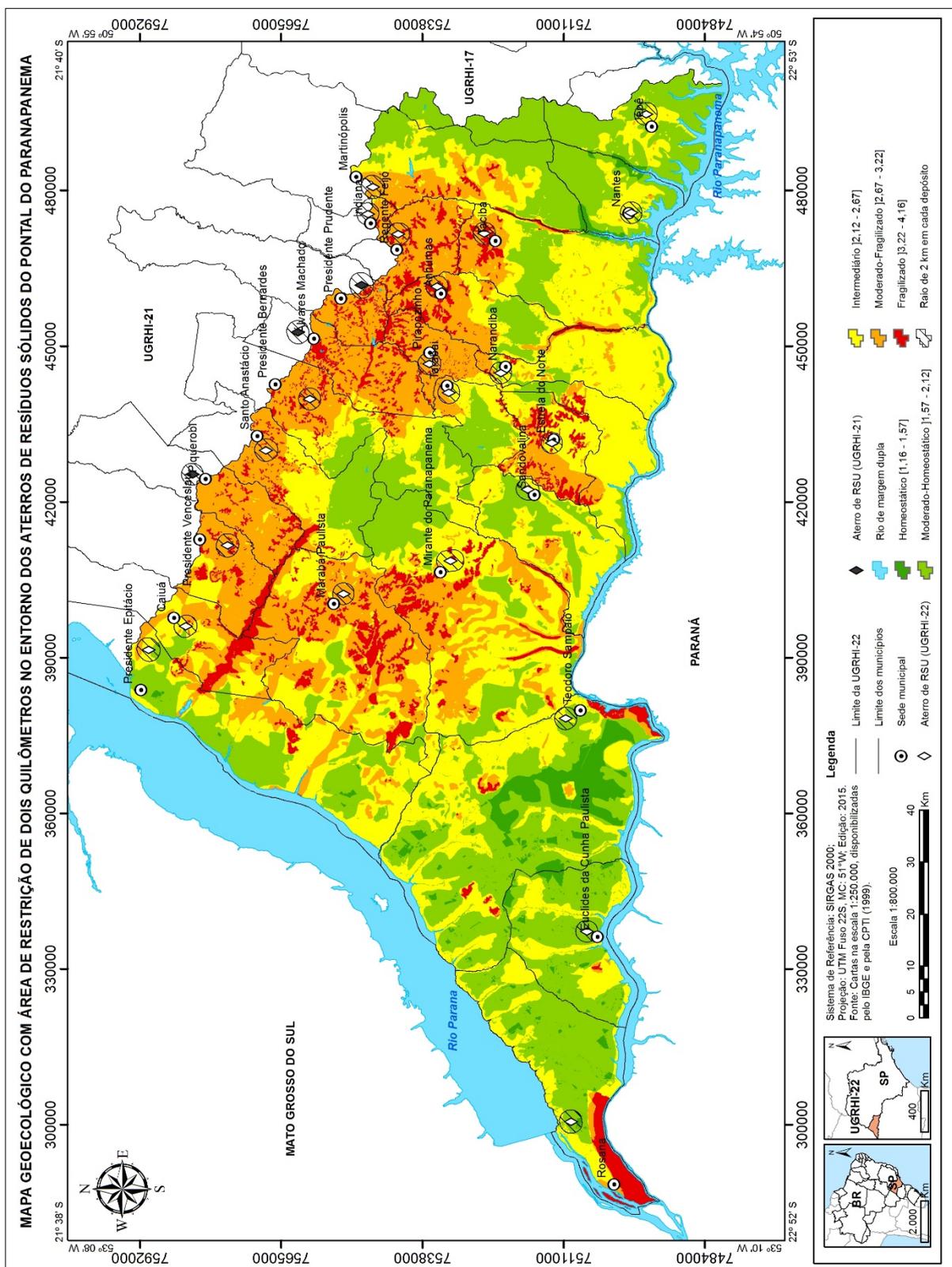
4.8 Degradação geocológica por aterros de resíduos sólidos na região

Dentre às ameaças impostas ao meio natural, a disposição de resíduos sólidos em aterros destaca-se entre uma das mais emergentes questões ambientais em discussão. Entende-se que a exacerbada produção de lixo resulte em uma série de consequências nocivas ao ambiente, especialmente quando armazenado de modo inadequado, degradando não unicamente o local onde se encontra depositado, como também sujeitando o seu entorno as mesmas sequelas.

Neste contexto, e conforme aludido, os trabalhos de campo realizados nos aterros de resíduos sólidos regionais proporcionou diversas constatações no que diz respeito ao gerenciamento e aos cuidados dados a esses aterros, assim

como averiguou suas condições geotécnicas que, por sua vez, apresentam-se sintetizadas no levantamento regional. Como raio de abrangência optou-se por estabelecer uma distância de dois quilômetros ao entorno de cada aterro (Figura 45).

FIGURA 45 – Mapa geológico com área de restrição de dois quilômetros no entorno dos aterros de resíduos sólidos do Pontal do Paranapanema



Fonte: Autor (2016).

Essa distância baseia-se nos critérios levantados por Gouveia e Prado (2010), que se apoiam na distância estipulada pela World Health Organization (ou Organização Mundial de Saúde – OMS) que afirma a respeito do raio de influência dos contaminantes dos depósitos de resíduos sólidos em 1 quilômetro (considerando sua via aérea) e 2 quilômetros (em relação a rota de exposição dos recursos hídricos). Ambos os autores se utilizam da mesma metragem (dois quilômetros), ponderando a questão da influência desses depósitos de resíduos sobre a saúde da população local.

Assim, a partir da condição demonstrada, nota-se que uma elevada quantidade dos aterros de resíduos sólidos se encontra em setores sujeitos a maiores índices de fragilidade. Esses aterros, na maioria próximos aos perímetros urbanos, acabam por ocasionar graves impactos ao meio natural e às populações que habitam seus arredores. Para a avaliação dos parâmetros necessários à adequação desses aterros consideraram-se critérios previamente estabelecidos por pesquisas e órgãos ambientais. Esses critérios permitem uma melhor organização em relação ao diagnóstico dos aterros regionais.

Loureiro (2005) atesta uma série de considerações sobre as condições necessárias para a adequação dos aterros de resíduos sólidos, como a melhoria dos aspectos infraestruturais e operacionais que, em concordância com Farias (2002) e o IQR utilizado pela CETESB, estabelece os parâmetros de adequabilidade dos aterros (Tabela 8). Dentre os parâmetros ressaltam-se a: instalação de sistemas de drenagem de gás, chorume e águas pluviais, a presença de vigias ou ao menos guaritas para a vigilância local, o cercamento adequado da área, o controle de animais e queimadas, dentre outras necessidades.

Por outro lado, deve-se considerar os parâmetros físicos dessas áreas, e, nesse sentido, a CETESB exige uma distância mínima de 200 metros de quaisquer coleções de corpos hídricos, conforme estipulado pela Portaria Minter 124/80, assim como os critérios levantados por Zuquette (1994) e Moraes (2012), que se referem a profundidade mínima de 3 metros do substrato rochoso, 1 metro de profundidade do freático e a declividade do terreno situada entre pelo menos 2 a 8%. Além dos parâmetros aludidos, existe a restrição aeroportuária com distância mínima de vinte quilômetros de quaisquer aeródromos, bem como a restrição de ao menos 200 metros de rodovias.

TABELA 8 - Parâmetros Utilizados na Avaliação de Aterros de Resíduos Sólidos

Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 500 Metros		< 500 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Distância de Rodovias	> 200 Metros		< 200 Metros
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	

Fonte: CETESB; FARIAS (2002); LOUREIRO (2005); ZUQUETE (1981).

Em vista dos parâmetros citados percebe-se que determinados critérios apresentam-se atrelados à subjetividade do avaliador, sobretudo os que compõem o quadro técnico do órgão ambiental, e o que proporciona discussões a respeito da

real circunstância que esses aterros de resíduos sólidos se encontram. Por essa razão, a caracterização geocológica, ao abranger as proximidades desses aterros (no raio de dois quilômetros), possibilitou o levantamento de subsídios para a compreensão da fragilidade do local. Logo, os parâmetros apontados, somados à caracterização dos componentes do meio natural, permitiu melhor avaliar os aterros na região.

Destaca-se, a partir de então, a situação dos depósitos de resíduos na UGRHI-22, optando por categorizá-los de acordo com os níveis de fragilidade de seu entorno, conforme demonstrado a seguir. Salienta-se que ao final deste trabalho se encontra a descrição detalhada e sintetizada de cada um desses aterros (Apêndice A). Convém acrescentar, previamente, que nenhum dos aterros possuem os sistemas de tratamento adequados aos gases e chorume produzidos, pois consistem-se, em sua maioria, de aterros em vala (ou controlados), contando somente com um único aterro sanitário, localizado no município de Presidente Venceslau – SP, e um lixão (ou vazadouro) que se encontra no município de Pirapozinho – SP.

- **Aterros de Resíduos Sólidos em Áreas Moderadamente-Homeostáticas:**

Refere-se aos depósitos onde se existe certa estabilidade da paisagem ao entorno. Muitos são os aterros enquadrados nessa categoria e, ainda assim, não cumprem o necessário para uma adequabilidade aceitável. São esses: Euclides da Cunha Paulista; Iepê; Nantes; Narandiba; Presidente Epitácio; Rosana; Sandovalina e; Teodoro Sampaio.

O aterro de resíduos sólidos em Euclides da Cunha Paulista encontra-se a cerca de 1,4 quilômetros do perímetro urbano, à margem da rodovia que interliga a cidade. O aterro, embora sobre área geotecnicaamente favorável, ignora uma série de aspectos no que diz respeito à adequação de suas práticas operacionais. Apesar do local ser provido de condições naturais adequadas, os aspectos de infraestrutura e operação não são bem organizados, acarretando em adversidades. O recebimento inadequado de resíduos industriais, a falta de cobertura diária e sistemática do resíduo com solos, a inexistência de cerca viva, e a presença de animais, moscas e o odor fétido de podridão configuram a condição do local (Figura 46).

FIGURA 46 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Euclides da Cunha Paulista



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Em Iepê (e demais aterros inseridos sobre essa categoria geocológica), os critérios voltados à caracterização geotécnica da área, como profundidade do solo, substrato rochoso, freático, permeabilidade, dentre outros, apresentam-se de modo satisfatório. Entretanto, os resíduos se encontram a céu aberto, e o aterro possui a presença periódica de catadores e constante de animais silvestres. O local, apesar de não receber resíduos industriais ou hospitalares, tornou-se um depósito de animais mortos e de queimadas de ossadas e galhadas oriundas da cidade. (Figura 47).

FIGURA 47 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Iepê



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Em Nantes se existe uma discrepância dos demais aterros, pois embora se encontre sobre a condição de paisagem natural homeostática, o aterro

depara-se perto da malha urbana e extremamente próximo a um corpo d'água, acompanhado pela estação de tratamento de efluentes municipal. Assim como em Iepê, constatou-se a presença de animais (vivos e mortos) no local. A profundidade do freático aparenta não ser baixa. O aterro se encontra sobre Nitossolo Vermelho, em Colinas Baixas, com topografia suavemente ondulada a plana. Essa área, apesar de pequena em comparação as anteriores, aparenta uma certa desorganização no que diz respeito a abertura de valas e recobrimento dos resíduos, recebendo material não autorizado, como carcaças dos animais mortos e ossadas de gado (Figura 48).

FIGURA 48 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Nantes



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

No aterro municipal de Narandiba notou uma das melhores condições geotécnicas, uma vez que a área encontra-se sobre um profundo Latossolo Vermelho, em setor relativamente aplainado, com características adequadas. É desprovido de catadores, sendo recoberto com mais frequência que demais aterros, o que resulta na redução da presença de animais. Apesar disso, no que diz respeito ao cercamento local, o aterro carece de cortina de vegetação no entorno com a finalidade de isolá-lo visualmente, além de reduzir o odor do material depositado (Figura 49). Outro fator a chamar a atenção é a sua localização ao lado da rodovia, quando deveria estar a no mínimo 200 metros de distância.

FIGURA 49 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Narandiba



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

O aterro de Presidente Epitácio situa-se em localidade ambígua, onde embora concentre Latossolos Vermelho-Amarelos, em relevo pouco acidentado e de baixos graus de dissecação, o local é diferenciado devido à presença pouco distante dos terraços aluviais. Ainda que se encontrem à cerca de 500 metros, esses terraços permitem concentrações do freático em áreas próximas da superfície. O aterro, ainda, apresenta práticas operacionais errôneas, embora conte com a presença de cooperativados durante a separação dos resíduos sólidos recebidos. Não obstante, algumas práticas inadequadas como a queimada de galhadas e demais resíduos e a ausência de planejamento na escavação das valas comprometem sua eficiência (Figura 50).

FIGURA 50 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Presidente Epitácio



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

O município de Rosana, por sua vez, destina os resíduos em seu próprio distrito, denominado de Primavera. Assim, nessa localidade, os Latossolos Vermelho-Amarelos apresentam profundidades expressivas, sendo bem desenvolvidos, sobre relevo de Colinas Baixas. Dentre as práticas operacionais errôneas dadas, o aterro se destaca por uma exacerbada concentração de resíduos em superfície, sujeitando-os ao recobrimento das valas apenas após a separação do material reciclável, realizados por catadores no próprio local. Observou-se a remoção dos fragmentos de vegetação nativa para a expansão da área atual, enquanto a anterior (e esgotada) permanece abandonada, sem práticas algumas de recuperação ou remediação. O montante de resíduos sólidos, mais que nos municípios anteriores, é o suficiente para impressionar qualquer um que adentre a área (Figura 51).

FIGURA 51 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Rosana



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

No município de Sandovalina o aterro de resíduos sólidos permanece a pouco mais que 1,5 quilômetros da cidade, dividindo espaço com fragmentos florestais expressivos (de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado) que margeia o ribeirão Taquaruçu. No local pôde-se observar o descaso com a antiga e esgotada área, onde o plantio de espécies nativas não recebera o cuidado adequado. Encontra-se, porém, devidamente cercado (embora não possua a cortina de vegetação) e sem queimas de resíduos. Recebe, entretanto, material industrial, comprometendo com a adequação do aterro (Figura 52).

FIGURA 52 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Sandovalina



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

A área ocupada pelo aterro de Teodoro Sampaio destaca-se em razão de sua vasta extensão territorial, caracterizada por Latossolos Vermelho-Amarelos, de baixa variação topográfica em Colinas Baixas, próxima a uma mata nativa em estágio de regeneração. A porção mais antiga do aterro encontra-se encerrada, embora traços na superfície sugiram o seu mau aproveitamento, sobretudo em relação a abertura de valas. Não existem sistemas de drenagem, tratamento ou até mesmo a separação dos resíduos sólidos, havendo uma constante presença dos trabalhadores, responsáveis por movimentarem solos no aterro, comprimirem o material descartado e recobrirem as valas. A área, apesar disso, carece de certos parâmetros físicos, como por exemplo uma cerca de vegetação no seu entorno (Figura 53).

FIGURA 53 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Teodoro Sampaio



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

- **Aterros de Resíduos Sólidos em Áreas Intermediárias:**

Compete a esta categoria os aterros que se encontram sobre setores em equilíbrio dos processos morfogênicos e pedogênicos, podendo, ou não, concentrarem médias a altas densidades de drenagem, o que contribui com o risco de contaminação dos recursos hídricos nesses setores. Pertencem a essas unidades os aterros de: Caiuá; Estrela do Norte; Mirante do Paranapanema e; Tarabai.

No município de Caiuá a localização do aterro se dá a uma distância satisfatória do perímetro urbano (cerca de 2,2 quilômetros), sobre um relevo ondulado, entre Colinas Amplas e Baixas, constituindo-se de Argissolo Vermelho-Amarelo, de profundidade média. Dentre os problemas encontrados, notou certa inconsistência nas valas, pois não existe um planejamento bem estruturado, sendo que os solos escavados revelaram resíduos sólidos depositados no passado. Ainda assim, o local encontra-se devidamente cercado, com eucaliptos adultos em espaços anteriormente utilizados para deposições de resíduos sólidos anteriores (Figura 54).

FIGURA 54 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Caiuá



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Em Estrela do Norte o aterro de resíduos sólidos situa-se sobre o relevo de Colinas Amplas, com predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo. Do mesmo modo que em Narandiba, aparenta receber alguns dos cuidados com a infraestrutura e práticas operacionais. O local, portanto, é cercado, contando com

uma guarita para vigilância, recebendo somente resíduos autorizados. Há, no entorno, uma cortina de vegetação para amenizar odores característicos. Quanto a presença de animais, moscas e catadores, a área está dentro dos padrões de adequabilidade. Um grave empecilho ao local ocorre devido à proximidade com o cemitério (dividindo muros) e com a cidade, a cerca de 400 metros (Figura 55).

FIGURA 55 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Estrela do Norte



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

A situação do aterro de resíduos sólidos em Mirante do Paranapanema apresenta-se de maneira semelhante aos anteriores, sobre condições relativamente propícias às características naturais da área, com solos medianamente profundos e relevo ondulado, de Colinas Amplas, situando-se, mais precisamente, em um topo de colina, afastado (ainda que por uma considerável declividade) do corpo d'água mais próximo. É cercado, mesmo que deficientemente, por alambrados. Existe a presença de catadores, poucos animais e de resíduos sólidos não autorizados, como industriais e hospitalares. A largura das valas, bem como a extensão da área, é boa, o que confere ao aterro um maior prazo de vida útil (Figura 56).

FIGURA 56 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Mirante do Paranapanema



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

O aterro municipal de Tarabai, por sua vez, encontra-se sobre um relevo de Colinas Amplas, onduladas e com índices de dissecação próximos a aqueles observados nos aterros de Caiuá e Estrela do Norte. É recoberto inteiramente com Argissolo Vermelho-Amarelo, de boa profundidade. Dentre os problemas destaca-se a desconsideração com a vasta maioria dos parâmetros mínimos de adequabilidade, uma vez que foi constatado a presença (e criação) de animais, queimadas de resíduos hospitalares, depósitos de dejetos humanos, e ausência de um recobrimento periódico de resíduos, construindo com a proliferação de vetores (Figura 57).

FIGURA 57 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Tarabai



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

- **Aterros de Resíduos Sólidos em Áreas Moderadamente-Vulneráveis:**

Destacam nessas unidades os depósitos de resíduos sólidos que estão próximos à áreas com elevadas concentrações de corpos d'água e solos de menor profundidade, de relevo médio a forte ondulado e maiores índices de declividade, o que acaba por contribuir com a fragilidade do local, principalmente no que se refere à operação dos aterros de resíduos sólidos. Abrangem, portanto, os aterros de resíduos sólidos dos seguintes municípios: Indiana; Marabá Paulista; Martinópolis; Pirapozinho; Presidente Bernardes; Presidente Venceslau e; Santo Anastácio.

Em Indiana o aterro municipal encontra-se a menos de 1 quilômetro da malha urbana, numa estrada de fácil acesso na zona rural. Os solos são compostos predominantemente por Argissolos Vermelho-Amarelos, com baixas profundidades. A elevada declividade do relevo ao entorno, bem como a proximidade do recurso hídrico contribuem para a irregularidade da área. O local, ainda, encontra-se praticamente esgotado, contando com a presença de animais, catadores e recebimento de resíduos industriais e potencialmente perigosos (como herbicidas e pesticidas). O galpão, onde costumavam armazenar resíduos da logística reversa, como por exemplo os pneus, foi incendiado por razões desconhecidas (Figura 58).

FIGURA 58 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Indiana



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

A área ocupada pelo aterro municipal de Marabá Paulista apresenta uma série de problemas na disposição dos resíduos, pois apesar de se encontrar sobre um solo raso (Argissolo Vermelho-Amarelo) e certamente fragilizado devido às

condições locais, o mal aproveitamento da área com relação ao dimensionamento das valas (por sua baixíssima profundidade com cerca de 80 centímetros), compromete a vida útil do aterro. O local situa-se sobre um relevo medianamente ondulado, com índices de declividade aceitáveis, distante de quaisquer recursos hídricos. No que se refere aos aspectos operacionais e de infraestrutura, o aterro apresenta notável simplicidade, uma vez que possui, somente, uma pequena cerca de arame liso no entorno, não existindo medidas de controle de entrada de pessoas ou animais. O resíduo, ainda, apresentou fortes odores, sugerindo a falta de recobrimento por um longo período de dias (Figura 59).

FIGURA 59 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Marabá Paulista



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Em Martinópolis notou-se que o aterro municipal revelou zonas de solos medianamente profundos localmente e rasos conforme se distancia de seu setor mais elevado, de relevo suave ondulado a ondulado. Essa área, contudo, encontra-se próxima ao recurso hídrico, em distância razoavelmente segura (460 metros), porém sobre uma cabeceira de drenagem. O aterro se destaca por aparentar alguns dos aspectos adequados às normas de gerenciamento e infraestrutura, contando com a cooperativa local, onde é realizada a separação dos resíduos sólidos, assim como ser autossuficiente de maquinário disponível. Todavia, boa parte desses resíduos sólidos permaneciam em superfície, sendo pouco recobertos. Havia a presença de animais, e certa desorganização com a abertura de valas. A cortina de vegetação é escassa, contornando apenas a entrada do aterro,

acompanhando sua frente de acesso, que limita a cerca do local somente por uma pequena porção (Figura 60).

FIGURA 60 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Martinópolis



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Pirapozinho se destaca entre os aterros de resíduos sólidos regionais pois é considerado pelo órgão ambiental como um lixão, necessitando o encerramento imediato da área. Por apresentar índices de fragilidade relativamente elevados, o depósito sujeita-se à uma série de implicações naturais, como a baixa profundidade dos solos, a acentuada declividade em setores muito próximos, e a presença de uma nascente na área. Todavia, sua irregularidade não se dá apenas pelas características naturais, mas também por deficiências na infraestrutura e nas práticas operacionais. O recobrimento dos resíduos é eventual, deixando a maior parte do tempo os resíduos exposta a céu aberto. Existe a presença ininterrupta de catadores, crianças, animais (criação de porcos) e de indivíduos que adentram ao local de forma não autorizada, pois não existe nenhuma forma de cercamento ou vigilância no local (Figura 61).

FIGURA 61 – Lixão Municipal de Pirapozinho



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

O aterro municipal de Presidente Bernardes encontra-se sobre uma área vulnerável em relação a proximidade com o corpo hídrico. Ainda que esteja sobre um topo, a expansão do aterro ocorreu em direção a nascente e ao córrego mais próximo, onde foram desmatadas vegetações nativas para essa finalidade. Apresenta relevo ondulado, e a baixa profundidade do Argissolo Vermelho-Amarelo encontrado, junto à presença de um freático na meia encosta, contribui para a inadequabilidade do local. Os resíduos sólidos são depositados diretamente no freático, contaminando o recurso hídrico. Em relação aos seus aspectos operacionais, o aterro possui um galpão destinado à separação de resíduos, recobertos diariamente com o maquinário correto. Ainda assim, não atende a infraestrutura necessária para garantir a minimização dos impactos ambientais sobre a área. Em face disso, a contaminação do recurso hídrico adjacente é incontestável (Figura 62).

FIGURA 62 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Presidente Bernardes



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

O único aterro de resíduos sólidos na UGRHI - 22 com a infraestrutura necessária de um aterro sanitário “senso strito” situa-se no município de Presidente Venceslau. O aterro, por apresentar o sistema de drenagem de metano e chorume, a lagoa de armazenamento de chorume e ter o fundo das valas impermeabilizado, foi classificado como tal. Entretanto, ao verificar as condições de operação do aterro percebeu-se um inegável desprezo com o gerenciamento local. A rede coletora de chorume, por má drenagem ou inexistente tratamento da lagoa, acabou contendo o contaminante sobre suas mantas, permitindo acumulação e ascensão do líquido que extravasa a trincheira e adentra os drenos de gases, tornando o aterro totalmente ineficiente em preservar a qualidade dos recursos naturais na área e no entorno. Isso, somado à presença de animais, catadores, queimadas e outras ocorrências, garante ao aterro as péssimas condições. Sendo o caso, a contaminação do local apresenta-se evidente, uma vez que o chorume armazenado transborda da lagoa, dirigindo-se às porções mais declivosas. A área, contudo, está sobre um setor relativamente plano, de solos (Argissolo Vermelho-Amarelo) pouco profundos, o que agrava ainda mais os problemas averiguados (Figura 63).

FIGURA 63 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Presidente Venceslau



Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Em Santo Anastácio o aterro municipal encontra-se em relevo plano, sobre um divisor de água, com solos pouco espessos (Argissolo Vermelho-Amarelo), evidenciado na abertura das valas, onde é possível observar que, além da baixa profundidade, há a escavação do maciço rochoso para a disposição dos resíduos em seu interior. As valas onde se encontram os resíduos não apresentam infraestrutura condizente com este tipo do empreendimento e os solos rasos não tem capacidade de atenuação do contaminante, mesmo porque são retirados para dispor os resíduos diretamente no maciço rochoso. Essas valas, por possuírem expressivas dimensões (em relação ao comprimento) demoram para serem preenchidas, proporcionando ao material descartado maiores períodos na superfície, atraindo animais e permitindo a proliferação de vetores. O local, apesar de cercado, não apresenta quaisquer outros aspectos de infraestrutura (Figura 64).

FIGURA 64 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Santo Anastácio



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

- **Aterros de Resíduos Sólidos em Áreas Vulneráveis:**

Por último discute-se a respeito dos aterros de resíduos sólidos inseridos nas unidades geológicas mais vulneráveis. Essas unidades são caracterizadas por seus acentuados processos erosivos, de solos rasos, bem como elevada densidade de drenagem, com a presença de lençóis suspensos em meia encosta e planícies ou terraços aluviais no entorno dos cursos d'água. Essas condições, por sua vez, estão sujeitas a graves riscos quando localizadas próximas aos aterros de resíduos sólidos. Não obstante, os aterros constados não se encontram necessariamente sobre essas áreas, mas sim em suas adjacências. São esses: Anhumas; Regente Feijó e; Taciba.

O aterro municipal de Anhumas, apesar de apresentar um entorno muito vulnerável (com elevados índices de declividade, solos rasos e proximidades à corpos d'água), encontra-se sobre um topo de colina relativamente plano. O aterro possui certa adequabilidade em alguns dos aspectos, como o recobrimento diário do material, organização na escavação das valas, e a vigilância do mesmo. Logo, apesar de não ser um aterro sanitário, consiste-se num dos aterros mais bem cuidados da UGRHI-22, embora se situe próximo à uma unidade de alta fragilidade (Figura 65).

FIGURA 65 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Anhumas



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

No município de Regente Feijó o aterro de resíduos sólidos apresenta em seus arredores índices extremamente vulneráveis, pois observou a ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo, relevo ondulado e proximidade muito grande ao corpo d'água (110 metros). O recobrimento dos resíduos sólidos ocorre de maneira irregular, o que contribui para o surgimento de animais e moscas, bem como a proliferação de vetores. Ainda assim o aterro possui uma acomodação voltada para a separação diária de seus resíduos. Constatou-se, contudo, o recebimento de resíduos industriais e perigosos no local, comprometendo com a qualidade ambiental local (Figura 66).

FIGURA 66 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Regente Feijó



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Por último o aterro municipal de Taciba situa-se em área extremamente vulnerável, próxima a uma cabeceira de drenagem, protegida somente por vegetação ciliar. O relevo ao entorno revela setores declivosos, principalmente quando próximos ao curso d'água adjacente, enquanto o solo, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, possui pequena profundidade. O aterro apresenta pouquíssimo controle em relação ao contaminante e, relativo a infraestrutura, o local possui um galpão onde se realiza a separação dos resíduos. Não há cercas na área, e a presença de animais, moscas, e odor forte consistem-se em alguns dos problemas observados (Figura 67). Oliveira (2012), em estudos realizados no entorno desse aterro, verificou que apesar da faixa de distância entre o depósito de resíduos sólidos e a nascente possuir 200 metros, havia a contaminação do recursos hídrico local.

FIGURA 67 – Aterro Municipal de Resíduos Sólidos de Taciba



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

- **Síntese das Informações Obtidas:**

Diante das constatações realizadas, percebe-se o inegável descaso em praticamente todas essas áreas de destinação final, sujeitas a graves problemas de contaminação dos solos, e, eventualmente dos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos. O levantamento geoecológico e as averiguações em campo a todas essas localidades permitiram o diagnóstico da real condição que esses aterros se encontram. Sendo assim, objetivando sintetizar as informações obtidas, buscou-se separar as condições geotécnicas, as práticas de operação ou gerenciamento do

local – seguindo os parâmetros apresentados na Tabela 9 – e as recomendações quanto à adequação dos depósitos (Tabela 10), classificados conforme a nota do IQR (2014).

Tabela 9 - Aterros Municipais de Resíduos Sólidos (Ugrhi-22) e Respectivas Condições Geotécnicas e de Gerenciamento

IQR (CETESB, 2014)	Município	Categoria Geoecológica	Parâmetros Geotécnicos*	Parâmetros de Gerenciamento*	Recomendação ao Local**
9,5	Nantes	Moderadamente-Homeostática	7/13	7/22	Implantação de Aterro Sanitário
9,0	Presidente Bernardes	Moderadamente-Vulnerável	3/13	10/22	Encerramento da Área
8,7	Estrela do Norte	Intermediário	10/13	15/22	Implantação de Aterro Sanitário
8,5	Taciba	Vulnerável	4/13	3/22	Encerramento da Área
8,4	Anhumas	Vulnerável	8/13	12/22	Encerramento da Área
8,4	Presidente Venceslau	Moderadamente-Vulnerável	10/13	8/22	Reestruturação do Aterro
7,5	Caiuá	Intermediário	10/13	7/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,5	Regente Feijó	Vulnerável	8/13	6/22	Encerramento da Área
7,5	Teodoro Sampaio	Moderadamente-Homeostática	9/13	12/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,4	Presidente Epitácio	Moderadamente-Homeostática	9/13	6/22	Encerramento da Área
7,4	Tarabai	Intermediário	5/13	2/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,3	Mirante do Paranapanema	Intermediário	7/13	8/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,3	Sandovalina	Moderadamente-Homeostática	8/13	11/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,2	Martinópolis	Moderadamente-Vulnerável	8/13	8/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,2	Narandiba	Moderadamente-Homeostática	10/13	12/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,2	Rosana	Moderadamente-Homeostática	10/13	5/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,1	Euclides da Cunha Paulista	Moderadamente-Homeostática	7/13	4/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,1	Marabá Paulista	Moderadamente-Vulnerável	7/13	6/22	Implantação de Aterro Sanitário
7,1	Santo Anastácio	Moderadamente-Vulnerável	8/13	7/22	Encerramento da Área
5,1	Iepê	Moderadamente-Homeostática	8/13	3/22	Implantação de Aterro Sanitário
4,6	Indiana	Moderadamente-Vulnerável	7/13	5/22	Implantação de Aterro Sanitário
2,8	Pirapozinho	Moderadamente-Vulnerável	1/13	0/22	Encerramento da Área

* Referem-se ao total de parâmetros atendidos para cada um dos depósitos de resíduos sólidos regionais conforme elencados na Tabela 9, página 108.

** Recomendações baseadas nas condições geoecológicas do local e seus arredores.

Sendo o caso, convém destacar que apesar de certos aterros estarem sobre unidades geoecológicas relativamente estáveis, suas condições geotécnicas não são, de todo, favoráveis. Existem casos específicos, onde o aterro situa-se muito próximo dos núcleos populacionais ou mesmo dos recursos hídricos, infringindo os parâmetros elencados.

Outro fator a ser observado diz respeito a questão de não existirem aterros na condição adequada conforme a Lei 12.305/10, ou seja, aterros sanitários. Por essa razão, mesmo que o município cumpra boa parte dos requisitos necessários, esses aterros ainda não possuem os critérios necessários para serem considerados como adequados.

Por último, recomenda-se que sejam implantados aterros sanitários nas áreas que possuam condições naturais favoráveis, adequando-se às normas vigentes. Em áreas que apresentam uma condição incompatível com os parâmetros mínimos é recomendável o encerramento de suas atividades e a recuperação ambiental local.

O que foi observado nas vistorias ao longo dos últimos anos não foi uma melhoria, mas sim a tendência à piora. Se numa área como a UGRHI-22, que suportou os inúmeros processos de degradação no decorrer das décadas, o descaso com a condição desses depósitos de lixo somente impacta, cada vez mais, o meio natural e, direta ou indiretamente, o ser humano.

A proximidade dos aterros aos núcleos habitacionais implica um risco à população. Por outro lado, a abertura de novos e maiores aterros, acaba por condenar o local, contaminando os recursos naturais existentes, caso não sejam implementados com técnica e operação adequada. Deve-se, portanto, incentivar práticas voltadas a recuperação dessas áreas, cumprindo ambas as Leis (Estadual e Federal) e o dever exigido às suas adequações.

As criaturas de fora olhavam de um porco para um homem, de um homem para um porco e de um porco para um homem outra vez; mas já se tornara impossível distinguir quem era homem, quem era porco.

— **George Orwell.**

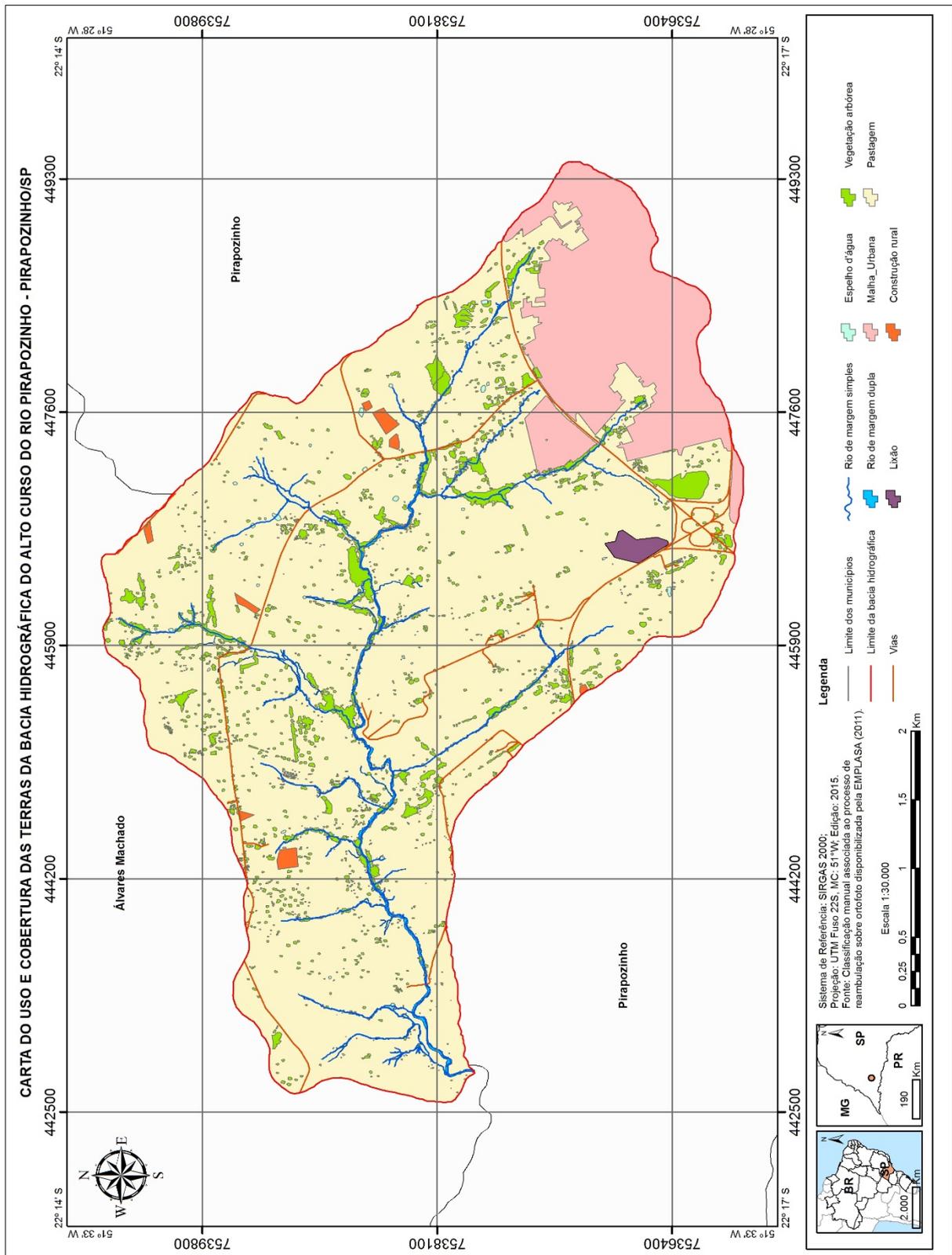
“A Revolução dos Bichos”.

5 ASPECTO GEOECOLÓGICO LOCAL (PIRAPOZINHO – SP)

Conforme evidenciado durante o levantamento geoecológico realizado na UGRHI-22, os resíduos sólidos do município de Pirapozinho – SP destinam-se para uma área inadequada, em unidade moderado-vulnerável. Ainda assim, a análise de casos particulares (como o de Pirapozinho – SP) exige níveis de detalhe maiores, pois o levantamento local consente melhor compreensão do impacto ocasionado sobre a área em si.

Sendo o caso, o detalhe adotado para a bacia hidrográfica que abrange o lixão de Pirapozinho – SP (Figura 68) possibilitou obter as informações necessárias da fragilidade e da potencialidade local. Optou-se por apresentar sequencialmente os componentes geoecológicos da bacia, atrelando-os às condições que o depósito de resíduo sólidos atualmente se encontra.

FIGURA 68 – Carta do uso e cobertura das terras da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

A influência antrópica na bacia hidrográfica estudada é evidenciada pela ocupação da malha urbana (contando com setores industriais, estação de tratamento de esgoto, vicinais e rodovias), e o próprio depósito de resíduos sólidos (Figura 69). No meio rural existe uma predominância da atividade pecuária, com pouca e pequena diversidade de culturas, como lavouras de cana-de-açúcar e plantações de eucalipto em setores específicos (Figura 70), além de pequenas propriedades particulares com finalidades recreativas.

FIGURA 69 – Cidade de Pirapozinho (SP) e descarga de resíduos sólidos no lixão



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

FIGURA 70 – Pastagem de gado e plantações de eucalipto na bacia estudada

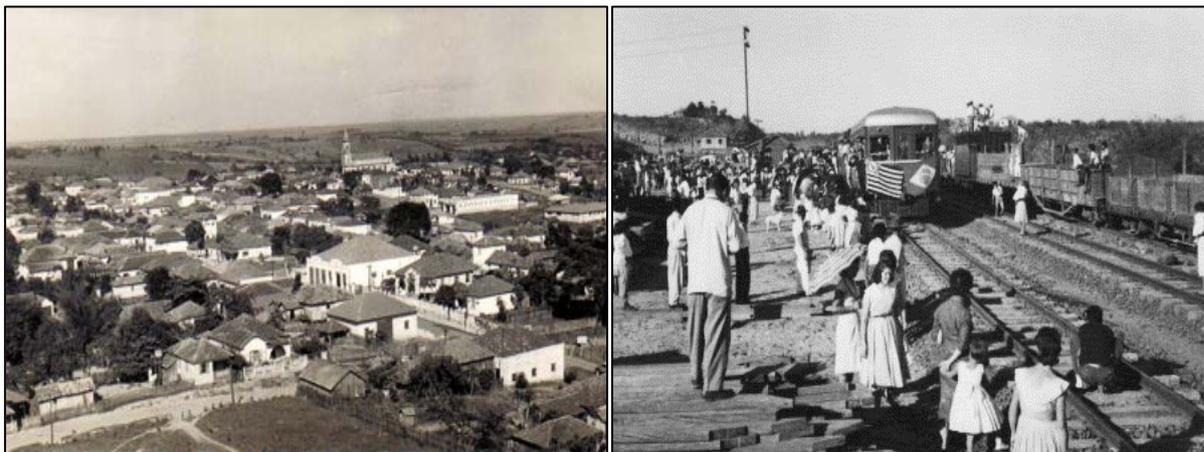


Fotografia: OSCO, L. P. (2013, 2014).

Historicamente, a ocupação local acompanhou os processos regionais, iniciando-se durante a década de 1920, quando muitos dos proprietários passaram a desmatar a densa vegetação encontrada com o intuito de oferecer passagem para

as populações que transitavam em direção ao município de Presidente Prudente. Esta situação perpetuou até meados de 1940, quando um grupo de moradores optou por criar a “Comissão Pró-criação do Município de Pirapozinho”, exigindo a emancipação municipal, desvinculando o distrito e a comarca de Presidente Prudente (EMUBRA) (Figura 71).

FIGURA 71 – Cidade de Pirapozinho (1961) e a Estrada de Ferro Sorocabana (1958)



Fonte: Folha do Pontal; Acervo de José Carlos Cardoso.

Com o crescimento e construção das casas surgiu a necessidade de suprir a demanda madeireira dos núcleos habitacionais, o que contribuiu para agravar ainda mais o desmatamento na área, uma vez que durante esse período os cultivos de algodão e amendoim dominavam a agricultura regional (LEITE, 1981). Diante do avançar das décadas, o consumo da população local cresceu, iniciando a deposição do material descartado em duas áreas distantes do centro urbano.

Ambas as áreas, anteriores ao lixão atual, foram aterradas e vendidas para as famílias mais pobres, que atualmente residem sobre os antigos depósitos de resíduos sólidos situados nas periferias da malha urbana. Sendo o caso, o predomínio da pastagem, o baixo índice de vegetação arbórea nativa, as práticas de intervenção a paisagem natural, bem como os antigos depósitos de resíduos sólidos, contribuem para as condições do quadro ambiental local.

A fragilidade intrínseca do meio físico e a permanência do atual lixão (FIGURA 72) a cerca de duas décadas e meia sobre a área, à aproximadamente 800 metros do perímetro urbano são problemas graves. O depósito se situa à margem da

rodovia Olímpio Ferreira da Silva (SP-272), ocupando área total de 5,81 ha, situado no topo de uma colina, onde destinam-se cerca de 20.500 kg de resíduos sólidos por dia (CETESB, 2014).

FIGURA 72 – Atual depósito de resíduos sólidos de Pirapozinho (SP)



Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

Em relação aos aspectos infraestrutura e práticas operacionais, o lixão de Pirapozinho (SP) não conta com nenhum dos quesitos apontado pela CETESB (Tabela 9), sendo, portanto, considerado como um local extremamente precário, onde descargas de resíduos sólidos a céu aberto ocorrem deliberadamente. O cercamento da área é ineficaz, com livre acesso a quaisquer pessoas, autorizadas ou não. Não existe portaria, vigilância ou outros métodos de segurança (Figura 73). A escavadeira disponível é utilizada para a abertura de valas no maciço rochoso, o que proporciona um maior risco a contaminação do freático no local.

FIGURA 73 – Entrada precária e a ausência de cercamento adequado no lixão



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

A situação tende a piorar quando averiguadas as práticas operacionais, pois o descaso com as normas exigidas ultrapassa, em muito, os parâmetros mínimos necessários para a adequabilidade local. Convém destacar que a área se encontra praticamente esgotada por muito tempo, o que resultou na abertura de valas em setores periféricos e inadequados, postergando, assim, a vida útil do lixão e ampliando a degradação. O dimensionamento das valas é inadequado, sendo escavadas apenas conforme a possibilidade oferecida pelo terreno. Os resíduos, quando recobertos, são aterrados com solos de áreas adjacentes, já que a profundidade do solo na área em si é pequena (Figura 74).

FIGURA 74 – Água acumulada sobre valas escavadas no maciço rochoso



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Observou-se, ainda, o recebimento de resíduos sólidos não autorizados no local, desde inertes (majoritariamente resíduo de construção e pneus) a perigosos e altamente tóxicos, tais como lâmpadas fluorescentes, pilhas galvânicas, radiografias, seringas, gases, frascos de remédios, bem como demais resíduos hospitalares, peças eletrônicas e automotivas, baterias, resíduos industriais, embalagens de pesticidas, herbicidas e fungicidas, dentre outros. Além desses, destinam-se ao lixão os resíduos orgânicos, desde alimentos apodrecidos a carcaças de animais mortos, contribuindo para a formação do chorume que, ao incorporar os elementos químicos dos resíduos perigosos, torna-se altamente impactante (Figura 75).

FIGURA 75 – Descarga de resíduos eletrônicos e hospitalares no lixão local



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Contudo, essas condições pouco diferem dos aterros regionais, uma vez que a vasta maioria recebe tratamento parecido com o caso de Pirapozinho (SP). O local distingue-se dos demais em razão da exacerbada presença de catadores que retiram seu sustento diário dos resíduos, como as crianças e idosos que percorrem os escombros de lixo. Essa área destoa-se, ainda, devido à exacerbada (e muito variada) quantidade de animais, como urubus, gaviões, pombos, seriemas, garças, além de diversos outros, como por exemplo a criação de porcos (Figura 76).

FIGURA 76 – Catadores e animais revirando montantes de resíduos

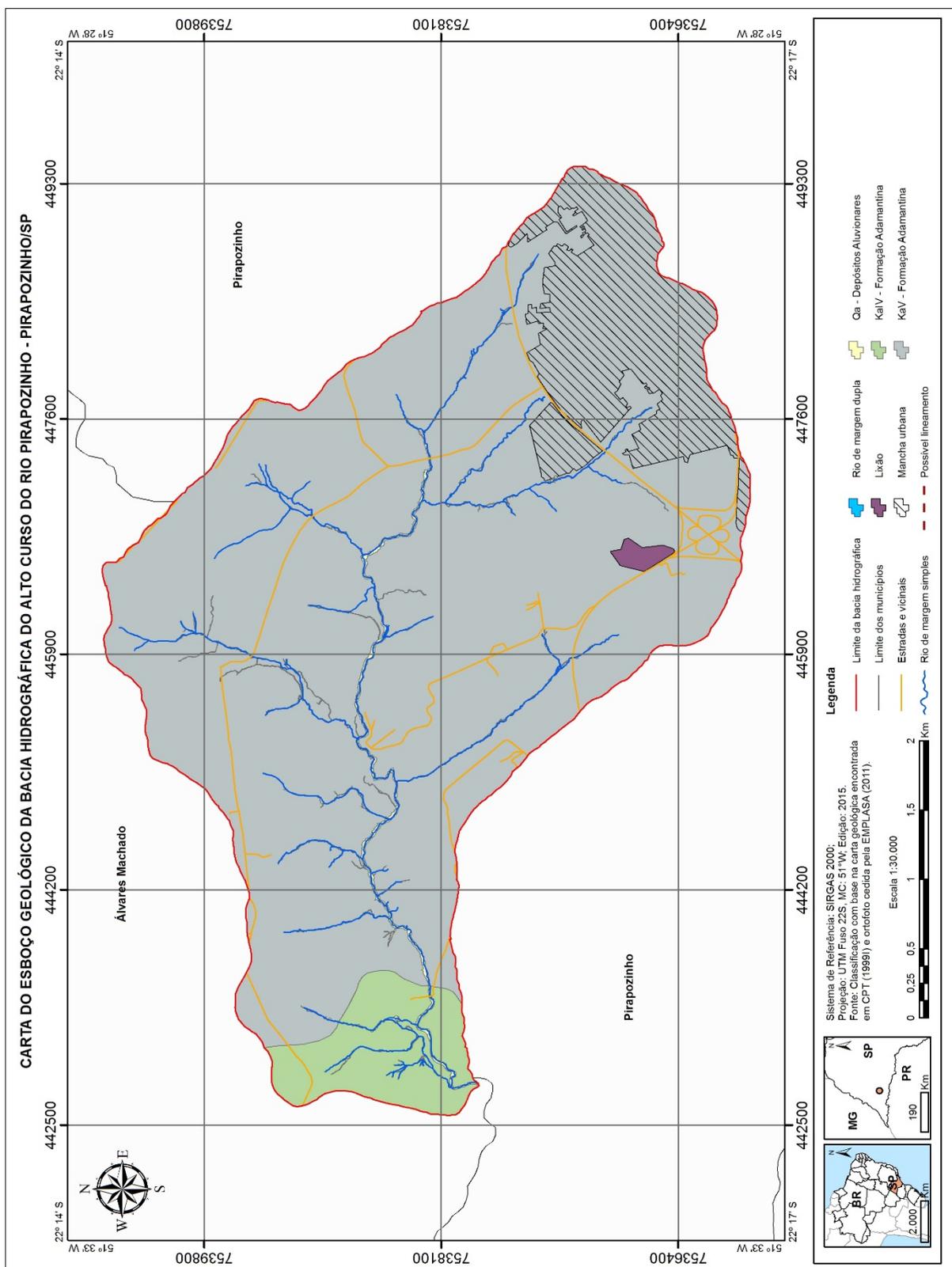


Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

5.1 Característica geológica local

A partir do levantamento geológico elaborado pela CPTI (1999), baseado na classificação de Almeida et al. (1981), comprovou-se que a região abrangida pelo alto curso do rio Pirapozinho se encontra sobre as porções aflorantes da Formação Adamantina, especialmente as unidades de mapeamento K_{aIV} e K_{aV} (Figura 77), bem como recobertas por Depósitos Aluvionares (Qa).

FIGURA 77 – Carta do esboço geológico da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

A distribuição litológica na área assume, predominantemente, litofácies da unidade Ka_V , onde, de acordo com Melo, Stein e Almeida (1982), caracterizam-se como arenitos dispostos em bancos pouco espessos, com cimentação carbonática frequente e ocorrências locais de nódulos carbonáticos. Os arenitos, ainda, possuem granulação fina a muito fina, de coloração róseo a castanho, que se alternam entre bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, com espessuras variadas (Figura 78), de acamamento plano paralelo grosseiro, microestratificações cruzadas, convolutas e estruturas hidrodinâmicas.

FIGURA 78 – Afloramento (intemperizado) do arenito da unidade Ka_V na margem da rodovia Assis Chateaubriand



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

A unidade Ka_{IV} , por sua vez, encontra-se aflorante somente em um setor específico da bacia hidrográfica, mais precisamente na foz. Essa unidade, de modo semelhante à unidade Ka_V , caracteriza-se pela composição de arenitos finos a muito finos, dispostos em espessos e alternados bancos de coloração avermelhada com intercalações e lentes de argilitos, siltitos e, bem restritamente, arenitos com pelotas de argila. Os arenitos constituem-se de quartzo, pequena quantidade de feldspato e sílica amorfa, minerais opacos e micas, apresentando coloração avermelhada e boa seleção. Sua matriz é argilosa, em porcentagens variadas. Ocorre, ainda, cimentação carbonática e raros nódulos carbonáticos (ALMEIDA et al., 1981).

Ambas as porções, quando relacionadas por condições hidrodinâmicas observáveis na bacia em questão, apresentam pouca diferenciação, uma vez que a

ocorrência de planícies aluviais e lençóis suspensos em meia encosta (ou em fundo de vale) incidem-se sobre as duas unidades. A unidade Ka_{IV} , contudo, difere-se por destacar um maior aplainamento (na bacia estudada) permitindo a acumulação de depósitos de sedimentos fluviais sobre estas porções da bacia (Figura 79).

FIGURA 79 – Planícies ao fundo de vale com sedimentos fluviais acumulados



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Esses depósitos constituem-se basicamente de areias esbranquiçadas mal selecionadas, com granulometria de muito fina a média. Dentro desta designação encontram-se os aluviões e os terraços pré-atuais (SOARES et al, 1980), exibindo cascalheiras e argilas em planícies, como evidenciadas às margens do rio Pirapozinho (Figura 80). Também foram observadas, na porção topograficamente mais baixa da bacia, a presença de bioturbações no maciço rochoso (Figura 81) com concentrações ferruginosas ao seu redor.

FIGURA 80 – Cascalheiras e argilas próximos ao curso d'água do rio Pirapozinho



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

FIGURA 81 – Bioturbações e concentrações ferruginosas aos seus arredores



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Por último, no que diz respeito aos lineamentos geológicos encontrados sobre a área de estudo, a vasta maioria assume sentido direcional equivalente a NW-SE, embora o mais expressivo se encontre na calha do rio Pirapozinho, rumo E-W. Conquanto, setores específicos possibilitam observar o entalhe do canal fluvial sobre zonas de fraqueza, como também prováveis soerguimentos dos blocos estruturais em sentido perpendicular ao curso d'água, proporcionando a formação de pequenas quedas d'água (soleiras), características de riachos em zonas de cabeceiras (Figura 82).

FIGURA 82 – Encaixe linear do rio Pirapozinho e pequenas quedas no curso d'água



Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

Desse modo, nota-se uma inegável fragilidade referente aos aspectos geológicos da área, pois as características intrínsecas das rochas propiciam a rápida contaminação dos recursos hídricos devido às porosidades e fraturamentos dos arenitos encontrados. Diante dessa situação supõe-se que quaisquer atividades antrópicas realizadas em superfície levem em consideração essas circunstâncias, principalmente no caso do lixão municipal, que necessita da abertura de valas para os depósitos de seus resíduos sólidos. Entretanto não é o que se observa, e o material rochoso é escavado até a profundidade de 1 a 2 metros, em novos setores do local (Figura 83), ampliando-se sentido colina abaixo, rumo às camadas semipermeáveis onde se encontram os lençóis de meia encosta.

FIGURA 83 – Exposição do maciço rochoso sobre valas recentes do lixão



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Por muito tempo os resíduos sólidos eram depositados ao topo da colina, onde a espessura do solo (ainda que pequena) oferecia um pouco de proteção aos recursos hídricos subterrâneos. Contudo, com a expansão do lixão, a necessidade de escavarem-se valas para o incessável montante de material descartado, e o desprezo e incapacidade do poder público em considerar a fragilidade do substrato rochoso, permitiram a situação constatada durante essas averiguações (Figura 84).

FIGURA 84 – Vala de resíduos sólidos escavada no maciço rochoso intemperizado

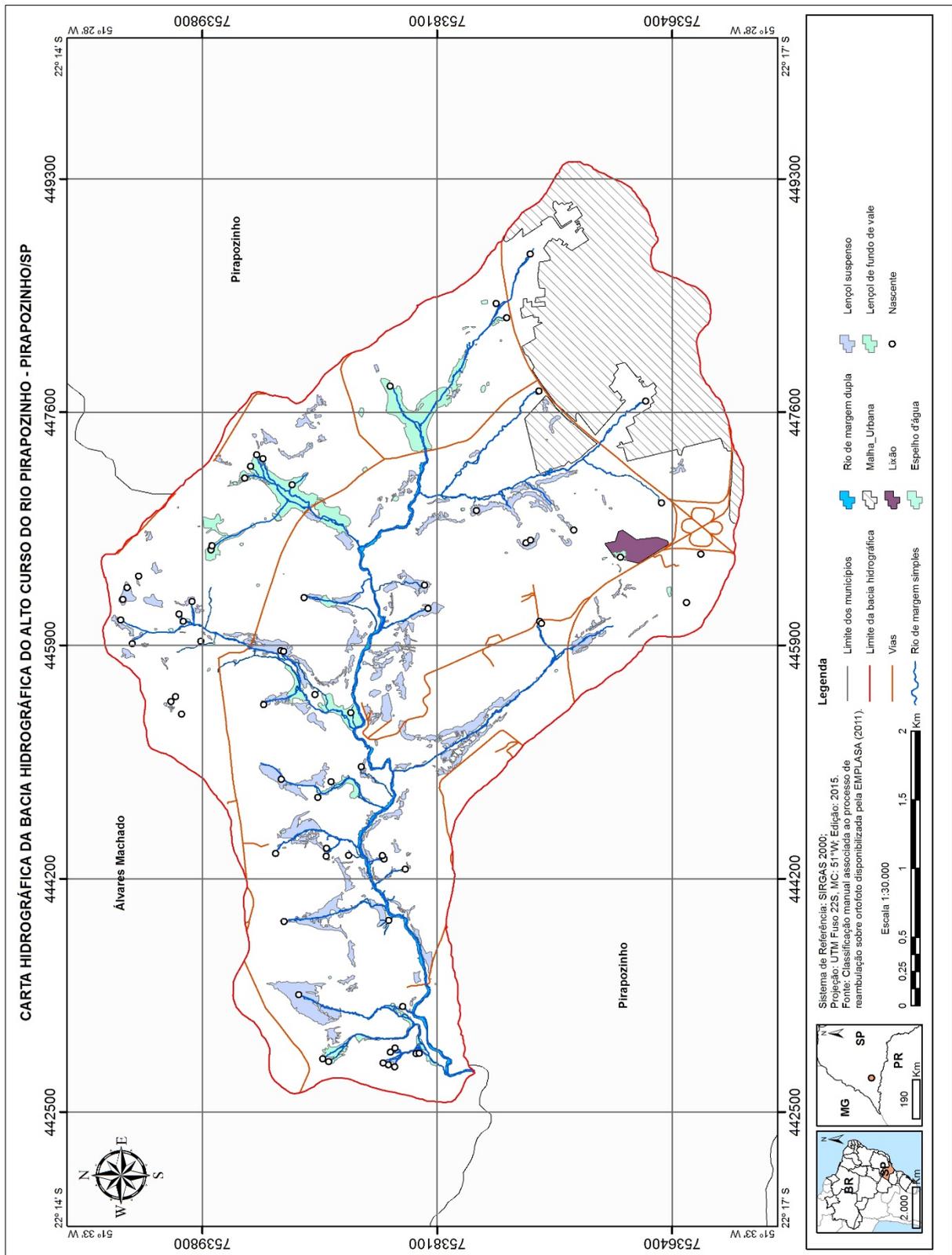


Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

5.2 Característica hidrográfica local

Portanto, os aspectos geológicos se relacionam a hidrodinâmica local, pois evidenciam uma série de componentes em superfície. A isso convém destacar que o alto curso do rio Pirapozinho revela (no detalhe) muitos daqueles condicionantes apontados durante o levantamento regional, como os lençóis em meia encosta e os de fundo de vale, e o padrão de drenagem típico da UGRHI-22, de caráter dendrítico (Figura 85).

FIGURA 85 – Carta hidrográfica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

Mencionou-se, previamente, a ocorrência de lençóis suspensos (ou de meia encosta, reconhecidos como o freático local), controlados principalmente pela diferença da composição granulométrica dos bancos areníticos e dos silto-argilosos, e com a correspondente resistência de rochas adjacentes e classes de declividade do relevo superiores à 15% (Figura 86), apontados durante o levantamento regional.

FIGURA 86 – Faixas escurecidas na encosta onde se encontram freáticos suspensos



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Já os lençóis de fundo de vale permanecem em posições próximas ao corpo hídrico (às planícies de inundação do curso d'água). Distinguem-se dos lençóis de meia encosta apenas no que se refere ao ambiente de ocorrência e, possivelmente, composição textural dos solos encontrados nas suas proximidades. Esses lençóis, ao contrário dos lençóis suspensos, representam os freáticos regionais (Figura 87).

FIGURA 87 – Áreas planas cobertas com lençóis de fundo de vale

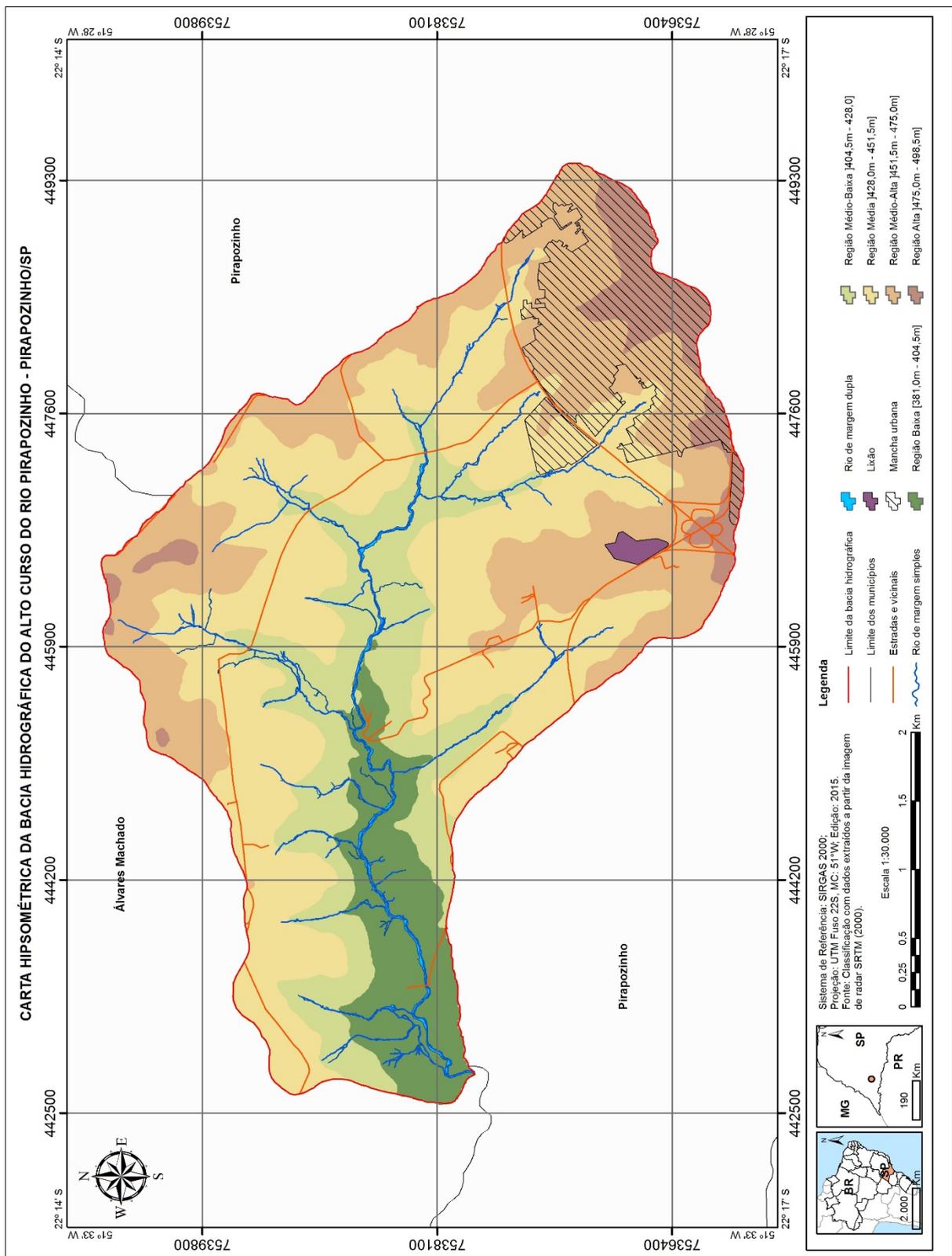


Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Os lençóis freáticos de fundo de vale situam-se, predominantemente, em curvas de nível de 380 e 400 metros, assim como também em curvas de 410 a 420 metros, embora em quantidades menos expressivas. Os lençóis suspensos em meia encosta (freático local) evidenciam certo padrão de alternância dos bancos areníticos das unidades Ka_{IV} e Ka_V , situando-se normalmente sobre as cotas 410 e 420 metros, e, raramente, entre 420 a 430 metros e 450 a 460 metros em outras porções da bacia hidrográfica.

Neste sentido, e referente a topografia da bacia, a região a sudeste – ocupada majoritariamente pela malha urbana – e o setor localizado ao norte possuem as maiores elevações da área em questão, enquanto nas demais porções os níveis altimétricos caem substancialmente em direção a calha principal do rio Pirapozinho (Figura 88).

FIGURA 88 – Carta hipsométrica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

Desse modo, a presença dos lençóis freáticos nessas cotas topográficas demonstra o risco em que a área ocupada pelo lixão de Pirapozinho (SP) se encontra. Supõe-se que, por situar entre cotas topográficas de 480 a 490 metros, a profundidade do corpo d'água subterrâneo mais próximo acompanha a cota dos lençóis de meia encosta, conferindo-lhes ao menos 5 a 10 metros de profundidade em relação ao topo do depósito de resíduos sólidos. Entretanto, é possível que o horizonte desse freático acompanhe as formas do terreno, ascendendo igualmente conforme a superfície topográfica, reduzindo a profundidade do corpo hídrico da superfície onde permanece o depósito de resíduos sólidos³⁵.

Neste sentido deve-se apontar para a presença de uma área úmida no interior do lixão, em local há muito tempo encerrado, porém reescavado atualmente (ver Figura 74). Sobre este setor observa-se um maior acúmulo de água, que foi retida no decorrer dos anos, possibilitando o desenvolvimento de espécies de vegetação hidrófilas. Sua origem remonta-se a uma nascente, onde a população de Pirapozinho (SP) lançava os resíduos sólidos produzidos. Não se descarta essa probabilidade, uma vez que o próprio lixão existe no mesmo local há pelo menos duas décadas e meia. Ainda assim, a condição aludida pode ser comprovada ao apontar o afloramento de água a partir do maciço rochoso (Figura 89). A última vala, aberta recentemente, demonstra que o lixão se encontra sobre uma nascente, contaminando diretamente o recurso hídrico.

³⁵ Para esta situação sugere-se a elaboração de estudos e sondagens na área, com o intuito melhor determinar as características e a condição da água subterrânea.

FIGURA 89 – Vala escavada sobre freático e camada de resíduos sólidos no mesmo



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

5.3 Característica geomorfológica local

Quanto à distribuição do relevo na área de estudo, o mesmo encontra-se subordinado às características regionais de Colinas Amplas (Dt), moderadamente dissecado, de formato ondulado e com distâncias semelhantes entre seus interflúvios (Figura 90).

FIGURA 90 – Relevo e colinas amplas na bacia hidrográfica estudada

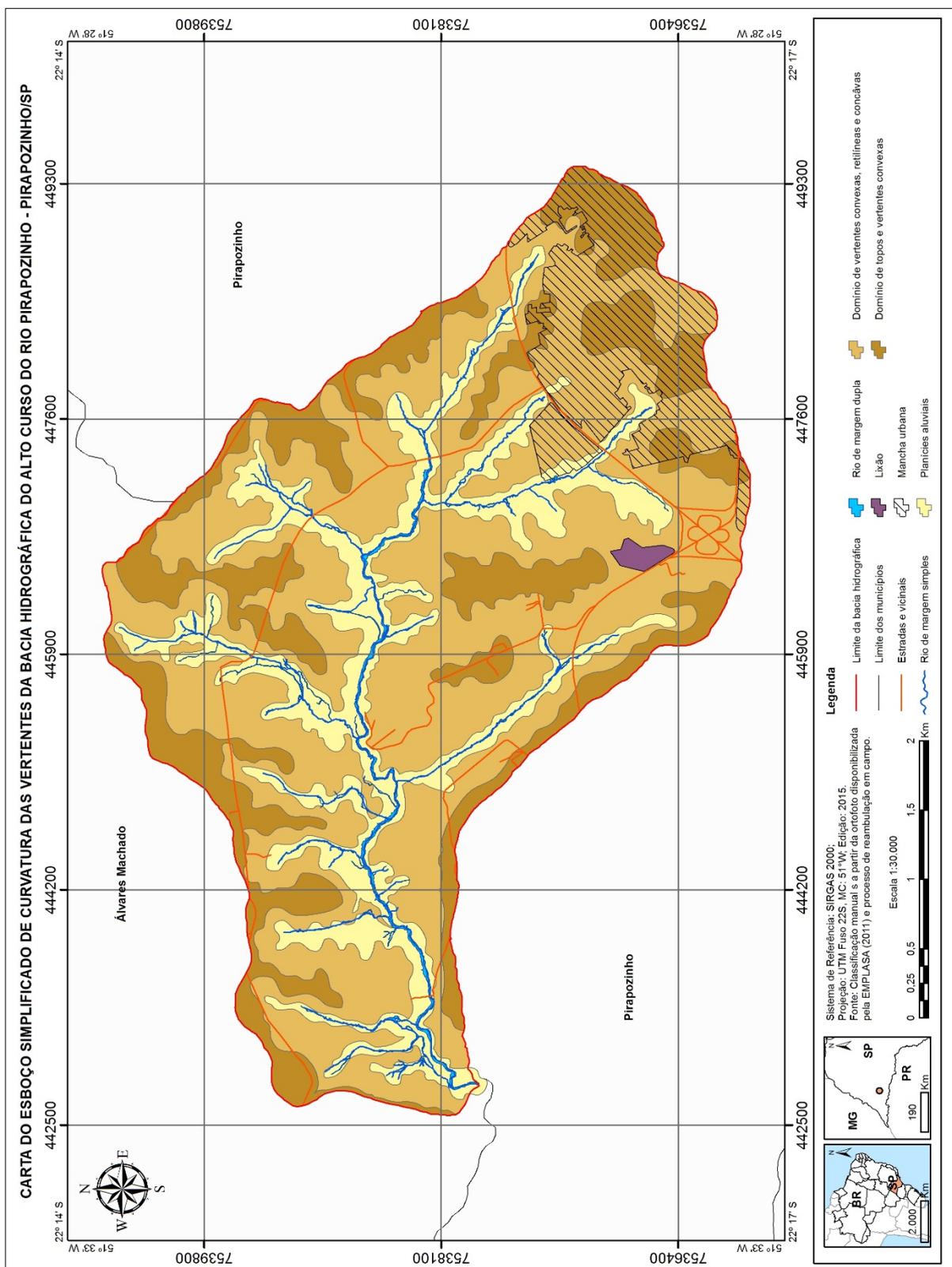


Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

As colinas revelam rupturas (ou quebras do relevo) positivas e negativas que são passíveis de mapeamento quando adotados o quinto nível taxonômico de Ross (1992), onde se identifica as formas do modelado, classificadas entre convexas, retilíneas e côncavas, bem como possibilitando a assimilação dos

topos de colinas, fundos de vale, linhas de cumeada, rupturas e colos topográficos (Figura 91).

FIGURA 91 – Carta do esboço simplificado da curvatura das vertentes da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

Em vertentes convexas (Figura 92) o escoamento superficial é lento, o que permite à água infiltrar com facilidade. Caracterizam-se por menor incidência de processos erosivos, possivelmente gerando solos diferenciados daqueles ao sopé e a meia encosta.

FIGURA 92 – Vertentes convexas e distribuição das colinas



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Sobre a encosta predominam setores retilíneos (Figura 93). São nessas tipologias que se formam os lençóis suspensos com maior frequência, pois, conforme explicado anteriormente, a abrupta declividade, adjunta à alternância (ora permeável, ora semimpermeável) dos bancos de arenitos Ka_{IV} e Ka_V , permitem o seu afloramento. Os processos erosivos ocorrem com maior frequência nesses setores, expondo camadas de Neossolo Litólico (RL) e, em localidades específicas, o maciço rochoso.

FIGURA 93 – Vertentes retilíneas com lençóis suspensos e com processos erosivos



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Em vertentes côncavas (Figura 94) as águas pluviais se concentram e dão origem às erosões, e no sopé, a forma do modelado proporciona um acúmulo de sedimentos oriundos dos topos, carreados ao longo de vertentes retilíneas e, ao final, depositados sobre as concavidades no fundo dos vales.

FIGURA 94 – Vertentes côncavas e formação de pequenos vales



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Os setores planos, quando em linhas de topo, revelam solos de caráter latossólico, com espessuras geralmente maiores que nas vertentes. Em planícies, por sua vez, devido a movimentação das águas, existe o transporte de partículas com diferentes frações granulométricas e acúmulo daquelas provenientes das vertentes. Ambos os setores (tanto no topo ou quanto no fundo de vale), apesar dos índices de declividade próximos, se diferenciam devido às posições ocupadas (Figura 95).

FIGURA 95 – Topo de colina com vertente convexa e planície ao fundo de vale



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Observou-se ainda a incidência de colos topográficos sobre os divisores de água, embora somente um permaneça inserido no seu interior (Figura 96). Tal colo consiste-se numa leve depressão na linha de cumeada, dando início a um pequeno anfiteatro.

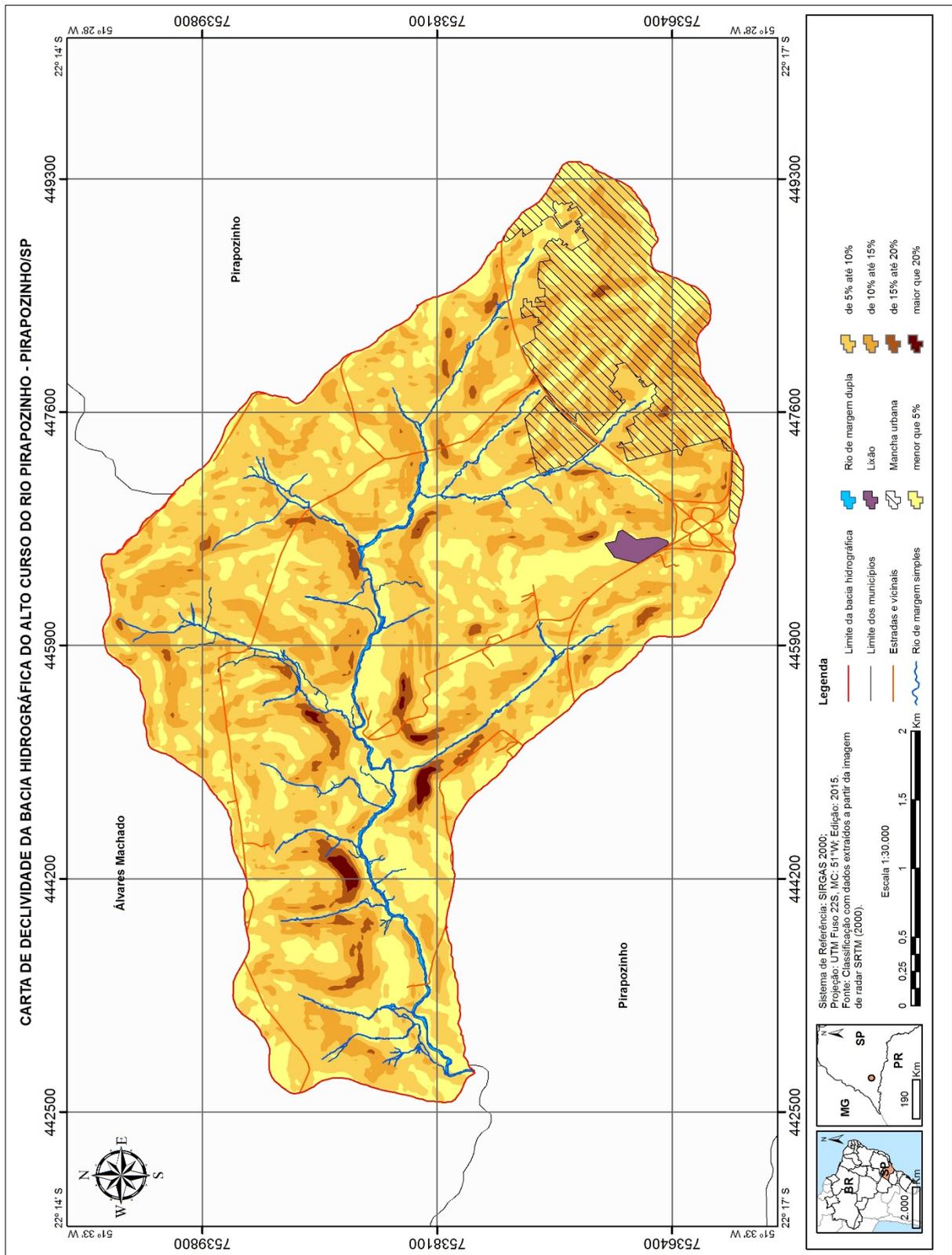
FIGURA 96 – Pequenos anfiteatros localizados no colo topográfico



Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Por último, convém exemplificar a influência da declividade nas diversas formas de relevo encontradas. Conforme descrito, nas áreas de topos e planícies a declividade assume baixos índices, menores do que 5% e, em localidades específicas, abaixo de 2%. A ruptura do relevo em quebras positiva (convexa) e negativa (côncava) apresenta, em ambos os casos, classes de declividade entre 5 a 12%, enquanto em vertentes retilíneas tendem às declividades superiores a 12%, podendo atingir mesmo 15 a 20% localmente (FIGURA 97).

FIGURA 97 – Carta de declividade da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

No lixão de Pirapozinho (SP) os índices de declividade não ultrapassam 8%, justamente por se encontrarem sobre uma linha de cumeada, relativamente plana e contornada por vertentes convexas. Essa área apresenta-se surpreendentemente adequada perante os critérios relacionados aos aspectos geomorfológicos, porém, a expansão do local vem avançando sobre a área de vertente, conforme mencionado, perdendo assim as características naturais normalmente encontradas aos topos das colinas, como solos relativamente profundos e a própria suavidade das classes de declividade. As valas novas margeiam o antigo perímetro do depósito, em vertentes retilíneas e com acentuados processos erosivos sobre Neossolo Litólico, de modo a agravar ainda mais a situação (Figura 98).

FIGURA 98 – Abertura de valas e escoamento superficial em vertentes declivosas

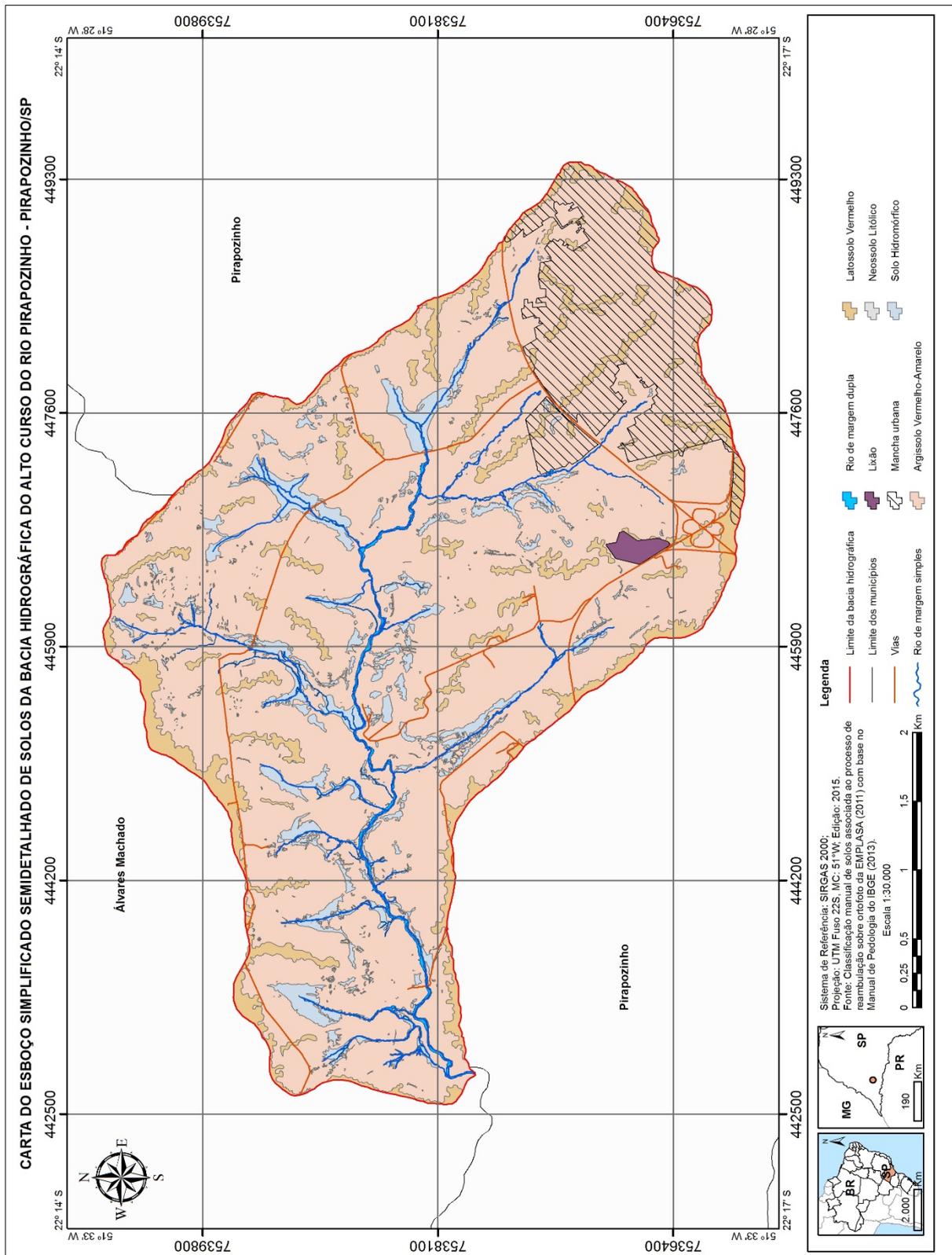


Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

5.4 Característica pedológica local

Por meio da classificação de solos estabelecida por Oliveira et al. (1999) observou-se a predominância de Argissolos Vermelho-Amarelos (PVa5) por toda a área de estudo. Contudo essa distinção se dá sobre uma escala regional, de pouco detalhe quando avaliadas as propriedades pedológicas locais, justificando um esboço simplificado semidetalhado dos solos encontrados na bacia. Deste modo, os trabalhos realizados permitiram reconhecer Latossolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Solos Hidromórficos (Figura 99). Constatou-se, também, Depósitos Tecnogênicos sobre e também no entorno da área ocupada pelo lixão.

FIGURA 99 – Carta do esboço semidetalhado semidetalhado de solos da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

A predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo na bacia hidrográfica como um todo pode ser explicada devido a distribuição do modelado, que conforme mencionado anteriormente, encontra-se geralmente ondulado a forte ondulado, com um maior índice de dissecação que em outras áreas mais aproximadas. Os solos com caráter mais argiloso podem se concentrarem em vertentes retilíneas à concavizadas, que transportam o material desde o topo ao sopé.

Todavia, sobre os setores planos aos convexados dos topos das colinas, em razão do favorecimento da pedogênese, os solos tentem a apresentar um caráter latossólico, sendo bem desenvolvidos e encontrando-se em maiores profundidades. Desse modo é notável a concentração de Latossolos sobre as linhas dos divisores de água. Já nos fundos de vale, o material depositado e identificado por meio de técnicas de fotointerpretação foi classificado como hidromórfico, uma vez que seus aspectos e localização diferenciam, em muito, dos demais solos encontrados (Figura 100).

FIGURA 100 – Exposição de solos próximos ao topo e de solos hidromórficos no fundo de vale



Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

Ainda assim, deve-se atentar para outra situação averiguada em campo, relacionada aos solos hidromórficos (Figura 101). Nesta área, em específico, próxima a um dos afluentes e do córrego do Pirapó, os solos atingiram espessuras de 4 metros de altura, diferenciando-se, em muito, das demais localidades da bacia estudada.

FIGURA 101 – Exposição de solos hidromórficos às proximidades do curso d'água



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Convém mencionar que em zonas mais declivosas, com o afloramento dos lençóis suspensos em meia encosta, os solos também foram identificados como hidromórficos. Entretanto, sobre áreas declivosas (superiores a 15%) sem a presença desses lençóis, constatou-se a exposição dos Neossolos Litólicos, expondo o maciço rochoso adjacente (Figura 102).

FIGURA 102 – Exposição de Neossolo Litólico em meia encosta



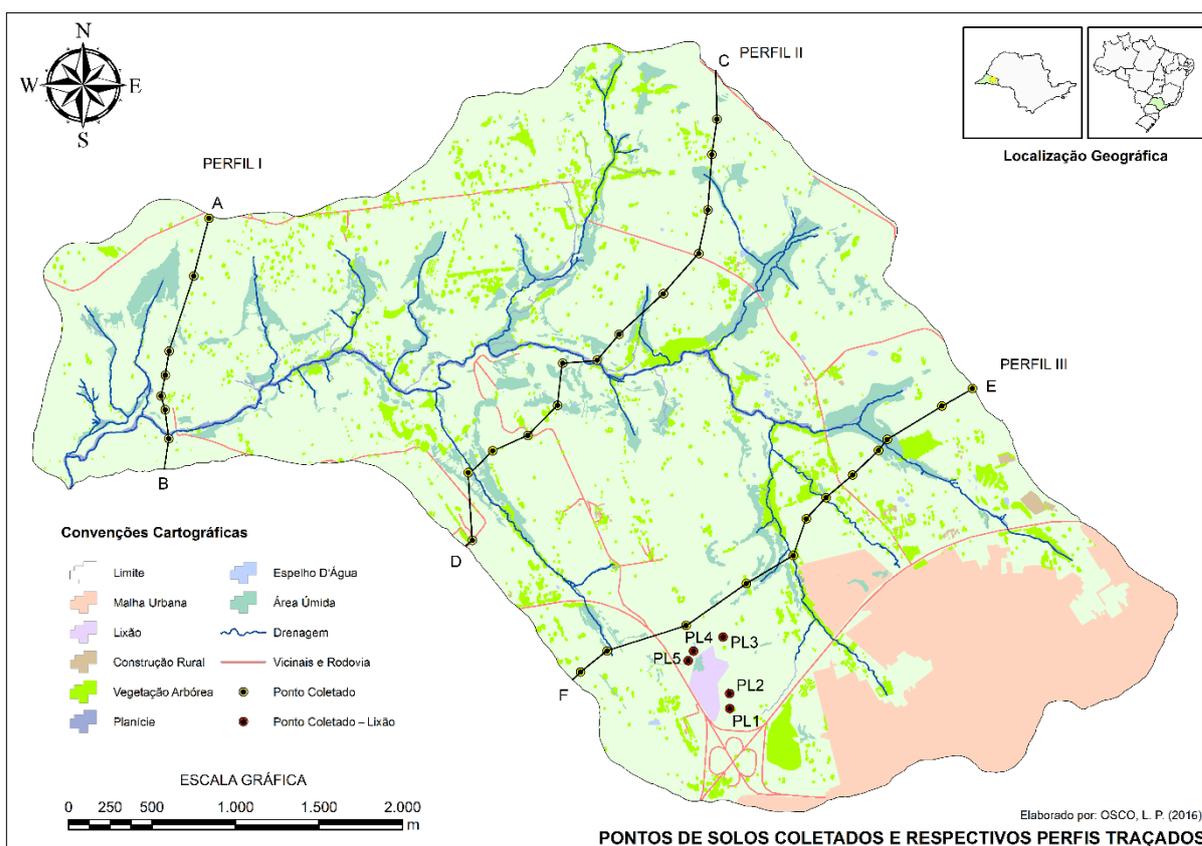
Fotografia: OSCO, L. P. (2014).

Tais solos, susceptíveis aos processos erosivos, podem ser encontrados em maiores quantidades no setor norte da bacia, relacionando-se ao relevo forte ondulado e bem declivoso, característico deste setor.

Logo, o levantamento fotointerpretativo, somado aos trabalhos de campo conduzidos por toda a área de estudo, possibilitaram uma classificação

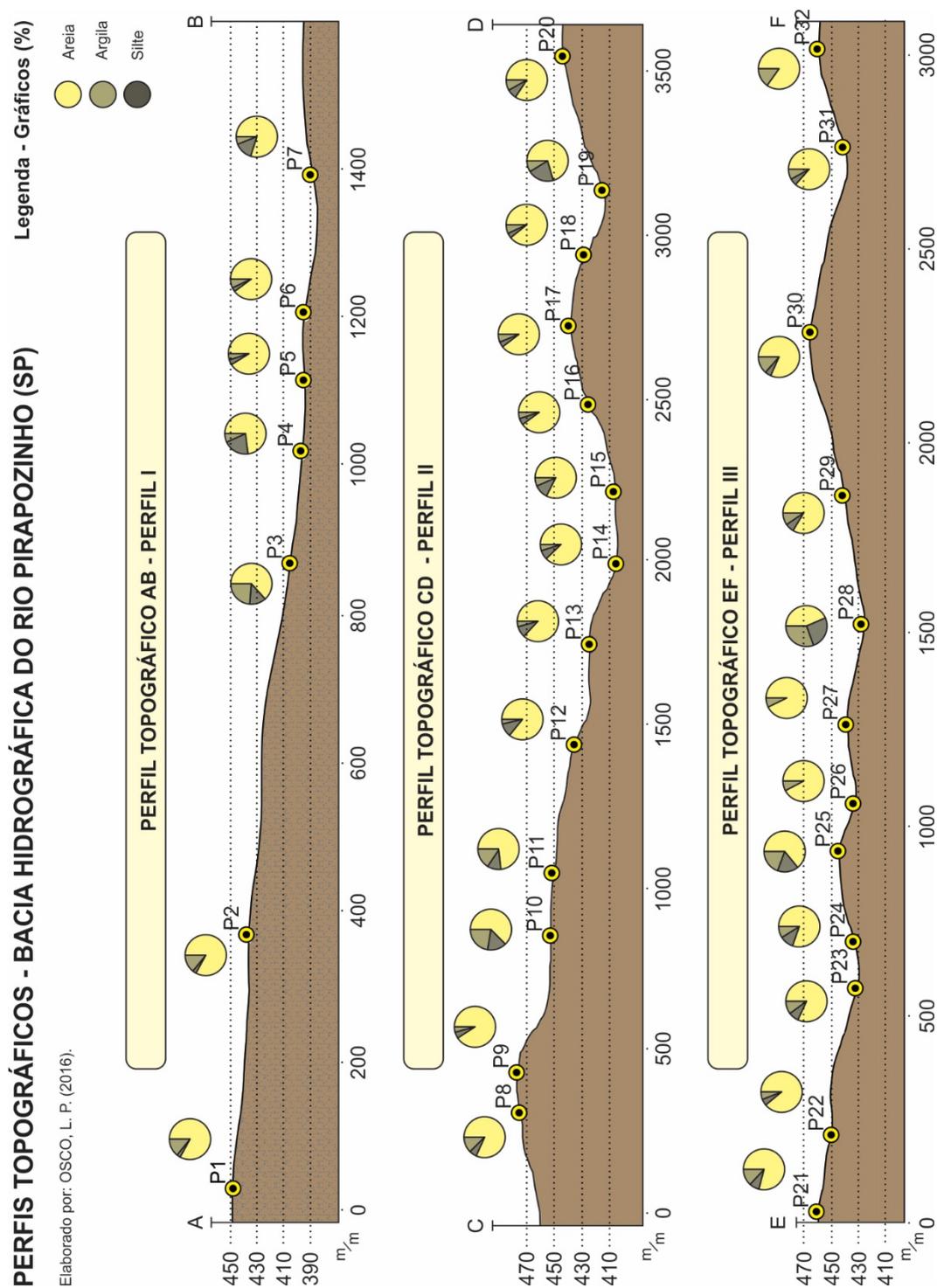
semidetalhada da distribuição dos solos na bacia hidrográfica estudada. Não obstante, com o intuito de caracterizar os componentes pedológicos locais, optou-se por coletar amostras de solos, totalizando 32 pontos específicos. Para uma melhor representação dos pontos, elaborou-se três perfis topográficos que transpassassem, de um divisor a outro, a área compreendida pela bacia (Figura 103).

FIGURA 103 – Localização dos pontos de solos coletados e dos perfis topográficos



Percebe-se que o Perfil AB (I), à jusante na bacia, encontra-se em porções aflorantes dos arenitos Ka_V e Ka_{IV} , enquanto que os perfis CD (II) e EF (III) deparam-se somente sobre o arenito Ka_V . Já relativo aos aspectos geomorfológicos, neste primeiro perfil (AB), os índices de declividade não aparentam classes elevadas, e as colinas caracterizam-se como suave onduladas. Contudo, no segundo perfil (CD) a topografia apresenta-se bem mais acidentada, demonstrando o efeito erosivo em suas colinas com mais indicadores que nos demais perfis. O último perfil (EF), por sua vez, assemelha-se ao perfil CD, embora com menor variação de altitude (Figura 104), atingindo o ápice justamente no topo divisor próximo ao depósito de resíduos sólidos.

FIGURA 104 – Perfis topográficos e respectivos pontos de solo coletados



Sendo o caso, a partir da análise das amostras de solo coletadas (Tabela 10) pôde-se identificar a classe textural de seu horizonte superficial, uma vez que a profundidade do material coletado variou entre 20 e 50 centímetros. Percebe-se que ao menos nos horizontes superficiais a vasta maioria dos solos

apresentaram texturas arenosas. Essa condição, possivelmente, repete-se em outras localidades da bacia.

Tabela 10 - Granulometria e Classe Textural dos Pontos de Solos Coletados

Ponto/Relevo	Areia Total (g Kg-1)	Silte (g Kg-1)	Argila (g Kg-1)	Textura*
1 - Plano	833	24	143	Areia Franca
2 - Convexo	839	24	138	Areia Franca
3 - Retilíneo	659	106	235	Franco Argilo-Arenosa
4 - Côncavo	743	216	42	Areia Franca
5 - Plano	928	21	51	Areia
6 - Convexo	911	22	67	Areia
7 - Plano	821	133	46	Areia Franca
8 - Retilíneo	828	64	109	Areia Franca
9 - Plano	913	38	50	Areia
10 - Plano	656	129	215	Franco Argilo-Arenosa
11 - Convexo	749	123	128	Franco Arenosa
12 - Retilíneo	868	110	22	Areia Franca
13 - Plano	902	80	18	Areia
14 - Côncavo	895	63	42	Areia
15 - Plano	866	81	53	Areia Franca
16 - Retilíneo	926	34	40	Areia
17 - Plano	921	32	47	Areia
18 - Convexo	920	37	43	Areia
19 - Côncavo	742	188	70	Franco Arenosa
20 - Convexo	871	49	81	Areia Franca
21 - Plano	817	63	120	Franco Arenosa
22 - Côncavo	907	36	57	Areia
23 - Côncavo	840	64	97	Areia Franca
24 - Plano	818	104	78	Areia Franca
25 - Plano	658	168	175	Franco Arenosa
26 - Côncavo	924	1	75	Areia
27 - Plano	929	4	67	Areia
28 - Côncavo	438	265	297	Franco Argiloso
29 - Plano	829	44	127	Franco Arenosa
30 - Plano	841	50	109	Franco Arenosa
31 - Côncavo	891	31	78	Areia Franca
32 - Plano	872	3	125	Areia Franca

* Classificado conforme o Diagrama de Classes Texturais - U.S.D.A (1951).

A classificação desses solos condiz com as características naturais da bacia hidrográfica analisada. Porém, ao redor do lixão, o transporte e a modificação do terreno acabaram por transformar as propriedades do que outrora existira no

local. Atualmente os arredores do depósito de resíduos sólidos, especialmente aqueles das vertentes S, SE e E, classificam-se como Depósitos Tecnogênicos. Diante disso, os solos encontrados sobre a área variam, classificando-os como material antropizado.

Os resultados obtidos com a análise dos 5 pontos de coletas realizados às proximidades do lixão permitiram comprovar as características desse material. Suas classes texturais variaram entre Areia Franca, Franco, Franco Arenosa e Franco Argilo-Arenosa (Tabela 11).

Tabela 11 - Granulometria e Classe Textural dos Pontos de Solos Coletados ao Redor do Lixão

Ponto	Profundidade (cm)	Areia Total (g Kg-1)	Silte (g Kg-1)	Argila (g Kg-1)	Textura*
L1	23	508	371	120	Franco
	44	611	287	101	Franco Arenosa
	58	706	207	86	Franco Arenosa
	71	639	289	71	Franco Arenosa
L2	25	893	74	32	Areia Franca
	50	500	361	138	Franco
	58	465	338	196	Franco
	74	450	370	179	Franco
L3	22	770	84	145	Franco Arenosa
	63	622	89	288	Franco Argilo-Arenosa
	78	612	103	284	Franco Argilo-Arenosa
L4	24	651	112	236	Franco Argilo-Arenosa
	40	614	107	278	Franco Argilo-Arenosa
	50	593	146	260	Franco Argilo-Arenosa
L5	29	797	66	136	Franco Arenosa
	40	809	63	127	Franco Arenosa
	63	665	163	171	Franco Arenosa

* Classificado conforme o Diagrama de Classes Texturais - U.S.D.A (1951).

Os elevados valores de silte, bem como a variação das classes texturais em profundidades pequenas indica a irregularidade do material coletado. Esses solos, diferentes de quaisquer outros encontrados na bacia, evidenciam a modificação que o depósito de resíduos sólidos provocara ao seu redor.

Essas classes, contudo, demonstram a fragilidade que esses solos apresentam em relação aos processos de infiltração. Ainda que exista uma pequena capacidade de atenuação em razão dos minerais de argila, os solos, sejam ao redor do lixão, ou ao longo da bacia hidrográfica, apresentam características mais

arenosas, ao menos em seus horizontes superficiais. Tais propriedades, quando em contato com o contaminante (no caso, o chorume), tornam-se um grave problema.

A condição aludida pode ser melhor exemplificada ao relacionar a classe textural desses depósitos com o coeficiente de permeabilidade dos mesmos, medidos em dois pontos específicos, um ao sul do lixão (Ponto L1), sobre uma área receptora de materiais, e outro ao norte (Ponto L5), em uma antiga área já encerrada. Nesses pontos as classes de permeabilidade (Tabela 12) apresentaram-se em Rápida (Ponto L1) e Moderada a Rápida (Ponto L5), corroborando a afirmação anterior, justificando a fragilidade desses pontos que se assemelham aos demais setores ao redor do lixão.

Tabela 12 - Cálculo da Permeabilidade com Permeâmetro de Guelph (Duas Cargas Hidráulicas)

Parâmetros	Ponto L1	Ponto L5
K_{fs} – condutibilidade hidráulica saturada em campo (cm/s)	-1,51E-03	-5,62E-04
F_m – potencial mátrico do solo (cm ² /s)	2,74E-02	1,74E-02
a^* = valor do parâmetro de estrutura/textura calculado (cm ⁻¹)	-0,06	-0,03
Erro da estimativa de a^* (%)	5675,8	501,1
K_{fs} – condutibilidade hidráulica saturada em campo (cm/s) – melhor valor	1,53E-03	3,91E-04
Classe de permeabilidade (Soil Survey Staff, 1993)	Rápida	Moderada a Rápida

Elaborado por: TOMMASELLI, J. T. G. (2014).

Em relação as suas composições químicas, pôde-se constatar elevados teores de macro e micronutrientes sobre a vasta maioria dos pontos coletados (Tabela 13), com destaque em vermelho para os valores que excederam concentrações muito altas nas amostras analisadas.

O pH desses solos apresentou altivos valores, comprovando a acidez local. As concentrações de Fósforo (P), especialmente no último ponto averiguado (coincidente com o antigo depósito de resíduos na área), atingiram valores extremamente altos, o que confirma a contaminação deste solo. Percebeu-se, ainda, que dos demais elementos analisados, somente o Potássio (K) situou-se nos valores padrões, variando de Médio à Muito Alto. Os outros componentes, como Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) encontraram-se em concentrações muito elevadas.

No que se refere aos micronutrientes, os maiores valores de Cobre (Cu) e Zinco (Zn) foram encontrados nas amostras do último ponto (PL5), enquanto os de Ferro (Fe) e Manganês (Mn) apresentaram altas concentrações nos pontos P2 e P1, respectivamente. Sendo assim, diante dessas constatações comprovou-se a

alteração de vários dos componentes presentes em solo, confirmando que os pontos situados no entorno do lixão se encontram evidentemente contaminados.

Tabela 13 - Macro e Micronutrientes Encontrados nas Amostras Coletadas ao Redor do Lixão

Ponto	Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	Matéria Orgânica (M. O.)	Carbono Total ©	Fósforo (P)	Acidez Potencial (H + Al)	Potássio (K)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	SB	CTC	V (%)	Cobre (Cu)	Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Zinco (Zn)
L1	23	5,1	18,3	10,7	4,3	26,9	2,3	56,2	29,9	88,4	115,3	76,7	0,8	43,6	6,2	0,9
	44	5,2	12,6	7,3	2,8	24,2	2,4	51	26,1	79,5	103,7	76,7	0,7	25,1	6,2	0,2
	58	5,3	8,4	4,9	1,7	21,8	2,4	31	12,5	46,0	67,7	67,9	1,1	17,9	19,0	0,4
	71	5,3	7,7	4,4	1,7	25,5	2,9	37,1	13,6	53,6	79,1	67,8	0,7	14,4	11,8	0,3
L2	25	6,2	4,5	2,6	12,8	10,4	3,2	40,8	21,6	65,6	76,0	86,3	0,5	29,1	3,2	0,6
	50	6,4	8,9	5,2	28,3	12,9	4,5	79,7	45,5	129,6	142,4	91,0	1,3	48,7	4,0	2,1
	58	6,3	20,7	12	23,9	17,6	5,8	120,4	60,7	186,9	204,5	91,4	1,7	45,7	6,0	2,2
	74	6,3	12,8	7,5	19	17,6	4,9	96,7	56	157,6	175,2	89,9	1,3	33,6	6,2	1,2
L3	22	5,6	11,6	6,7	1,9	19,6	3,5	32,4	12,1	48,0	67,7	71,0	1,1	24,1	10,9	0,2
	63	5,9	9,7	5,7	1,5	16,7	4,5	43,5	17,3	65,3	82,0	79,6	0,8	11,3	6,0	0,1
	78	6,2	7,7	4,4	2,4	13,6	4,5	37,8	18,8	61,0	74,6	81,8	0,9	7,4	2,6	0,2
L4	24	6,5	9,5	5,5	1,9	11	6,5	37,8	21,3	65,6	76,6	85,6	0,8	8,0	1,8	1,7
	40	6,8	5	2,9	0,6	9,4	8,3	32,3	18,1	58,6	68,0	86,2	0,6	4,2	0,9	0,3
	50	5	3,2	1,9	0,4	9,9	8,6	35,1	20,7	64,4	74,3	86,7	0,5	2,1	0,2	0,1
L5	29	6,6	29,5	17,2	156,6	15,1	4,3	61,1	13,2	78,6	93,7	83,9	46,0	37,2	2,6	24,5
	40	6,8	30,3	17,6	207,6	11,6	6,3	72,5	10,9	89,7	101,3	88,5	22,3	27,4	3,6	8,9
	63	7,2	12,3	7,2	56	9,4	6	55,6	15,1	76,8	86,2	89,1	4,4	9,7	1,7	3

Classes de Teores (Macronutrientes):

- P (mg dm⁻³)(Anual): 0 – 6 (Muito Baixo), 7 – 15 (Baixo), 16 – 40 (Médio), 41 – 80 (Alto), > 80 (Muito Alto);
- K (mmol_cdm⁻³): 0 – 0,7 (Muito Baixo), 0,8 – 1,5 (Baixo), 1,6 – 3,0 (Médio), 3,1 – 6,0 (Alto), > 6,0 (Muito Alto);
- Ca (mmol_cdm⁻³): 0 – 3 (Baixo), 4 – 7 (Médio), > 7 (Alto);
- Mg (mmol_cdm⁻³): 0 – 4 (Baixo), 5 – 8 (Médio), > 8 (Alto);
- Sat. Bases (V): 0 – 25 (Muito Baixo), 26 – 50 (Baixo), 51- 70 (Médio), 71 – 90 (Alto), > 90 (Muito Alto);
- pH (CaCl₂): < 4,3 (Muito Baixo), 4,4 – 5,0 (Baixo), 5,1 – 5,5 (Médio), 5,6 – 6,0 (Alto), > 6,0 (Muito Alto);

Classes de Teores (Micronutrientes):

- B (Água Quente): 0 – 0,20 (Baixo), 0,30 – 0,80 (Médio), > 0,80 (Alto);
- Cu (mg dm⁻³): 0 – 0,20 (Baixo), 0,30 – 0,80 (Médio), > 0,80 (Alto);
- Fe (mg dm⁻³): 0 – 4 (Baixo), 5 – 12 (Médio), > 12 (Alto);
- Mn (mg dm⁻³): 0 – 1,2 (Baixo), 1,3 – 5,0 (Médio), > 5,0 (Alto);
- Zn (mg dm⁻³): 0 – 0,50 (Baixo), 0,6 – 1,2 (Médio), > 1,2 (Alto).

Metodologia Aplicada: Análise Química para Avaliação de Fertilidade de Solos Tropicais. Raiji et al. (2001). Instituto Agronômico de Campinas (IAC). 285 p.

Contudo, apesar dessas análises comprovarem alterações no solo local, estudos voltados para a determinação de concentrações de metais pesados presentes são necessários. Convém destacar que embora esses solos no entorno do depósito se encontrem vulneráveis devido à baixa capacidade de atenuação, os solos situados sobre o lixão aparentam características bem mais definidas, consistindo-se num material visualmente mais argiloso. Essa condição, associada à sua compactação, promove, muitas vezes, a retenção da água em superfície, dificultando ainda mais a operação e o gerenciamento dessa área, contribuindo para o quadro devastador do local (Figura 105).

FIGURA 105 – Retenção de água superficial e camada de resíduos comprimida

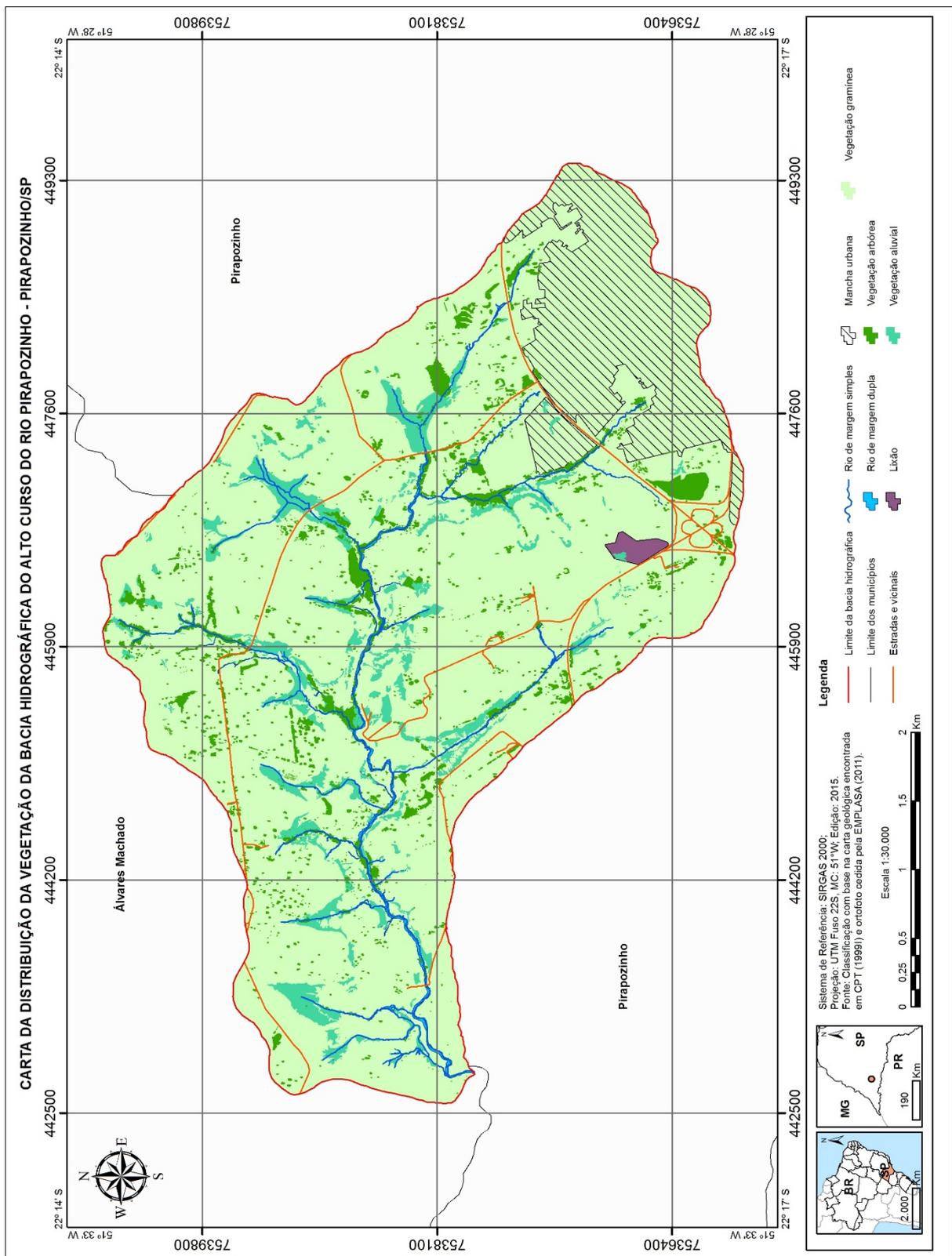


Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

5.5 Característica da vegetação local

Apesar da baixa cobertura vegetal nativa na bacia estudada, notou-se nas averiguações em campo a predominância de espécies da Floresta Estacional Semidecidual. Outrossim, optou por dividir a vegetação da bacia em arbórea, ripária e hidrófila (Figura 106); relacionadas essencialmente por seu ambiente de ocorrência e suas características fisiológicas. Todavia a quantidade dessas matas foi, em muito, dizimada ao longo da ocupação, o que caracterizou o quadro vegetativo atual.

FIGURA 106 – Carta da distribuição da vegetação da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

A vegetação arbórea (Figura 107) distingue-se por apresentar formações densas, de porte altivo, estando pouco afastada dos cursos d'água, sobre solos pouco úmidos e de maior espessura quando comparados a aqueles encontrados nos fundos de vales.

FIGURA 107 – Espécies arbóreas encontradas na área de estudo



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

As vegetações ripárias são, fisionomicamente, semelhantes as arbóreas encontradas sobre a meia encosta e em topos. Distinguem por se situarem próximas aos corpos d'água, com solos e índices de umidade diferentes. Essas espécies são (em alguns casos) vegetações de galerias, cobrindo o curso d'água local (Figura 108).

FIGURA 108 – Matas de galerias no entorno de cursos d'água



Fotografia: OSCO, L. P. (2015).

Ainda assim, a quantidade de mata ripária é muito precária na bacia, não ultrapassando 7% de toda a sua extensão territorial. Essa vegetação apresenta uma elevada significância no que diz respeito à proteção do solo e também dos recursos hídricos adjacentes; algo que, devido à baixa porcentagem de remanescentes na área de estudo, é evidenciado nos setores mais degradados (Figura 109).

FIGURA 109 – Áreas próximas à cursos d'água com baixa ou nula vegetação arbórea



Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

Existe, contudo, outra diferenciação fisionômica entre as vegetações que compõe a bacia, caracterizada por seu ambiente de ocorrência e sua capacidade de adaptar-se aos ambientes encharcados, como é o caso das espécies hidrófilas. Essas vegetações situam-se em porções ocupadas por lençóis suspensos e de fundo de vale (Figura 110) consistindo-se de espécies beneficiadas por essa condição.

FIGURA 110 – Espécies de Assa-Peixe e Cruz-de-Malta sobre solo encharcado



Fotografia: OSCO, L. P. (2014, 2015).

Conquanto, relativo ao lixão, caso existisse a presença de vegetações ao entorno da área haveria uma maior contribuição à proteção dos recursos naturais adjacentes, uma vez que as raízes das plantas seguram o solo (sendo que algumas delas apresentam funções remediadoras), enquanto a copa das árvores protege a superfície do impacto pluvial, assim como permitem reduzir a velocidade dos ventos no local. Apesar dessas considerações, o lixão de Pirapozinho (SP) encontra-se em setor extremamente desmatado, com apenas uma pequena porção de vegetação ao norte colonizada por espécies arbóreas no entorno e, eventualmente, a presença de vegetações adaptadas à ambientes úmidos sobre a antiga área do lixão, com acúmulo de água sobre a pequena depressão de onde se encontra a nascente (Figura 111).

FIGURA 111 – Acúmulo de água na área da nascente e espécie de Taboas no local



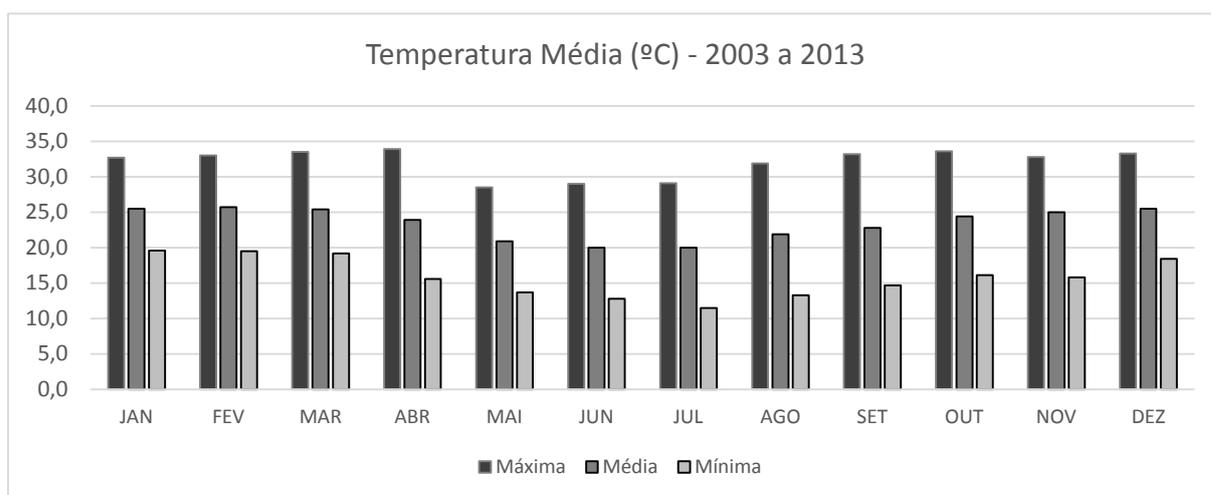
Fotografia: OSCO, L. P. (2013).

5.6 Característica climática local

O comportamento climático na área de estudo demonstra-se sujeito aos mesmos sistemas atmosféricos regionais. Pertence a unidade BIII α (BOIN, 2000), onde chuvas convectivas, mais frequentes no verão, e ventos são influenciados pelo Anticiclone Migratório Polar Atlântico.

Além dos índices de pluviosidade e direção dos ventos bem definidos, o clima também se caracteriza por temperaturas bem variáveis. Ao longo dos anos de 2003 a 2013 notaram-se médias máximas de 35 °C, durante o verão, e médias das mínimas abaixo dos 15 °C no inverno (Gráfico 1). A temperatura, entretanto, mantém-se na média constante de 20 a 25 °C, caracterizando o clima subtropical encontrado.

GRÁFICO 1 – Média de temperatura mensal entre 2003 e 2013

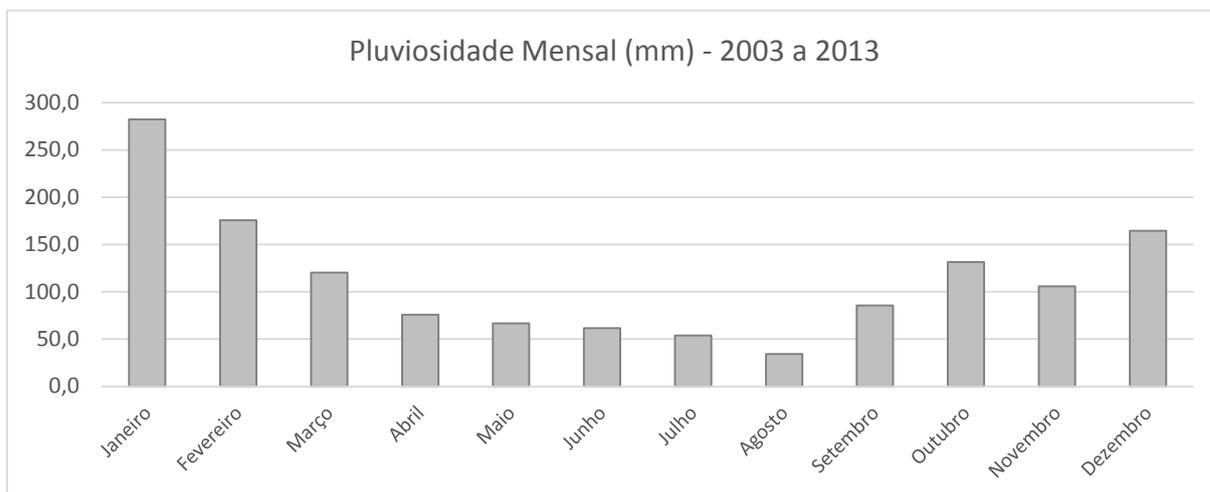


Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

Relativo aos índices de pluviosidade, ao analisar o período de 10 anos (2003 a 2013), percebe-se que o mês de janeiro coincide com o mais chuvoso dentre os demais (Gráfico 2), apresentando média de 282,4 mm de precipitação, e que os últimos anos concentraram maiores pluviosidade ao decorrer da estação de verão. O mês de agosto, por sua vez, apresenta-se como o de maior estiagem, chovendo em média 34,3 mm, assim como os demais meses das estações de

outono e inverno, dos quais os índices de pluviosidade se mantiveram abaixo dos 75,7 mm.

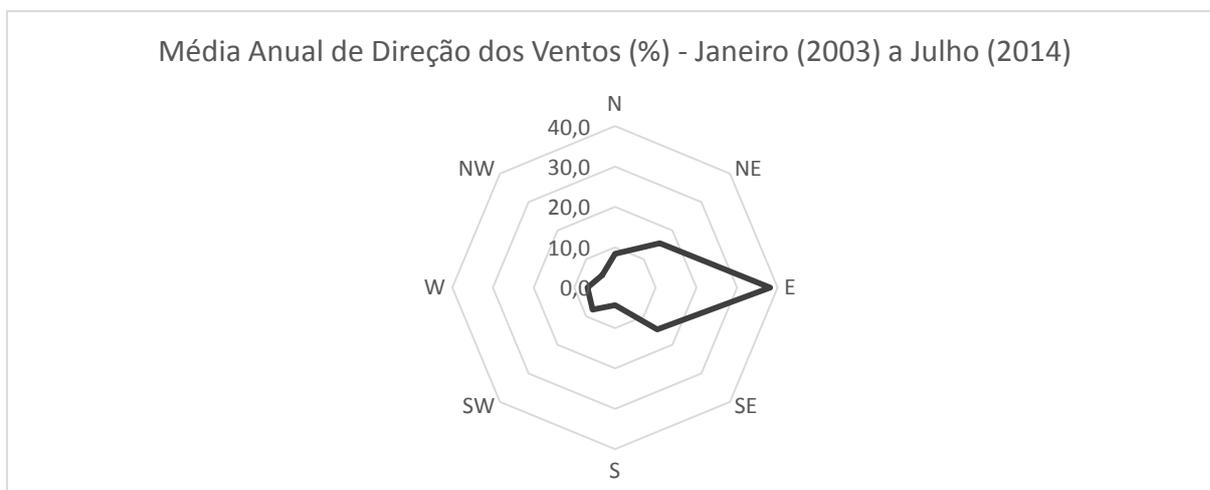
GRÁFICO 2 – Média de pluviosidade mensal entre 2003 e 2013



Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

Por último, em relação a orientação dos ventos, a direção preferencial no período analisado (2003 a 2013) se dá sobretudo em sentido de E (Leste), com cerca de 38,2% do total (Gráfico 3). Destacam, ainda, as direções de NE (Nordeste) e de SE (Sudeste), com 15,5 e 14,7%, respectivamente, enquanto nas direções de N (Norte), de NW (Noroeste), de SW (Sudoeste) e de S (Sul) as porcentagens de ventos encontram-se abaixo dos 10%. Essas características possuem a devida importância, principalmente na questão dos aterros de resíduos sólidos, uma vez que a direção predominante do vento, caso direcionada à um núcleo habitacional, transporta odores e poluentes atmosféricos acarretando uma série de impactos à população local.

GRÁFICO 3 – Direção dos ventos entre janeiro de 2003 a julho de 2014



Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

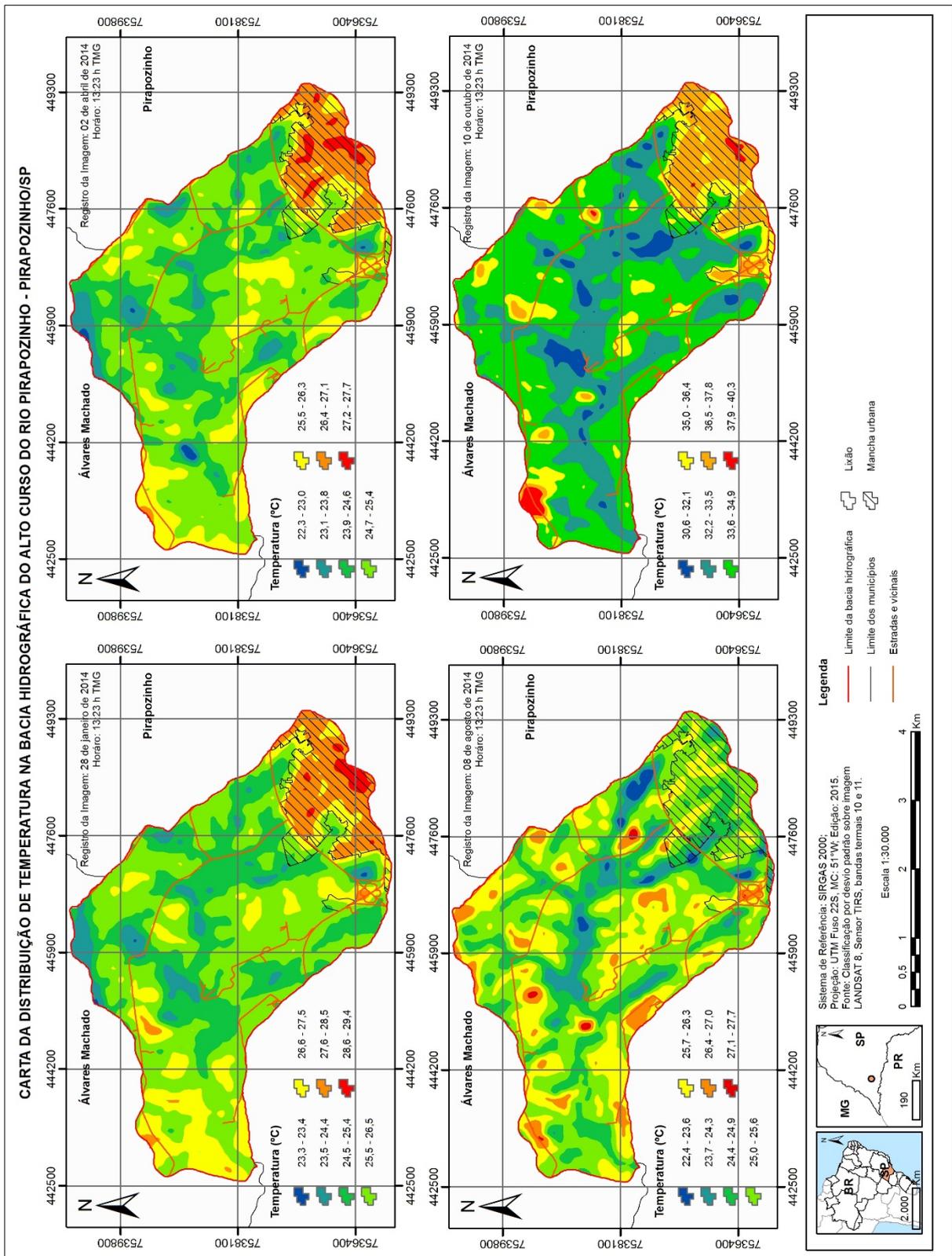
Contudo, a variável climática responsabiliza-se por consentir condições ao solo (temperatura, umidade, insolação, dentre outros) que acabam propiciando o desenvolvimento de atividades microbacterianas, possibilitando maior fermentação anaeróbica, e, conseqüentemente, o acréscimo do volume de chorume, metano e odor produzidos no lixão de Pirapozinho (SP). Convém reforçar a respeito da proliferação das bactérias mesofílicas (sobre os índices de temperatura em solo de 29 a 45 ° C) e termofílicas (com temperaturas entre 45 e 60°), que, conforme a variabilidade climática ao decorrer do ano, comportam-se de maneiras diferentes, produzindo maiores ou menores quantidades de gás e chorume (NUNES, 2002).

Em vista dessas circunstâncias levantou-se as condições climáticas ao nível do solo (ou superfície) da área de estudo com períodos específicos (Figura 112). Para isso escolheram-se imagens de satélite LANDSAT 8 Sensor TIRS, pertencentes à períodos ou estações do ano distintas, com nula incidência de nuvens, favorecendo a extração da temperatura em superfície, bem como do índice de distribuição térmica ao longo da bacia. As imagens oferecem dados de um instante, tornando necessário um estudo mais criterioso, explicando a influência dos demais aspectos climáticos sobre a superfície da bacia hidrográfica estudada.

Deve-se destacar que a temperatura em superfície está condicionada a outros fatores, tais como: a estação do ano, a umidade do solo e também o horário de registro da imagem. Desta forma foram adquiridos quatro instantes registrados

pelo satélite LANDSAT 8 TIRS durante o mesmo horário (às 13:23 h TMG), em datas diferentes, correspondentes aos seguintes dias: 28 de janeiro de 2014, 02 de abril de 2014, 08 de agosto de 2014 e 10 de outubro de 2014.

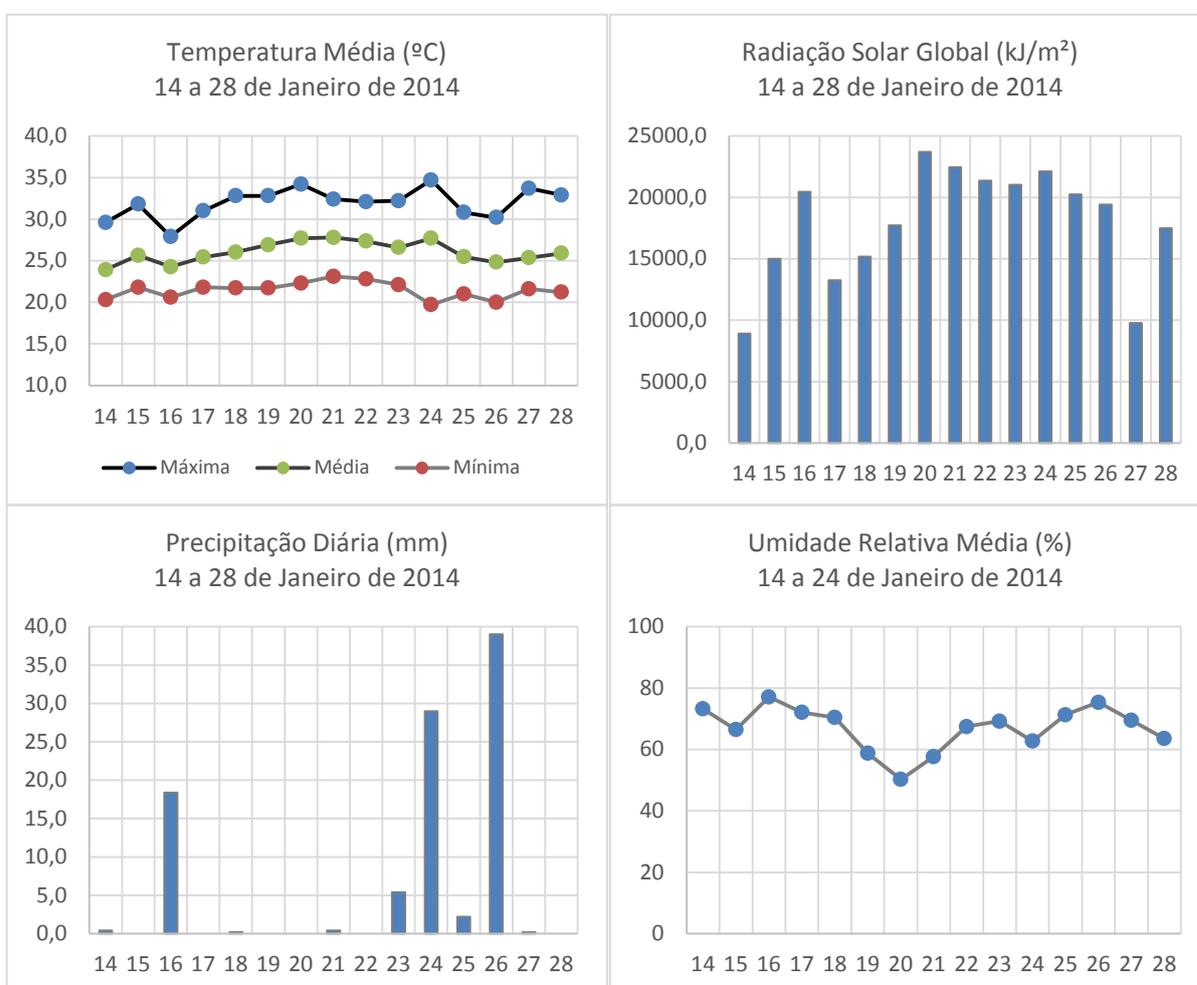
Figura 112 – Carta da distribuição de temperatura na bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



Fonte: Autor (2016).

Durante o dia 28/01 os índices de temperatura variaram de 23 a 29 °C, concentrando-se majoritariamente entre 24 e 26,5 °C. As temperaturas dispersam ao longo de toda a bacia, e destaca-se uma pequena discrepância entre as temperaturas da cidade de Pirapozinho (SP) e de porções cobertas por vegetação, uma vez que na cidade a água tende a drenar para galerias, enquanto na zona rural existe a retenção de água no solo. Os índices de temperatura são condizentes com a média mensal, e a relação entre elevados índices de pluviosidade, umidade relativa, como também a radiação solar global de 15 dias anteriores a imagem contribuem para explicar os índices de temperatura encontrados (Gráfico 4).

GRÁFICO 4 – Dados climáticos na atmosfera dos dias 14 a 28 de janeiro de 2014



Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

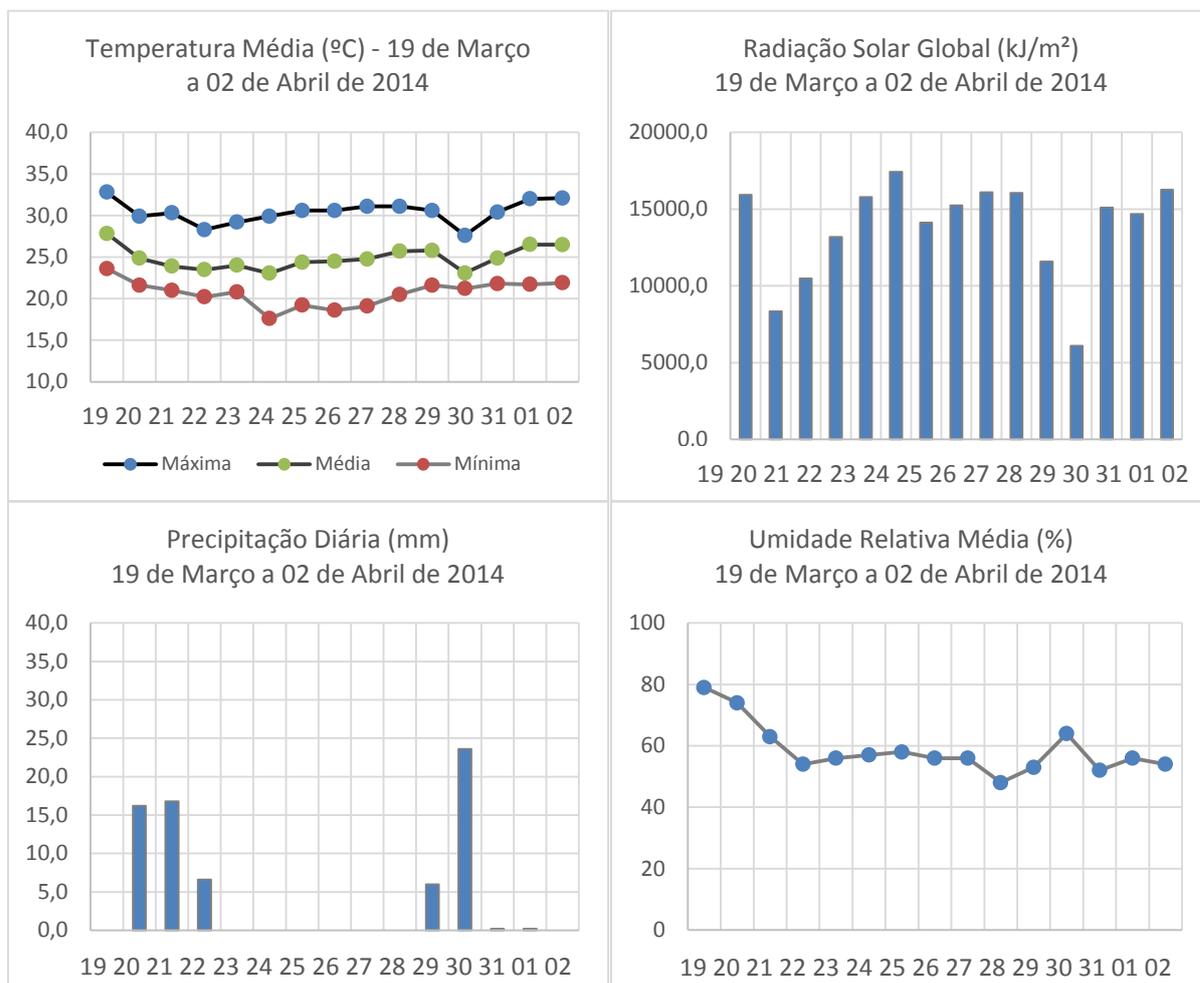
Convém ressaltar que as temperaturas diárias da Estação Meteorológica de Presidente Prudente destoam um pouco em relação as

temperaturas identificadas na bacia, uma vez que essas máximas e mínimas referem-se aos dias como um todo, e são dados da atmosfera e não sobre o solo no momento em que a imagem foi obtida. Outra condição que contribui para tal está relacionada a distância entre a Estação e a bacia hidrográfica estudada. Porém, os dados contribuem para a compreensão das informações obtidas durante o geoprocessamento dessas imagens.

Desse modo, em vista da quantidade de chuvas ocorridas, a temperatura de superfície pouco se elevou em comparação a outros dias do mesmo mês. Salienta-se, ainda, que dois dias anteriores à imagem (26/01) ocorreu o dia mais chuvoso do mês de janeiro, atingindo cerca de 39,9 mm de pluviosidade. Entretanto, isso apenas demonstra a variabilidade dos efeitos climáticos locais. Na área do lixão, a proliferação de bactérias mesofílicas provavelmente ocorreu com maior incidência, uma vez que os índices de temperatura do solo demonstram-se condizentes com aqueles do ar.

No dia 02 de abril observa-se uma queda de dois graus na amplitude de temperatura em relação ao dia 28 de janeiro, sendo mais frias nos fundos de vales, não se restringindo aos espaços de florestas, como no período anterior, enquanto a malha urbana apresenta maiores índices de temperatura quando comparado com o restante da área estudada. Os índices pluviométricos do mês demonstraram-se pouco variantes, com quantidades de chuva e de umidades relativas menores do que durante o mês de janeiro (Gráfico 5).

GRÁFICO 5 – Dados climáticos na atmosfera dos dias 19/03 a 02/04 de 2014



Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

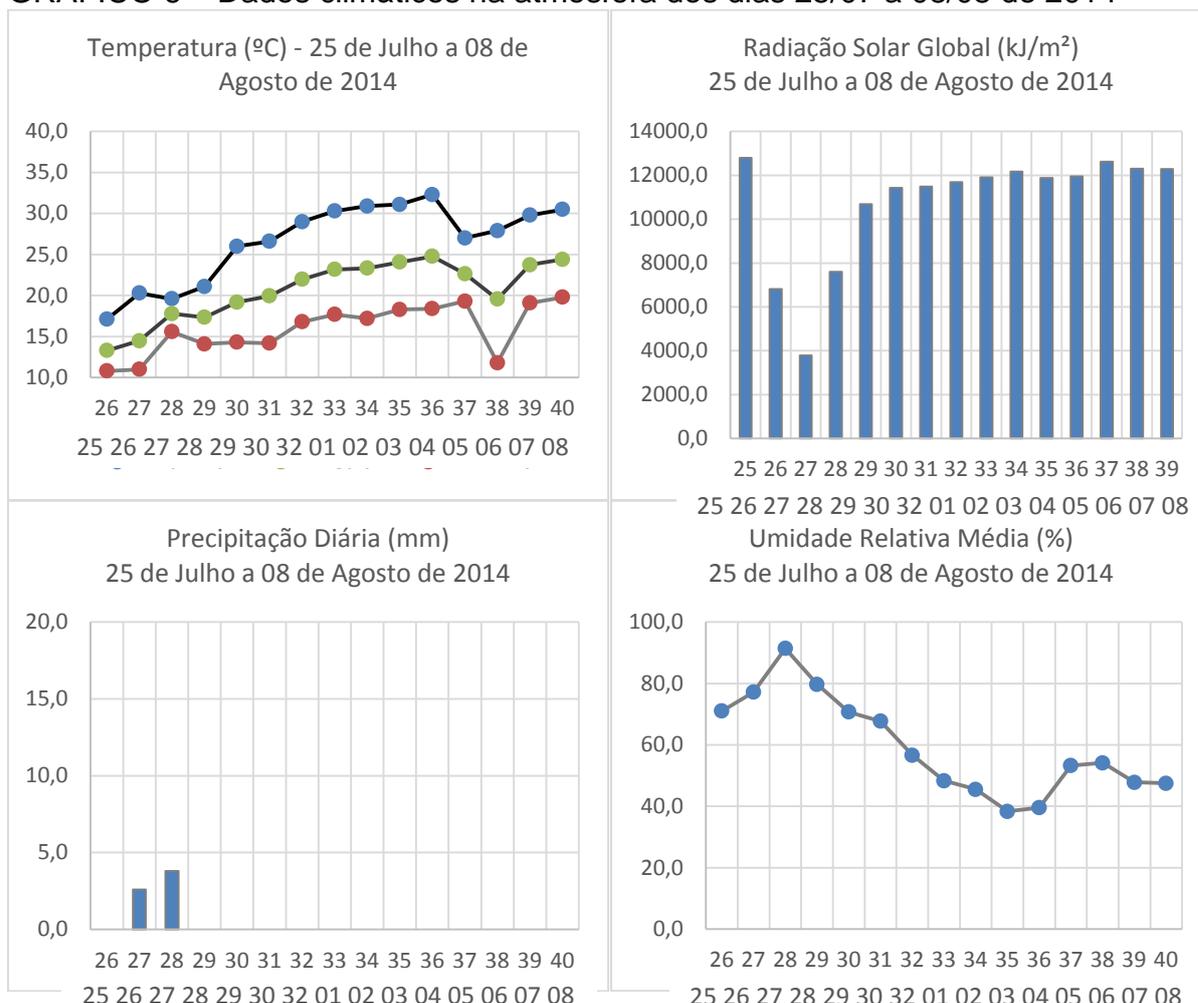
Em relação à área ocupada pelo lixão de Pirapozinho (SP), os índices de temperatura mostraram-se menores do que no dia 28 de janeiro. Essas condições podem ser explicadas em razão dos próprios índices de temperatura e pluviosidade atmosféricos durante os últimos 15 dias, que beneficiaram a proliferação de bactérias mesofílicas no verão e reduziram suas atividades no período do outono.

Contudo, a temperatura no lixão sugere a influência das características da própria superfície, refletidas nos diversos comprimentos de onda. Logo, existe uma possibilidade de que as condições climáticas que antecederam o dia 28 de janeiro permitiram um maior acréscimo da decomposição metanogênica, elevando, assim, a temperatura local. No outono, por sua vez, a decomposição ocorreu do mesmo modo, embora em incidências reduzidas.

Posteriormente, no dia 10 de agosto, durante a estação de inverno, os índices de temperatura por toda a bacia hidrográfica mostraram-se excessivamente baixos, apesar da amplitude térmica (de 22 a 27 °C) condizer com o período no outono destacado. Nota-se que, diferentemente dos demais períodos, a temperatura medida na malha urbana apresenta-se semelhante aos outros setores da bacia, como no solo (exposto ou não) e nas concentrações de matas. A temperatura tendeu a atingir sua mínima nos fundos de vale e em áreas normalmente encharcadas por lençóis d'água.

Conforme observado, os dados climáticos que antecederam o período (Gráfico 6) indicam médias de temperaturas atmosféricas próximas a aquelas obtidas pelos sensores termais da imagem de satélite. A baixa precipitação, o decréscimo da umidade relativa e a baixa radiação solar ao longo dos últimos 15 dias contribuem para essa situação, mantendo a temperatura de superfície constantemente baixa.

GRÁFICO 6 – Dados climáticos na atmosfera dos dias 25/07 a 08/08 de 2014



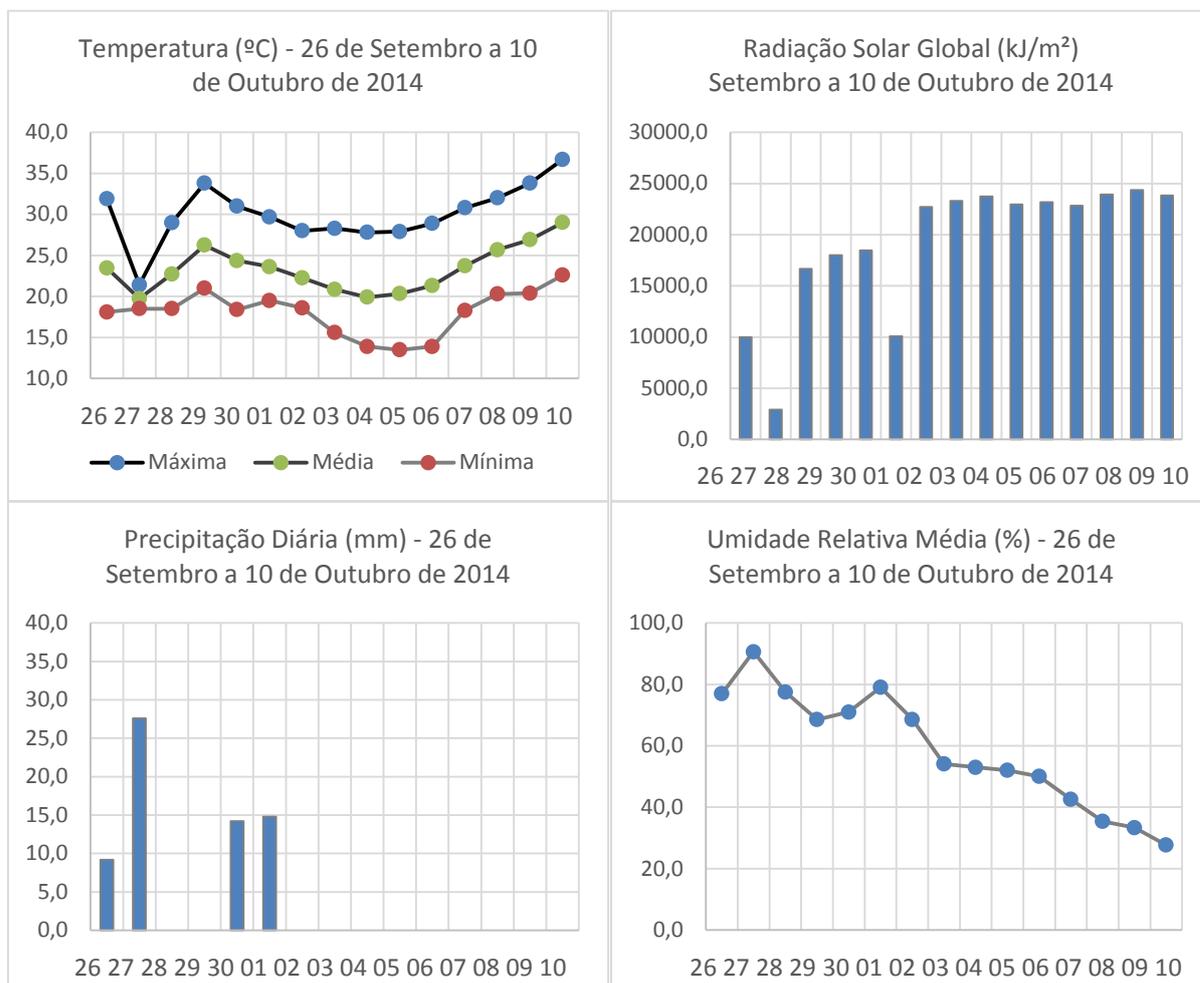
Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

Essas condições promovem uma baixa atividade microbacteriana, uma vez que não oferecem a esses organismos condições satisfatórias de temperatura e umidade, reduzindo a produção de gases e chorume no depósito de resíduos sólidos.

No dia 10 de outubro de 2014, período coincidente com a primavera, se mostrou a data (dentre as imagens analisadas) com maior índice de temperatura de superfície, entre 30,6 e 40,3 °C. As temperaturas mais altas coincidem com áreas de solo exposto, que mais refletem a incidência solar. Na malha urbana os índices variam em torno de 36 e 37 °C, reduzindo sobre as encostas e atingindo seus menores índices nos fundos de vale, devido a presença dos corpos d'água.

Ao observar os dados climáticos referentes aos 15 dias precedentes a data analisada (Gráfico 7) nota-se uma brusca queda na umidade relativa.

GRÁFICO 7 – Dados climáticos na atmosfera dos dias 26/09 a 10/10 de 2014



Fonte: Estação Meteorológica de Presidente Prudente – UNESP-PP / INMET (2014).

Ao mesmo tempo, o aumento dos índices de temperatura atmosférica, bem como a constante incidência solar, são parâmetros suficientes para indicar a alta temperatura de superfície obtida via imagem de satélite.

Na área ocupada pelo lixão de Pirapozinho (SP) a temperatura tendeu a atingir graus semelhantes a aqueles encontrados na malha urbana. Diante disso, caso houvessem condições de precipitação e umidade em solo adequados, ocasionariam um ápice na proliferação das bactérias metanogênicas. Ainda assim, é provável que as atividades microbacterianas realizadas no interior da massa de resíduos ocorra de maneira mais intensiva do que durante o período anterior, na estação de inverno.

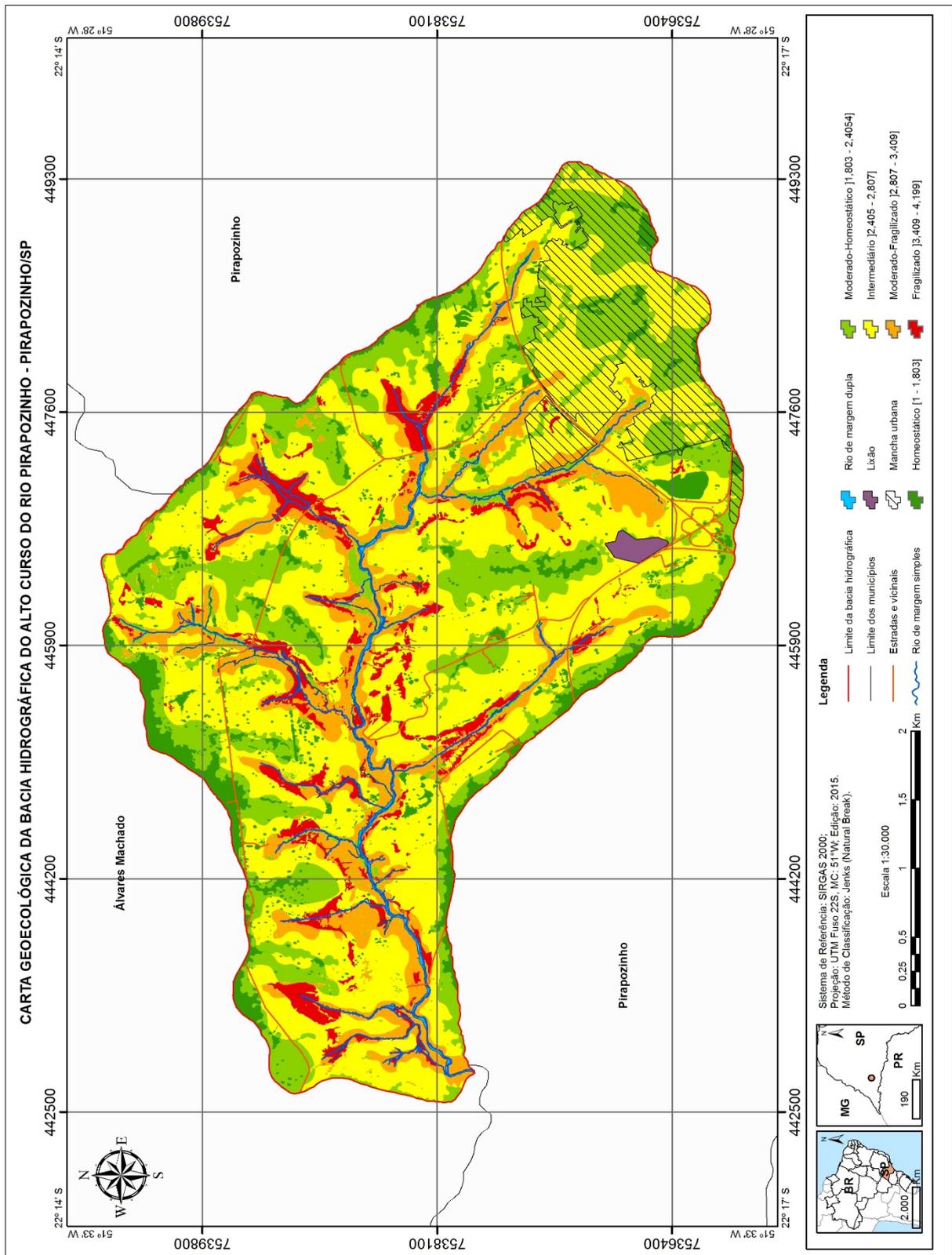
Deste modo, observa-se que dentre as 4 datas analisadas, o momento que possivelmente provocara uma maior produção de gases e chorume no depósito de resíduos sólidos de Pirapozinho (SP) foi em 28 de janeiro de 2014, onde os

índices de temperatura, radiação solar, umidade relativa e precipitação diária demonstraram serem os mais adequados ao favorecimento do crescimento dessas bactérias.

5.7 Estado geocológico local

Por meio do levantamento de mapas temáticos na bacia hidrográfica estudada elaborou-se a síntese das informações obtidas, identificando seus índices de fragilidade. Os critérios utilizados seguiram os mesmos princípios daqueles usados na elaboração da síntese regional. Convém destacar que, para ambos os casos (regional e local), a atribuição desses graus geocológicos deu-se em função da correlação dos componentes naturais da paisagem com o recurso hídrico. Sendo assim, a porosidade do substrato rochoso, a permeabilidade e distribuição dos solos, a concentração de corpos d'água conforme as diversas feições geomorfológicas, e a proteção ou não destes recursos por fragmentos vegetativos, formaram os parâmetros necessários para a elaboração da síntese geocológica local (Figura 114).

Figura 113 – Carta geocológica da bacia hidrográfica do alto curso do rio Pirapozinho - Pirapozinho/SP



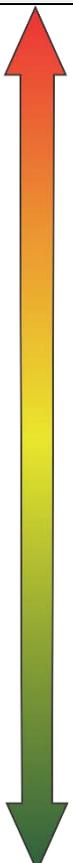
Fonte: Autor (2016).

Os pesos estabelecidos para a do mapa contendo o estado geocológico se baseiam nos mesmos valores atribuídos para o mapa regional, distribuindo-se do seguinte modo (variando de 1, em equilíbrio, até 5, fragilizado: a) Geologia: Formação Adamantina Ka_V , Ka_{IV} = 4; Depósitos Aluvionares = 5; b) Relevo: Domínio de Topos e Vertentes Convexadas = 1; Domínio de Vertentes Convexas, Retilíneas e Côncavas = 3; Planícies Aluviais = 5; c) Declividade: maior que 15% = 5; menor que 15% = 1; d) Solos: Latossolo Vermelho = 1; Argissolo Vermelho Amarelo = 3; Solo Hidromórfico = 4; Neossolo Litólico = 5; e) Hidrografia: Nascente = 5; Freático Suspenso = 5; Freático de Fundo de Vale = 5; f) Vegetação: Arbórea = 1; Gramínea = 3; Aluvial = 4.

Para tanto, essas unidades locais revelam condições e recomendações semelhantes às regionais. O diferencial, entretanto, se dá em relação aos ambientes de maior fragilidade que, em razão ao nível de detalhe atribuído à bacia, podem ser visualizados e identificados com uma maior exatidão. Assim como determinado para a região da UGRHI-22, no alto curso da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho foram obtidos cinco estados geocológicos ao todo (Tabela 14), que variam de acordo com a fragilidade natural ou a capacidade de resiliência diante do impacto antrópico.

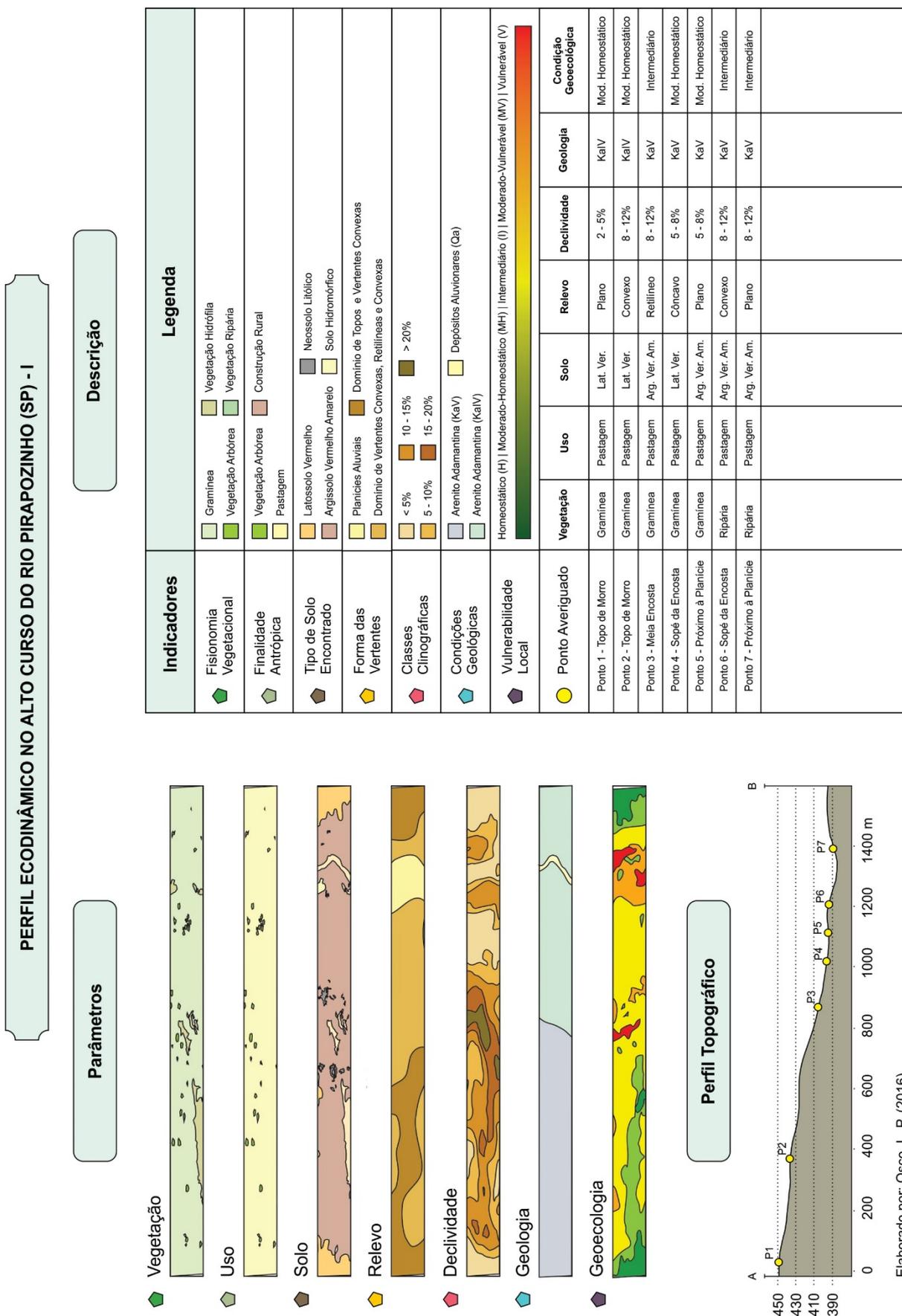
Nota-se, portanto, que sobre os recursos hídricos a gravidade e o risco de contaminação assumem proporções evidentemente superiores. Desse modo, a proteção dessas áreas, bem como de seu entorno, deve ser considerada prioridade para a recuperação e estabilização do meio natural. Em zonas intermediárias o risco relaciona-se essencialmente com a declividade do terreno, pois apresentam vertentes retilíneas, de nula cobertura vegetal arbórea, com solos de caráter argilosos e sem a ocorrência de afloramentos dos lençóis freáticos locais. Por último, as áreas mais equilibradas, de maior capacidade de resiliência, encontram-se com maior ocorrência sobre os topos das colinas, onde os solos são um pouco mais espessos, com maior capacidade de infiltração da água e menor intensidade dos processos erosivos.

Tabela 14 - Unidades Geoecológicas e Suas Respectivas Descrições (Pirapozinho – Sp)

Estado Geoecológico		Descrição das Unidades
Vulnerável		Consistem em unidades extremamente vulneráveis a quaisquer processos de intervenção humana. Incidem, na maior parte, em corpos (lençóis freáticos locais e regionais) e cursos d'água, bem como setores relacionados à exposição do maciço rochoso, de Neossolos Litólicos e também de elevados índices de declividade.
Moderado Vulnerável		Definem-se, normalmente, como áreas próximas aos setores mais vulneráveis, normalmente em fundos de vale ou de vertentes concavizadas, com predominância de solos mais argilosos e maior retenção de água em seus perfis superficiais.
Intermediário		Caracterizadas por relevo medianamente acidentado, com encostas retilíneas e médios índices de declividade. Predominam solos com menores profundidades, bem como algumas porções formadas por vegetações arbóreas.
Moderado Homeostático		Compõem-se de zonas de baixas variações topográficas, com relevo plano e vertentes convexas, com menor intensidade de processos erosivos e algumas concentrações de vegetações existentes.
Homeostático		Individualizadas por relevos planos, em topos de colinas, com solos de caráter latossólico, permitindo maiores índices de infiltração e baixa incidência de processos erosivos. Nesses setores, ainda, são encontrados (em poucos espaços) fragmentos de matas densas, conferindo uma maior proteção à essas áreas no que diz respeito à intervenção humana.

Sendo o caso, tendo por intenção elucidar essas unidades, construíram-se 3 Perfis Ecodinâmicos, com base em Tricart (1977) (Figura 115, Figura 116 e Figura 117), contemplando as características naturais (clima, vegetação, relevo, rocha, água, solo e declividade), humanas (uso e ocupação), como também os respectivos estados geoecológicos. Os perfis ecodinâmicos, por serem autoexplicativos, permitem ilustrar com uma maior clareza os parâmetros empregados durante a elaboração do mapa síntese contendo o estado geoecológico, além dos seus reflexos no ambiente de estudo. Esses perfis tomam, como referência, os mesmos perfis topográficos traçados durante a coleta de solo, apresentados anteriormente na Figura 103 (ver página 158).

FIGURA 114 – Perfil Ecodinâmico I do alto curso do rio Pirapozinho (SP)



Elaborado por: Osco, L. P. (2016)

FIGURA 115 – Perfil Ecodinâmico do alto curso do rio Pirapozinho (SP)

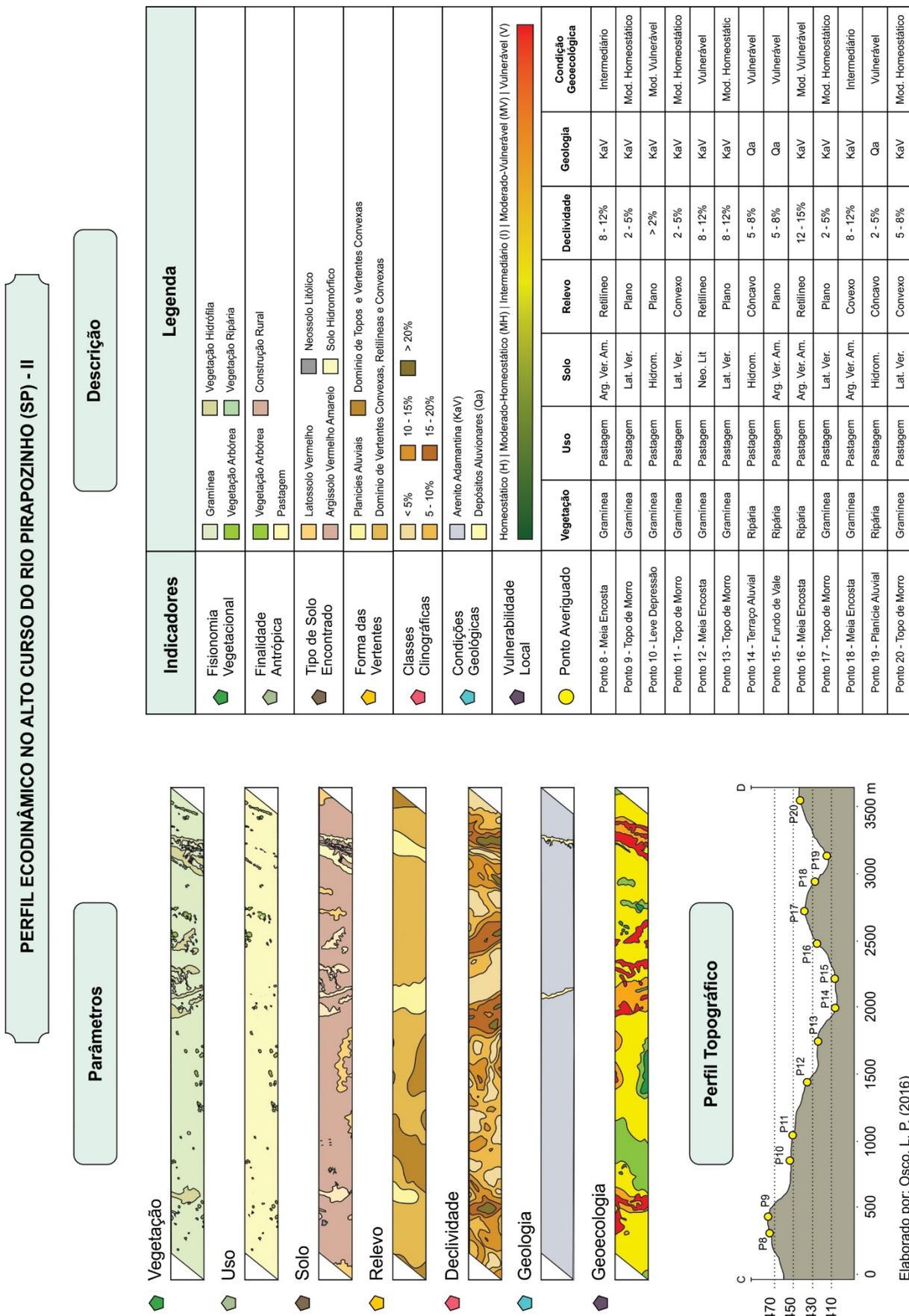
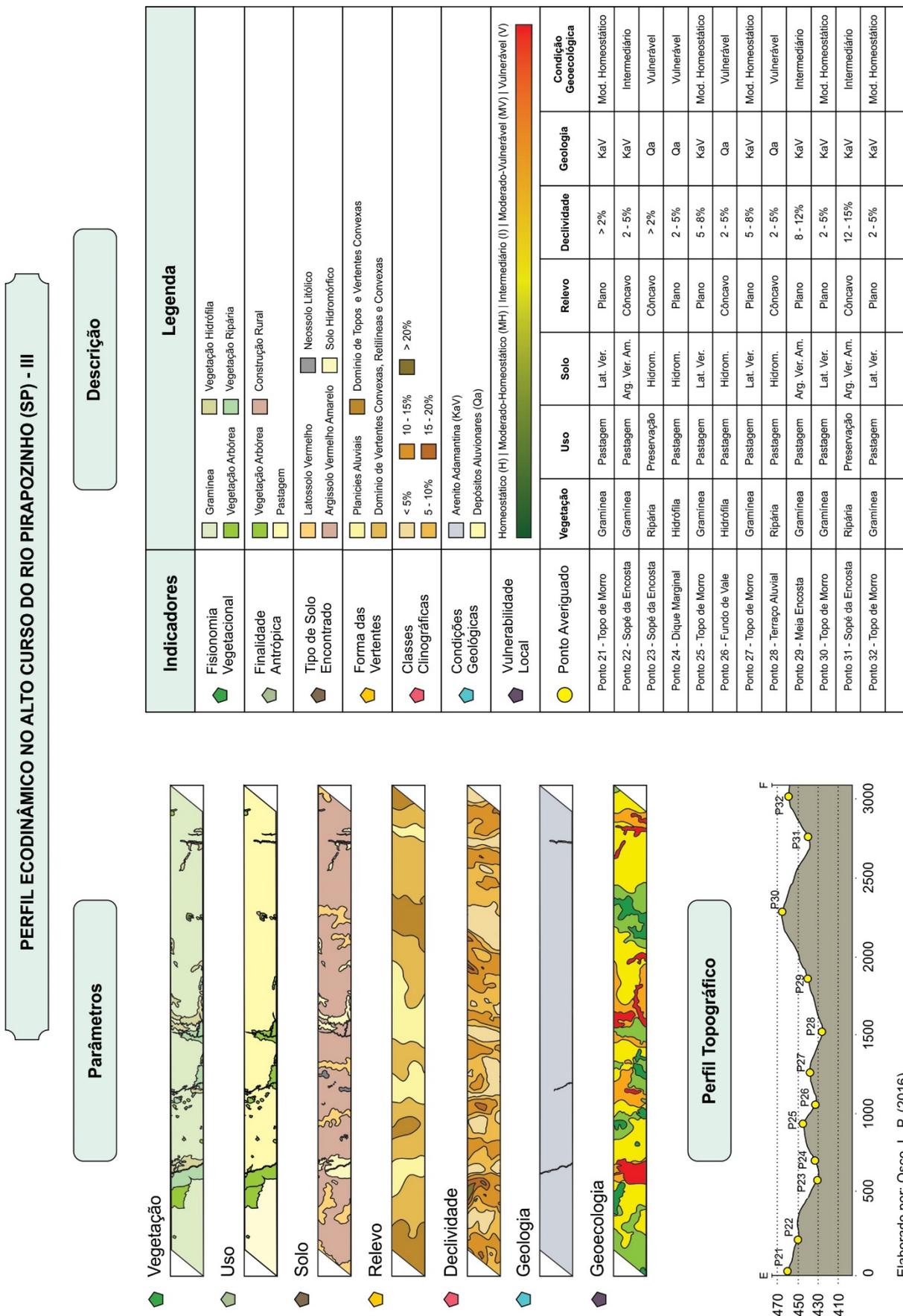


FIGURA 116 – Perfil Ecodinâmico III do alto curso do rio Pirapozinho (SP)



Observa-se, portanto, uma série de exemplificações do que foi elencado anteriormente. A distribuição dos componentes naturais na bacia hidrográfica possui semelhanças entre os distintos perfis elaborados, bem como certas diferenças. Dentre as constatações averiguadas, apontam-se:

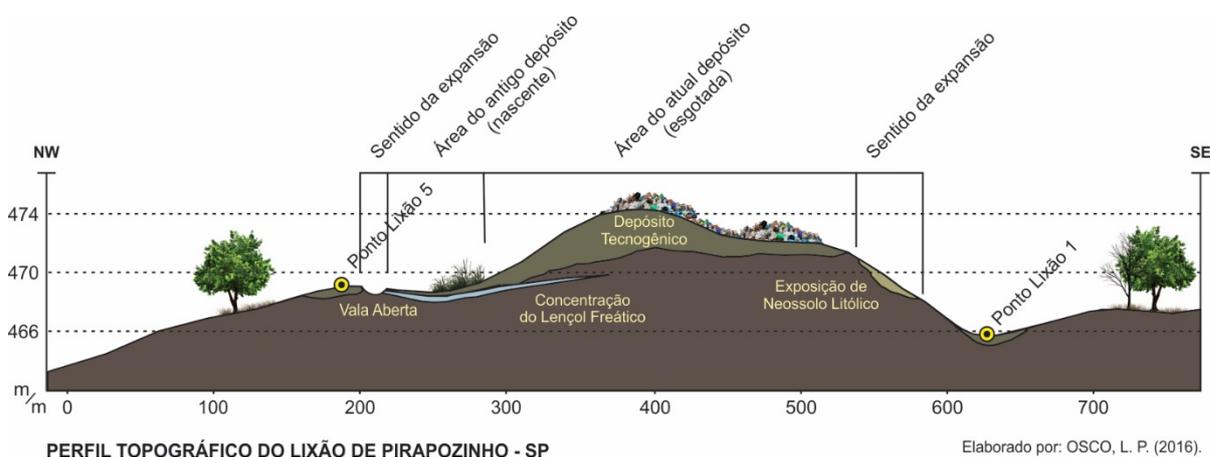
- A presença dos lençóis freáticos em meia encosta, corroborando com a identificação da intercalação dos bancos de arenitos-argilitos das unidades de mapeamento Ka_{IV} e Ka_V que, por sua vez, acabam por influenciar a composição textural e granulométrica dos solos;
- A influência do relevo na construção das diferenciadas classes de solos, o que demonstra a importância da forma das vertentes e dos índices de declividade sobre a pedosequência;
- A distribuição de vegetações adaptadas aos diferentes ambientes, como hidrófilas e arbóreas, bem como a escassez das mesmas em setores de maior declividade, principalmente em porções sujeitas aos processos erosivos mais acentuados;
- A capacidade que os setores compostos por matas densas, fundos de vale com vertentes côncavas e demais corpos d'água possuem de se relacionarem entre si, permitindo a correlação com os índices de temperatura em superfície, sendo, também, influenciados pela temperatura atmosférica e por índices locais de pluviosidade;
- A apropriação característica da bacia hidrográfica, consistindo-se em, majoritariamente, atividades de pecuária, pequenas áreas de recreação particular e a intensiva ocupação urbana, explicados ora pela topografia acidentada (dificultando lavouras de maquinário pesado) e a proximidade com o polo central regional;

Em suma, a construção desses perfis possibilita a melhor identificação dos diversos processos por detrás da compreensão geocológica estabelecida. Essas unidades, por sua vez, associam-se umas às outras e entre si mesmas, conduzindo o arcabouço paisagístico responsável por condicionar atividades em superfície. Dentre essas atividades, a incorreta destinação de

resíduos sólidos em aterros acarreta numa série de consequências danosas, conforme exposto no decorrer deste capítulo. E a dinâmica por detrás das características naturais do local, assim como de seu entorno, responsabiliza-se por definir as consequências e os níveis de degradação acometidos.

Portanto, a partir da concepção geoecológica, existe uma possibilidade de atrelar os componentes naturais aos índices de contaminação do próprio lixão, demonstrando os reflexos e comportamentos dos poluentes na dinâmica natural. Para isso elaborou-se um perfil topográfico da área ocupada pelo aterro, bem como a sua proximidade (Figura 118), tendo como finalidade ilustrar a situação que este depósito se encontra.

FIGURA 117 – Perfil topográfico da área ocupada pelo lixão de Pirapozinho – SP



Diante das informações obtidas e relatadas, sabe-se que a área onde se situa o lixão de Pirapozinho – SP apresenta uma série de irregularidades. Inicialmente, os resíduos eram descartados numa pequena depressão que, quando verificada em trabalhos de campo, revelou a presença do freático freático local, aparecendo em vala recentemente escavada. Nesta antiga área, a contaminação do corpo d'água presente é total, pois a camada de resíduo compactado coincide com o afloramento do recurso hídrico. À sua proximidade (no Ponto L5) constatou a presença de materiais inertes, oriundos de atividades de construção, aterrados na área possivelmente com o objetivo de consolidar o solo encharcado.

Posteriormente os resíduos passaram a serem depositados na porção mais elevada da colina, engendrando horizontes de material tecnogênico. Atualmente a área encontra-se esgotada, o que motivou a abertura de novas valas

no entorno do lixão. Essas valas que margeiam o topo da colina revelam a presença de Neossolos Litólicos, expondo aproximadamente 2 metros de espessura do maciço rochoso. Isto posto, cabe ressaltar que devido a inexistente camada de solo na base da vala, o lixo é posto em contato direto com o arenito. A característica do arenito local (K_{av}) acaba permitindo com maior rapidez a infiltração de quaisquer substâncias líquidas, como é o caso do chorume. Por meio da infiltração, o contaminante atinge quaisquer outros corpos d'água que se encontrem abaixo, normalmente sobre as camadas rochosas semipermeáveis.

Por outro lado, devido as maiores classes de declividade nas vertentes à SE (Ponto L1), o transporte de solos, bem como o carreamento de resíduos e líquido contaminado para as porções mais baixas da colina, ocasionou a transformação das propriedades naturais da área. Essa situação pôde ser comprovada ao se verificar as diferentes classes texturais dos solos ao redor e as excessivas concentrações dos micronutrientes ao longo de suas profundidades, corroborando a alteração provocada por esta disposição inadequada de resíduos sólidos.

Em suma, a degradação local é significativa, e a poluição dos recursos naturais localizados às suas proximidades compromete com a qualidade da água, do solo e da atmosfera. A produção de chorume e metano (CH_4) durante a maior parcela dos anos provocaram impactos na sub e superfície, e não somente no depósito em si, mas no entorno do mesmo. Logo, o município e a população de Pirapozinho – SP, sobretudo quem possui propriedades próximas ao lixão, encontram-se sujeitos às suas problemáticas. Já no caso dos catadores, que se expõem aos montantes dos resíduos sólidos sem a menor proteção ou cuidados mínimos, precisam suportar esta precária forma de vida diariamente.

Logo, a irregularidade dessa área pôde ser comprovada por uma série de fatores, como: o depósito se encontra sobre uma antiga nascente; os resíduos não são recobertos corretamente; as valas escavadas são abertas no maciço rochoso, sem as camadas de solos para atenuar o contaminante; o lixão localiza-se na margem da rodovia, próximo à cidade, sendo que a direção dos ventos predomina anualmente em sentido à malha urbana; a inexistência de vegetação ao entorno; a presença de catadores, crianças e idosos, animais silvestres e queima de resíduos; o recebimento de resíduos não autorizados, hospitalares e industriais e; a criação de animais, em especial os porcos, concluem a situação local.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A presente dissertação propõe a avaliação da situação que os depósitos de resíduos sólidos regionais (denominados como aterros) se encontram ao longo dos últimos anos. Isto se deu, primordialmente, em função da necessidade de se reconhecer a capacidade do meio natural em suportar os impactos advindos dessa atividade degradadora. Como meio teórico-metodológico, adotou-se a Geoecologia que, devido a sua diversidade de abordagens referentes às questões ambientais, permitiu compreender a dinâmica sistêmica dos componentes naturais da paisagem, seja regional ou local.

A dinâmica desses sistemas naturais, por sua vez, pode ser sintetizada na forma de um mapa único, contendo o estado geoecológico, o qual indica os graus de homeostasia ou fragilidade do meio físico. Com os setores mais vulneráveis às atividades altamente impactantes, obteve-se uma dimensão da distribuição de impactos regionais provocados por depósitos de resíduos sólidos no meio físico na área de estudo, a região da UGRHI-22.

A partir das informações bibliográficas obtidas durante a realização da presente pesquisa, bem como dos dados de levantamento de campo, decorrentes das averiguações em diversos trabalhos in loco, concluiu-se que os aterros de resíduos sólidos na região do Pontal do Paranapanema apresentam uma série de problemas ambientais. O incorreto manejo de todos esses depósitos e a fragilidade intrínseca do meio físico a este tipo de atividade contribuí para agravar os níveis de degradação da paisagem regional.

Conclui-se que os depósitos de resíduos sólidos na UGRHI-22 não possuem os parâmetros ideais para a proteção dos recursos naturais adjacentes, uma vez que não há nenhum aterro que funcione como um aterro sanitário. Sobre suas áreas, o solo e, em vários casos, o recurso hídrico próximo, apresentam alta chance de se encontram contaminados. A situação contradiz com aquilo decretado por ambas as Leis (12.300/06 e 12.305/10), apesar disso, o órgão ambiental (CETESB, 2014) considera somente o lixão de Pirapozinho como o pior depósito de resíduos sólidos de toda a UGRHI-22. Portanto, diante das constatações apontadas nesta pesquisa, verificou-se que essa situação local pouco difere da regional. Não obstante, a irregularidade da área surpreende, e os dados obtidos apontam para a condição ambientalmente degradada.

Quanto à análise desenvolvida na área do lixão de Pirapozinho – SP, a escolha deste local serviu de modelo para a comprovação da eficácia da metodologia aplicada na escala regional (toda a UGRHI-22). Caso se escolhesse quaisquer um dos demais aterros para o levantamento em nível de detalhe local, suas localidades apresentariam semelhanças com aquelas constatadas no mapa geoecológico da UGRHI-22. Portanto, a discussão sobre a contaminação dos recursos naturais nessas áreas se mantém, pois, todos os 22 depósitos de resíduos sólidos não se encontram em condições adequadas, apresentando sempre alguma irregularidade, impactando os recursos naturais locais.

Ainda que análises específicas a respeito da distribuição e o alcance da contaminação sejam necessárias, o diagnóstico geoecológico da região consiste em um importante instrumento para determinação das reais consequências da prática de se manter um aterro de resíduo sólido em um município, pois permite, conforme apontado nos resultados desse trabalho, avaliar as potencialidades e fragilidades paisagísticas do meio natural.

Recomenda-se mais estudos em cada um dos aterros de resíduos sólidos urbanos da região estudada, verificando sua compatibilidade com os parâmetros geotécnicos locais, bem como avaliando as condições do seu entorno. Sugere-se que o diagnóstico ambiental auxilie os municípios a melhor identificar as características de seus aterros, o que pode beneficiar as práticas de encerramento dessas áreas, seja para a implementação de um aterro sanitário em outro local, seja por esgotamento da propriedade atual. Para a situação do lixão de Pirapozinho – SP, caso ocorra o encerramento da atividade aludida, recomenda-se que estudos específicos para a sua recuperação. O município, ainda, deverá buscar a implantação do aterro sanitário em outro local, preferencialmente em outra bacia hidrográfica, de menor fragilidade física, bem como a iniciação das devidas práticas de recuperação e remediação do dano ambiental ocasionado no solo.

Em suma, contata-se que as condições dos aterros de resíduos desta região assemelham-se umas às outras, e a carência de práticas de gerenciamento ou mesmo na adequação geotécnica das áreas de operação necessitam serem melhor acompanhadas. Para isso, o apoio das prefeituras, a concretização de mais acordos intermunicipais, a capacitação dos técnicos responsáveis e a fiscalização dos órgãos ambientais nessas áreas são essenciais para que ocorra uma melhoria

no que diz respeito a destinação final dos resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. A. de. **Teoria geomorfológica: aplicação e reflexão.** 1982. Tese (Livre-Docência) - FFLCH-USP, São Paulo.
- ABREU, A. A. de. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Rev. IG**, São Paulo, v. 4, n. 112, p. 5-23, jan./dez., 1983
- AB'SÁBER, A. N. Domínios morfolclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, n.3, 1967.
- AB'SÁBER, A. N. A **Depressão periférica paulista**: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácica da Bacia do Paraná. São Paulo: Inst. Geogr. USP, 1969. Geomorfologia, n. 15.
- AB'SÁBER, A. N. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil.** São Paulo: Inst. Geogr. USP, 1969. Geomorfologia, n. 15.
- AB'SÁBER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** São Paulo: Inst. Geogr. USP, 1969. Geomorfologia, n. 18.
- AB, SÁBER. A. N; Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, n. 3, 1977.
- AB, SÁBER. A. N. A teoria dos refúgios: origem e significado. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, ed. esp., mar. 1992.
- ABUL, S. Environmental and Health Impact of Solid Waste Disposal at Mangwaneni Dumpsite in Manzini: Swaziland. **Journal of Sustainable Development in Africa**, Pennsylvania, v. 12, n. 7, 2010.
- ANDRADE, A. W. O. **Arqueologia do Lixo: um estudo de caso nos depósitos de resíduos sólidos da cidade de Mogi das Cruzes em São Paulo.** 2006. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AGA – Associação de Geoecologia na Alemanha. Verband für Geoökologie in Deutschland e. V. und Hochschulkonferenz. **Geoökologie**, 2005.
- ALMEIDA, F. F. M. de. O planalto paulistano. In: A CIDADE de São Paulo. São Paulo, AGB; 1958.
- ALMEIDA, F. F. M de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista.** São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. 1964. (Série Teses e Monografias).
- ALMEIDA, M. A. et al. Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31.,

1980, Balneário de Camboriú, Santa Catarina. **Anais...** Balneário de Camboriú: [s.n.], [1980?]. v. 3.

ALMEIDA, M. A. et al. Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Bauru na região do pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE REOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Anais...** [São Paulo?]: SBG, [1981?].

AMARAL, I. do. **Tendências da geomorfologia**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1967. v. 2, n. 3.

AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. A Classificação taxonômica do relevo como um instrumento de gestão territorial: uma aplicação ao Parque Estadual do Morro do Diabo, Município de Teodoro Sampaio (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia – GO. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], [2006?].

AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 26, 2009.

BARCHA, S. F. **Estratigrafia do Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1980.

BARROS, L. L. Aplicações da geoecologia da paisagem no planejamento ambiental e territorial dos parques urbanos brasileiros. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, n. esp., 2º sem. 2011.

BERTALANFFY, L. V. **Das Gefüge des Lebens**. Teubner, Leipzig. 1937.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **R. RA´E GA**, Curitiba, n. 8, 2004.

BIGARELLA, J. J. et al. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.16/7, p. 89, 1965.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16 e 17, 1965.

BITAR, O. Y. **Meio ambiente e geologia**. 2. ed. São Paulo: Ed. Senac, 2010.

BOCCO, G. Carl Troll y la ecología del paisaje. **Investigación Ambiental**, v.2, n.1, 2010.

BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Programa de Pós Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BRASIL. Congresso Nacional. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei n.º 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BUAT, Louis-Gabriel du. **Principes d'Hydraulique, vérifiés par un grand nombre d'experiences faites par ordre du Gouvernement**. Paris, 1779.

BÜDEL, J. Die Relieftypen der Flächenspülzone Süd-Indiens am Ostabfall Dekans gegen Madras. **Colloquium Geographicum**, Bonn, v. 8. 1965.

BÜDEL, J. Das System der Klimatischen Geomorphologie. **Verhandlungen Deutscher Geographentag**, v. 27. 1969.

CAILLEUX, A. & TRICART, J. Lê problème de la classification des faits géomorphologiques. **Annales de Géographie**, 65 année, n. 349, 1956.

CAMPOS, H. **Ciclo das rochas**: sua história, explicações atuais e implicações ambientais. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências Departamento de Geociências Aplicada ao Ensino, 2008.

CAMPOS, D. de A. et. al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo; folha Paranapanema (SF. 22)**. Brasília: DNPM, 1978.

CAPRI JUNIOR, S. **Técnicas cartográficas aplicadas à dinâmica da bacia Ribeirão Araquá – SP**. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Apostila de hidrologia**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

CARVALHO, W. A. (Coord.). **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anastácio (SP)**. Presidente Prudente: FCT-UNESP, 1997. (Boletim científico, n.2).

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Ed. da UFG, 2001.

CELERE, M. S. et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, abr., 2007.

CETESB. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares**. São Paulo: CETESB, 2014.

CETESB. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. v. 1.

CETESB. **Manual de implantação de aterros em valas**. São Paulo, 1994.

CHOLLEY, A. Morphologie structurale et morphologique climatique. **Annales de Géographie**, Paris, v. 317, 1950.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and general systems theory**. Washington, D.C., 1962. 10 p. (Geological professional paper 500-B).

CHORLEY, R. J., DUNN, A. J., BECKINSALE, R. P. **a history of the study of landforms or the development of geomorphology**. London: MethuenWiley. 1964. v. 1: Geomorphology Before Davis.

CHRISTENSEN, T. H. et al. Biochemistry of landfill leachate plumes. **Applied Geochemistry**, v.16, p. 659-718, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. E. Blücher, 1974.149 p.

CINTRA, F. H.; HAMADA, J.; CASTILHO FILHO, G. S. Fatores que afetam a qualidade do chorume gerado em aterro controlado de resíduos urbanos. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória. **Anais...** [Vitória?]: [s.n.], [2002?].

COTTON, C.A. **Climatic accidents in landscape – making**: a sequel to “Landscape as developed by processes of normal erosion”, London: Whitcombe & Tombs, 1942.

CPTI – Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais. **Relatório Zero da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: CPTI, 1999.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CRICKMAY, C.H. **A preliminary inquiry into the formulation and applicability of the geological principle of uniformity**. Calgary: Evelyn de Mille Books, 1959.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão: Bacia do Córrego Jacu e Santo Antonio**. 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

CUNHA, C. M. L. da. **A Cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Journal**, London, v. 14, n. 15. 1899.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Estudo de águas subterrâneas – regiões administrativas 10 e 11 – Presidente Prudente e Marília**. São Paulo: DAEE, 1979. v. 1- 2.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo**. Escala 1:1.000.000. [S.l.]: [s.n.], 2005.

DAMUTH, J. E.; FAIRBRIDGE, R. W. Equatorial atlantic deep-sea arcose sands and ice-age aridity in tropical South America. **Geol. Soc. Am. Bull.**, n. 81, 1970.

DIAS-BRITO D. et al. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Révue Paléobiologie**, n. 20, p. 245-304. 2001.

DIBIESO, E. P. **Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro Presidente Prudente-SP**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciência e Tecnologia da Unesp, Pres. Prudente.

DIBIESO, E. P. ; LEAL, A. C. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do rio Santo Anastácio/SP**. Porto Alegre: [s.n.], 2010..

DREW, D. **Processos interativos homem meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1986.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, R.J.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos; 1).

EMBRAPA. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999.

EMUBRA. **História das cidades do Oeste Paulista: Pirapozinho – SP**. Disponível em: <
http://camaraprudente.sp.gov.br/historia/hist_oeste/cidades/pirapozinho/historia.html
>. Acesso em: 01/04/2015.

FANNING, D. J. ; FANNING, M. C. B. **Soil**: morphology, genesis and classification. New York: John Wiley & Sons, 1989.

FARIAS, F. D. S. **Índice da qualidade de aterros de resíduos urbanos**. 2002. Tese (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FARQUAR, G. J.; ROVERS, F. A. **Gas production during refuse decomposition**. Waterloo, Ontario: University of Waterloo, Department of Civil Engineering, 1973.

FEITOSA, F. A. C. (Org.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2008.

FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. São Paulo: [s.n.], 1998.

FERNANDES L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, n. 30, p. 717-728, 2000.

FERNANDES, L. A. ; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 3, 1994.

FERREIRA, R. P. D. **Solos e morfogênese em São Pedro, SP**. 1997. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

FLORENZANDO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo : Oficina de Textos, 2008.

FORMAN, R. GORDON, M. **Landscape Ecology**. United States of America: Library of Congress, 1986.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Riscos de poluição de águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 5., 1988. **Anais...** [S.I.]: ABAS, [1988?].

FOSTER, S. et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. [S.I.]: Serviços Técnicos Ambientais, 2006.

FRANCISCO, A. B. A erosão dos solos no extremo oeste paulista e seus impactos no campo e na cidade. **Revista GEOMAE**, v. 2, n. 2, 2011.

FULFARO, V. J. et al. Santo Anastácio: um geossolo cretácico na Bacia Caiuá. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999, Serra Negra. **Anais...** Serra Negra: Universidade Estadual Paulista, 1999.

GALVÃO, D. C. **Reconstrução paleoambiental a partir dos colúvios do entorno da Lagoa do Puiu, Município de Ibimirim – Pernambuco**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.

GERASIMOV, I. P. **Essai d'interprétation geomorphologique du schème général de la structure geologique de l'URSS**. Moscou: [s.n.], 1946. (Problèmes de Geographie Physique, v. 12).

GERASIMOV, I. P. Anthropogene and its major problem. **Boreas**, v. 8, n. 1, 1979.

GILBERT, G. K. **Geology of the Henry Mountains**. Washington, D.C. : Government Printing Office, 1877.

GIORDANO, G.; FILHO, O. B.; CARVALHO, R. J. **Processos Físico-Químicos Para Tratamento do Chorume de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro – RJ: [s.n.], 2011. (Coletânea em saneamento ambiental. Série temática. Tecnologias ambientais ; v. 4).

GOUDIE, A. S. (Org.). **Encyclopedia of geomorphology**. [S.l.]: Taylor & Francis e-Library, 2006.

GOUVEIA, N.; PRADO, R. R. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. **Revista Saúde Pública**, 2010.

GUEDES, I.C. **Aplicação de análise flúvio-morfométrica na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio – SP para detecção de deformações neotectônicas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos – UnG.

GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C. Aplicação de análise flúvio-morfométrica na bacia do Rio Santo Anastácio (SP) para detecção de deformações neotectônicas. In: JORNADA DE ANÁLISE GEOAMBIENTAL, 1., 2006, Guarulhos. **Anais...** Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2006.

GUEDES, I. C. et al. Feições de liquefação no Vale do Rio Santo Anastácio (SP): indicações de atividade sísmica quaternária? **Revista UnG – Geociências**, v.7, n.1, 2008.

HACK, J. T. Interpretation of erosional topography in humid/temperate regions. **American Journal of Science**, v. 258-A, p. 80-97, 1960. (Bradley Volume).

HAUCK, P. A Teoria dos refúgios florestais e sua relação com a extinção da megafauna pleistocênica: um estudo de caso. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 5, 2008

HENRIQUE, W. **Processos da dinâmica geoambiental no meio tropical quente e úmido e tropical quente e seco**. Rio Claro: LABORGEO – Laboratório de Geociências. Departamento de Planejamento Regional, 1997.

HIRATA, R.; FERNANDES, A. J. Vulnerabilidade à poluição de aquífero. In: FEITOSA, F. A. C. (Org.) et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3.ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008.

HORTON, R. R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Washington D.C., v. 56, n. 1, p. 275-370. 1945.

HUGGETT, R.J. **Fundamentals of geomorphology**. 2. ed. [S.l.]: Master e-book, 2007.

HUGGETT, R.J. **Geocology: an evolutionary approach**. London: Routledge, 1995.

HUMBOLDT, Alexander von. **Cosmos**: essai d'une description physique du monde. Paris: Bide et J. Baiudry Éditeurs, 1848-1862. 4v.

HUTTON, J. Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe. **Trans. Royal Soc. of Edinburgh**, v. 1, 1788.

IBGE. **Censo demográfico 2010**. Brasil, 2011.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico – 2008**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:500.000**. São Paulo, IPT. 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Geologia da Bacia do Paraná**: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos. São Paulo, 1982.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Bases técnicas para a recuperação da bacia do rio Santo Anastácio**: 3ª fase. São Paulo, 1994.

KING, L. C. Canons of landscape evolution. **Bulletin of the Geological Society of America**, Washington, D.C., v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953.

KLINK, H.J. Geoökologie und naturräumliche. **Geographische Rundschau Braunschweig**, v. 24, n. 1, p. 7-19. 1972.

KLIMASZEWSKI, M. **Problems of geomorphological mapping**. Varsóvia, Academia Polonesa de Ciências, 1963. (Estudo Geográfico 46).

KENNEDY, B. A. **Inventing the earth**: ideas on landscape development since 1740. Oxford: Blackwell. 2005.

KEMERICH, P. D. C et al. Determinação da vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no bairro nossa senhora do perpétuo socorro em Santa Maria – RS. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3. 2011.

KING, L. C. **The morphology of the earth**: a study and synthesis of world scenery. Edinburgh: [s.n.], 1962. p. 152.

KÜGLER, H. **Zur Aufgabe der geomorphologischer Forschung und Kartierung in der DDR**. Petermanns Geogr. Mitt, CXX. 1976.

LANDIM, P. M. B. et al. O estudo morfoestrutural pela análise de superfícies de tendência. **Geociências**, São Paulo, v. 3, p.77-89, 1984.

LANDIM, P. M. B. ; SOARES, P. C. Estratigrafia da formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976.

LEAL, A. C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema – São Paulo**. 2000. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.

LEAL, A. C. ; MOROZ, I. C. **WebSIG ePARANAPANEMA**. Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial – GADIS. Presidente Prudente: UNESP, 2013. Disponível em: < <http://bacias.fct.unesp.br/gadis/websig.php> >

LEITE J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. 1981. Tese (Livre Docência) – IPEA/UNESP, Presidente Prudente.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: HUCITEC, 1998.

LEITE, J. C. **Metodologia para elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas superficiais**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

LEITE, J. C. ; ZUQUETTE, L. V. Prevenção da contaminação e poluição de aquíferos: a utilização de liners. **Revista Geociências**, v. 14, n. 1, p. 167-178, 1995.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LEUZINGER, V. R. Controvérsias geomorfológicas. **Jornal do Comércio**, Rio de Janeiro, 1948.

LOUREIRO, S. M. **Índice de qualidade no sistema da gestão ambiental em aterros de resíduos sólidos urbanos – IQS**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MARTONNE, L. E. E. de. **Traité de géographie physique**. 9.ed. Paris: Armand Colin, 1950. 2 v.

MELO, M. S.; STEIN, D. P.; ALMEIDA, M. A. Aspectos litoestratigráficos do Grupo Bauru. In: Encontro de Geologia e Hidrogeologia: O Grupo Bauru no Estado de São Paulo. 1., 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG; ABAS, 1982. (Publicação nº 09.)

MELO, K. C. **Geocologia da Paisagem do Município De Ubatuba – SP**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILANI, E.J. et al. Cartas estratigráficas – Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, maio/nov. 2007.

MILANI, E. J., RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, 1998.

MIOTTO, S. L. **Aspectos geológico-geotécnicos da determinação da adequabilidade de áreas para implantação de cemitérios**. 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1984.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **Dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**. São Paulo: USP/IG, 1973.

MORAIS, F. Infiltração: uma variável geomorfológica. **Caderno de Geografia**, v. 22, n. 38, 2012.

MOREIRA, C. A. et al. Relações entre condutividade hidráulica, transmissividade, condutância longitudinal e sólidos totais dissolvidos para o aquífero livre de Caçapava do Sul (RS), Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 17 n. 2, abr/jun. 2012.

MOREIRA, M. A. A.; LORANDI, R.; MORAES, M. E. B. de. Caracterização de áreas preferenciais para a instalação de aterros sanitários no município de Descalvado (SP), na escala 1:50.000. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 60/02, 2008.

NASCIMENTO, S. A. M.; BARBOSA, J. S. F.; CRUZ, M. G. M. A vulnerabilidade do aquífero freático do alto cristalino de Salvador, Bahia. **Revista de Geologia**, v. 22, n. 1, 2009.

NEEF, E. **Entwicklung und Stand der landschaftsökologischen Forschung in der DDR**. Probleme der landschaftsökologischen Erkundung. Geogr. Ges. DDR, Leipzig, 1967.

NETO, J. P. O papel da pedogênese na formação do relevo: busca de novos paradigmas. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. 6. SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. 2. Tema 3: Geodinâmicas: entre os processos naturais e socio-ambientais. **Anais...Coimbra**: Universidade de Coimbra, 2010.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**. 2002. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

NUNES, J. O. R. et al. A importância do conhecimento geomorfológico na análise espacial: escolha de áreas para construção de aterro sanitário no município de Presidente Prudente – SP. In: SIMPÓSIO DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2006.

NUNES, J. O. R. et al. Variações textuais dos Latossolos Vermelhos do assentamento rural Antonio Conselheiro – Mirante do Paranapanema (SP). **Geografia em Atos**, v. 1, n. 6, 2006.

OLDROYD, D. R.; GRAPES, R. H. **Contributions to the history of geomorphology and Quaternary geology: an introduction**. London: Geological Society of London. Special Publications. v. 301, p. 1-17. 2008.
DOI: 10.1144/SP301.1.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Caçapava, Rio Paranapanema, SP/PR**. 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, A. M. S.; NETO, J. P. Q. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 73, 1994.

OLIVEIRA, R. C. **Avaliação do potencial poluidor de aterro em vala: analogia entre o aterro em vala e o lixão desativado de Taciba – SP**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente.

OLIVEIRA, R. C. **Escolha de área para aterro sanitário em meios porosos: o caso do município de Anhumas (SP)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente- SP.

PARALTA, E. A.; FRANCES, A. P.; RIBEIRO, L. F. Avaliação da vulnerabilidade do sistema aquífero dos Gabros de Beja e análise crítica das redes de monitorização no contexto da directiva quadro da água. In: SILUSBA, 7., 2005, – Évora. **Anais...** Évora: [s.n.], [2005?].

PASSARGE, S. **Physiologische morphologie**. Hamburg: L. Friedericksen, 1912.

PASSARGE, S. **Die Grundlagen der Landschaftskunde**. Hamburg: L. Friedericksen, 1919. 2v.

PASSARGE, S. **Die Landschaftsguertel der Erde**. Breslau: Ferdinand Hirt, 1923.

PASCHOALATO, C. F. P. R.; BLUNDI, C. E.; FERREIRA, J. F. Caracterização dos Líquidos Percolados Gerados por Disposição de Lixo Urbano. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENG. SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], [2000?].

PAULA E SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. 2003. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Perfis de referência do grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Geociências**, São Paulo, v. 22, n. esp., 2003.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO-CHANG, M.R STRADIOTO, M. R. Sucessão Sedimentar do Grupo Bauru na Região de Pirapozinho (SP). **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, 2006.

PELOGGIA, A.U.G. **Delineação e Aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo (as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana)**. 1996. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 257-268, 1997.

PELOGGIA, A U. G. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.

PENCK, A. **Morphologie der Erdoberfläche**. Stuttgart: Engelhorn, 1894. 2 v.

PENCK, W. **Die Morphologische Analyse**. Stuttgart: J. Engelhorn's Nachf, 1924.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos da geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PESSIN, N.; BRUSTOLIN, I.; FINKLER, R. Determinação da eficiência de tratabilidade de reatores biológicos para atenuação de carga orgânica presente no chorume proveniente de aterros sanitários. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], [2000?].

PLAYFAIR, J. **Illustrations of the huttonian theory of the earth**. Edinburgh, 1802.

POWELL, J. W. **Exploration of the Colorado River of the west and it's tributaries**. Washington: [s.n.], 1875.

RAMSAY, A. C. **The physical geology and geography of Great Britain: a manual of British geology.** London: [s.n.], 1863.

RICHTHOFEN, F. F. von. **Füher für Forschungsreisende.** Berlin: R. Oppenheim, 1986. p. 294-315.

RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 1997.

RICCOMINI, C; COIMBRA, A. M. Sedimentação em rios entrelaçados e anastomosados. **Bol. IG-USP- Sér. Didát.**, n.6, p. 01-3, 1993.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P.C.F.; MANCINI, F. Rios e Processos aluviais. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 191-211,.

RIZZINI, C.T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florística-sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, n. 1, p. 3-64, 1963.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geosistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Educações UFC, 2010.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento.** 9. ed. São Paulo: [s.n.], 2012.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. Geografia IG-USP**, São Paulo, 1992.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. Publicação Interna.** [São Paulo?]: Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da FFLCH/USP. 1981.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia.** [São Paulo]: Departamento de Geografia FFLCH-USP; IPT, 1997.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos.** Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2003.

SALLUN, A. E. M. **Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP).** São Paulo, 171 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 2003.

SANKOH, F; P.; YAN, X. TRAN, Q. Environmental and Health Impact of Solid Waste Disposal in Developing Cities: A Case Study of Granville Brook Dumpsite, Freetown, Sierra Leone. **Journal of Environmental Protection**, n. 4, p. 665-670, 2013.

SANTORO, J.; MASSOLI, M. Mapa de contorno estrutural do topo do basalto subjacente ao Grupo Bauru no estado de São Paulo. **Rev. IG**, São Paulo, v. 6, n. 1/2, p. 39-44, jan.dez., 1985.

SANTOS, L. F.; GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L. de C. Análise neotectônica do Pontal do Paranapanema (SP) Mediante Aplicação de Parâmetros Fluiomorfolométricos. **Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, 2011.

SÃO PAULO. **Lei Estadual Nº 12.300, de 16 de Março de 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. [S.l.]: [s.n.], [2006?].

SÃO PAULO. Secretaria do meio ambiente. **Portaria Minter n. 124, de 20 de agosto de 1980**. Água: licença ambiental e EIA RIMA: padrões de emissão: lançamento substâncias perigosas zoneamento. [S.l.]: [s.n.], [1980?].

SERAFIM, A. C.; GUSSAKOV, K. C. Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 3., 2003, São Paulo: **Anais...** Campinas: Unicamp, 2003.

SCHAEFER, C. E.; MARQUES, A. F. M.; CAMPOS, J. C. F. C. Origens da pedologia do Brasil: resenha histórica. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 1-15.

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.101-124.

SILVA, E. V. Geografia física, geoecologia da paisagem e educação ambiental aplicada: interações interdisciplinares na gestão territorial. Eixo temático: geografia física e educação ambiental: desafios contemporâneos. **Revista Geonorte**, v. 4, n. 4, 2012.

SILVA, T. C. da. **Jean Tricart (16/09/1920 – 06/05/2003)**: sua vida, sua obra. Geosul, Florianópolis, v. 18, n. 35, jan./jun. 2003.

SILVA, P. A. H.; PASSOS, E. Teoria dos refúgios florestais: distribuição e evolução das paisagens ao fim do pleistoceno. **Revista Geografar**, Curitiba, 2009.

SILVA, L. et al. Estudo de um Nitossolo Vermelho com evidencia de caráter coeso da região sudoeste do Paraná. **Synergisuss científica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

SOARES, P. C. et. al. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **R. Bras. Geoci.**, São Paulo, v. 10, n. 3, 1980.

SOCHAVA, V. B. Geographie und Oekologie. **Petermanns Geographische Mitteilunge**, v. 118, n. 2, 1972.

SOUZA, G. **Monitoramento de parâmetros qualitativos e quantitativos de líquidos percolados de aterros sanitários**: estudo em piloto experimental. 2005.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: Igeog-USP, 1977.

STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. **Bull. Geological. Society of America**, New York, n. 63, 1962.

SHREVE, R.L. The probalistic-topologic approach to drainage-basin geomorphology. **Geology**, v. 3, n. 9, p. 527-529, 1975.

STEIN, D. P. **Avaliação da degradação do meio físico**: Bacia do Santo Anastácio. Oeste Paulista. 1999. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

STEIN, D. P. et al. Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], [1979?].

STRAHLER, A. N. Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis. **American Journal of Science**, v. 248, n. 8-9, p. 673 - 696, 800-814. 1950.

SUDO, H. **Bacia do Santo Anastácio**: estudo geomorfológico. 1980. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUDO, H.; GODOY, M. C. T. F. e FREIRE, O. O processo erosivo na Bacia do Santo Anastácio. In : ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: [s.n.], 1991.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. [S.l.]: Ed. Universidade Federal do Paraná, 1990.

SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1980.

TEIXEIRA, W. et al. (Ed.). **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TER-STEPANIAN, G. The Beginning of the Tertiary. **Bulletin I. A. E. G.**, n. 38, 1988.

TRICART, J. A. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris, 1965.

TRICART, J. A. **Cartographie géomorphologique**. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1972.

TRICART, J. A. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro : IBGE-SUPREN, 1977. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1).

TRICART, J. A. Paysage et ecologie. **Rev. Geomorph. Dynam**, Paris, v. 28, n. 1, p. 81-95, 1979.

TRICART, J. A. Paisagem e ecologia. **Inter-Fácies**, São José do Rio Preto, n. 76, 1982.

TRICART, J. A. **Ecogeografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1982.

TROLL, C. **Die Landschaftsguertel der tropischen Anden**. In: Inhandl. 24Dt. Geographentag zu Danzing. 1932.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 3. ed. [S.l.]: [s.n.], 1989.

VERBAND FÜR GEOÖKOLOGIE IN DEUTSCHLAND E. V. (VGÖD). **Geoökologie studieren**. Deutschland: Hochschulkonferenz Geoökologie, 2005.

VERVLOERT, R. J. H. M. Dinâmica da cobertura pedológica, rupturas geométricas e hidrogeomorfologia em uma vertente de rocha granodiorítica. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, 2012.

VIADANA, A.G. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. Rio Claro: [s.n.], 2002.

VIADANA, A. G. CAVALCANTI, A. P. B. A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, v. 8/9, n. 1, 2007.

VITTE, A. C. **Breve história da geomorfologia no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2006.

VITTE, A. C. A construção da geomorfologia brasileira: as transformações paradigmáticas e o estudo do relevo. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 12, n. 2, 2008.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas conseqüências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, 2007.

ZANATTA, F. A. S. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IGCE, UNESP, Rio Claro.

ZANATTA, F. A. S.; CUNHA, C. M. L.; BOIN, M. N. Erosão Linear na alta bacia do ribeirão Santo Anastácio, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E AS MUDANÇAS DA PAISAGEM, 15., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória (ES): UFES, 2013.

ZONNEVELD, I.S. **Land evaluation and land(scape) science**. 2.ed. Enschede: ITC, 1979.

ZONNEVELD, I. S. The land unit: a fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, v. 3 n. 2, 1989.

ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N. Problems and rules to select the landfill waste disposal sites Brazil. SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA GEOLOGIE URBAINE, 1991, Sfax, Tunisie. **Anais...** [Sfax]: [s.n.], 1991.

ZUQUETTE, L. V.; PEJON, O. J.; SINELI, O. Methodology for specific engineering geological mapping for selection of sites for waste disposal. In: INTERNATIONAL IAEG CONGRESS, 7., 1994, Rotterdam. **Anais...** Balkema, Rotterdam, 1994.

APÊNDICE A – FICHAS SÍNTESE

A elaboração de cada ficha, sintetizando as características observadas nos vinte e dois aterros inseridos na UGRHI-22, deu-se por meio da análise de mapas, trabalhos, livros, pesquisas e artigos publicados no Estado de São Paulo e na região do oeste paulista. Também se realizaram observações por meio de fotografias aéreas, além de visitas efetuadas em cada um dos locais de disposição dos resíduos sólidos, comprovando as informações obtidas por meio dos estudos anteriores. Os dados da disposição de resíduos sólidos nos municípios foram obtidos a partir do levantamento efetuado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Logo, os depósitos de resíduos sólidos estudados foram verificados nos anos de 2013, 2014 e 2015. Outros estudos “in loco”, elaborados pelo Ministério Público do Estado de São Paulo durante os anos de 2004 a 2015 também foram compilados e analisados. Por último, os dados municipais advêm de informações do IBGE (2010) e de documentos da CETESB (IQR, 2014), que se referem à produção de resíduos sólidos em cada um dos aterros municipais abrangidos pela UGRHI-22.

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ANHUMAS – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°17'18.47" S e 51°22'26.66" O	3.738	2,27	8,4
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,98 km	KaV	PVe6	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geocologia	Recomendação
	3,56 ha / 841 m	BIVmα	V	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
	Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 12/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CAIUÁ – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	21°51'6.78" S e 52° 0'21.63" O	5.039	1,47	7,5
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,20 km	Kal	PVe3	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geocologia	Recomendação
	2,34 ha / 938 m	BIVmα	I	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 10/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 7/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ESTRELA DO NORTE – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°29'8.68" S e 51°40'2.39" O	2.661	4,93	8,7
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,40 km	Kal	PVe6	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	0,42 ha / 261 m	BIVma	I	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 10/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 15/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°32'22.56" S e 52°34'55.19" O	9.585	4,32	7,1
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,84 km	Kc	Lea18	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,38 ha / 626 m	BIVm□	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 7/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 4/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE IEPÊ – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°38'59.45" S e 51° 3'5.01" O	7.627	4,97	5,1
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,15 km	JKsg	NV1	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
		BIllm	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 3/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE INDIANA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°10'9.66" S e 51°14'16.82" O	4.828	2,96	4,6
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,15 km	KalV	PVA2	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,45 ha / 748 m	Faixa de Transição	MV	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas		Adequado	Inadequado	Inexistente
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 7/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 5/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE MARABÁ PAULISTA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22° 7'28.21" S e 51°56'50.30" O	4.812	1,67	7,1
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,25 km	KaIV	PVA4	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	1,16 ha / 494 m	BIVm□	MV	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas		Adequado	Inadequado	Inexistente
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 7/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 6/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE MARTINÓPOLIS – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°10'40.88" S e 51°11'14.23" O	24.260	15,07	7,2
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,20 km	KalV	PVA2	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	9,57 ha / 1.369 m	Faixa de Transição	MV	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 8/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE MIRANTE DO PARANAPANEMA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°18'33.45" S e 51°53'12.93" O	17.064	7,38	7,3
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,95 km	Kal	PV4	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	11,70 ha / 2.678 m	BIVm□	I	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 7/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 8/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE NANTES – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°37'26.34" S e 51°14'11.42" O	2.707	1,85	9,5
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,10 km	JKsg	NV1	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	1,77 ha / 537 m	BIllm	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 7/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 7/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE NARANDIBA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°23'52.62" e S 51°32'9.94" O	4.289	2,34	7,2
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,10 km	KaIV	LV29	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	1,17 ha / 528 m	BIVm□	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 10/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 12/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PIRAPOZINHO – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°16'29.53" S e 51°31'5.14" O	24.718	20,5	2,8
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,70 km	KaV	PVe5	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	5,77 ha / 1.089 m	BIVm□	MV	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado	
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 1/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 0/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PRESIDENTE BERNARDES – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22° 4'4.81" S e 51°35'0.09" O	13.544	7,39	9,0
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	6,25 km	KaIV	PVA4	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,65 ha / 743 m	BIVm□	MV	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas		Adequado	Inadequado	Inexistente
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 3/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 10/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PRESIDENTE EPITÁCIO – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	21°47'14.39" S e 52° 2'56.71" O	41.324	32,35	7,4
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	5,30 km	Kal	PVA10	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	9,32 ha / 1.512 m	BIVm□	MH	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado	
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 9/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 6/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PRESIDENTE VENCESLAU – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	21°55'29.08" S e 51°51'20.23" O	37.915	30,11	8,4
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	3,90 km	Kal	PVA10	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	9,32 ha / 1.361 m	BIVm□	MV	Reestruturação
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas		Adequado	Inadequado	Inexistente
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 10/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 8/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE REGENTE FEIJÓ – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°13'17.89" S e 51°16'30.68" O	18.496	12,65	7,5
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,20 km	KalV	PVA2	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	9,40 ha / 1.337 m	Faixa de Transição	V	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 6/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ROSANA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°30'30.39" S e 52°56'17.23" O	19.691	10,60	7,2
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,87 km	Kc	LV45	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	10,10 ha / 1.403 m	BIVm□	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 10/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 5/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANDOVALINA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°26'37.02" S e 51°45'13.46" O	3.699	1,97	7,3
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,40 km	Ksa	NV1	Dt
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,39 ha / 812 m	BIVm□	MH	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 11/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANTO ANASTÁCIO – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	21°59'32.02" S e 51°40'41.32" O	20.498	13,73	7,1
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,95 km	KaIV	PVA1	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	7,45 ha / 1.281 m	BIVm□	MV	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 8/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 7/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE TACBIA – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°22'12.35" S e 51°16'28.58" O	5.714	3,61	8,5
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	1,78 km	KaIV	PVA2	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,59 ha / 786 m	BIVm□	V	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
	Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim	
Portaria ou Guarita		Sim		Não
Vigilância		Sim		Não
Trator de Esteiras ou Compatível		Permanente	Periodicamente	Inexistente
Drenagem de Gases		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Drenagem de Águas Pluviais		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Impermeabilidade da Base do Aterro		Sim		Não
Sistema de Tratamento de Chorume		Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 4/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 3/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE TARABAI – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°18'29.76" S 51°34'21.27" O	6.605	4,59	7,4
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	0,42 km	Kal	PVA4	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	2,48 ha / 624 m	BIVm□	I	Aterro Sanitário
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado	
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 5/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 2/22		

FICHA SÍNTESE - ATERRO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE TEODORO SAMPAIO – SP

Item	Coordenadas Geográficas	População (hab)	Resíduos (t/d)	IQR (2014)
Dados	22°30'24.62" S e 52°10'59.78" O	21.389	12,82	7,5
	Distância de Núcleo Populacional	Geologia	Pedologia	Geomorfologia
	2,87 km	Kc	PV4	Dc
	Área / Perímetro do Aterro	Climatologia	Geoecologia	Recomendação
	4,80 ha / 1.034 m	BIVm□	MH	Encerramento
Item	Aspecto	Critério Positivo	Critério Médio	Critério Negativo
Características do Local	Proximidade de Corpos D'água	> 200 Metros		< 200 Metros
	Proximidade de Núcleos Habitacionais	> 2000 Metros		< 2000 Metros
	Proximidade de Aeródromos	> 20 Quilômetros		< 20 Quilômetros
	Declividade do Terreno	> 2 e < 8%		< 2% e > 8%
	Profundidade do Substrato Rochoso	> 15 Metros	< 15 e > 3 Metros	< 3 Metros
	Profundidade do Lençol Freático	> 3 Metros	< 3 e > 1 Metros	< 1 Metro
	Permeabilidade do Solo	Baixa	Média	Alta
	Capacidade de Suporte do Solo	Adequada		Inadequada
	Material Para Recobrimento	Suficiente		Insuficiente
	Qualidade do Material de Recobrimento	Boa		Ruim
	Isolamento Físico	Suficiente		Insuficiente
	Isolamento Visual	Adequado		Inadequado
	Acesso à Frente de Cargas	Adequado		Inadequado
Infraestrutura Implantada	Cercamento da Área	Sim		Não
	Portaria ou Guarita	Sim		Não
	Vigilância	Sim		Não
	Trator de Esteiras ou Compatível	Permanente	Periodicamente	Inexistente
	Drenagem de Gases	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
	Impermeabilidade da Base do Aterro	Sim		Não
	Sistema de Tratamento de Chorume	Suficiente	Insuficiente	Inexistente
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado	Inadequado	Inexistente	
Práticas Operacionais	Dimensão das Valas	Adequado		Inadequado
	Recobrimento dos Resíduos	Adequado		Inadequado
	Ocorrência de Lixo Descoberto	Não		Sim
	Queimada de Resíduos	Não		Sim
	Presença de Animais	Não		Sim
	Presença de Moscas e Odores	Não		Sim
	Presença de Catadores	Não		Sim
	Criação de Animais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Industriais	Não		Sim
	Recebimento de Resíduos Hospitalares	Não		Sim
	Aproveitamento da Área	Adequado		Inadequado
Vida Útil do Aterro	> 5 Anos	< 5 e > 2 Anos	< 2 Anos	
Parâmetros Geotécnicos Atendidos: 9/13		Parâmetros de Gerenciamento Atendidos: 12/22		