

**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O**  
**CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**

**RODRIGO COLADELLO DE OLIVEIRA**

**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O**  
**CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**

**RODRIGO COLADELLO DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para defesa final. Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Norberto Boin.  
Coorientador: Dra. Maria Helena Pereira

628.445 64 Oliveira, Rodrigo Coladello.  
O48e Escolha de área para aterro sanitário em meios porosos: O caso do município de Anhumas (SP)/ Rodrigo Coladello de Oliveira. – Presidente Prudente, 2015.  
185 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2015.

Bibliografia.

Orientador: Dr. Marcos Norberto Boin.

Coorientador: Dra. Maria Helena Pereira.

1. Geoecologia da Paisagem. 2. Planejamento Ambiental. 3. Resíduos Sólidos. I. Escolha de área para aterro sanitário em meios porosos: O caso do município de Anhumas (SP).

**RODRIGO COLADELLO DE OLIVEIRA**

**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O  
CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para defesa final. Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Presidente Prudente, 27 de fevereiro de 2015

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Marcos Norberto Boin  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente-SP.

---

Banca: Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
Presidente Prudente – SP.

---

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

*À minha família, dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, razão suprema de minha existência, por me conceder forças para seguir até o fim, mesmo diante de tantas dificuldades.

Aos meus pais, Lucelino de Oliveira e Vanda Coladello de Oliveira, por nunca medirem esforços em oferecer-me uma boa educação e por acreditar sempre em meu potencial. Serão sempre o meu exemplo de família.

Aos meus orientadores Marcos Norberto Boin e Maria Helena Pereira, que durante esta jornada se tornaram grandes amigos e a quem sou muito grato. Obrigado pela amizade, carinho, dedicação e paciência.

Aos professores do Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional por compartilharem seus conhecimentos durante as disciplinas.

Aos meus colegas de turma, que embora tivéssemos convivido pouco tempo juntos, dividimos muitas histórias, momentos de alegria e angústia, por isso se tornaram pessoas tão especiais. Desejo muito sucesso à todos vocês.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisas Ambientais e Geoprocessamento – NEAGEO pelo convívio durante este período e pelo compartilhamento de conhecimentos.

À minha companheira Marcela Rodrigues Milano, que dividiu comigo momentos de ansiedade e de conquistas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida.

*"Um rio, desde a nascente até ao mar, traduz as diferentes idades do Homem. No seu início é quase nada; sai da terra, mas origina-se no céu. Na sua infância é brincalhão e caprichoso; faz mover moinhos e corre alegremente sob as flores. Na sua juventude é impetuoso e apressado. No seu curso médio é sério e avisado. Na velhice o seu passo é comedido, pacífico, majestoso; as águas tranquilas rolam suavemente e acabam por se perder no oceano imenso."*

*Louis-Gabriel Du Buat, 1779.*

*"Seja qual for o seu sonho - comece. Ousadia tem genialidade, poder e magia."*

*Johann Wolfgang von Goethe, 1749-1832.*

## RESUMO

### ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS (SP)

Tendo em vista a obrigatoriedade legal estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) para que sejam encerrados os lixões e aterros controlados até agosto de 2014, prorrogada recentemente por mais 4 (quatro) anos e a problemática locacional dos depósitos de resíduos, a presente pesquisa se enquadra como um auxílio aos pequenos municípios da região de Presidente Prudente - SP, sendo Anhumas o objeto de estudo principal. A escolha do município de Anhumas para a realização deste trabalho pautou-se na representatividade de seu entorno, onde as características do meio físico e de uso da terra apresentam grande similariedade com o contexto regional. Desta forma, o objetivo principal é propor uma adaptação metodológica da teoria da paisagem, servindo como subsídio para um novo modelo de análise e escolha de locais com potencialidade à instalação de aterros sanitários. Para tanto, fomentou-se inicialmente a literatura com trabalhos relacionados à teoria e análise da paisagem, geocologia, planejamento ambiental e disposição de resíduos sólidos, para então estabelecer os elementos e critérios a serem utilizados durante o desenvolvimento da pesquisa. Em um segundo momento, na etapa de inventário, foram levantadas informações sobre a paisagem do município, registrando-as cartograficamente com apoio do sistema de informações geográficas SPRING, que posteriormente subsidiou a geração das unidades de restrição legal, síntese de fragilidade ambiental (ROSS, 1994) e de paisagem. Como parte do diagnóstico deste estudo, o mapeamento das unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial (estáveis) e instabilidade emergente (instáveis) permitiram classificar áreas de maior fragilidade, sendo a primeira com classes que variam de muito baixo (1) à muito alto (5) e a segunda de médio (3) à muito alto (5). Tais resultados demonstraram a escassez de alternativas locacionais no município de Anhumas em função dos setores de fragilidade do meio físico, aliado às restrições legais e técnicas pertinentes. Com o intuito de sintetizar todas as informações levantadas na área de estudo, apresentaram-se as unidades de paisagem, das quais representam as zonas homologas de vocação ou não para instalação do empreendimento em questão. Portanto, pode-se concluir que este método de escolha de área para aterro sanitário fornece informações importantes aos municípios de pequeno porte, a exemplo de Anhumas, que ainda não adequaram-se às exigências estabelecidas pelo artigo 54 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a escolher regiões com maior aptidão para instalação de aterros sanitários. Entretanto, cabe ressaltar que uma vez definida a região com potencialidade à referida atividade, para instalar de fato o aterro sanitário é necessário ainda estudos prévios específicos, dos quais não foram possíveis realizar em função da escala de abordagem.

**Palavras-chave:** Análise da Paisagem. Aterro Sanitário. Geocologia. Planejamento Ambiental. Resíduos Sólidos.

## ABSTRACT

### CHOICE OF AREA FOR LANDFILL IN POROUS MEDIA: THE CASE OF THE MUNICIPALITY OF ANHUMAS (SP)

Given the legal requirements established by the National Solid Waste (Law 12.305 / 10) for the controlled dumps and landfills until August 2014, recently extended for another 4 (four) years and a locational issue of deposits are closed waste, this research fits as an aid to small towns in the region of Presidente Prudente - SP, Anhumas being the main object of study. The choice of the city of Anhumas for this work was based on the representation of its surroundings, where the characteristics of the physical environment and land use have great similarity with the regional context. Thus, the main objective is to propose a methodological adaptation of landscape theory, serving as a support for a new model of analysis and choice of sites with potential for the installation of sanitary landfills. For this, we initially fostered the literature related to the theory works and landscape analysis, geoecology, environmental planning and solid waste disposal, and then establish the elements and criteria to be used during the development of the research. In a second step, the inventory step, information about the landscape of the city were raised, registering them with the support of cartographically geographic information system SPRING, which later supported the generation units of legal restriction, synthesis of environmental fragility (Ross, 1994) and landscape. As part of the diagnostic study, mapping the ecodinâmicas units of potential instability (stable) and emergent instability (unstable) allowed to classify areas of greatest weakness, with the first classes ranging from very low (1) to very high (5) being and the second medium (3) to very high (5). These results demonstrated the escasses of location alternatives in the city of Anhumas depending on the sectors of fragility of the physical environment, together with the relevant technical and legal constraints. Aiming to synthesize all the information gathered in the study area, showed up landscape units, which represent the homologous areas of vocation or not to install the project in question. Therefore, one can conclude that this method of choosing the area for landfill provides important information to small municipalities, like Anhumas, not yet have adapted to the requirements set forth by art. 54 of National Solid Waste, choose regions with greater aptitude for installation of sanitary landfills. However, it is noteworthy that once defined the region with potential for such activity to actually install the landfill is still needed specific previous studies, which were not possible to perform a function of scale approach.

**Keywords:** Analysis of the landscape. Landfill. Geoecology. Environmental Planning. Solid Waste.

## **LISTA DE SIGLAS**

ACARDA – Associação dos Catadores de Recicláveis de Anhumas

ASI – Agência Espacial Italiana

CETESB – Companhia de tecnologia e saneamento

CPTI – Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas

CTC – Capacidade de Troca Catiônica

DLR – Centro Espacial Alemão

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IA – Índice de Atividade do Solo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NGA – Agência Americana de Inteligência Aeroespacial

PH – Potencial Hidrogeniônico

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Critérios para localização de aterros sanitários conforme diferentes autores. ....	59
QUADRO 2 – Morfoestruturas e suas aplicações. ....	62
QUADRO 3 – Matriz de atividades potencialmente contaminadoras com enfoque na disposição de resíduos sólidos e na vulnerabilidade do aquífero. ....	65
QUADRO 4 – Relação entre os conceitos de ambientes naturais e antropizados definidos por ROSS (1994) e TRICART (1977). ....	93
QUADRO 5 – Unidades de mapeamento da Formação Adamantina ocorrentes no município de Anhumas. ....	105
QUADRO 6 – Relação da declividade, forma de relevo, drenagem e os tipos de solo. ....	126
QUADRO 7 – Relação das restrições legais e suas extensões. ....	140
QUADRO 8 – Descrição das Unidades de Ecodinâmicas de Instabilidade.(Continuação) ....	144
QUADRO 9 – Descrição das Unidades de Paisagem. (Continuação).....	150

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Região administrativa de Pres. Prudente e o município de Anhumas. .	19
FIGURA 2 – Município de Anhumas com representação das bacias hidrográficas e limite municipal.....	20
FIGURA 3 – As principais observações do relevo entre os séculos XV e XVIII. ....	26
FIGURA 4 – Evolução da escola anglo-americana até meados do século XX. ....	29
FIGURA 5 – Evolução da escola germânica até a segunda metade do século XX...	31
FIGURA 6 – Representação das unidades taxonômicas de Ross (1992).....	34
FIGURA 7 – Condicionantes geradores da Paisagem. ....	40
FIGURA 8 – Mecanismos de migração de contaminantes em aterros controlados.	55
FIGURA 9 – Método G.O.D. de vulnerabilidade do aquífero.....	65
FIGURA 10 – Influência da topografia na intensidade do intemperismo. ....	67
FIGURA 11 – Dinâmica hídrica em função do tipo de relevo. ....	68
FIGURA 12 – Características do solo e suas aptidões a aterro sanitário.....	70
FIGURA 13 – Unidades climáticas do oeste do Estado de São Paulo.....	83
FIGURA 14 – Roteiro metodológico de escolha de área para aterro sanitário conforme a teoria da paisagem.....	96
FIGURA 15 – Vista geral da cidade de Anhumas e localização do antigo depósito de resíduos em meados da década de 1980. ....	100
FIGURA 16 – Aterramento do antigo depósito de lixo próximo à cidade. ....	101
FIGURA 17 – Terraplanagem após o encerramento do antigo depósito de lixo. ....	101
FIGURA 18 – Loteamento de terrenos residenciais sobre área do antigo lixão. ....	102
FIGURA 19 – Carta Geológica do Município de Anhumas.....	106
FIGURA 20 – Planície Alveolar e sinuosidade de elementos estruturais no ribeirão Anhumas. ....	107
FIGURA 21 – Corredeira decorrente de controle estrutural na bacia do córrego do São Pedro. ....	108
FIGURA 22 – Carta hipsométrica e a relação com as áreas úmidas do município de Anhumas. ....	110
FIGURA 23 – Relevo plano da cabeceira do córrego Mandacarú.....	112
FIGURA 24 – Relevo plano no divisor entre o córrego do Mandacaru e o ribeirão Anhumas. ....	112
FIGURA 25 – Vertente retilínea na cabeceira do córrego Cambuí, erosões obliteradas e declividade >15%. ....	113
FIGURA 26 – Vertente retilínea seguida por concavidade próxima ao fundo de vale em “V” ....	113
FIGURA 27 – Planície do ribeirão Santo Anastácio e setor com vertente convexa.	113

FIGURA 28 – Vertente retilínea e concavidade (ao longe) na cabeceira de um afluente do córrego da Onça.....	113
FIGURA 29 – Vertente convexa a retilínea e ruptura de relevo no córrego Noite Negra. ....	114
FIGURA 30 – Vertente retilínea, ruptura do relevo e concavidade no rib. Anhumas, próximo da foz do córrego Cambuí. ....	114
FIGURA 31 – Exposição do freático e morros de topos arredondados na cabeceira da Boa Vista.....	115
FIGURA 32 – Processos erosivos na cabeceira da bacia do córrego Boa Vista.....	115
FIGURA 33 – Carta geomorfológica do município de Anhumas. ....	117
FIGURA 34 – Ruptura do relevo próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio. ....	119
FIGURA 35 – Neossolo Litólico próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio.....	119
FIGURA 36 – Afloramento do freático junto ao maciço rochoso (KaIV) próximo à cabeceira do córrego do São Pedro.....	119
FIGURA 37 – Lençol freático suspenso em três níveis na mesma encosta próximo à cabeceira do córrego do Sapo. ....	119
FIGURA 38 – Declividade elevada e afloramento do freático no fundo de vale do córrego Mandacarú. ....	120
FIGURA 39 – Vertente retilínea à côncava e elevada declividade na cabeceira do afluente do rib. Anhumas. ....	120
FIGURA 40 – Mapa de declividade do município de Anhumas.....	122
FIGURA 41 – Amostra de Latossolo Vermelho, em relevo plano entre o ribeirão Anhumas e o córrego do Mandacarú. ....	124
FIGURA 42 – Plintitas próximo ao afloramento do lençol suspenso na cabeceira do córrego São Pedro. ....	125
FIGURA 43 – Formação de plintitas devido a concentração de umidade sobre o maciço rochoso próximo ao ribeirão Anhumas. ....	125
FIGURA 44 – Neossolo litólico próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio.....	125
FIGURA 45 – Gleissolo na planície de um afluente do rio Santo Anastácio. ....	125
FIGURA 46 – Mapa Pedológico de Anhumas. ....	127
FIGURA 47 – Plantação de batata-doce no divisor de águas entre o córrego da Onça e o ribeirão Anhumas (KaIV). ....	128
FIGURA 48 – Cultivo de café na bacia do rio Santo Anastácio (Kav). ....	128
FIGURA 49 – Canavial ao sul do município e próximo ao ribeirão Anhumas (KaI). ....	129
FIGURA 50 - Pastagem extensa ao sul do município (KaI). ....	129
FIGURA 51 – Remanescentes de vegetação no sul do município.....	129
FIGURA 52 – Vegetação de cerrado, galhos retorcidos e tronco casca grossa.....	129
FIGURA 53 – Carta de uso da terra no município de Anhumas.....	131
FIGURA 54 – Mapa de Restrições pré-estabelecidas no município de Anhumas... ..	141

FIGURA 55 – Carta de fragilidade do município de Anhumas. ....	143
FIGURA 56 – Síntese das unidades de paisagem do município de Anhumas.....	149

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Pluviosidade média do oeste paulista (1967 – 1996). .....	132
TABELA 2 – Pluviosidade média (2003 – 2013). .....	133
TABELA 3 – Temperatura média (2003-2013). .....	135
TABELA 4 – Resumo das informações de temperatura para o período de 1968 a 2013 da Estação Meteorológica da UNESP de Pres. Prudente.....	136
TABELA 5 – Direções dos ventos entre 2003 – 2013. ....	137

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Variação Populacional de Anhumas entre 1950-2013. ....	102
GRÁFICO 2 – Pluviosidade anual no período de 2003 a 2013 na Estação Meteorológica de Presidente Prudente. ....	133
GRÁFICO 3 – Média do número de dias de chuva na Estação Meteorológica de Presidente Prudente. ....	134
GRÁFICO 4 – Temperatura média anual no período de 2003 a 2013. ....	135
GRÁFICO 5 – Direção predominante dos ventos anual entre 2003 - 2013.....	138
GRÁFICO 6 – Porcentagem de restrições pré-estabelecidas no município. ....	139

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>O Postulado Geomorfológico</b>	<b>25</b>
2.1.1	A escola anglo-americana	27
2.1.2	A escola alemã	29
2.1.3	A geomorfologia no Brasil	31
<b>2.2</b>	<b>Os Aspectos Morfoestruturais e a Importância no Planejamento Ambiental</b>	<b>35</b>
<b>2.3</b>	<b>O Conceito de Paisagem</b>	<b>37</b>
2.3.1	Geoecologia da paisagem	41
2.3.2	Planejamento da paisagem	42
<b>2.4</b>	<b>A Importância dos Estudos Geomorfológicos Aplicados à Paisagem</b>	<b>44</b>
2.4.1	Análise da paisagem sob a perspectiva geomorfológica	45
<b>2.5</b>	<b>Os depósitos tecnogênicos</b>	<b>48</b>
<b>2.6</b>	<b>O Destino dos Resíduos Sólidos Urbanos</b>	<b>51</b>
<b>2.7</b>	<b>Atributos Geotécnicos e Geoecológicos para Escolha de Área de Aterros Sanitários</b>	<b>57</b>
2.7.1	O arcabouço geológico	60
2.7.2	As implicações das águas subterrâneas	63
2.7.3	Fatores relacionados à forma do relevo	66
2.7.4	Propriedades do solo	68
2.7.5	O comportamento e a distribuição superficial de corpos d'água	71
2.7.6	Proteção de unidades vegetacionais	73
2.7.7	Aspectos climáticos	73
<b>2.8</b>	<b>Composição da Paisagem do Oeste Paulista</b>	<b>74</b>
<b>3</b>	<b>ENCAMINHAMENTO DA PESQUISA</b>	<b>83</b>
<b>3.1</b>	<b>Inventário e Técnicas Cartográficas Utilizadas</b>	<b>84</b>
<b>3.2</b>	<b>Diagnóstico da Paisagem</b>	<b>91</b>
<b>3.3</b>	<b>Forma de Análise dos Resultados</b>	<b>92</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS</b>	<b>97</b>
<b>4.1</b>	<b>O Contexto Histórico de Ocupação e a Situação dos Resíduos Sólidos de Anhumas</b>	<b>97</b>
<b>4.2</b>	<b>Composição da Paisagem do Município de Anhumas</b>	<b>104</b>
<b>4.3</b>	<b>Sínteses das Unidades de Paisagem do Município de Anhumas</b>	<b>138</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>152</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>155</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>172</b>
	<b>ANEXO B</b>	<b>182</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A temática resíduos sólidos insere-se em um intenso debate desde a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que instituída pela Lei 12.305/2010, previa a extinção de todos lixões e aterros controlados do País, durante um prazo máximo de 04 (quatro) anos que venceu em 02 de agosto de 2014. No contexto atual dos municípios da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 – UGRHI22, observa-se que a disposição dos resíduos sólidos urbanos ainda permanece majoritariamente em aterros controlados e vazadouros à céu aberto (exceto Presidente Venceslau), métodos dos quais possuem insuficiência comprovada por pesquisas que elencam os inúmeros impactos negativos destas atividades em esferas ambientais, sociais e econômicas.

Assim, dada a inconsistência deste método de destinação final dos resíduos sólidos urbanos, todos municípios deverão possuir aterro sanitário, quer seja consorciado ou não, para dispor seus rejeitos.

Com o intuito de auxiliar municípios como Anhumas à escolher uma área para instalação de aterro sanitário, o presente estudo tem como objetivo propor uma adaptação da teoria da paisagem servindo como um novo modelo para determinar locais de alocação deste tipo de empreendimento, que apoiada por instrumentos legais de restrição, foram apontados locais de potencialidade e de fragilidade. Os demais objetivos são:

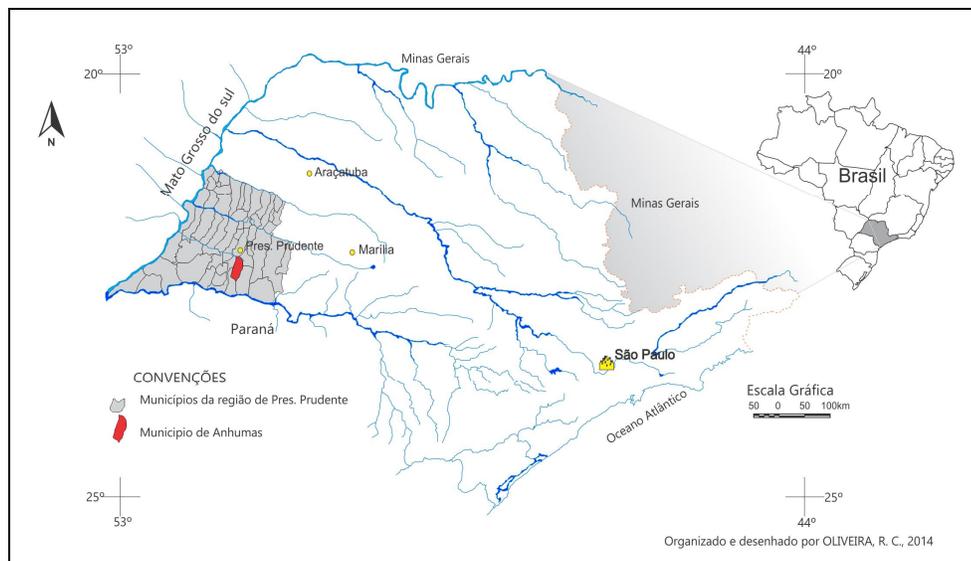
- ✓ Elaborar inventário geoambiental do município de Anhumas, na escala 1: 100.000;
- ✓ Identificar e mapear através da elaboração de um zoneamento geoambiental do município, as fragilidades e potencialidades para instalação de aterro sanitário;
- ✓ Acompanhar as políticas e ações governamentais voltadas à gestão ambiental dos resíduos sólidos, nas esferas federal, estadual e municipal; e
- ✓ Construir o Diagnóstico Ambiental do município em questão, com base nas unidades ambientais apontadas pela análise dos resultados da etapa de Inventário.

Justifica-se, portanto, que assim como o método de disposição, o processo de escolha de área também é de importância significativa e, a preferência pelo município de Anhumas na realização desta pesquisa, pautou-se na

representatividade de suas características do meio físico com o regional e, desta forma, ampliando as possibilidades de aplicação deste trabalho para os demais municípios da região.

No que se refere às características do objeto de estudo, este possui área total de aproximadamente 320 km<sup>2</sup> e está situado no oeste do Estado de São Paulo, cujas coordenadas do ponto central da cidade são: 22° 17' 45"S (Latitudinais) e 51° 23' 08"W (Longitudinais). A Figura 1 representa a localização do município de Anhumas partindo da esfera nacional, estadual, regional e, por fim, municipal.

FIGURA 1 – Região administrativa de Pres. Prudente e o município de Anhumas.



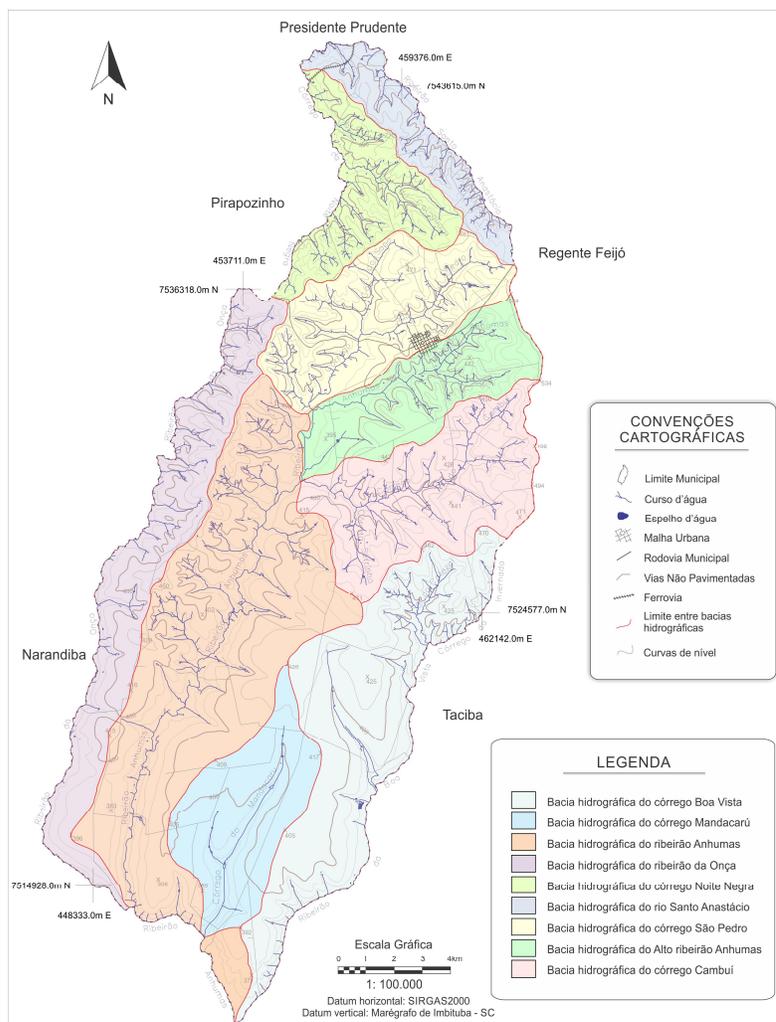
Ainda, o município de Anhumas pertence à comarca de Presidente Prudente e estabelece divisa entre Narandiba, Pirapozinho, Presidente Prudente, Regente Feijó e Taciba. O limite com Narandiba inicia-se ao sul, mais precisamente na foz da bacia hidrográfica do córrego da Boa Vista, onde segue demarcando junto à rede de drenagem do ribeirão Anhumas rumo ao córrego da Onça, terminando em seu curso médio.

A partir do médio curso do córrego da Onça, a divisão dá-se entre Anhumas e Pirapozinho, onde a demarcação entre ambos os municípios prossegue à montante do córrego da Onça, ultrapassando o divisor de águas e adentrando ao córrego da Noite Negra e finalizando na confluência com o rio Santo Anastácio.

Em seguida, na divisa com Presidente Prudente, o limite margeia o rio Santo Anastácio sentido à cabeceira e termina na confluência com o córrego Embiri. Após a referida confluência, dá-se o seguimento com Regente Feijó, ultrapassando a cabeceira do rio Santo Anastácio, estendendo-se sobre os divisores de água entre o ribeirão Anhumas e o rio Laranja Doce, até encontrar-se com a cabeceira do córrego da Paca.

Por fim, o limite de Anhumas prossegue fazendo divisa com o município de Taciba, pelo divisor de águas da cabeceira setentrional da bacia do córrego da Invernada, adentrando à nascente do córrego Boa Vista e avançando novamente em sentido à confluência com o ribeirão Anhumas, estabelecendo, portanto, o ponto final junto à sua foz, conforme ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2 Município de Anhumas com representação das bacias hidrográficas e limite municipal.



Apenas como critério elucidativo, o presente trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução acerca da temática, destacando a problemática de pesquisa, bem como os objetivos gerais e específicos.

Capítulo 2 – Aborda assuntos relacionados ao embasamento teórico da pesquisa, considerando elementos importantes para o planejamento da paisagem e apresenta um breve resgate histórico da ciência geomorfológica desde o seu postulado nas escolas Anglo-Americana e Germânica, chegando até aos trabalhos realizados no Brasil. Além disso, este capítulo tratou de assuntos voltados a questão de destinação dos resíduos sólidos, dos depósitos tecnogênicos e atributos geotécnicos/geoecológicos na escolha de área para aterro sanitário. Por fim, caracterizou sinteticamente a paisagem do Oeste Paulista, com o intuito de contextualizar a região em que o objeto de estudo encontra-se inserido.

Capítulo 3 – Este capítulo refere-se aos procedimentos metodológicos e as técnicas cartográficas utilizadas durante o decorrer da pesquisa, detalhando os mapeamentos do meio físico realizados na etapa de inventário, as contribuições apontadas para o diagnóstico da área estudada e as formas de análise dos resultados através da elaboração das cartas sínteses de fragilidade, restrições legais e unidades de paisagem.

Capítulo 4 – Refere-se ao diagnóstico desta pesquisa, onde as informações obtidas no inventário permitiram mapear e caracterizar os elementos da paisagem de Anhumas e, ao integrá-los através do método de sobreposição foi possível apontar os diferentes níveis de fragilidade ambiental (ROSS, 1994; AMARAL; ROSS, 2009), sendo aplicado como fator de escolha de área para aterro sanitário no município.

Ademais, buscando conceber uma noção de espacialização cartográfica às normas que restringem atividades altamente poluidoras e, aquelas em específico à disposição de resíduos em determinados locais, apresentou a carta de restrição que aponta uma problemática em comum da maioria dos municípios, ou seja, a falta de locais adequados à instalação deste tipo de empreendimento, sendo 67% do município com restrições legais pré-estabelecidas.

Por último, são apresentadas as unidades de paisagem que consistem na integração dos elementos naturais e antropizados destacando a fragilidade e a restrição de cada setor.

Finalmente, no Capítulo 5 são tecidas as conclusões e recomendações a respeito do estudo, bem como sugestões e procedimentos para futuras pesquisas de maior detalhamento, dos quais não foram possíveis de serem realizados em função da escala de abordagem utilizada neste trabalho.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para os estudos relacionados à paisagem, torna-se necessário compreender determinados conceitos e elementos que a integram e que se relacionam com o objeto de pesquisa. Sendo assim, neste capítulo apresentar-se-ão alguns conceitos para compreender a organização e o funcionamento da paisagem.

Como ponto de partida, a paisagem deve ser analisada sob a ótica da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1950), da qual permite estabelecer os fundamentos da concepção metodológica onde o ambiente é analisado partindo-se da hipótese de que na natureza, os fluxos de energia, matéria e informação (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004) atuam por meio de relações de equilíbrio dinâmico, evoluindo harmonicamente entre si.

Contudo, outros autores, a exemplo de Hack (1960) propõem que esse equilíbrio dinâmico age de maneira contraditória entre os elementos da paisagem, principalmente por tratar-se da relação entre forças contrárias (endógenas e exógenas) que atuam em conjunto (CAVALHEIRO, 1997).

Desta forma, influenciados pela Teoria Geral dos Sistemas, inúmeros autores, tais como: Hack (1960), Chorley (1962), Tricart e Cailleux (1965), Tricart (1977), Sochava (1977), Klink (1981), Ross (1992), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), entre outros, desenvolveram trabalhos que fundamentaram as teorias da geomorfologia, da paisagem, dos ecossistemas, dos geossistemas, contribuindo, assim, para uma abordagem ambiental integrada (CAVALHEIRO, 1997).

Nesta concepção, a geoecologia ou ecologia da paisagem surgiu através da evolução do pensamento geomorfológico de Carl Troll e da necessidade de uma perspectiva integrada sobre a dinâmica do meio ambiente e suas relações. Neste sentido, em uma análise geoecológica devem-se levar em consideração os aspectos físicos e ecológicos dos sistemas ambientais e suas interações com fatores econômicos, sociais e políticos (HAINES-YOUNG; GREEN; COUSINS, 1993).

Naveh (1991) complementa que para a geoecologia, as atividades antrópicas além de ser um fator de perturbação externa aos sistemas ambientais, são consideradas elementos de interação e coevolução da paisagem.

De acordo com Vink (1983 *apud* HAINES-YOUNG; GREEN; COUSINS, 1993) a paisagem pode ser considerada como um estudo das relações entre os

fenômenos atuantes no meio ambiente ou geoesfera incluindo as diferentes formas de vida. Diante do exposto, Loffler (2002) pontua que a paisagem pode ser considerada como o ecótopo<sup>1</sup> da geoesfera e está associada aos sistemas complexos da paisagem (ecossistemas e geossistemas).

O conceito de ecossistema foi idealizado por Tansley em 1935, no qual o definiu como um sistema aberto constituído por biótopo e biocenose. Além disso, os ecossistemas são divididos hierarquicamente em unidades espaciais (macro, meso e microecossistemas) de acordo com seu balanço energético específico, considerando *inputs* (entrada), *outputs* (saída) e fluxos de energia e matéria. Em relação às escalas das unidades espaciais, no estudo da paisagem em um nível particular, interessam apenas os mesoecossistemas (OLIVEIRA, 1983).

Assim como o ecossistema, o geossistema também se associa à paisagem, porém de forma policêntrica ao considerar a interação dos elementos físicos e biológicos (BOLÓS, 1992). Os geossistemas são considerados como sistemas dinâmicos abertos, hierarquicamente organizados e se fazem presentes no espaço físico-territorial (SOUZA; CORRÊA, 2013).

Para Passos (2006), ao analisar a paisagem as concepções sobre ela se ampliam, conseqüentemente emergem dificuldades relacionadas aos conceitos de heterogeneidade e homogeneidade em função da escala de análise, à complexidade e a globalidade das formas da superfície topográfica, exigindo do pesquisador uma reflexão verticalizada sobre sua estrutura e organização dos elementos, que em conjunto, constituem a paisagem.

A atribuição da escala de abordagem em estudos da paisagem, seja regional ou local, permite identificar suas características individuais e tipológicas através de critérios taxonômicos pré-estabelecidos, diferenciando a morfologia e a tipologia da paisagem (SILVA; MATEO RODRIGUEZ, 2011). Consoante à Klijn e Haes (1994) a classificação das unidades tipológicas da paisagem fornecem subsídios para a gestão e planejamento dos recursos naturais.

Embora atualmente o conceito de paisagem seja polissêmico, sua origem deu-se através dos postulados geomorfológicos diante do embate entre duas principais linhas de epistemológicas do século XIV e XX (Anglo-americana e

---

<sup>1</sup> Ecótopo: Pode ser compreendido como a menor unidade mapeável e representante espacial do ecótipo (elementos ou componentes de características idênticas) na análise do funcionamento da paisagem (LOFFLER, 2002).

Germânica), que contribuíram para a propositura da teoria da paisagem, onde este capítulo apontará a síntese da evolução e edificação deste pensamento geomorfológico e algumas influências nas pesquisas no Brasil, tendo como referência o levantamento realizado por Abreu (1983).

## **2.1 O Postulado Geomorfológico**

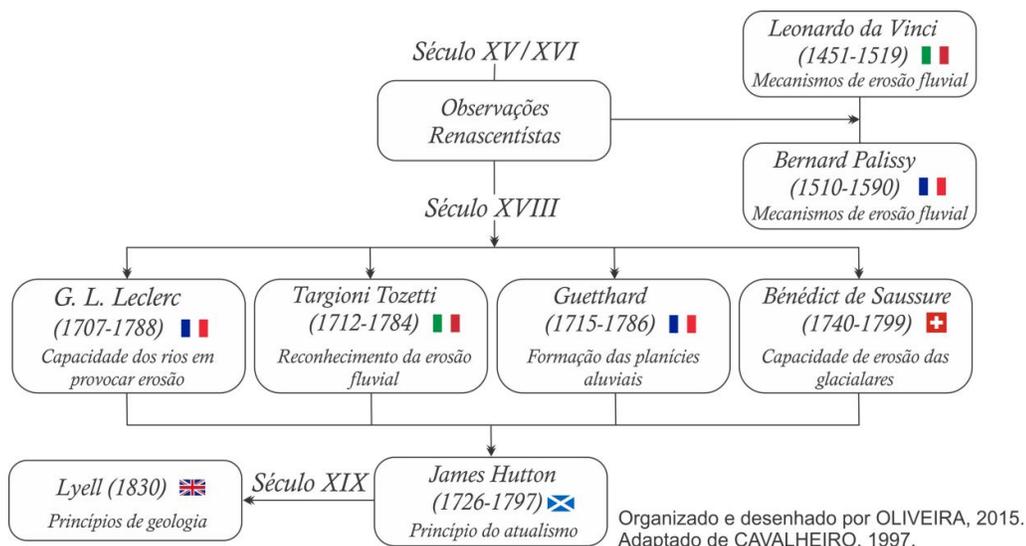
O presente capítulo não tem como objetivo esgotar o temário geomorfológico, apenas apresentar-se-á uma síntese evolutiva da geomorfologia, bem como os progenitores do pensamento geomorfológico, principais pesquisadores e suas tendências epistemológicas.

A curiosidade dos seres humanos pelas formas exuberantes da superfície terrestre nos acompanha desde os tempos mais primórdios, assim como as tentativas de interpretação (AMARAL, 1967).

As primeiras observações do relevo ocorreram ao fim do século XV e durante o século XVI, no período da renascença, com mentes brilhantes de raciocínio dedutivo independente, a exemplo, o arquiteto, escultor, pintor e engenheiro Italiano Leonardo da Vinci (1452-1519), e o engenheiro hidráulico francês Bernard Palissy (1510-1590), que buscavam compreender o transporte de materiais e os mecanismos da erosão fluvial (BROCHOT, 1998; SANGOI, 2006).

Posteriormente no século XVIII, nesta mesma linha de pensamento surgiram os trabalhos do matemático e naturalista francês Georges-Louis Leclerc (1707–1788) que reconheceu a capacidade dos rios em provocar a erosão e destruir o terreno, onde o mesmo poderia ser reduzido ao nível do mar; do geólogo italiano Targioni Tozzetti (1712–1784) ao reconhecer as evidências da erosão fluvial; do também geólogo e francês Guettard (1715–1786) ao examinar a formação das planícies aluviais decorrentes dos sedimentos erodidos das montanhas e transportados para os rios, além de ter sido extremamente reconhecido por identificar que os montes da região de Auvergne, na França Central, eram de origem vulcânica; e Bénédict de Saussure (1740–1799) que apresentou a capacidade de erosão nas glaciares (BROCHOT, 1998; SANGOI, 2006). Assim como representado pelo esquema evolutivo na Figura 3.

FIGURA 3 – As principais observações do relevo entre os séculos XV e XVIII.



Destarte, os conhecimentos sobre a dinâmica e as formas do relevo continuaram a progredir e tiveram grande evolução após o trabalho do considerado “pai” da geologia moderna e fluvialista James Hutton (1726–1797), que por intermédio de rigorosas observações dos fenômenos da natureza, postulou o princípio do atualismo para explicar a redução do relevo e o arrasamento das montanhas. Porém, cabe salientar que as contribuições dos predecessores de Hutton sobre o relevo (Figura 3), foram importantes para que este firmasse suas concepções. Deste modo, estabeleceu-se a corrente do uniformitarismo, onde o presente é a chave do passado. A posteriori, sua teoria foi consolidada no século XVIII por seu seguidor Charles Lyell (1830), por intermédio da publicação dos “Princípios da Geologia” (ABREU, 1982; AMARAL, 1967).

Após Lyell corroborar a teoria de Hutton, durante o mesmo século, emergiram novos detentores do conhecimento geomorfológico, dos quais serviriam de ponto de referência para o surgimento das escolas anglo-americana e alemã. Dos precursores da primeira, têm-se os fluvialistas: Jean-Louis Agassiz (1807–1873); Alexandre Charles Surell (1870); Andrew C. Ramsay (1814–1891); Grove Karl Gilbert (1877) e; James Dwight Dana (1813–1895). Da segunda, os naturalistas: Abrahm Werner (1749-1817); Alexander Von Humboldt (1769–1859), e; Johann Wolfgang Von Goethe (1749-1832) com o a apresentação do conceito de morfologia (ZAIDAN, 2011).

Vale acrescentar que o período vivido pelos progenitores da escola germânica anteriormente apresentados, refere-se ao romantismo e que por sinal, sob influência deste período, os pensadores possuíam uma visão holística e estética da natureza considerando-a como uma grande rede viva de relações. É neste sentido que as contribuições de von Humboldt pautavam-se (VITTE, 2010).

A partir de então, Casseti (1991) pondera que após o século XIX os campos da geomorfologia passaram a se desenvolver sistemicamente e impondo-se de forma própria de acordo com os interesses geomorfológicos, favorecendo o fortalecimento de duas escolas clássicas de linhagens epistemologicamente distintas, são elas: Anglo-americana (influenciou as escolas francesa e inglesa) e alemã (influenciou a escola soviética). Em suma, as diferenças histórico-culturais entre o continente europeu e o norte americano foram responsáveis pela individualização destas correntes filosóficas.

Mediante ao levantamento bibliográfico realizado para a construção deste capítulo, possibilitou apresentar uma síntese da evolução do pensamento geomorfológico de ambas as escolas e que estão representadas nos dois subcapítulos seguintes. As figuras 3, 4 e 5 tratam-se de adaptações dos apontamentos de aula do Dr. Felisberto Cavalheiro (1997), na disciplina de meio ambiente e paisagem, ministrada no doutorado em geociências da UNESP de Rio Claro – SP.

### **2.1.1 A escola anglo-americana**

Nos Estados Unidos, as discussões sobre a ciência geomorfológica surgiram através de pesquisadores que formulavam teorias de interpretação do relevo sob o interesse do sistema de produção e fundamentado no princípio do utilitarismo<sup>2</sup>, dentre as principais destacam-se: J. Powell (1875) e C. Dutton (1841–1912), os quais diziam que os rios são responsáveis por modelar os vales e transportar sedimentos, e; G. Gilbert (1877) que possuía um elo climático com sua teoria, onde relevo era resultante da erosão (FLORENZANO, 2008).

Entretanto, a consolidação da escola anglo-americana deu-se definitivamente ao final do século XIX, por intermédio de William Morris Davis (1899),

---

<sup>2</sup> Princípio do utilitarismo: Refere-se à abordagem consequencialista.

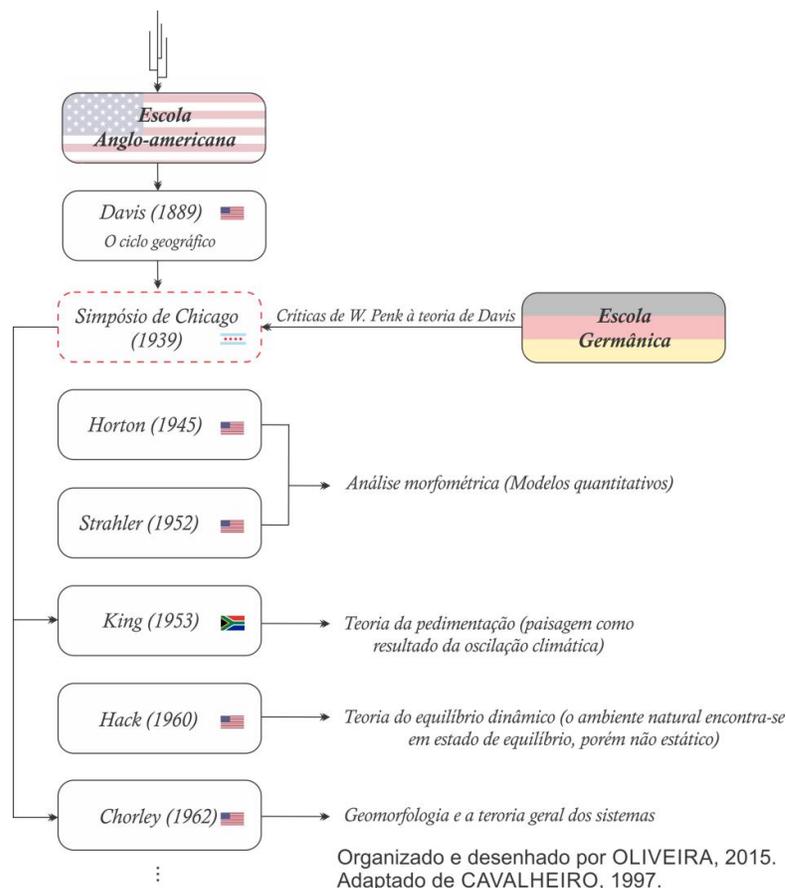
onde este reuniu os conceitos e concepções sobre o relevo, anteriormente formuladas por Gilbert e Powell e, propôs um novo paradigma para ciência geomorfológica com a publicação da teoria do ciclo geográfico - *The Geographical Cycle*, na qual afirmava que a paisagem é resultado do ciclo erosivo e que o relevo está submetido a estágios cíclicos de juventude, maturidade e senilidade. Porém, Davis, ao contrário de Gilbert, não considerava o relevo sob a perspectiva climática, apenas sob a estruturação geológica e a temporalidade (MONTEIRO, 2001).

Isso posto o meio intelectual germânico contemporâneo, em especial o geólogo alemão W. Penk (1924) teceram várias críticas sobre o método de interpretação das formas do relevo propostas na geomorfologia davisiana (CASSETI, 1991).

No entanto, ao fim da década de 30, durante o simpósio de Chicago (1939), a escola anglo-americana se integrou às críticas de Walther Penk sobre o *The Geographic cycle*, onde alguns seguidores de Davis incorporaram as críticas, a exemplo de Lester C. King (1953), com a publicação da teoria da pediplanação, onde relaciona as atividades erosivas ao longo do tempo, como sendo reflexo dos processos ambientais de regiões com climas árido e semiárido e a influência dos efeitos tectônicos (ABREU, 1983; ROSS, 2012). Este fato contribuiu significativamente para o surgimento de novos paradigmas geomorfológicos na escola anglo-americana.

A introdução do paradigma do espaço na geomorfologia americana favoreceu o surgimento da postura teórica, quantitativa e sistêmica, que valorizava os processos fluviais, nos quais Davis não considerava. Destacam-se o trabalho de Horton (1945) com as leis básicas para os estudos em bacias de drenagem através da modelagem matemática, Strahler (1952) com *Dynamic Basis of Geomorphology* - a base dinâmica da geomorfologia, Hack (1960) baseado em Gilbert com a teoria do equilíbrio dinâmico e Chorley (1962) com a geomorfologia sob a ótica da teoria geral dos sistemas (reflexo da ruptura epistemológica do simpósio de Chicago) (FLORENZANO, 2008). A Figura 4, representa a síntese evolutiva dos postulados geomorfológicos na escola anglo-americana e as críticas germânicas que contribuíram para ruptura epistemológica desta linhagem.

FIGURA 4 – Evolução da escola anglo-americana até meados do século XX.



### 2.1.2 A escola alemã

Na Europa, os pesquisadores germânicos baseavam-se na linha epistemológica do filósofo e naturalista Alexander von Humboldt (1769–1859) e utilizavam como principais referências às obras do também filósofo e naturalista Johann Wolfgang Von Goethe (1749-1832), Ferdinand Von Richthofen (1886) e A. Penk (1894). Estes pesquisadores de postura naturalista possuíam direcionamento pautado na observação/análise dos fenômenos e, relacionava-os às demais ciências ambientais, tais como, a hidrologia, geologia, entre outros (CASSETI, 1991; ZAIDAN, 2011).

Porém, somente após a publicação de *“Die Morphologische Analyse: Ein Kapitel der physikalischen Geologie”* - A análise morfológica: Um capítulo da geologia física (PENK, W.; PENK, A., 1924) e a realização do *“Düsseldorfer Naturforschertag”* (1926), que se considerou o clima como principal fator na

morfogênese da paisagem e despertou interesse da escola americana nos estudos das vertentes e processos (ZAIDAN, 2011).

Neste contexto, a linhagem Alemã, principalmente S. Passarge (1912; 1914; 1922), W. Penk (1924), A. Hettner (1927) e S. Günther (1934) contestaram a teoria davisiana e seu caráter dedutivo/finalista na abordagem do relevo, que, como já mencionado anteriormente, desconsiderava as relações processuais (geoecológicas) atuantes no modelado (ABREU, 1983).

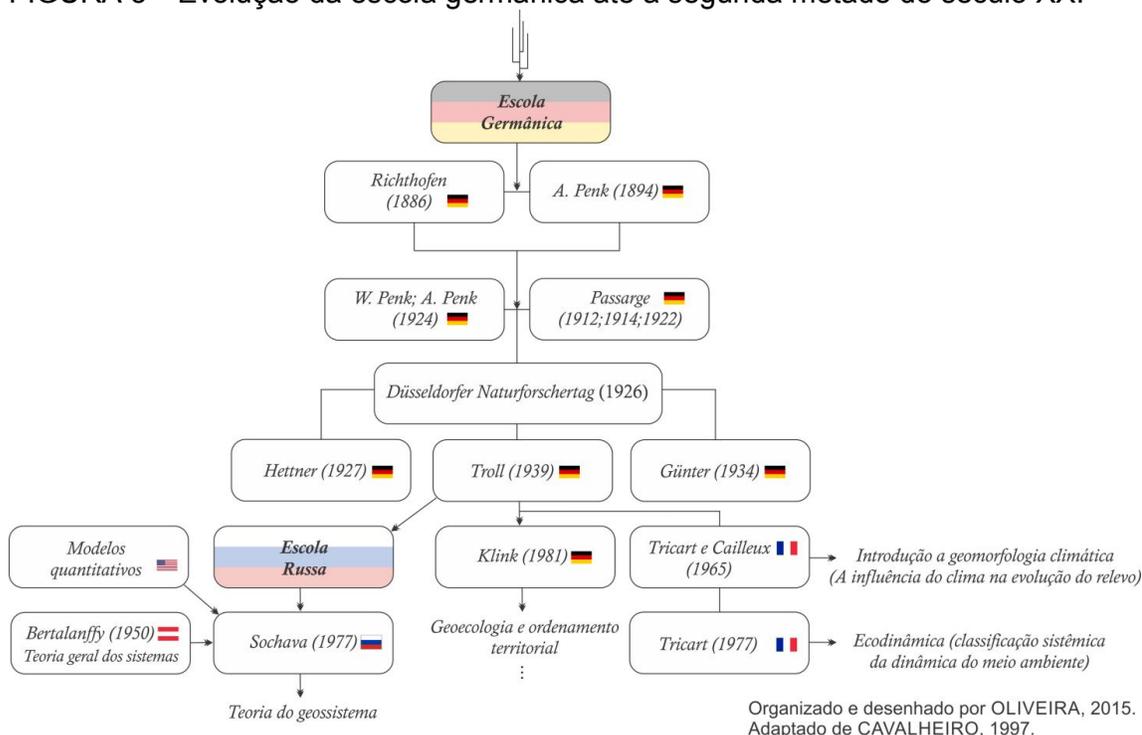
Diante do exposto, confere à escola germânica contemporânea, um caráter integrado na abordagem do relevo e da paisagem, na qual possui suporte nos conceitos teóricos de ecologia da paisagem de Carl Troll (1939) (posteriormente denominada geoecologia) e na Teoria Geral dos Sistemas do austríaco Ludwig Von Bertalanffy (1950) (RITTER; MORO, 2012; TROPPEMAIR, 2006).

Em seguida tem-se a contribuição dos franceses Tricart e Cailleux (1965) ao introduzirem a geomorfologia climática, adotando a abordagem integrada da escola alemã, logo após Tricart (1977) apresenta sua obra sobre a ecodinâmica para classificação sistêmica da dinâmica do meio ambiente e em 1982, Jean Tricart e Jean Kilian propõem uma integração ainda mais abrangente, emergia então a Ecogeografia, da qual incorpora os aspectos hidrológicos, edafológicos e as disciplinas da geografia humana para o estudo da ecodinâmica.

A escola germânica beneficiou-se de pesquisas de mapeamento geomorfológico, desenvolvido pela Polônia e Rússia após a segunda guerra mundial e, da teoria do geossistema proposta pelo soviético Sochava (1977). Posteriormente, o alemão Klink (1981) publicou sua obra intitulada Geoecologia e regionalização natural: bases para a pesquisa ambiental, na qual destaca que o estudo da ecologia da paisagem não deve se restringir apenas aos estudos das unidades naturais, faz-se necessário considerar também o planejamento urbano (FLORENZANO, 2008; NUCCI, 2007). Observar a Figura 5.

Deste modo, conforme Caseti (1991), a corrente do estruturalismo, da qual considera as teorias sobre sistemas e a questão social como um conjunto formal de relações, provocou diferentes repercussões epistemológicas nas escolas alemã e anglo-americana. Na Alemanha, onde as interações das ciências naturais já eram existentes, estas foram evoluídas. Isso posto contribuiu efetivamente nas análises geoecológicas e seus processos, beneficiando a geomorfologia cartográfica, a ordenação ambiental e o avanço da abordagem geossistêmica.

FIGURA 5 – Evolução da escola germânica até a segunda metade do século XX.



Ambas as tendências geomorfológicas influenciaram os pesquisadores brasileiros que serão apresentados no subcapítulo que se segue, principalmente pelo fato da abordagem integrada (escola germânica) e pela relação fatores geológicos que atuam na dinâmica do modelado (escola anglo-americana).

### 2.1.3 A geomorfologia no Brasil

Durante a evolução da geomorfologia no Brasil, repercutiram-se tanto as linhas de pensamento germânicas, quanto anglo-americanas e também, influências dos trabalhos desenvolvidos pelos franceses da época (CASSETI, 1994). Conforme Marques (1995), a primeira tentativa em apresentar a evolução dos postulados geomorfológicos no Brasil, deu-se por meio de Aziz Ab'Sáber durante os anos de 1958 e 1964, onde o mesmo destacou três períodos diferentes, sendo:

- I) Período dos predecessores (1817-1910) - Predominavam em território brasileiro pesquisadores, naturalistas e viajantes de diferentes países, com experiências nas ciências geológica e geomorfológica e, que muito contribuíram para que

desenvolvessem documentos sobre geologia, geografia e cartografia no Brasil;

- II) Período dos estudos pioneiros (1910-1940) – Durante este período, assim como no anterior, predominavam pesquisadores estrangeiros, especializados em geologia e geomorfologia, porém já se integravam a estes grupos, pesquisadores das primeiras gerações de geólogos brasileiros. Em virtude disto, começara a emergir o IBGE em 1937 que propiciou a participação dos geógrafos junto às pesquisas em desenvolvimento no Brasil. A este período, a influência da teoria do ciclo geográfico de W.M. Davis se fazia presente em trabalhos publicados durante as décadas de 40 e 50, onde a preocupação estava voltada em identificar superfícies de aplainamento do relevo e associá-las à teoria de Davis, destacam-se Emmanuel de Martonne, Aziz Nacib Ab'Sáber e Fernando Flávio Marques de Almeida (ROSS, 1991; CASSETI, 1994).
- III) Período de Implantação das técnicas modernas (1940-1949) – Este período foi marcado pela tentativa de sistematizar o conhecimento geomorfológico adquiridos nos períodos anteriores.

De acordo com Vitte (2009), no Brasil, a geomorfologia contemporânea se estruturou entre as décadas de 1950 e 1960 com contribuição dos trabalhos de Ab'Sáber e João José Bigarella, aos quais reconstruíram a Teoria da Pediplanação de Lester C. King, onde segundo o autor supracitado (2009), “promoveram a possibilidade de investigação da geomorfologia tropical a partir de princípios dinâmicos, espaciais e históricos, moldados na noção escalar dos processos interativos da geoesfera”.

Além disso, a geomorfologia brasileira também recebeu influências de estudos geomorfológicos de cunho climático desenvolvido por Erhart (1966), no qual propõe as concepções sobre a biostasia e resistasia. O conceito de biostasia caracteriza-se por ambientes estáveis, ou considerados em estágio de clímax, cobertura florestal densa, ausência do tectonismo e mamelonização topográfica (arredondamento das vertentes) favorecendo a pedogênese. Na resistasia o inverso acontece, ou seja, os meios são considerados instáveis, eventual ruptura do equilíbrio climático e biológico, cobertura vegetal parca ou nula e movimentações

orogênicas na crosta, que provocam dobras e/ou falhando as camadas rochosas, originando relevos rejuvenescidos (morfogênese) (PEREIRA NETO, 2013).

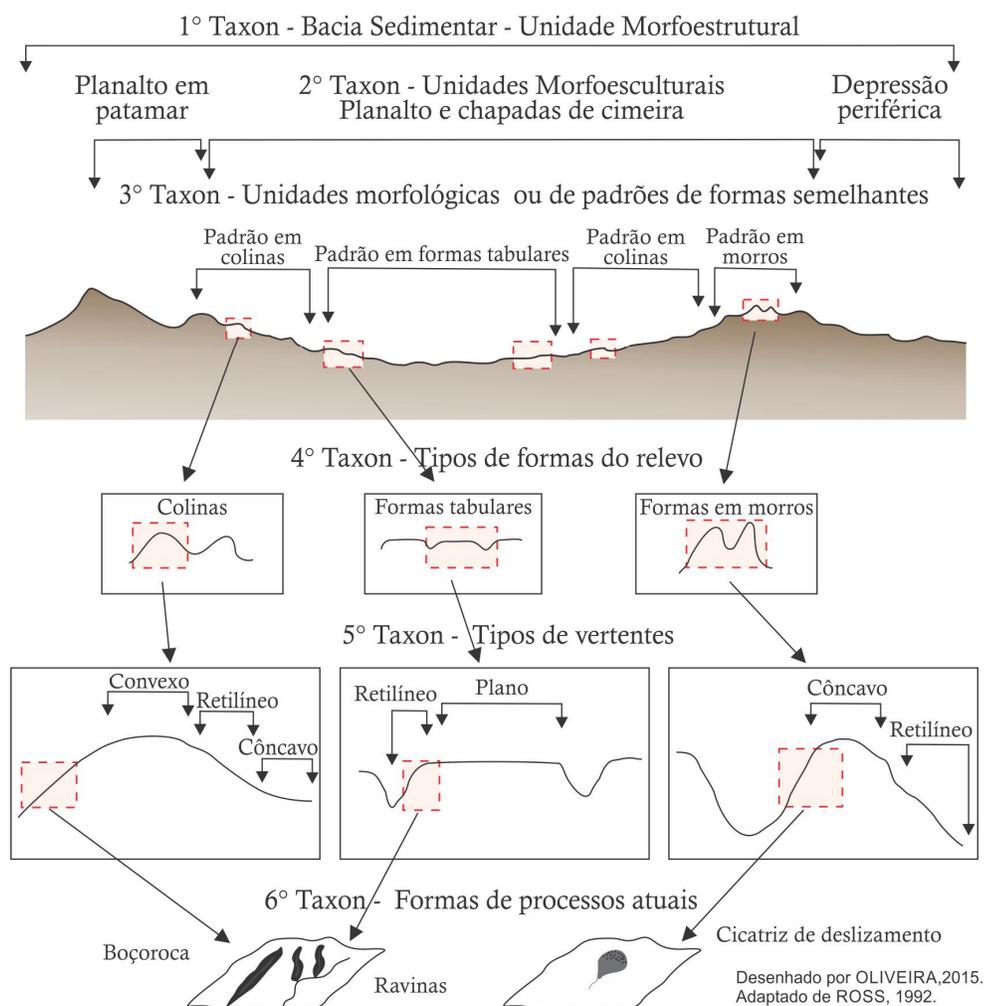
Sob a ótica da geomorfologia climática, destacam-se os trabalhos de João Bigarella sobre as *Variações Climáticas no Quaternário e suas Implicações no Revestimento Florístico do Paraná* e a obra de Aziz Ab'Sáber, intitulada "*Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil*", onde o autor divide o relevo brasileiro em domínios morfoclimáticos conforme a superposição dos fatores como as formas de relevo, cobertura vegetal, pedologia, condições hidrológicas, padrões de paisagem e diferentes formas de paisagens regionais. (VITTE, 2011; AB'SÁBER, 1970).

Em 1969, um marco na geomorfologia brasileira acontece com a publicação de "*Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário*" cuja autoria é de Ab'Sáber. Genericamente, a referida publicação trata-se de uma contribuição metodológica para as pesquisas em geomorfologia, onde o autor elenca os três níveis de abordagem que um estudo sobre o relevo deve-se considerar, são eles: 1) compartimentação topográfica (conjunto de formas do relevo com características semelhantes) e caracterização e descrição das formas do relevo; 2) Obtenção de informações sobre a estrutura superficial da paisagem, as quais contribuem para elucidar a gênese e cronologia do relevo, e; 3) Conhecimento dos processos naturais e/ou antrópicos responsáveis pela morfodinâmica, pedogênese e da fisiologia da paisagem (ROSS, 2012; AB'SÁBER, 1969).

Entre as décadas de 60 e 70, os estudos geomorfológicos foram evidenciados por intermédio da teoria geral dos sistemas e pela teoria do equilíbrio dinâmico, conforme as concepções de Antônio Christofletti no ano de 1974 (MARQUES, 1995). Além disso, outras obras foram consideradas importantes contribuições para a geomorfologia brasileira e merecem destaque: Os fundamentos de geomorfologia de Penteadó (1974), a versão em português dos modelos físicos e de informações em geografia de Chorley e Haggett (1975), entre outros.

No contexto da geomorfologia cartográfica e ambiental, em contribuição recente, destacam-se os seis níveis taxonômicos de Ross (1992), classificando-os através das unidades morfoestruturais, morfoesculturais, morfológicas e as dimensões e formas do relevo, conforme representado na Figura 6.

FIGURA 6 – Representação das unidades taxonômicas de Ross (1992).



A elaboração desta sistematização de Ross (1992) partiu da elaboração de ensaios metodológicos, o que contribuiu para a publicação dos registros cartográficos dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo, baseados em literatura estrangeira como W. Penk (1924;1953), Gerasimov (1947), Tricart (1965), Demek (1967), Mecerjakov (1968) e trabalhos nacionais como o projeto Radambrasil (1982) e as obras de Ab'Sáber (1969) e Abreu (1982; 1983).

Segundo Ross (1992; 2001), o 1º táxon corresponde às unidades morfoestruturais, ou seja, as unidades pelas quais o substrato geológico influenciou na formação e configuração do relevo, a este exemplo têm-se a bacia sedimentar do Paraná.

No entanto, o 2º táxon refere-se às unidades morfoesculturais, aquelas quando as configurações do relevo e as características das rochas estão associadas

ao intemperismo. Estas unidades são representadas por planaltos, serras e depressões inseridas nas morfoestruturas, a exemplo da Depressão Periférica Paulista (ROSS, 1992; 2001).

Na 3ª unidade taxonômica, estão as unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes, as quais são representadas por exemplos de formas distintos em relação à rugosidade topográfica, índices de dissecação do relevo e agrupamento das formas decorrentes de processos morfológicos de agradação e denudação (erosão). Para esta unidade taxonômica exemplificam-se os padrões de formas em morros ou colinas (ROSS, 1992; MASSA; ROSS, 2012).

Os tipos e formas do relevo inserido no táxon anterior (3º) correspondem ao arquétipo das formas do 4º táxon, ou seja, neste nível taxonômico prevalecem morros e/ou colinas e suas características morfológicas, morfométricas, genéticas e cronológicas atuantes, as quais são capazes de representar a dimensão individual do todo (ROSS, 1992; 2001).

O 5º táxon refere-se aos setores individualizados do relevo ou parte de suas formas, como por exemplo, os tipos de vertentes (côncavo, convexo, retilíneo e plano) que diversificam entre si através da diferença de declividade (ROSS, 1992; 2001).

O 6º e último táxon corresponde às pequenas formas do relevo provenientes de processos geomórficos atuais e/ou de influência antrópica (morfodinâmica). Geralmente os relevos do referido táxon são formadas ao longo das vertentes, como por exemplo, os sulcos, ravinas, voçorocas, que conduzem os sedimentos para a base da vertente formando porções de assoreamentos, depósitos coluviais ou fluviais, entre outros (ROSS, 1992; MASSA; ROSS, 2012).

## **2.2 Os Aspectos Morfoestruturais e a Importância no Planejamento Ambiental**

Noutra escala de abordagem, diferente daquela apontada por Ross (1992) - exemplificada como primeiro nível taxonômico a bacia sedimentar do Paraná - os aspectos morfoestruturais são tratados por diferentes autores em escala de maior detalhe, podendo associar a estes, os traços de estruturas tectônica refletidas nas redes de drenagem e no relevo. Preocupação esta não levantada por Ross (*op. cit.*), e, de importância para o planejamento ambiental. Entretanto,

Mescerjakov (1968) e Guerasimov (1946), quando definiram o conceito de morfoestrutura, morfoesculturas e geotextura, já atentavam ao fato de que a primeira também exerce influência nas pequenas formas do relevo, assim como as morfoesculturas também influenciam nas pequenas e grandes feições morfoestruturais.

Ainda no tocante à morfoestrutura, o avanço das pesquisas em sensoriamento remoto no Brasil, contribuiu decisivamente para as análises morfoestruturais a partir de fotointerpretação de fotografias aéreas e imagens de satélites, principalmente para a pesquisa em prospecção de hidrocarboneto na região do planalto Ocidental Paulista (Leste da Bacia do Paraná), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Paulipetro, e, na sistematização da análise morfoestrutural apresentada por Soares *et al.* (1981; 1982) (PUPIM; MATOS; JIMÉNEZ-RUEDA, 2010).

Conforme Lima (2006), a estruturação geológica não deve ser confundida com a feição do relevo, embora estejam estreitamente relacionadas. Diante disto, o autor supracitado considera ainda que as morfoestruturas referem-se às determinadas feições da rede de drenagem e das formas do relevo que se associam à característica estrutural geológica ocorrente, que estão presentes tanto na superfície, quanto na subsuperfície (sobrepostas por sequências sedimentares). Cabe salientar que uma vez identificado o tipo ou associação dos litotipos que compõem a morfoestrutura, esta recebe a denominação de litomorfoestrutura, refletida nas rupturas positivas e negativas do relevo.

Estudos sobre morfoestruturas podem ser aplicados a múltiplas finalidades além do planejamento ambiental, como por exemplo, para a prospecção de águas subterrâneas no cristalino (MADRUCCI; ARAÚJO; TAIOLI, 2003); controle ambiental em locais com fertirrigação por vinhoto (JIMÉNES-RUEDA; MATTOS, 1992a); na caracterização dos aspectos físicos que condicionam a dinâmica das paisagem e as atividades antrópicas (Obras de engenharia civil e sanitária) (JIMÉNEZ-RUEDA; MATTOS, 1992b); entre outros.

Quanto à pesquisa voltada a escolha de área para instalação de aterro sanitário, Nunes (2002), baseando-se na metodologia proposta por Jimenez-Rueda *et al.* (1993) e Landim *et al.* (1984) elaborou o mapa morfoestrutural da Folha de Presidente Prudente em escala 1:100.000 e o mapa de Traços Morfoestruturais do

Oeste Paulista em escala 1:250.000, dos quais foram confeccionados com base nos possíveis contornos estruturais evidenciados no sistema de drenagem e também prováveis fraturas geológicas. Nunes (2002) considerou os mesmos critérios empregados por Landim (1984), onde são analisados os principais parâmetros do padrão de drenagem, tais como: grau de integração; densidade; tropia; grau de controle; sinuosidade; angularidade; ângulo de junção e assimetria. Tal análise dos padrões de drenagem permitem identificar zonas consideradas de fraquezas e também apresentar os padrões dômicos e depressões estruturais, ou também denominadas de formas suaves anticlinais e sinclinais, respectivamente.

Além disso, os aspectos morfoestruturais podem ser utilizados em zoneamentos ambientais, onde, através das unidades fisiográficas é possível identificar o conjunto de fatores que compõem o meio físico e que atuam na formação e evolução do relevo, compreender suas potencialidades e caracterizar sua dinâmica. (JIMÉNEZ-RUEDA; MATTOS, 1992b; JIMÉNEZ-RUEDA; NUNES; MATTOS, 1993; OHARA *et al.*, 2003).

Ainda, Jiménez-Rueda e Mattos (1992b), complementam que as características morfoestruturais permitem identificar a presença e o grau de deformação de determinada área, apresentar estruturas deformacionais de alto e baixo estrutural, além de descontinuidades e falhas.

Portanto, como mencionado anteriormente, em uma análise morfoestrutural é possível identificar zonas de fraquezas, potencialidades e caracterizar a dinâmica de determinada região, porém, tal análise é de cunho estritamente geológico e geomorfológico. Em um planejamento ambiental, em especial à escolha de área para disposição de resíduos, necessita-se analisar de maneira integrada os elementos do meio físico, biótico e antrópico, ou seja, sob a perspectiva geoecológica.

### **2.3 O Conceito de Paisagem**

O conceito de paisagem como termo científico-geográfico deu-se inicialmente pelo alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), considerado o pioneiro em geobotânica e geografia física da escola germânica. O termo paisagem deriva do alemão *Landschaft*, que ao contrário das paisagens pictóricas e literárias, conotam o sentido geográfico-espacial do termo (TROPPEMAIR, 2004). Humboldt

aplicava este conceito no ensejo de descrever a morfologia e evolução da paisagem como suporte das atividades humanas, tendo como base a geologia, climatologia, hidrologia, fitogeografia, zoogeografia, entre outros (BECK; SCHOENWALDT, 1999).

No entanto, com o aprimoramento das premissas teórico-metodológicas sobre a paisagem, criam-se os conceitos de heterogeneidade e homogeneidade sobre as formas da superfície topográfica, possibilitando classificar os diferentes tipos de paisagem (MANOSSO, 2009).

De acordo com Metzger (2001, p.4), em uma abordagem ecológica, a paisagem pode ser compreendida como um *“um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”*.

Em uma análise da paisagem sob a ótica geográfica, de certa forma, os seres humanos são responsáveis pelos mosaicos heterogêneos nos quais evoluem de acordo com as necessidades antrópicas e planos de ocupação territorial (METZGER, 2001). Isso posto, Béringuier, Dérioz e Laques (1999) define a paisagem como uma porção homogênea do espaço, na qual associa-se aos aspectos socioeconômicos, representada por unidades similares entre seus elementos, ordenamento e frequência de seus constituintes.

Metzger (2001) complementa que o conjunto interativo da paisagem é constituído de sistemas ecológicos e/ou unidades de cobertura e/ou uso da terra. Contudo, os limites entre os elementos que interagem com a paisagem são separados por três fatores, tais como: I - o ambiente abiótico (geomorfologia, pedologia, dinâmica hidro-geomorfogeológica, entre outros); II - as catástrofes naturais; e III - as perturbações antrópicas.

Para Bertrand (2004), a paisagem não se refere somente aos elementos da natureza (potencial ecológico e exploração biológica), mas o total integrado a todas as implicações humanas, assim sendo, reforça o que o autor supracitado, Bertrand (1995), já havia definido que a paisagem é um sistema social e concomitantemente natural, abstrata e real, subjetiva e objetiva, fixada em determinada unidade têmporo-espacial, onde sua complexidade associa-se ao tempo morfológico, constituída por estruturas e funcionalidades que necessariamente, devem ser analisadas em conjunto e não reduzidas em partes.

Neste sentido, Mateo Rodriguez, Silva e Leal (2012) em uma discussão teórica sobre paisagem e geossistemas e influenciados por Bertrand

(2007) em Geossistema, Território e Paisagem - GTP, propõem a divisão da paisagem através das concepções que são tradicionais para a Geoecologia, subdividindo-a em conceitos de paisagem geográfica (espaço geográfico e território), paisagem cultural e paisagem natural (ou espaço). Para Golubev (2006), esta abordagem centraliza os princípios de localização, distribuição e organização dos fenômenos geográficos, além de identifica-los, classifica-los e representar cartograficamente.

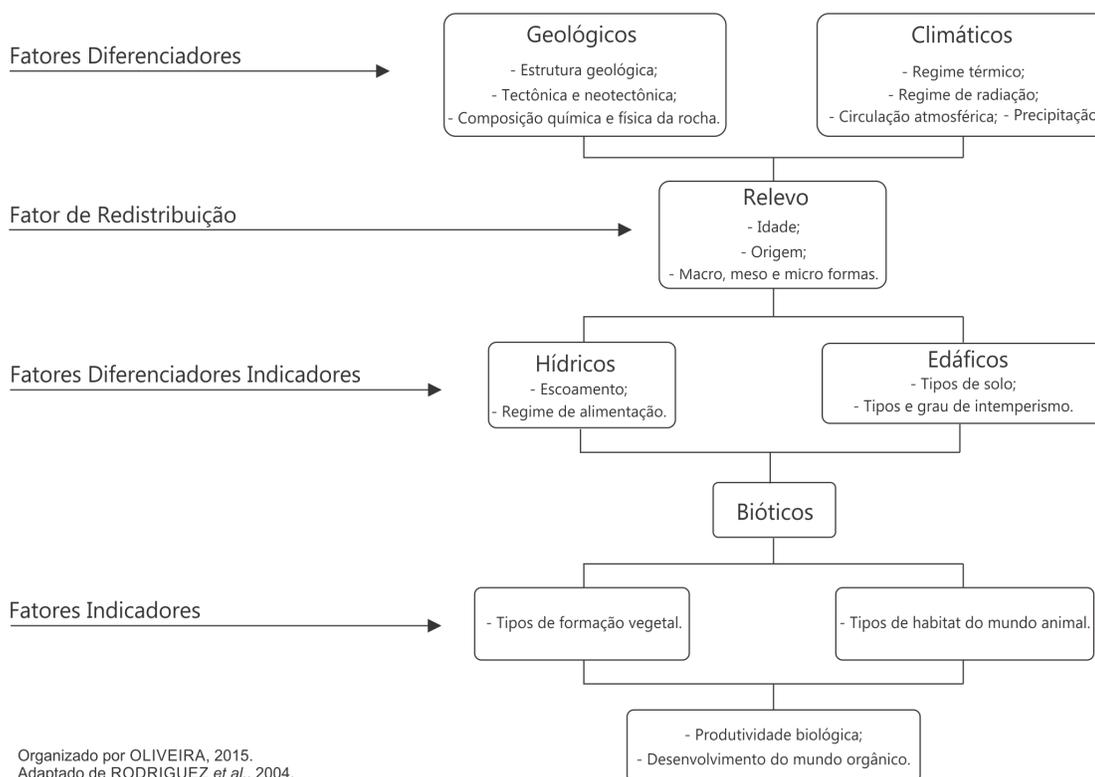
- O espaço geográfico possui uma visão sistêmica e dialética, devido à característica de articular em diferentes espaços e sistemas complexos, como por exemplo, os sistemas ecológicos, produtivos e sociais. Genericamente, o espaço geográfico associa-se também aos geossistemas (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2012; BERTRAND; BERTRAND, 2002).
- O território é considerado como o conjunto dos espaços e paisagens (geográficas, sistemas econômicos, de habitats naturais e sociais) existentes em determinada área do espaço, na qual os fatores de gestão estão relacionados ao poder econômico e político (SAQUET, 2007).
- Paisagem cultural consiste na fisionomia, morfologia e expressão formal dos espaços e territórios aos quais estão em contato com eixos naturais e antrópicos. Em suma, a paisagem cultural é constituída por elementos ecológicos, psicológicos e sociais (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2012).
- Paisagem natural ou espaço refere-se à determinada área da superfície terrestre de dimensão qualquer, que constitui um sistema espaço-temporal aberto e de organização complexa, formada pela interação dos diferentes elementos naturais (estruturação geológica, litologia, relevo, clima, recursos hídricos, solos, vegetação e seres vivos) e passível de modificações ou transformações decorrentes da interação com as atividades antrópicas, o que torna esta paisagem um sistema integrado. (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2012).

Assim, a paisagem possui estruturação própria de funcionamento horizontal e vertical, que, numa abordagem sistêmica, necessita ser interpretada de

forma integrada. A estruturação horizontal da paisagem consiste em classificar a mesma através de elementos que refletem a sua organização no espaço horizontal, por exemplo, as geofácies de determinada unidade homogênea, que possuem associação direta com a organização e comportamento dos seus respectivos geohorizontes (BERTRAND; BERTRAND, 2002). Além disso, outro exemplo sobre análise da paisagem horizontal é através da abordagem da ecologia ou da biologia, onde os principais elementos a serem considerados são os indivíduos e suas inter-relações.

Segundo Naveh (1991), a concepção de paisagem vertical refere-se ao conjunto dos elementos que nela constitui e que atuam desde a atmosfera até a rocha mãe, passando pelas vegetações, solo, águas superficiais e subterrâneas. Diante disto, Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) apresentam os condicionantes geradores da paisagem, conforme representado na Figura 7.

FIGURA 7 – Condicionantes geradores da Paisagem.



Compreende-se que a integração dos condicionantes representados na Figura 7 corresponde à geocologia da paisagem, que para Naveh e Lieberman (1984), é considerada como apoio científico para o estudo e planejamento da

paisagem. Neste sentido, Santos (2004), em sua obra sobre planejamento ambiental, pondera que a ecologia da paisagem (ou geoeecologia da paisagem) fornece um apoio integrador na análise dos elementos que atuam no meio ambiente, além de conduzir a observação e sistematização dos mesmos.

### **2.3.1 Geoeecologia da paisagem**

O termo geoeecologia evolui dos conceitos da ecologia da paisagem, inicialmente apresentada por Passarge (1919-1920) e posteriormente definida pelo biólogo alemão Carl Troll (1939) (MAKHDOUM, 2008; FORMAN, 1995). Além disso, Troll (*op. cit.*) estabeleceu o conceito de paisagem como o total das entidades espaciais e visuais do território da vida humana, onde se integram a geoesfera com a biosfera e a noosfera (esfera do pensamento humano) (NAVEH; LIEBERMAN, 1984).

A atribuição do termo ecologia da paisagem apresentado por Troll (*op. cit.*), teve como objetivo incentivar a integração da geografia e a ecologia, em busca de correlacionar os aspectos horizontais da primeira, com os verticais da segunda (NAVEH; LIEBERMAN 1984).

Para Klink (2002) a ecologia da paisagem considera os estudos geográficos de maneira ecológica ao abordar algumas áreas do conhecimento, como por exemplo, a biologia, geografia e até mesmo as ciências florestais. Por outro lado, Metzger (2001) pondera que as definições da ecologia da paisagem podem sofrer variações de acordo com sua abordagem (ecológica ou geográfica).

Klink (2002) e Steinhardt (2002) resumem estas conotações atribuídas à ecologia da paisagem como, uma ciência transdisciplinar, interdisciplinar e integradora, que abrange desde as diferentes unidades da litosfera até a atmosfera.

Sob a ótica geográfica da ecologia da paisagem, ao contrário da puramente ecológica, as relações bioecológicas, ou seja, a relação entre a fauna e a flora com o ambiente físico, não é o foco principal desta abordagem. Porém, esta pode ser compreendida como uma disciplina que busca compreender os diversos fenômenos da paisagem e ordenamento territorial, integrando-os às variáveis sociais, biológicas e geofísicas (METZGER, 2001).

Tal diferença já foi observada por Carl Troll em 1968 (MAKHDOUM, 2008), onde o mesmo revisou o conceito de ecologia da paisagem e propôs uma

redefinição, denominada geoeologia da paisagem, o que foi criticado por Naveh (2002). Leser (1997), em uma tentativa de classificar a ciência geoeológica, considera a mesma como o ramo físico-geográfico da ecologia da paisagem.

A geoeologia da paisagem se insere em um contexto metodológico que inter-relaciona com disciplinas como a geografia física, geografia humanística, biogeografia, ecologia e cartografia. O caráter de multidisciplinaridade lhe confere a capacidade de interagir com o objeto em estudo em diferentes escalas de abordagem. Logo, esta ciência contribui acentuadamente em processos de análise e diagnóstico geoeológico, planejamento, zoneamento e gestão ambiental (SILVA, 2012; MAKHDOUM, 2008).

Em suma, a ecologia da paisagem (geoeologia da paisagem) consiste em identificar e estudar as inter-relações dos elementos do meio físico com o meio biótico (SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013). Diante do caráter polissêmico da paisagem, é atribuída ao pesquisador a função de identificar a área do conhecimento que será utilizada para analisá-la, visto que esta permeia por disciplinas como geografia física, ciências do solo, ecologia, arquitetura, entre outras, apresentando em cada uma delas conceitos diferentes e de difícil analogia (MARTINS *et al.*, 2004).

### **2.3.2 Planejamento da paisagem**

Em estudos sobre planejamento da paisagem, diversos autores buscam compreender e classificar a mesma de modo integrado, possibilitando identificar suas potencialidades e limitações, e, avaliar a estruturação geoeológica, com o objetivo de fornecer suporte para as atividades socioeconômicas e ocupação territorial. Logo, têm-se os trabalhos de Mateo Rodriguez *et al* (1995), Espino (1995), Ferreira (1997), Pellerin e Hellvin (1998), Pedrotti e Martinelli (2001), Ruhoff (2002), Cavalheiro, Rueda e Jesus (2002), Ribeiro *et al* (2002), Dias (2003), Freitas e Cunha (2003), Marçal e Luz (2003), Zanatta (2014), entre outros.

Neste sentido, visando uma sistematização destes estudos, Mateo Rodriguez (2000), apresenta as etapas a serem seguidas, das quais vão desde a organização dos objetivos ao prognóstico, sendo:

- I) Organização: Escolha dos objetivos, programação do roteiro de pesquisas e estabelecer a área de estudo;

- II) Inventário: Levantamento dos condicionantes naturais, geográficos e socioeconômicos;
- III) Análise: Analisar os elementos da paisagem natural e cultural e seus respectivos usos;
- IV) Diagnósticos: Fornecer diagnóstico geoecológico, do uso das paisagens e integrado;
- V) Prognóstico: Utilizar modelos de planejamento em diversos cenários e definir estratégias de gestão;
- VI) Execução: Implantar o projeto elaborado.

Nucci (2009) destaca a importância do levantamento da situação original do ambiente em estudo (inventário) e do diagnóstico da situação atual, para então, concretizar as bases necessárias e sugerir cenários futuros (prognóstico) em relação ao desenvolvimento da paisagem em questão.

Além das etapas supracitadas, em um planejamento da paisagem, é importante considerar o elemento escala de abordagem, o que, segundo Troppmair (2004), para áreas muito limitadas em função do tamanho, devem-se aplicá-las ao conceito de geofácies ou geótopo. Para Monteiro (2000), seriam as unidades de paisagem e suas escalas, e, para Ross (1992), os níveis taxonômicos.

As unidades de paisagem, segundo Gómez Orea (1978), são obtidas através do cruzamento entre cartas temáticas dos elementos da paisagem, onde, como resultado têm-se as zonas homologas, ou seja, áreas que possuem semelhanças entre si. Para tanto, a determinação destas unidades conforme o critério de homogeneidade facilita o conhecimento das mesmas e auxilia no prognóstico.

Em “*Design with nature*” – projeto com a natureza, cuja autoria é de McHarg (1971), apresenta-se uma das primeiras propostas metodológicas para o planejamento da paisagem, onde se procura incorporar os aspectos do meio físico como clima, hidrologia, geologia, solo e habitat selvagem. Todos estes fatores combinados geram um mapa de temático, composto por cores que representam determinadas unidades, sua susceptibilidade intrínseca e capacidade de suporte em função de diversos usos e ocupações.

Esta concepção de zoneamento e fragilidade do solo a determinados usos, também foi abordada por Tricart (1977), ao fazer referência às preocupações da França diante da necessidade do diagnóstico preliminar e do estudo de

zoneamento para o desenvolvimento das cidades, onde o foco estava voltado para a identificação das aptidões e limitações dos terrenos destinados à construção.

Outro elemento importante a ser considerado dentre os demais que compõem a paisagem, é a geomorfologia e seus processos, visto que estes fornecem as bases para a delimitação das unidades hierárquicas (unidades de paisagem) (AB'SÁBER, 1970; ZONNEVELD, 1989; ROSS, 1992; FLORENZANO, 2008) e estabelecer a sua dinâmica (CASSETI, 2005).

## **2.4 A Importância dos Estudos Geomorfológicos Aplicados à Paisagem**

De acordo com Castro *et. al* (2004), etimologicamente a geomorfologia pode ser elucidada como o estudo das formas da superfície da Terra, no qual *geo*, provém do grego que significa Terra, *morphos* associa-se à ideia de forma e *logos* ao estudo. Segundo Hubp (1989), a geomorfologia é considerada uma ciência de caráter geológico-geográfica, calcada principalmente em estudos voltados na compreensão do relevo terrestre, sua estruturação, origem, cronologia de desenvolvimento e dinâmica atual, em determinada escala de tempo e espaço. Consoante à Penha (1992), a geomorfologia como disciplina, procura compreender a origem e evolução das formas do relevo terrestre, associando a paisagem aos processos geodinâmicos pretéritos e atuais.

Nos estudos ambientais é de importância considerar os elementos geomorfológicos à abordagem integrada do meio, permitindo identificar as unidades geomorfológicas (tipos e formas do relevo, padrões de drenagem, dados altimétricos, declividade do terreno e processos erosivos e acumulativos) e associá-las às potencialidades e fragilidades da área estudada (BERGAMO; ALMEIDA, 2006).

Neste sentido, a pesquisa geomorfológica possui aplicabilidade em diferentes atividades antrópicas e ambientes, onde o nível de verticalização da abordagem está relacionado à dimensão da área, objetivo do estudo, características do ambiente local e o tipo de atividade a ser desenvolvida, favorecendo o planejamento ambiental, organização e gestão do espaço territorial.

Ademais, atualmente existem softwares de Sistemas de Informações Geográficas – SIG e Geoprocessamento que auxiliam os trabalhos geomorfológicos, aos quais são capazes de gerar diagnósticos confiáveis e informações precisas

sobre o terreno, além de favorecer o aperfeiçoamento de pesquisas voltadas à paisagem (LEMES, 2009).

Consoante à Centero (2003) a utilização das imagens aeroespaciais auxiliam na análise visual das cenas ou dos elementos responsáveis pela formação da paisagem e morfologia do terreno. Neste sentido, Florenzano (2008) acrescenta que as imagens aeroespaciais aliadas aos SIGs contribuem para estudos e mapeamento geomorfológico em três níveis:

- I) Utilização como base cartográfica para auxílio em trabalho de campo e a inserção de informações;
- II) Aquisição de dados sobre geomorfologia, na elaboração dos parâmetros morfométricos do relevo, de riscos à erosão e da geomorfologia propriamente dita; e,
- III) Na análise integrada da paisagem e a representação cartográfica de suas unidades.

#### **2.4.1 Análise da paisagem sob a perspectiva geomorfológica**

A geomorfologia é considerada uma ciência que aborda de maneira integrada os elementos da paisagem, ao considerar as formas de relevo, a estruturação geológica, as características das rochas, o clima e as diferentes forças que atuam sobre a paisagem, sejam elas endógenas ou exógenas (GUERRA; MARÇAL, 2012).

De acordo com Fierz (2008), os processos endógenos e exógenos foram definidos por W. Penk (1924) e atuam sobre a paisagem geográfica por meio de forças contrárias, que por sua vez regulam os fluxos de energia e matéria no sistema. Em síntese, as forças endógenas referem-se ao comportamento estrutural das rochas e, exógenas aos elementos do clima, ou, como definido por Casseti (2001), as energias externas que agem através dos processos subaéreos. A interação de ambas as forças, são responsáveis pela morfodinâmica e a morfogênese do relevo.

Segundo Ross (2012), os componentes presentes na paisagem são interdependentes e passíveis de interferências, pois na ocorrência de variações litológicas, provocam alterações nas características do relevo, na tipologia do solo,

na cobertura vegetal, e, por conseguinte, no clima local. Além disso, o autor destaca que:

O entendimento do relevo passa portanto pela compreensão de uma coisa maior que é a paisagem como um todo. Não se pode entender a gênese e a dinâmica das formas de relevo sem que se entenda os mecanismos motores de sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada Unidade de Paisagem. Existe relação estreita entre tipos de formas do relevo com os solos e estes com a litologia e o tipo climático atuante. No entanto, isto é apenas parte do complexo quebra-cabeças que constitui os ambientes naturais existentes na superfície do globo (ROSS, 2012, p.12).

Assim, Bertrand (2004), considera a paisagem como uma porção do espaço, derivada da combinação dinâmica e instável de elementos do meio físico, biológico e antrópico, que reagem uns sobre os outros e transformam a paisagem em um conjunto único, indissociável e em constante evolução.

Neste contexto, Tricart (1977), propõe a ecodinâmica dos ambientes, que em função da intensidade dos processos atuais, se dividem em três tipos de meios morfodinâmicos e/ou morfogenéticos, são eles: meios estáveis, meios intergrades (transição) e meios fortemente instáveis.

Nos meios estáveis, os processos de evolução do modelado ocorrem lentamente e de difícil percepção, no entanto, a pedogênese prevalece sobre a morfogênese, visto que os estágios destes ambientes são considerados climáxico e a vegetação existente é capaz de manter a estabilidade morfogenética, através da fitoestabilidade. Consequentemente, a dissecação do relevo nestes ambientes torna-se moderada e as vertentes conservadas (TRICART, 1977).

Em meios intergrades ou também denominados como meios de transição, a principal característica é a transição gradual entre os meios estáveis e instáveis, onde existem interferências constantes no balanço da pedogênese e morfogênese. Estes meios são considerados susceptíveis a amplificação e podem passar rapidamente do estado estável para o fortemente instável (TRICART, 1977).

Ainda segundo Tricart (*op. cit.*), nos meios fortemente instáveis, prevalecem predominantemente as ações da morfogênese na dinâmica do modelado e a elevada dissecação, devido à ocorrência nula ou negativa do balanço pedogenético. Geralmente, este fato está intimamente relacionado com causas

naturais, como por exemplo, as ações das intempéries e os efeitos do tectonismo, porém, potencializado pelas atividades antrópicas.

Assim sendo, compreende-se que o pensamento geomorfológico contemporâneo constitui um caráter sistêmico e interdisciplinar ao considerar a influência dos elementos ambientais e antrópicos na dinâmica do modelado.

Neste sentido, ao integrar a análise ambiental à geomorfologia, Ross (2001) destaca que esta relação fornece subsídios para a adaptação de metodologias específicas ao objeto de estudo, contribuindo positivamente para a elaboração de zoneamentos, diagnósticos e unidades ambientais, podendo ser representados sinteticamente através de mapas, gráficos e tabelas.

As unidades ambientais ou de paisagem, geralmente são utilizadas para estudos voltados ao planejamento ambiental, através da compreensão de como se comportam os elementos naturais e as influências das atividades antrópicas de uso e ocupação do solo em determinado tempo e espaço. Além disso, as modificações oriundas do uso e ocupação do solo e demais atividades criam novos arranjos<sup>3</sup> e feições da paisagem, além de alterar o dinamismo da mesma (SOARES, 2001 *apud* GUERRA; MARÇAL, 2012).

Para Penteado (1983), o caráter interdisciplinar da geomorfologia, lhe confere a capacidade de atuar no ramo das ciências ambientais sob dois aspectos. O primeiro aspecto trata-se do planejamento ambiental, visando manter o equilíbrio do meio ambiente e a exploração racional dos recursos naturais. O segundo aspecto, está relacionado à mitigação dos reflexos negativos no meio ambiente provocado pelas atividades antrópicas, sejam elas modificadoras da paisagem ou causadoras de poluição.

Na prática, os referidos aspectos se dão por meio da elaboração do inventário de classificação do relevo, análise e verificação dos parâmetros do meio físico e interpretação sistêmica dos processos morfogenéticos (PENTEADO, *op. cit.*).

---

<sup>3</sup> Arranjo da Paisagem: Refere-se ao padrão espacial da paisagem responsável pela distribuição de energia, materiais e organismos (SOARES FILHO, 1998).

## 2.5 Os depósitos tecnogênicos

Os depósitos tecnogênicos, por outros chamados de Quinário, obtiveram a origem de seu conceito com a publicação de *Technogenic Deposits – Depósitos Tecnogênicos*, de Chemekov (1983), posteriormente, aprimorado por Ter-Stepanian (1988) com a publicação do *The Beginning of Technogene – O Começo do Tecnógeno*. Para os autores, a atividade antrópica atua como principal agente geológico nos processos que ocorrem na superfície terrestre e que proporcionam a formação destes depósitos. Além disso, ponderam que este processo iniciou-se a cerca de 10.000 anos - no período Holoceno (BITAR, 2004) - com a sociedade sedentária, e, que fora intensificado nos últimos 200 anos com a revolução industrial e o aumento dos aglomerados urbanos, dos quais direta ou indiretamente, promoveram e ainda promovem a remoção, movimentação e transporte de grandes quantidades de materiais.

Neste sentido, Ter-Stepanian (1988), caracteriza os depósitos tecnogênicos como classe genética independente e chama atenção para a sua ampla variedade de feições, composições e espessuras, que muitas vezes podem ser comparados com depósitos naturais em face da grande quantidade de matéria orgânica acumulada. Além dos compostos orgânicos, em depósitos tecnogênicos também são encontrados outros resíduos urbanos, como por exemplo, os resíduos de construção civil.

Na maioria dos trabalhos realizados no Brasil, em relação aos depósitos tecnogênicos, os pesquisadores utilizam as classificações propostas por Chemekov (1983), Fanning e Fanning (1989) e Oliveira (1990) e que, a seguir, serão apresentados por Peloggia (1998).

Conforme a classificação de Chemekov (1983) têm-se os onze principais depósitos tecnogênicos destacados por Peloggia (1998, p. 81), sendo:

- 1) depósitos de “pilhas” aterradas (dumped);
- 2) de aterramento de depressões (filled);
- 3) mistos ou agrotécnicos;
- 4) de aluviação artificial (washed up);
- 5) de dragagem (rewashed);
- 6) obras de terra (construction);
- 7) camadas cultivadas (cultural layers);
- 8) de deposição em reservatórios (precipitação);
- 9) de assoreamento de canais (linear agradation);
- 10) depósitos naturais com componentes tecnogênicos (technogenically changed);
- 11) de sedimentação natural em reservatórios (technogenically caused).

Em relação à classificação proposta por Fanning e Fanning (1989), são considerados por Peloggia (*op. cit.*, p.74) quatro principais tipos de depósitos tecnogênicos, são eles:

- I) Materiais “úrbicos” (do inglês *urbic*): Detritos urbanos, materiais terrosos com artefatos manufaturados da civilização contemporânea, frequentemente fragmentados, contendo tijolos, vidros, concreto, asfalto, pregos, plásticos em geral, metais, entre outros provenientes de demolição de edificações civis.
- II) Materiais “gárbicos” (do inglês *garbage*): Depósitos de materiais detríticos, a exemplo, o lixo orgânico de origem humana. Embora estes materiais possuam menores quantidades de artefatos, em relação aos úrbicos, são suficientemente ricos em compostos orgânicos que em condições anaeróbicas produzem o gás metano.
- III) Materiais “espólicos” (do inglês *spoil*): Materiais terrosos provenientes de processos de terraplanagem (escavação e deposição) em minas a céu aberto, em estradas ou rodovias e demais obras civis. Cabe a esta classificação, os depósitos de assoreamento induzidos pela erosão acelerada, onde os materiais contém pouquíssima quantidade de artefatos e são identificados pela expressão geomórfica “não natural” ou por especificidades de texturas e estruturas de seu perfil.
- IV) Materiais “degradados”: São materiais terrosos oriundos da dragagem de corpos hídricos e que geralmente são depositados em cotas topográficas superiores às da planície aluvial ou sobre os diques marginais.

Oliveira (1990), por sua vez, propõe a simplificação dos conceitos de depósitos tecnogênicos em classes genéticas, onde são divididos em construídos, induzidos e modificados. O primeiro refere-se a aterros, rejeitos e derivados. O segundo está condicionado a processos de assoreamento, aluviões recentes, entre outros. O terceiro relaciona-se com os depósitos naturais, os quais são alterados e modificados por efluentes, adubos, entre outros.

Percebe-se a existência de diversas classificações e simplificações em relação aos depósitos tecnogênicos, o que reflete a dificuldade de conceituação em

função da ampla variedade de feições, composições e espessuras destes depósitos, assim como fora apresentado anteriormente no presente capítulo. Além disso, a aplicação dos estudos voltados à análise de depósitos tecnogênicos, conforme Berger (1997) necessitam de uma abordagem holística, onde se empregam “geoindicadores” capazes de monitorar e analisar estes depósitos. Para o autor supracitado, os geoindicadores comumente utilizados são: análise da deposição sedimentar; alterações no padrão de drenagem fluvial; fluxo hídrico; entre outros.

As abordagens aos depósitos tecnogênicos são amplas e variam de acordo com o objetivo da pesquisa. Em relação aos depósitos induzidos (OLIVEIRA, 1990), tem-se o trabalho de Oliveira e Queiroz Neto (1994) sobre os estudos dos depósitos tecnogênicos ocasionados por erosão acelerada em zonas rurais, localizadas nas adjacências de núcleos urbanos do planalto ocidental paulista, e, que em função do desmatamento e da exiguidade de ações que objetivam a conservação nesta região, estes processos são intensificados. Os autores também observaram o deslocamento dos sedimentos decorrentes da erosão para as calhas dos rios, provocando problemas como: migração dos canais fluviais; assoreamento; entre outros.

Ainda no enfoque de depósitos tecnogênicos e ambientes fluviais, contudo, em relação à geomorfologia e a urbanização, Silva e Nunes (2009), elaboraram uma proposta para recuperação de planícies fluviais impactadas por depósitos tecnogênicos no município de Presidente Prudente (SP), que provocavam contaminação dos corpos hídricos e aceleração dos processos erosivos.

No que diz respeito aos demais tipos de depósitos tecnogênicos classificados sinteticamente por Oliveira (1990), Nunes e Silva (2011), em uma abordagem geográfica dos depósitos tecnogênicos em dois bairros da cidade de Presidente Prudente (SP) constataram que havia influência significativa das atividades antrópicas na formação destes depósitos, o que reflete o histórico de ocupação destas áreas. Ainda, os pesquisadores observaram que os processos erosivos nestes locais são intensificados, em face de fatores como terraplanagem, remoção da vegetação nativa, aumento do escoamento superficial, arraste de materiais manufaturados e outros.

Em situação diferente das apresentadas, embora ainda tratando-se de depósitos tecnogênicos, Godoy, Silva e Souza Filho (2002), em estudo sobre os riscos tecnogênicos do distrito industrial do município de Presidente Prudente (SP),

com base na integração de fatores como a geodinâmica externa (processos erosivos e atividades antrópicas), características litológicas e pedológicas, declividade do relevo e a presença de água. A abordagem sistêmica destes fatores proporcionou a geração de carta síntese com os riscos tecnogênicos do local estudado, inviabilizando por questões de segurança, a expansão do distrito por diversas áreas.

As atividades humanas na introdução destes materiais tecnogênicos ao meio ambiente, para Gomes *et al.* (2006), além de provocar alterações e comprometer a dinâmica dos processos naturais, originam o que o autor denomina de "antropossolos", que em função dos constituintes (geralmente os resíduos sólidos urbanos), provocam discrepâncias nos horizontes destes e apresentam variações de compactação e estabilidade. Este cenário pode ser extrapolado para os antigos e atuais depósitos de resíduos sólidos, sem exceções.

Já na definição da Embrapa (2004), para ser considerado antropossolo, os solos produzidos pelo homem devem apresentar pelo menos uma camada antrópica e desde que possua mais de 40cm, podendo ser constituída por materiais orgânicos e/ou inorgânicos, dos quais necessariamente são decorrentes de intervenção humana, quer seja sobrejacente a qualquer horizonte pedogenético, saprolitos de rocha ou rocha intemperizada.

## **2.6 O Destino dos Resíduos Sólidos Urbanos**

O conjunto de fatores como o crescimento desordenado da população, o padrão civilizatório atual, a ampliação e adensamento das zonas urbanas, o consumo exacerbado de bens materiais e o desperdício, todos estes atrelados aos avanços econômicos, sociais e tecnológicos, contribuem sobremaneira nos impactos ambientais negativos provocados pelos seres humanos aos ecossistemas terrestres, principalmente no que se refere à geração e disposição de resíduos. Além disso, Waldman (2010), atenta para os hábitos culturais a estes relacionados.

Logo, no cenário nacional, os métodos encontrados para resolver a problemática da disposição dos resíduos sólidos são os vazadouros a céu aberto (lixões), aterro controlado e aterro sanitário (MARTIN; MAZZINI, 2010), podendo conceitua-los em:

- I) Vazadouro a céu aberto: Considerado como método inadequado de disposição final de resíduos sólidos, caracterizado pelo

despejo direto do lixo sobre o solo. Esse método é desprovido de medidas de proteção do meio ambiente e à saúde pública.

- II) Aterro controlado: Forma de disposição final de resíduos sólidos que se aplicam pequenas medidas de minimização dos impactos ambientais e à saúde pública. Geralmente, são antigos lixões que foram submetidos a alguma adaptação técnica, no entanto não possuem a segurança e o controle de um aterro sanitário (TRIGUEIRO, 2005).
- III) Aterro sanitário: Pode ser compreendido como técnica de disposição de resíduos sólidos no solo sem provocar problemas ou riscos à saúde pública, à segurança e minimizando os impactos ambientais. Tal método utiliza procedimentos de engenharia para o confinamento dos resíduos sólidos em valas impermeabilizadas, onde os mesmos são compactados ao menor volume possível e ao final de cada jornada de trabalho, os resíduos são cobertos com uma camada de terra (GUARNIERI, 2011).

Consoante à Nunes (2002), a produção dos resíduos sólidos urbanos e a disposição desses em lixões, além dos impactos aos ecossistemas, são fatores problemáticos para a administração pública e que necessitam serem solucionados, visto que são áreas geradoras de doenças, mau cheiro e vetores.

Neste sentido, Oliveira (2002) em tese de doutorado realizada sobre a disposição inadequada dos resíduos sólidos do município de Taciba – SP e a contaminação provocada aos recursos hídricos superficiais da bacia do córrego do Amargoso, pondera diversos problemas ambientais e eventualmente de saúde pública ao fazerem o uso do recurso hídrico contaminado para a prática da balneabilidade, além do agravante da área inadequada para a disposição final dos resíduos (local com lençol freático suspenso aflorante).

Em virtude da contaminação que os resíduos sólidos urbanos provocam ao meio ambiente, o órgão competente em saneamento ambiental vinculado à Secretaria do Meio Ambiente do governo paulista, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (1994), apresenta aos municípios de pequeno porte um método de disposição em aterro controlado em vala como medida inicial para sanar os lixões. Naquela época, foi considerado aceitável e até

mesmo aconselhável o uso desta técnica, visto que amenizavam problemas relacionados à poluição visual, mau cheiro e a proliferação de vetores (CETESB, 1994), no entanto não exime a contaminação dos recursos naturais.

Em seguida, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (1994), com o objetivo de propor uma metodologia para “aterro sanitário em valas”, apresenta as características desejáveis ao local escolhido para receber os resíduos sólidos urbanos, preconizando áreas com: grandes dimensões; condições topográficas favoráveis; solo homogêneo, predominantemente argiloso e ausente de matacões, pedras ou rochas aflorantes; baixo ou nenhum risco a inundação; nível do freático estável (sem flutuações), distanciado da superfície do terreno no mínimo 3 metros para solos argilosos e superiores para solos arenosos; distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica, 500 metros de residências isoladas e 2 quilômetros das zonas urbanas, e; predominância de ventos em direções contrárias aos núcleos habitacionais adjacentes, para que não transportem poeira e odores.

Na região do Pontal do Paranapanema, a disposição dos resíduos sólidos urbanos dá-se estritamente em aterros controlados ou lixões, salvo o município de Venceslau que desde 2007/08 possui aterro sanitário, mas que existem problemas de gestão. Esse panorama já fora abordado por Leal (2004) ao relatar sobre os resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema, contudo, na época não havia nenhum aterro sanitário nesta região, somente aterros controlados e lixões.

O município de Anhumas, por sua vez, assim como os pequenos municípios da região do Pontal do Paranapanema, inicialmente dispunha seus resíduos sólidos dentro de erosões, sem nenhum processo de impermeabilização da vala (erosão) e de cobertura do lixo com camada de solo, caracterizando como vazadouro a céu aberto, assim como constatado por Leal (2004). No presente, a disposição ocorre pelo método de aterro controlado em vala, que ao final de cada jornada de trabalho o lixo deve ser coberto com camada de material inerte (geralmente solo), conforme recomendações do manual de operação de resíduos sólidos da CETESB (1994).

Atualmente, o método de disposição de resíduos em aterro controlado vem sendo alvo das discussões no meio técnico-científico, em virtude do potencial de contaminação dos recursos naturais que essa atividade provoca. A este sentido, Teixeira, Pansani e Nagle (2002), Oliveira (2012) e Oliveira, Boin e Pereira (2014),

comprovaram a capacidade dos aterros controlados em contaminar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o subsolo, evidenciando a necessidade de impermeabilização das células que confinam os resíduos com segurança.

Cabe ainda acrescentar, em relação à decomposição dos materiais e a produção de chorume<sup>4</sup>, Manoel Filho (2008), ressalta a descoberta de depósitos de lixo da época do império romano e, como se não bastasse, ainda existia produção de chorume. Outro fato interessante é o do antropólogo norte-americano William Laurens Rathje, que ao estudar a “*arqueologia do lixo*” no aterro sanitário de *Fresh Kills* em Staten Island – New York, descobriu que numa dada profundidade do aterro sanitário em estudo, havia em meio ao lixo, um cachorro-quento que completava quase 40 anos e um jornal de 50 anos, ambos estavam em perfeito estado de conservação (GRIMES, 1992; RATHJE; MURPHY, 2001; ANDRADE, 2006).

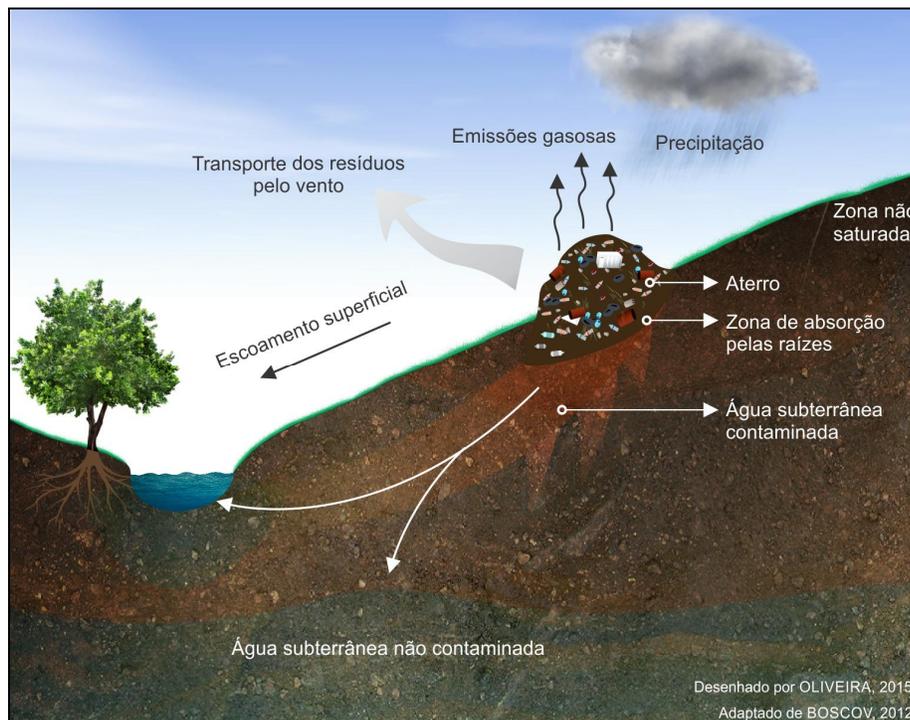
Inspirado pelos trabalhos de Rathje, o engenheiro e arqueólogo André Wagner Oliani Andrade realizou um trabalho pioneiro de arqueologia do lixo no Brasil, Andrade (2006) encontrou em aproximadamente 6 metros de profundidade um pedaço de bisteca que possuía cor, cheiro e textura preservados e, que após ser encaminhada ao laboratório, se decompôs rapidamente. França (1985 *apud* MIOTTO, 1990) e Azevedo (2006), explicam que este fenômeno ocorre devido a diversos fatores atuando em conjunto (umidade, temperatura, iluminação, confinamento, entre outros) que favorecem a preservação do material.

Destarte, os exemplos anteriormente expostos demonstram a complexidade da decomposição do lixo, em especial ao líquido resultante (chorume), onde, em contato direto com a superfície do solo e com a água superficial ou subterrânea provocam sérios problemas ambientais (Figura 8). Portanto, torna-se necessário elucidar como ocorrem os mecanismos de migração destes contaminantes em aterros de resíduos, para então, aplicarem-se medidas mitigadoras.

---

<sup>4</sup> Chorume: Líquido escuro, resultante da decomposição dos resíduos em contato com a humidade. Geralmente ácido e de alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (podendo chegar a 60.000 mg/L). A alta DBO do chorume por si só lhe confere alto poder agressivo ao meio ambiente, e, em função de sua característica ácida, o chorume ainda carrega os metais presentes na massa de lixo, consequentemente aumentando o seu poder de contaminação (TRESSOLDI, M. & CONSONI, A.J., 1998).

FIGURA 8 – Mecanismos de migração de contaminantes em aterros controlados.



Observa-se que aterros controlados não estão isentos de provocar contaminação ao meio. Neste sentido, Oliveira (2012) no ensejo de estudar sobre este modo de confinamento de resíduos e a contaminação por ele provocada, equipara com a contaminação oriunda de um lixão desativado, ambos no mesmo município (Taciba – SP), comprovando que os dois métodos possuem reais capacidades de contaminação dos ecossistemas adjacentes e, que a única diferença entre eles encontra-se apenas no modo em que os resíduos estão dispostos (sobre a superfície ou em valas). Isso posto reforça a necessidade ambiental de substituir esses métodos por aterro sanitário e sobretudo realizar a coleta seletiva eficiente para aumentar sua vida útil.

Diante desta problemática, a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), instituída pela Lei 12.300, de 16 de março de 2006, já previa em seus objetivos muitos dos aspectos legais que atualmente compõem a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dentre eles ressalta a erradicação dos depósitos inadequados de resíduos sólidos urbanos, citado no Art. 2º, parágrafo III da referida Lei, onde:

Artigo 3º - São objetivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos:  
[...] III - reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos, evitar os problemas ambientais e de saúde pública por eles gerados e erradicar os "lixões", "aterros controlados", "bota-foras" e demais destinações inadequadas (Lei 12.300/2006);

Entretanto, percebe-se na PERS que não há prazo claramente determinado para a extinção dos depósitos de resíduos supracitados, a Lei apenas identifica em seu Art. 20, § 1º, que o Estado apoiará os municípios que apresentarem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Urbanos contemplando vários objetivos, dentre eles a caracterização dos resíduos e o prazo máximo para sua destinação.

Para o preenchimento desta lacuna, a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 que institui a PNRS e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, determina que os aterros controlados e lixões devessem ser extintos até agosto de 2014, conforme estabelecido em seu Art. 54, onde "a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei". Além disso, a Lei prevê ainda que:

Art. 15. A união elaborará sob a coordenação do Meio Ambiente o Plano Nacional de Resíduos Sólidos com Vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:  
[...] V – metas para a eliminação e recuperação de lixões associadas a inclusão social e a emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; [...] (Lei 12.305/2010).

Ainda em relação à disposição final dos resíduos sólidos, na região do Pontal do Paranapanema, poucos são os municípios que se encontram em consonância com a referida Lei e este cenário se reflete não apenas ao Pontal, mas sim a grande parte dos municípios do Estado de São Paulo e provavelmente do Brasil. Logo, se desperta a preocupação quanto a escolha de área para a implantação dos aterros sanitários exigidos por Lei, em função de que necessita-se de um estudo aprofundado dos aspectos geotécnicos, geoecológicos e suas inter-relações e que os pequenos municípios geralmente não possuem capacidades técnicas/teóricas para a escolha adequada do local.

Em face à este descumprimento das exigências legais previstas na PNRS para disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários, o prazo para adequação foi estendido por mais 4 (quatro) anos após ser aprovada aos 14 de outubro de 2014 no Plenário da Câmara dos Deputados a Medida Provisória 651/2014. Prorrogação essa que será efetivada somente após ser aprovada pelo Senado.

Juntamente a submissão da referida medida provisória, foi solicitado também, como se não bastasse, o aumento do prazo para que os municípios elaborem seus Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (vencido em 2012) até o mês de agosto de 2016.

Por outro lado, otimistas acreditam que a PNRS desde 2010 obteve avanço nacional significativo em relação à disposição adequada dos resíduos sólidos. Porém, o que têm-se observado na região do Pontal do Paranapanema é justamente o oposto. Em algumas cidades os resíduos são dispostos em locais próximos à leitos ferroviários (bota-fora de Pirapozinho), no interior do lençol freático (aterro controlado de Presidente Bernardes), encostas com alta declividade (aterro controlado de Álvares Machado), entre outros.

A decisão de prolongar o prazo para a erradicação dos lixões, aterros controlados e bota-fora apenas intensificarão os impactos ambientais provocados por esta prática por mais quatro anos, onde o ideal incorre fiscalizar os municípios com o prazo esgotado – tanto em relação à disposição final quanto ao plano de gerenciamento integrado – e aplicar punições severas à gestão municipal que não adequar-se, caso contrário, continuará sendo um problema eminente. Ademais, juridicamente, prolongar o prazo da PNRS é considerado como uma medida inconstitucional e fere o princípio da retroatividade da Constituição Federal.

## **2.7 Atributos Geotécnicos e Geoecológicos para Escolha de Área de Aterros Sanitários**

Para Boscov (2012), em escolha de locais para disposição final de resíduos deve-se necessariamente garantir segurança estrutural e ambiental do local ao longo de sua vida útil, impedir a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneo, do ar, do subsolo, da fauna e flora local e do entorno. Além disso, fatores como a minimização de custos para transportar os resíduos até o

aterro, desapropriação de terrenos e a desvalorização das propriedades adjacentes são importantes e precisam ser considerados, de modo que possa garantir a viabilidade socioeconômica do empreendimento.

Em uma breve observação, é possível perceber que alguns locais de disposição (aterros controlados e lixões) da região do Pontal do Paranapanema, apresentados no capítulo anterior, estão próximos ou sobre o recurso hídrico subterrâneo aflorante. Consoante a Boscov (*op. cit.*), essa situação retratada em um passado não muito recente, reflete a concepção incoerente que se tinha com relação aos aterros de resíduos, onde objetivo inicial era “diluir e dispersar” os resíduos e seus contaminantes. Assim, as áreas de disposição de resíduos eram em regiões com subsolo de alta permeabilidade (arenitos ou solos arenosos), no qual se imaginava que o aquífero seria capaz de diluir ou dispersar o chorume produzido da decomposição dos materiais, reduzindo-o para níveis “ambientalmente” aceitáveis.

Atualmente esta concepção foi superada, em face de diversos estudos relacionados à contaminação provocada por estes tipos de disposição de resíduos sólidos. As áreas aconselháveis à implantação de aterros passaram a ser locais com espessura considerável de material semipermeável (materiais silto-argilosos), ausência de fraturas ou descontinuidades do arcabouço geológico, região segura de abalos sísmicos, de enchentes, e, principalmente, distanciado dos aquíferos ou aquitardos adjacentes (BRASIL. Ministério do Interior, 1980; JOINHAS *et al.* 2000; NUNES, 2002; JIMÉNES-RUEDA; MATTOS, 1992b).

Existem diversas produções acadêmicas e normativas que apresentam características aceitáveis do meio físico, biológico e socioeconômico para a instalação de aterros sanitários, das quais encontram-se expostas no Quadro 1. Entretanto, a ausência da análise integrada dos elementos paisagem como critério metodológico para a escolha de área de aterro sanitário, ainda é pouco utilizada por diferentes autores, além de muitas vezes ser uma abordagem fragmentada que não contempla os elementos necessários para este processo.

QUADRO 1 – Critérios para localização de aterros sanitários conforme diferentes autores.

REFERÊNCIAS	FATORES							Sim	Não
	GEOLOGIA HIDRO- GEOLOGIA	USO DO SOLO	TIPO DE SOLO	RELEVO	HIDROGRAFIA	ACESSO	DISTÂNCIA NÚCLEOS URBANOS	OUTROS	
Zuquette; Pejon e Sineli (1994)								Características climáticas (pluviosidade, direção dos ventos, evapotranspiração).	
Kao; Lin (1996)								Custos; distância de áreas naturais ou históricas.	
Karthikeyan <i>et al.</i> (1996)								-	
Siddiqui <i>et al.</i> (1996)								Distância de aeroportos, residências ou núcleos de residências e de áreas usadas por espécies ameaçadas.	
ABNT - NBR 13.896/97								Vida útil, custos e profundidade do lençol.	
Basagaoglu <i>et al.</i> (1997)								Distância de poços de água usados para abastecimento público; atividade sísmica.	
Champratheep <i>et al.</i> (1997)								Distância de poços de água de abastecimento público; sítios arqueológicos; distância de rodovias.	
Souza (1999)								Vida útil da unidade, distância de rodovias.	
Muro (2000)								Características climáticas (pluviosidade, direção dos ventos, evapotranspiração).	
Basílio (2001)								Características climáticas (pluviosidade, direção dos ventos, evapotranspiração).	
Leao <i>et al.</i> (2001)								Distância de áreas naturais protegidas e de rodovias.	
Brasil (2002)								Distância do centro gerador, infraestrutura disponível, restrições legais, custos, evapotranspiração e pluviosidade, distância da fonte de material para recobrimento.	
Marques (2002)								-	
Mahler; Lima (2003)								Distância do centro gerador, infraestrutura disponível, restrições legais, custos, evapotranspiração e pluviosidade, distância da fonte de material para recobrimento.	
Tsuhako (2004)								Distância de rodovias.	
São Paulo (2005)								Lençol freático, distância de habitações isoladas, vida útil, ventos predominantes.	
Sener <i>et al.</i> (2005)								Distância de rodovias, ferrovias, aeroportos, dutos, linhas de transmissão.	

Fonte: Adaptado de MONTAÑO *et al.*, 2012.

Neste sentido, destaca-se a importância da abordagem geocológica e geotécnica na escolha da área com maior potencialidade à instalação destes empreendimentos, objetivando o bom funcionamento do aterro sanitário e a proteção ambiental em longo prazo.

Portanto, a seguir, abordar-se-ão de maneira integrada os elementos da paisagem vertical (FORMAN; GODRON, 1984), dos quais são considerados importantes para a seleção de área para aterro sanitário, tomando como orientação teórica as obras de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), Mateo Rodriguez (2000) e Bertalanffy (1950).

### **2.7.1 O arcabouço geológico**

Comumente, alguns autores como Tricart (1977), Naveh (1991), Monteiro (2000), Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), Bertrand (2004), Mateo Rodriguez (2006) e Mateo Rodriguez *et al.* (2012) ao abordarem direta ou indiretamente o tema geocologia da paisagem, consideram o arcabouço geológico como um dos aspectos da composição e gênese da paisagem ou ambiente físico. Portanto, observa-se que estes autores aprofundaram para a questão das inter-relações dos componentes da paisagem com as atividades antrópicas e a fragilidade da mesma à instalação de determinados empreendimentos, porém não para processos de escolha de área para aterros sanitários.

Neste sentido, os dados sobre o substrato rochoso são considerados importantes para a abordagem geocológica na escolha de área para aterro sanitário, uma vez que a paisagem é o reflexo das características geológicas na superfície terrestre. Sendo assim, em regiões onde o relevo é fortemente acidentado e o solo é pouco espesso, as características litológicas das rochas adjacentes e a maior resistência às ações do intemperismo são responsáveis por controlar esta situação (CARVALHO, 1997; OLIVEIRA; COBAIXO, 2014; ZANATTA, 2014).

Geralmente, a ocasião acima mencionada está relacionada ao afloramento do substrato rochoso ou sua proximidade da superfície terrestre devido a rupturas estruturais (SUDO; GODOY; FREIRE 1991). Logo, são locais considerados restritos ou severamente restritos à implantação de aterros sanitários, inviabilizando tecnicamente a abertura das valas para deposição dos resíduos

sólidos e pelo aspecto de fragilidade ambiental do local, visto que o resíduo entraria em contato com solo de perfil tênue (ZUQUETTE; PEJON; SINELI, 1994). Esta situação torna-se ainda mais restritiva e necessita ser cuidadosamente analisada quando o substrato rochoso apresenta um coeficiente de permeabilidade alto, como é o caso das rochas areníticas (MARQUES, 2002).

A espessura do substrato é outro fator que deve ser considerado para escolha de área para aterro sanitário, pois atrelado à característica textural e mineralógica da mesma, torna-se possível identificar as relações de contato com o material inconsolidado e com descontinuidades ou falhas da rocha, além de determinar a eventual direção de fluxo do líquido percolante, seja a água - proveniente do ciclo hidrológico natural - ou o chorume. Em alguns casos, é possível identificar também a ocorrência de aquíferos livres. (MOREIRA; LORANDI; MORAES, 2008).

Diante da elevada acidez do chorume, locais de ocorrência de rochas calcárias ou com cimentação carbonática são considerados restritos à instalação de depósitos de resíduos, em face do alto grau de dissolução destas rochas (LEITE, 1995). Ainda, Leite (*op. cit.*) acrescenta que, se porventura o chorume estabelecer contato direto com este tipo de rocha, provocará sobre ela, a abertura de caminhos preferenciais de infiltração e espaços vazios interligados que facilitam a circulação do líquido percolante ao longo das fraturas do substrato.

Consoante à Leite (1995), locais com rochas friáveis de granulação grossa, a exemplo dos arenitos, em consequência da alta permeabilidade, também possuem restrições em relação à mobilidade do contaminante. Neste caso, o autor aconselha locais com predominância de rochas pelíticas, em vista da quantidade de materiais com granulometria fina (silte e argila) e conseqüentemente da baixa permeabilidade do contaminante - decorrente do fenômeno de adsorção<sup>5</sup> dos íons pelas argilas e da dispersão hidrodinâmica<sup>6</sup>.

No tocante à composição mineralógica do substrato rochoso, a critério elucidativo, os argilominerais podem ser classificados em função da quantidade de camadas tetraédricas e octaédricas, sendo: 1:1 – uma tetraédrica e uma octaédrica

---

<sup>5</sup> Adsorção: Acúmulo químico e/ou físico de uma substância ou material, por mecanismos químicos, na interface entre a superfície sólida e a solução. (POZZA *et al.*, 2009, p.99)

<sup>6</sup> Dispersão hidrodinâmica: Mecanismo responsável pelo espalhamento do contaminante ou poluente em meios porosos (BEAR, 1972 *apud* COSTA 2002). Pode ser quantificado como a resultante da somatória de processos de mistura mecânica e de difusão molecular (FREEZE & CHERRY, 1979 *apud* COSTA, 2002).

(grupo das caulinitas) e 2:1 – duas tetraédrica e uma octaédrica (grupo das esmectitas) (AZEVEDO, 2010).

Os argilominerais do grupo das caulinitas (1:1) são caracterizados pela baixa capacidade de troca catiônica – CTC (dependendo do potencial hidrogeniônico - pH) e expansividade nula (AZEVEDO, *op. cit.*), ou seja, solos oriundos de argilominerais desta categoria certamente terão baixo índice de atividade – IA (MIOTTO, 1990) e pouco contribuirão para a redução da infiltração do chorume. Os argilominerais do grupo das montmorillonitas (2:1), em função de sua dupla camada tetraédrica, possuem maior capacidade de expansão (BERTOLAZI, 2013), favorecendo a atenuação do líquido percolado (chorume). No entanto, a alta expansividade das montmorillonitas poderá provocar trincas ou fissuras na rocha, comprometendo a capacidade de atenuação do contaminante (LEITE, 1995).

A percolação do chorume por fissuração não está relacionada apenas com a consequência da expansividade excessiva das montmorillonitas, mas também em relação às características morfoestruturais das formações rochosas presentes na área de estudo, assim como observado por Jiménez-Rueda *et al.* (1993) ao apresentar as classificações de morfoestruturas e suas aplicações (Quadro 2).

QUADRO 2 – Morfoestruturas e suas aplicações.

ENGENHARIAS				
	AA	BA	BB	AB
Civil	Estradas (boa) Edificações (boa)	Estradas (boa/moderada) Edificações (moderadas)	Estradas (inadequado) Edificações (inadequado)	Estradas (moderado/inadequado) Edificações (boa/inadequado)
Sanitária	Aterros de resíduos líquidos ou sólidos (restrito)	Aterros de resíduos líquidos ou sólidos (restrito/inadequado)	Aterros de resíduos líquidos ou sólidos (inadequado)	Aterros de resíduos líquidos ou sólidos (adequado)

A primeira letra corresponde à posição topográfica; a segunda, à estrutura. Assim:

AA : alto topográfico / alto estrutural; BA : baixo topográfico / alto estrutural; BB : baixo topográfico / baixo estrutural; AB : alto topográfico / baixo estrutural.

Fonte: Adaptado de Jiménez-Rueda, Nunes e Matos (1993).

Em meios porosos, a exemplo da Formação Adamantina, Nunes (2002, p.145) ao basear-se na metodologia proposta por Jiménez-Rueda Nunes e Matos (1993) para classificação das unidades morfoestruturais, identificou que em função do alto grau de fraturamento da rocha sedimentar ocorrente (Formação Adamantina) e devido à região estudada encontrar-se sobre um AA, esta “apresenta alta lixiviação, alta percolação, alterações profundas, intensa circulação de água e baixa

erosão”. Portanto, assim como apresentado no Quadro 2, tal situação restringe a implantação de aterro sanitário nestes locais, pois comprometeria a qualidade dos recursos naturais, em especial do hídrico subterrâneo.

### **2.7.2 As implicações das águas subterrâneas**

Os aquíferos e aquíferos<sup>7</sup> estão inseridos nos sistemas geológicos, onde a natureza de sua distribuição está condicionada a fatores referentes à litologia, estratigrafia e estrutura das formações geológicas. No que tange aos tipos de aquíferos, estes são classificados conforme a pressão exercem nas camadas limítrofes superiores e/ou inferiores, bem como a capacidade de transmissividade (MANOEL FILHO, 2008).

A diferenciação entre os aquíferos livres e confinados está na relação da pressão nas camadas limítrofes. Os aquíferos confinados são aqueles em que a pressão atmosférica é inferior à pressão exercida pela água na camada superior do aquífero, podendo subdividir-se em confinados drenantes e não drenantes devido o comportamento de suas camadas. Já os aquíferos livres, freáticos ou não confinados, são aqueles onde a camada superior é a superfície topográfica, e em toda sua extensão, a pressão é equivalente à atmosférica (MANOEL FILHO, 2008).

Cabe destacar a ocorrência do aquífero suspenso, do qual também se enquadra à classe dos aquíferos livres e possui características de formação semelhantes. No entanto, sua extensão é limitada e está situado entre a superfície topográfica e o aquífero regional subjacente. Em geral, os aquíferos livres são considerados aquíferos temporários, em função de sua área de recarga limitada, da camada inferior semipermeável e da conseqüente drenabilidade para os aquíferos regionais (MANOEL FILHO, 2008). Entretanto, estes aquíferos, ao armazenarem água por um determinado tempo, regulam a vazão das águas superficiais na bacia hidrográfica e a sua capacidade de armazenamento também está associada à conservação da bacia em que se encontra.

Tratando-se sobre a disposição de resíduos, em aterros controlados ou lixões que se encontram localizados diretamente sobre materiais permeáveis

---

<sup>7</sup> Aquífero: É uma camada ou formação semipermeável, delimitada no topo e/ou na base por camadas de permeabilidade muito maior. Os aquíferos têm o comportamento de uma membrana semipermeável através da qual pode ocorrer uma filtração vertical ou drenança (MANOEL FILHO, 2008, p.61).

(areias, cascalhos e rochas sedimentares ou fissuradas), a migração do contaminante poderá provocar, mesmo após décadas, a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, espalhando-se para áreas ainda maiores que aquela inicialmente ocupada pelos resíduos (OLIVEIRA, 2002; MANOEL FILHO, 2008; OLIVEIRA, 2012).

Neste sentido, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos tornam-se fontes de contaminação dos recursos hídricos, e qualidade das águas subterrâneas nas adjacências destes depósitos torna-se frequentemente comprometida (HIRATA; FERREIRA, 2001).

Manoel Filho (2008), citando Freeze e Cherry (1979), demonstra a existência de estudos comprovando que em regiões úmidas, a infiltração da água da chuva nos aterros de resíduos, juntamente ao processo de decomposição dos materiais, produzem chorume por pelo menos 40 anos desde quando foram dispostos. No entanto, pouco se sabe sobre a produção de chorume em longo prazo e da pluma de contaminação por ele provocada.

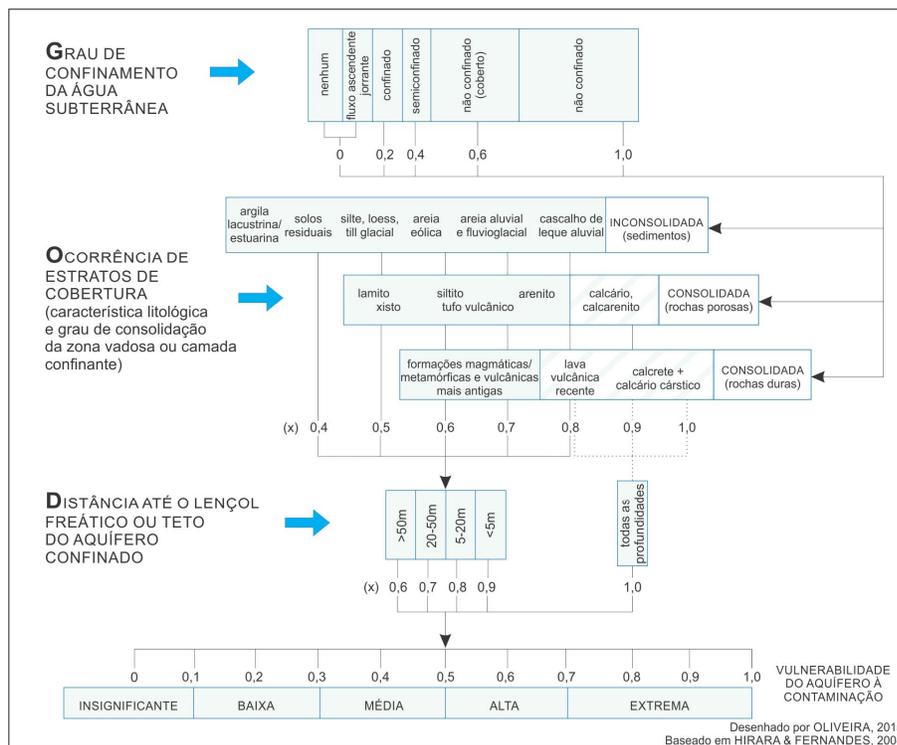
A esta situação, ressalta-se um condicionante importante a ser considerado na propagação do contaminante, a condutividade hidráulica do meio poroso, onde poderá atenuar ou potencializar este processo. A condutividade hidráulica é considerada na lei de Darcy (1856) como a relação entre características do meio físico (porosidade, tamanho, distribuição e forma de arranjo das partículas) com as do fluido em escoamento (viscosidade e massa específica) e é expressa em m/s ou cm/s (CABRAL, 2008).

Neste sentido, baseando-se no método G.O.D<sup>8</sup>. utilizado por Foster e Hirata (1988) e no levantamento realizado pela COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (1999), os locais de maiores restrições à instalação de aterros sanitários são aqueles que predominam litoestratigrafia por sedimentos porosos, ausência de camada limítrofe superior do aquífero (aquífero livre) e sua proximidade à superfície. A junção destes fatores confere ao aquífero, a sua vulnerabilidade intrínseca a contaminação pelas atividades antrópicas, como esquematizado na Figura 9 (p.65) a seguir.

---

<sup>8</sup> G.O.D.: Método que determina a vulnerabilidade do aquífero considerando o grau de confinamento da água subterrânea, a ocorrência de estratos de cobertura e a distância do lençol freático ou o teto do aquífero confinado. As iniciais destes três fatores dão origem à sigla (FOSTER & HIRATA, 1995).

FIGURA 9 – Método G.O.D. de vulnerabilidade do aquífero.



Após a caracterização da vulnerabilidade, buscando auxiliar em tomadas de decisões, Hirata e Fernandes (2008) apresentam uma matriz de aceitabilidade da instalação de atividades com alto potencial de contaminação às diferentes classes de vulnerabilidade, e que pode ser utilizada em diferentes atividades, tais como: saneamento; disposição de resíduos; mineração; indústrias; lagoas de efluentes; criação de gado; uso de intensivos agrícolas; entre outros. (Quadro 3).

QUADRO 3 – Matriz de atividades potencialmente contaminadoras com enfoque na disposição de resíduos sólidos e na vulnerabilidade do aquífero.

ATIVIDADE POTENCIALMENTE CONTAMINADORA	VULNERABILIDADE DO AQUIFERO		
	Alta	Média	Baixa
<i>Disposição de resíduos sólidos</i>			
Doméstico municipal	PN	PA	A
Material de construção (inerte)	A	A	A
Resíduos perigosos	N	N	PA
Industrial (classe I)	PN	PA	A
Industrial (classe II e III)	N	N	PA
Cemitérios	PA	A	A
Incineradores de resíduos sólidos	N	PN	PA

A : aceitável, sujeito a projetos regulares dos empreendimentos; PA : provavelmente aceitável, sujeitos a estudos detalhados e projetos especiais; PN : provavelmente não aceitável; N : não aceitável.

Fonte: Adaptado de HIRATA; FERNANDES, 2008.

Observa-se que na classe de alta vulnerabilidade do aquífero, a atividade de disposição de resíduos sólidos domésticos encontra-se como provavelmente aceitável, eventualmente em função da aplicabilidade regional desta matriz. Portanto, em menores escalas, a matriz apresenta-se simplista e de pouca representatividade, podendo ser refutada em situações adversas referentes ao maciço rochoso, às águas subterrâneas, aos tipos e formas do relevo, às coleções hídricas superficiais, aos tipos de solo, entre outros.

### **2.7.3 Fatores relacionados à forma do relevo**

Em uma abordagem sobre relevo, Chorley (1971) pondera a importância de operar em uma estrutura sistemática apropriada, pois poderá aumentar o campo de estudo e aplicação, promover associações e correlações que seriam impossíveis em uma abordagem “fechada” - pensamento davisiano - calcada apenas em noções pré-concebidas. Assim, para analisar o relevo é necessário compreender a dinâmica da paisagem física, que para Wooldridge e Goldring (1953 *apud* CHORLEY, 1971, p.12), “é o registro dos processos e o conjunto das evidências para sua evolução está contida na própria paisagem”.

Como já mencionado nos capítulos anteriores, o relevo em seu mais amplo sentido, é uma unidade dialética (CAILLEUX; TRICART, 1956), resultante da complexa dinâmica entre o clima e o arcabouço estrutural (WERNICK; SINELLI, 1970), onde o primeiro refere-se às forças exogenéticas e o segundo as endogenéticas (PENK 1924; 1953 *apud* FIERZ, 2008).

Neste sentido, Christofolletti (1972) enfatiza que os fatores estruturais e climáticos encontram-se no âmago dos estudos sobre as formas do relevo, e, são responsáveis por condicionar material e energia ao sistema geomorfológico.

Assim, locais onde possuem alta energia do relevo, associados a solos arenosos, além de provocar problemas de erosão (ZANATTA, 2014) e transporte dos resíduos do aterro, poderá provocar problemas de estabilidade geotécnica do empreendimento, e, portanto, necessitam ser analisados para determinar a área com maior potencialidade à instalação de aterro sanitário.

Ademais, existem diversos autores que alvitraram parâmetros aceitáveis sobre o relevo, como por exemplo: declividade; subsidência; *landforms* (formas do

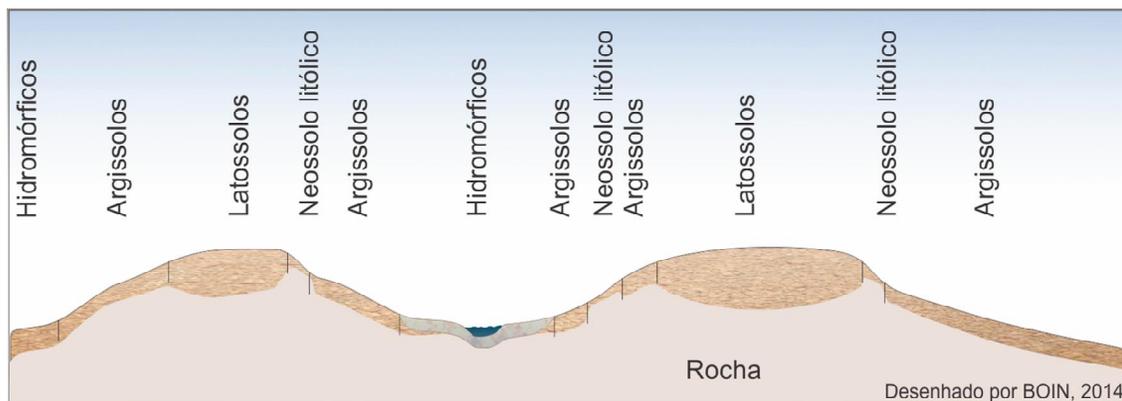
relevo); zonas inundáveis; entre outros. A estes se destacam Zuquette, Pejon e Sineli (1994), Leite e Zuquette (1996) e Basílio (2001).

Considerando a abordagem integrada ressaltada por Chorley (1971), e, a influência das forças contrárias que atuam sobre o modelado (CASSETI, 2005), pode-se afirmar que locais onde predominam a morfogênese sobre a pedogênese (TRICART, 1977), são restritos à instalação do empreendimento em questão. Isso posto, devido a descompensação dos fatores que interferem na estabilidade desses ambientes, tais como: atividades antrópicas; material rochoso; solo; topografia; cobertura vegetal, e; o clima (TRICART, *op. cit.*).

Baseando-se nas classificações de Tricart (1977) e transpondo-as para o objetivo deste trabalho, preconizam-se os meios estáveis para a deposição de resíduos sólidos, visto que nestes ambientes a pedogênese sobrepõe à morfogênese, a vegetação existente promove a estabilidade morfogenética e a dissecação do relevo torna-se ínfima. Logo, têm-se solos com perfis mais profundos e que poderão, de certo modo, suportar a instalação do aterro sanitário.

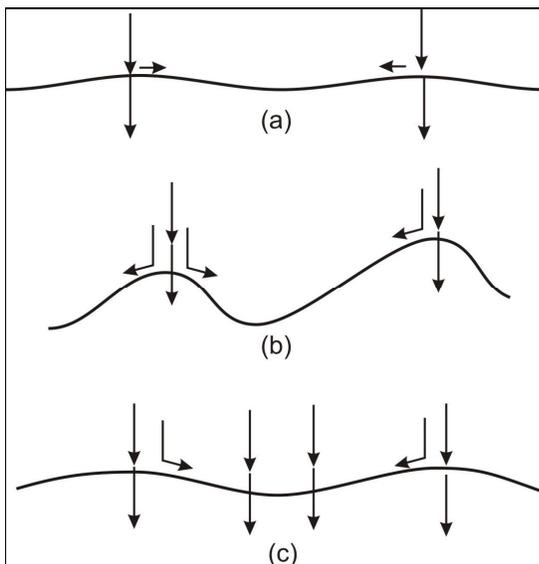
A inclinação da vertente é o principal fator morfodinâmico responsável por condicionar a formação do solo e facilitar ou dificultar a ocorrência de processos erosivos. Além disso, em situações específicas, o relevo influi indiretamente nas variações da temperatura, precipitação pluviométrica, ventos e drenagem. Geralmente, a espessura dos solos é inversamente proporcional à declividade do relevo, ou seja, quanto maior a declividade, menores são as condições de infiltração de água no solo e conseqüentemente o seu processo de formação é incipiente (TEIXEIRA *et al.*, 2008) (Figura 10).

FIGURA 10 – Influência da topografia na intensidade do intemperismo.



A relação entre relevo e a infiltração de água, proporciona a dinâmica hídrica de escoamento e infiltração, e o esquema desta dinâmica pode ser observado na Figura 11 elaborada por Oliveira (1972).

FIGURA 11 – Dinâmica hídrica em função do tipo de relevo.



(a) Em relevo movimentado, as águas de precipitação encontram condições adequadas para drenar externamente e também infiltrar no solo.

(b) Em condições de relevo fortemente movimentado, há maior drenagem que infiltração.

(c) Em relevo deprimido há acúmulo de água.

Fonte OLIVEIRA, 1972.

#### 2.7.4 Propriedades do solo

De acordo com Jardim (1995), as propriedades do solo para a cobertura dos resíduos e abertura das valas em aterros sanitários são importantes, pois atuam no processo de retenção do material lixiviado decorrente da umidade existente nos resíduos, do processo de decomposição e da água da chuva infiltrada nas células.

Assim, o solo é um dos principais fatores a ser considerado na escolha de área para a disposição de resíduos sólidos urbanos, pois condicionará também na estabilidade geotécnica dos mesmos. Pelligia (1998) ao citar o manual geotécnico da prefeitura municipal de São Paulo (1992) ressalta alguns fatores que promovem a estabilidade dos aterros urbanos, dentre eles a resistência do terreno de fundação.

Em aterros localizados próximos a regiões brejosas, de várzea ou planícies aluvionares, das quais predominam camadas espessas de sedimentos de argilas moles, além dos problemas de fragilidade ambiental, estes locais estão subordinados a problemas de recalque da fundação. Geralmente, locais de encosta ou de cotas hipsométricas mais elevadas, dificilmente apresentarão esta adversidade (PELOGGIA, *op. cit.*). Ainda, referente à mecânica dos solos, cabe destacar que:

A resistência ao cisalhamento de solos compactados depende relativamente menos do peso específico do que do teor de umidade ou grau de saturação. Portanto, o grau de compactação não afeta sensivelmente a resistência, desde que o teor de umidade seja constante. Já o grau de saturação afeta diretamente sensivelmente a resistência. [...] Solos silto-arenosos simplesmente lançados sofrem colapso estrutural e apresentam recalques abruptos quando saturados. Enrocamentos lançados, constituídos de partículas bem graduadas e alterados, também sofrem colapso com a saturação; [...] solos argilosos bem compactados tendem a aumentar de volume no processo de ruptura, e essa expansão ajuda a dissipar as pressões de poros, no caso de serem solicitados à ruptura; [...] solos pouco coesivos a não coesivos, simplesmente lançados, podem adsorver grandes quantidades de água e no processo de ruptura se “liquefazem”, formando corridas de lama, que se movimentam a grandes distâncias (PMSP, 1992 *apud* PELOGGIA, 1998, p.133).

Conforme recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997, p.3), o tipo de solo interfere na capacidade de depuração e velocidade de infiltração do chorume. Sendo assim, recomendam-se solos com baixa permeabilidade natural. Além disso, “Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a  $10^{-6}$  cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m”.

Franceschet *et al.* (2005) aconselha solos com coeficiente de permeabilidade em  $10^{-7}$  cm/s e salienta a importância da drenagem superficial nas adjacências do aterro sanitário, para evitar a infiltração de água nas células e a consequente formação de chorume. No entanto, alguns autores como McRae (1988) e Nascimento (2001) consideram como adequado valores ainda menores para o coeficiente de permeabilidade do solo, classificando como desejáveis solos com coeficiente inferior a  $10^{-4}$  cm/s.

Apesar das recomendações citadas acima, na região de presidente prudente a situação do desejável não ocorre, visto que as características naturais dos solos da região não proporcionam o coeficiente de permeabilidade considerado adequado, conforme os valores pré-estabelecidos na Figura 12.

FIGURA 12 – Características do solo e suas aptidões a aterro sanitário.

cf.perm. k (cm/s)	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
permeabilidade	alta						intermediária		baixa		
drenagem	alta						má		praticamente impermeável		
solo	cascalho limpo		areia		areia lamosa		lama arenosa			(lama) argila	
							lama siltosa		(lama) argilosa siltosa		
							(lama) siltosa arenosa				
aptidão ao aterro	não recomendado						recomendado c/ restrições		desejável		

Fonte: Adaptado de Mcrae (1988); Mello e Teixeira (1967); Nascimento (2001).

Existem outros aspectos do solo que controlam a propagação do contaminante e que também estão relacionados à escolha de área para aterro sanitário, são eles: a dispersão hidrodinâmica; a advecção; a mistura mecânica; difusão molecular, e; as reações químicas (COSTA, 2002).

Embora já explanado anteriormente sobre a dispersão hidrodinâmica no subcapítulo sobre o arcabouço geológico (p.60), cabe acrescentar que esta poderá ocorrer em dois sentidos de fluxo, em direção longitudinal ou transversal (FREEZE; CHERRY, 1979). Em estudos sobre os solos, é possível identificar tais predominâncias de fluxos através da análise de suas estruturas e prever o sentido de fluxo de líquidos e eventuais contaminantes.

Ainda, consoante à Freeze e Cherry (*op. cit.*), no processo de advecção, a pluma de contaminação formada avança concomitantemente com o líquido percolado, sem provocar qualquer alteração na concentração da solução. Já na dispersão hidrodinâmica o inverso acontece, os íons e as moléculas que foram transportadas, poderão percorrer em direções e velocidades diferentes, provocando o espalhamento e diluição do eventual contaminante, e diminuindo seu pico de concentração na medida em que a pluma de contaminação avança.

As variações locais na velocidade de fluxo do lixiviado em meios porosos resultam no fenômeno de mistura mecânica (DOMENICO; SCHAWARTZ, 1990) e está diretamente relacionada à heterogeneidade do meio (COSTA, 2002).

No tocante à difusão molecular, esta é responsável por movimentar os solutos que encontram-se dissolvidos na água ou líquido percolante em função de um gradiente químico, ou seja, a movimentação dos íons de pontos de maior concentração para pontos de menor concentração, estabilizam a concentração do fluido em sua totalidade. Em decorrência de a difusão molecular encontrar-se associada a um dos processos da dispersão hidrodinâmica, o deslocamento do líquido percolante poderá seguir direções de fluxo predominantes, independentemente do gradiente hidráulico<sup>9</sup> (FREEZE; CHERRY, 1979).

Dentre as reações químicas do processo de interação solo e contaminante, destaca-se a precipitação-dissolução na transferência dos poluentes que se encontram entre as fases líquida e sólida. Em relação às demais reações químicas existentes, estas poderão provocar alterações nas características do poluente, e, conseqüentemente, atenuar ou amplificar seus impactos ambientais (NOBRE, 1987).

Portanto, como se pode observar, o solo atua como uma espécie de filtro capaz de reter determinados componentes presentes no lixo e que eventualmente poderão contaminar as águas subterrâneas e superficiais (MIOTTO, 1990).

### **2.7.5 O comportamento e a distribuição superficial de corpos d'água**

A distância dos corpos d'água é um fator de relevância quando trata-se da vulnerabilidade de contaminação dos recursos hídricos e do transporte dos contaminantes gerados no aterro. Basagaoglu *et al.* (1997) ao reportar a inundação da cidade de Golbasi na Turquia, conseqüente da cheia do lago Morgan, pondera que a hidrografia apresenta-se como fonte de água para infiltração e percolação do chorume, que, em situações adversas, como por exemplo em inundações, a água poderá atingir os depósitos de resíduos e propagar os contaminantes.

---

<sup>9</sup> Gradiente hidráulico: Mudança de carga hidráulica por unidade de distância ao longo do caminho do escoamento d'água (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Diante da eventualidade exposta, tendo em vista a proteção dos corpos d'água, alguns pesquisadores e órgãos ambientais propõem distâncias consideradas seguras entre os recursos hídricos e os aterros sanitários, cabendo destacar em Brasil. Ministério do Interior (1980); Rocca *et al.* (1993); Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997) que estabelecem distância mínima de 200 metros entre aterros sanitários e as coleções hídricas, e outros como Calijuri *et al.* (2002) que consideram adequado distâncias superiores a 700 metros dos corpos d'água as atividades potencialmente poluidoras. Tal faixa de proteção é considerada importante, principalmente quando se refere à locais de fragilidade ambiental, como é o exemplo das áreas úmidas e nascentes.

Além disso, em relação aos padrões de drenagem, as características geológicas da região, exercem influências nas formas dos cursos d' água, e são observáveis por meio de interpretação das formas anômalas de drenagem, assimetria com o padrão de drenagem regional e elementos lineares de drenagem, dos quais indicam um baixo controle estrutural (ETCHEBEHERE; SAAD; FULFARO, 2007; JIMÉNEZ-RUEDA; NUNES; MATOS 1993) e necessitam serem analisados na escolha de área para aterro sanitário. Neste sentido, Acklas Jr. *et al.* (2003 *apud* GUEDES *et al.*, 2006, p.80) acrescentam que as anomalias da rede de drenagem também estão associadas à outros fatores, sendo eles:

- I) confluência com tributário de caudal expressivo;
- II) variações na resistência à erosão do substrato rochoso;
- III) erosão remontante por mudança brusca em nível de base à jusante, e;
- IV) deformações neotectônicas da bacia de drenagem.

Portanto, observa-se que a hidrografia reflete as características litológicas e neotectônicas das rochas subjacentes, tornando possível interpretar zonas de fraquezas, e, conseqüentemente, restringindo-as. Assim como a hidrografia imprime sobre a superfície as características e comportamento das rochas, com a vegetação o mesmo acontece - salvo as devidas especificidades -, como por exemplo, as vegetações paludosas, consideradas como bioindicadoras de áreas úmidas (AMARAL *et al.*, 2008).

### **2.7.6 Proteção de unidades vegetacionais**

Consoante à Monataño (2012), locais onde existem fragmentos de vegetação nativa significantes, como medida de preservação ambiental, nestes locais tornam-se inviáveis a instalação de aterros sanitários. Neste sentido, Leao *et al.* (2001), acrescenta que estes empreendimentos devem manter-se em uma distância mínima de 300 metros de parques ou unidades de preservação, independentemente dos demais fatores a serem considerados no processo de escolha.

Segundo Joinhas *et al.* (2000), regiões com alto potencial de evapotranspiração [*sic*], que pode ser entendido apenas como evaporação, proporcionam melhores condições para instalação de aterro sanitário, uma vez que a água presente no solo e nas células do aterro, rapidamente será evaporada. Quando contrário, ou seja, quando o potencial de evaporação varia de baixo a muito baixo, a água não evaporada poderá contribuir para o processo de formação de chorume, de infiltração e lixiviação dos contaminantes.

### **2.7.7 Aspectos climáticos**

O clima é o último aspecto a ser analisado antes da classificação das unidades aptas à instalação de aterro sanitário e não possui caráter eliminatório, apenas de hierarquização. Dentre os condicionantes climáticos, devem ser considerados a precipitação pluviométrica, o vento e possíveis inversões térmicas, uma vez que estes estão respectivamente associados a processos geodinâmicos (erosão, escorregamento e inundação) e a propagação de odores e de poluentes (LINO, 2007).

Regiões de clima tropical são mais aconselháveis na seleção de áreas geotecnicamente adequadas para aterros sanitários (MOREIRA; LORANDI; MORAES, 2008), com precipitações abaixo de 2000 mm/ano (JOINHAS *et al.*, 2000).

Para Nunes (2002), a temperatura exerce influência na decomposição da massa orgânica presente no lixo e na geração de gás metano, ou seja, com o aumento da temperatura, o processo de decomposição da matéria orgânica

presente no lixo e a produção de gás tornam-se acelerados. O mesmo acontece com relação ao teor de umidade (GOMES, 1989)

A precipitação e o teor de umidade pré-existente nos resíduos são responsáveis por introduzirem quantidades suficientes de água no “sistema” aterro sanitários, e, conseqüentemente, favorecer a produção de chorume. Neste sentido, Nunes (2002, p.185) pondera que [...] “é nos períodos em que ocorrem chuvas finas e persistentes, que provocam maior infiltração de água em subsolo, associadas às temperaturas médias elevadas, que ocorrerá maior decomposição da matéria orgânica do lixo”.

Deste modo, a solução contra a produção excessiva de chorume em aterros sanitários está relacionada à superfície do terreno, onde a água precipitada poderá percorrer três caminhos distintos (JOINHAS *et al.*, 2000), sendo:

- I) Escoamento para fora da superfície do aterro através de sistemas de drenagem (quando houver);
- II) Infiltração no material de cobertura e posterior evaporação voltando para a atmosfera, e;
- III) Infiltração na cobertura do aterro, atravessando-a em direção ao resíduo sólido abaixo.

## **2.8 Composição da Paisagem do Oeste Paulista**

A paisagem do oeste paulista é composta por terrenos suavemente ondulados do Planalto Ocidental Paulista, que no último século, passou por transformações que a descaracterizou sobremaneira. As transformações ocorridas, notadamente com supressão da vegetação nativa, que atualmente não atinge 7% da área do Pontal do Paranapanema (UGRHI – 22) (SÃO PAULO, 2014), estabeleceram-se a partir do início do século XX, com a ocupação inicial pela cultura do café, depois pelo ciclo do algodão, amendoim, e outros que impuseram ao meio físico (solo, água e o ar) uma série de modificações.

### *Geologia*

A região do oeste paulista encontra-se inserida na bacia sedimentar do Paraná e, em quase toda sua totalidade, pertence às rochas do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO

DE SÃO PAULO, 1981a), sendo o restante às rochas do Grupo São Bento e depósitos da era cenozóica (sedimentos aluvionares).

A distribuição das unidades litoestratigráficas da bacia do Paraná, deram-se por meio de controles estruturais do arcabouço regional, ou seja, as deposições ocorreram sobre a área formada pelo arco da Canastra (Nordeste do Estado de São Paulo) e pelo arco Ponta Grossa (Sudoeste do Estado de São Paulo). Além disso, os depocentros da bacia Bauru migraram-se com o decorrer do tempo, devido às influências dos fatores paleoclimáticos e paleoambientais que superaram o controle estrutural na deposição dos sedimentos (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981a).

Para Suguio (1980) o início da sedimentação Bauru deu-se sobre relevo extremamente irregular, no qual favoreceu a formação de ambientes essencialmente lacustres. Logo, a drenagem nestes ambientes não se apresentava de maneira organizada, em face aos atuantes processos de assoreamento das irregularidades da superfície basáltica que davam início às formações geológicas sedimentares.

Assim, desde as primeiras descrições da bacia Bauru apresentadas por Campos (1905) através do “Grés de Bauru” - modificada tempos depois para “Arenito Bauru” -, em 1930, este foi considerado pelo atual Instituto Geológico como “Formação Bauru”, onde o mesmo foi submetido a diversas alterações de hierarquia estratigráfica e litoestratigrafia, (SUGUIO; BARCELOS, 1983; BATEZELLI *et al.*, 2003).

A partir de então, surgiram as apresentações de divisão da Formação Bauru, das quais ocorreram por meio dos trabalhos de Setzer (1943), ao estudar os solos da parte noroeste, propôs a segmentação do Bauru em Superior e Inferior, onde posteriormente foram denominadas por Almeida e Barbosa (1953) como Formação Itaqueri e Marília, respectivamente (COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS, 1999).

Além disso, Freitas (1964) após distinguir os membros Bauru (Superior) e Itaqueri (Inferior) propõe o abandono do último. Assim, as propostas de divisão litoestratigráficas da bacia Bauru continuaram a ocorrer, a exemplo da apresentação da Formação Santo Anastácio de Landim e Soares (1976) e dos trabalhos de Suguio *et al.* (1977) com a subdivisão da “Formação Bauru” em três diferentes litofácies (B1, B2 e B3) (COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS, 1999).

Entretanto, o ensaio clássico para descrição estratigráfica da bacia cretácea pós-basáltica do Paraná, foi realizado por Soares *et al.* (1980) ao fazer referência à mudança da Formação Bauru para a categoria de Grupo, apresentando suas características estratigráficas e litológicas, subdividindo-o na seguinte ordem de sobreposição: Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Posteriormente, esta divisão litoestratigráfica foi aprimorada por Almeida *et al.* (1980) ao apresentar as unidades de mapeamento (Ka<sub>I</sub>, Ka<sub>II</sub>, Ka<sub>III</sub>, Ka<sub>IV</sub> e Ka<sub>V</sub>).

Recentemente, Fernandes e Coimbra (2000) redefiniram a estratigrafia da parte oriental da Bacia Bauru, sugerindo a subdivisão destes sedimentos em dois Grupos, o Grupo Caiuá e o Grupo Bauru. No oeste paulista foi alterada as denominações das formações, e dada novas interpretações para os ambientes de sedimentação e conseqüentemente a distribuição espacial destas unidades litológicas. Para estes autores o Grupo Caiuá é dividido nas Formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio, enquanto que o Grupo Bauru divide-se entre as Formações: Vale do Rio do Peixe; Araçatuba; São José do Rio Preto; Presidente Prudente; e Marília. Todavia, a nova divisão proposta por Fernandes e Coimbra (*op. cit.*), não se mostrou coerente quando levantada através de trabalhos de campo.

Deve-se destacar, no contexto desta pesquisa, que assim como ocorre nas demais cidades hodiernas, no oeste paulista, acumulam-se depósitos de resíduos sólidos considerados como depósitos tecnogênicos: úrbicos, gárbicos e espólicos.

### *Hidrogeologia*

O aquífero Bauru possui característica essencialmente sedimentar e de abrangência regional. Sua extensão compreende grande parte do oeste paulista e do Planalto Ocidental Paulista, atribuindo uma área de aproximadamente 96.900 km<sup>2</sup> (IRITANI & EZAKI, 2009) e recobre os basaltos do aquífero Serra Geral.

Em decorrência da inexistência de unidades geológicas sobrepostas a este aquífero, e por ser aflorante em toda sua extensão, o aquífero Bauru recebe a classificação de aquífero livre ou semiconfinado (VIEIRA, 1981; ROCHA *et al.*, 2006). Diante do exposto, por ser livre e situar-se próximo à superfície, sua captação torna-se facilitada, assim, a maioria dos pequenos municípios do interior paulista utilizam deste para o abastecimento urbano e rural. (PAULA E SILVA, 2003).

Diante das características hidroestratigráficas do aquífero Bauru, o DAEE (1979) propôs a divisão deste em duas unidades: Bauru Médio/Superior e Bauru Inferior/Caiuá, semelhante aos grupos Bauru e Caiuá propostos posteriormente por Fernandes e Coimbra (1992). O primeiro constitui-se por arenitos grosseiros imaturos, com predominância de nódulos e cimentação mineral carbonático entre os grãos de areia, e a ocorrência de arenitos finos intercalados com lamitos e siltitos. O segundo, por sua vez, constitui-se por arenitos finos, maciços, baixo teor de matriz e arenitos finos a médios bem selecionados. A espessura média da camada saturada do aquífero Bauru é de aproximadamente 75 metros, estendendo-se em algumas regiões em 300 metros (ROCHA *et al.*, 2006).

As unidades geológicas da sequência cretácea da Bacia Bauru, compreendem por depósitos sedimentares arenosos nas porções basais e na medida em que se avança para o topo da coluna estratigráfica, no intervalo da Formação Adamantina, é possível identificar a alternância de siltitos e argilitos desta formação com os sedimentos arenosos subjacentes, especialmente nas unidades KaI, KaIV e KaV. A sequência estratigráfica atinge o cume nos sedimentos cenozóicos não consolidados presentes nas planícies aluvionares e encostas (STEIN *et al.*, 2003).

Os aspectos hidrogeológicos apontados acima, se fazem representar na paisagem do oeste paulista, através de suas ocorrências em meia encosta como lençóis suspensos (locais), ou próximos aos fundos de vales, constituindo lençóis regionais que na atualidade são destacados na paisagem em face da não conservação de seu entorno com a vegetação ciliar. Desta forma, as áreas encharcadas pelo afloramento dos recursos hídricos subterrâneos, são prontamente identificadas em campo, em imagens de satélite e fotografias aéreas.

### *Geomorfologia*

A primeira contribuição para a subdivisão do relevo paulista conforme suas características morfológicas foi apresentada por Moraes Rego (1932), definindo as grandes unidades fisiográficas do Planalto Ocidental Paulista, seguida por Deffontaines (1935), Monbeig (1949), Ab'Sáber (1956), Ab'Sáber & Bernardes (1958); Almeida (1964) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981b) (ROSS; MOROZ, 1996).

A extensão do Planalto Ocidental Paulista abrange cerca de 50% do Estado de São Paulo, destacando regiões acidentadas como Marília-Garça-Echaporã, Monte Alto e Catanduva. Os limites deste planalto são marcados por feições morfoesculturais do relevo basáltico, ou seja, as denominadas Cuestas Basálticas (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981b). Para Ab'Sáber (1956) e Almeida (1964), são o reflexo aproximado dos processos morfológicos, da atenuação dos controles litológicos e estruturais e, que na medida em que se aproxima rumo às áreas de domínio do Grupo Bauru estas feições não ocorrem.

A passagem gradual do relevo neste planalto é decorrente das características do substrato rochoso, da menor inclinação regional das camadas em sentido W e da drenagem organizada. Assim sendo, percebe-se a forte imposição estrutural ao relevo, controlados por camadas sub-horizontais com caimento na mesma direção da inclinação regional, formando uma extensa plataforma estrutural (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, *op. cit.*).

Ainda segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981b), o relevo do oeste paulista está subdividido em colinas amplas, colinas médias, morrotes alongados, espigões, escarpas festonadas e encostas sulcadas por vales subparalelos. Todas as denominações citadas associam-se com a declividade, litologia e padrão de drenagem existente, sendo estes os principais fatores de identificação das formas do relevo.

Em níveis intermediários de abordagem da paisagem, ou seja, na superfície topográfica, o relevo por influência das atividades humanas vem sofrendo transformações significativas seja pela construção de corte e aterros, ou pela movimentação morfodinâmica dos processos erosivos que tem marcado significativamente a paisagem do oeste paulista.

### *Hidrografia*

Em geral, no oeste paulista os rios de maior porte possuem planícies aluviais de extensões variadas, além de rios ressequentes e subsequentes, cuja drenagem principal apresenta paralelismo de eixos no sentido NE-SW (XAVIER *et al.*, 2004). Segundo Boin (2000), as feições estruturais do oeste paulista encontram-

se claramente evidenciadas nas compartimentações do relevo e nos padrões de drenagem.

Na grande maioria dos trabalhos consultados, os lineamentos encontram-se no âmbito do conjunto de direções N-S (350-10°), E-W, NW-SE (290-320°), ENE-WSW (50-70°), aos quais predominam os lineamentos do quadrante NW e que fazem parte do alinhamento estrutural de Guapiara. Segundo Etchebehere, Saad e Casado (2005), esta descontinuidade predominante funciona como tensor hidráulico regional, onde as direções distencionais possuem tendências à aberturas, fazendo com que se encaixem com maior facilidade os elementos de drenagem e que contribuam para recarga das águas subterrâneas.

Além disso, Etchebehere, Saad e Casado (*op. cit.*) identificaram derivações do alinhamento de Guapiara em direções WNW-ESE, que favoreceram o surgimento de terraços no vale do rio do Peixe, podendo estar relacionado à subsidência de blocos e a reativação neotectônica desta descontinuidade.

Neste sentido, os rios do Planalto Ocidental Paulista, especialmente na região oeste paulista, sofrem alterações no seu traçado em virtude dos processos de assoreamento, que reduz a profundidade dos canais e eleva seu leito sobre superfícies colmatadas extensas, não permitindo a definição de seu caminho de escoamento, e, espalhando suas águas de forma difusa sobre extensos bancos de areia.

### *Pedologia*

De acordo com Boin (2000), os solos existentes no oeste paulista são em sua grande maioria derivados de rochas areníticas do Grupo Bauru, e em menores extensões a sudeste, de rochas basálticas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral). Conforme Salomão (1994), as classes de solos existentes são Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho, cujas texturas apresentam-se em média ou arenosa/média.

Os arenitos do Grupo Bauru ocorrentes na porção oeste do Estado de São Paulo, ora apresentando cimentação carbonática, ora não, dão origem aos diferentes tipos de solos desta região (FRANÇA; DEMATTÊ, 1993).

Quando o arenito que se encontra em processo de intemperização apresenta cimentação carbonática os solos provenientes deste são mais férteis,

possuem alta saturação por base (indicativo de alta fertilidade do solo), são formados sobre relevo ondulado e comumente encontrados em unidades de mapeamento de argissolos e latossolos correspondentes. Quando a cimentação que consolida os grãos de areia não é a de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), são formados solos ácidos, de baixa fertilidade, cuja ocorrência destes dá-se em relevo plano (BRASIL. Ministério da Agricultura, 1960).

Carvalho (1997) ao estudar os solos da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, localizado em partes, na porção norte do município de Anhumas, define que os depósitos aluviais constituem-se de solos relativamente recentes, pouco desenvolvidos e de composição sedimentar derivada da rocha de origem, da qual ocorreram processos de meteorização e transporte dos materiais desagregados. Estes solos estão associados ao relevo plano (declividade não superior a 3%) e as proximidades do lençol freático, atribuindo-nos o caráter áquico.

Consoante às características e conseqüentemente à fragilidade dos solos que ocorrem no oeste paulista, esta região registra a maior concentração de ocorrência de processos erosivos do estado de São Paulo, e em algumas porções associada à Formação Adamantina, o exaurimento da fertilidade do solo compromete a sua exploração com culturas diversas, inclusive o desenvolvimento da pecuária.

### *Vegetação*

O Estado de São Paulo encontra-se sob o domínio do bioma Mata Atlântica, que conforme Ab'Sáber (2005), é resultante de uma herança histórica e ecológica. Reunidas em domínios morfoclimáticos, a vegetação se apresenta em áreas homogêneas centrais (nucleares ou core), com faixas de transição entre si e que distribuem formações vegetais mistas de passagem nem sempre gradativa.

Segundo o Decreto nº. 6.660/08, que regulamenta os dispositivos da Lei nº. 11.428/06 sobre a proteção do bioma Mata Atlântica, a Mata Atlântica é composta por diferentes formações florestais nativas, sendo florestas ombrófilas (densa, aberta ou mista) e estacionais (decidua ou semidecidua), além de ecossistemas associados a manguezais, restingas, campos de altitude, campos salinos, áreas aluviais, brejos interioranos e enclaves florestais (cerrado).

A Floresta Estacional Semidecidual apresenta característica ímpar referente à sazonalidade e à dupla estacionalidade climática, sendo: uma tropical, com intensas chuvas de verão, seguida por estiagem prolongada; e, outra subtropical sem período seco, porém com déficit hídrico fisiológico em decorrência do frio intenso de inverno (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1992).

Em relação ao Cerrado, também presente no oeste paulista, este, consoante à Ribeiro e Walter (1998), recebe três denominações, que embora distintas, apresentam associações entre si. A primeira das acepções é o bioma propriamente dito, cuja predominância dá-se na região central do Brasil (AB' SÁBER, 2005). A segunda denominação refere-se ao Cerrado no sentido *stricto sensu*, restringindo-se a fatores fitofisionômicos de formação savânica, caracterizados pela composição florística e de fisionomia das estruturas e formas de crescimento. A terceira refere-se ao Cerrado no sentido *lato sensu*, onde se reúnem as formações savânicas e campestres presentes neste bioma, que vão desde o cerradão ao campo limpo.

Quaresma e Perez Filho (2010) ao citarem Ferri (1963), observam que por longos períodos o Cerrado era chamado de campo seco, devido sua capacidade de adaptar-se às condições específicas de clima seco e da estiagem prolongada. A denominação também fazia referência às características fisionômicas da própria vegetação, que se manifesta espacialmente de maneira espalhada, com troncos tortuosos, caules revestidos de casca grossa e flores coriáceas (brilhantes ou revestidas por penugem natural).

Destarte, autores que se fundamentam na Teoria dos Refúgios Florestais, a exemplo de Ab'Sáber (1979) e Viadana (2002), promovem associações entre a vegetação do Cerrado e os aspectos climáticos, relacionando-o à uma vegetação habituada a ambientes exíguos de água.

No cenário atual, restam aproximadamente 7% de mata nativa no pontal do paranapanema, que gradativamente, ao longo do último século, foi sendo suprimida em função do setor agroindustrial e substituída por culturas diversas, principalmente a cana-de-açúcar. Conforme o levantamento realizado pelo Instituto Florestal de São Paulo, ainda restam na região do pontal do Paranapanema as seguintes categorias de vegetação: Floresta Estacional em Contato Savana / Floresta Estacional (0,1%); Floresta Estacional Semidecidual (4,2%); Formação

Arbórea / Arbustiva-Herbácea em Região de Várzea (0,2%); Savana (0,4%); Savana em Contato Savana / Floresta Estacional (0,1%); Vegetação Secundária da Floresta Estacional em Contato Savana / Floresta Estacional (0,2%) e Vegetação Secundária da Floresta Estacional Semidecidual (1,3%).

### *Clima*

O oeste paulista está localizado em uma região de transição climática, da qual compartilham os sistemas atmosféricos intertropicais e extratropicais, promovendo o conflito entre massas Tropical Atlântica e Tropical Continental, massa Polar Atlântica e, ainda, participação esporádica de massa Equatorial Continental (BOIN, 2000).

Desta forma, o clima recebe classificação conforme suas especificidades regionais, sendo a zona climática (A) classificada como clima tropical alternadamente seco e úmido (Figura 13), com características regionais que identificam a participação efetiva da massa Tropical Atlântica e esporadicamente da massa Polar Atlântica (I) e a atuação evidenciada da massa Tropical Atlântica e a eventual participação da Equatorial Continental e Tropical Continental (II) (BOIN, 2000).

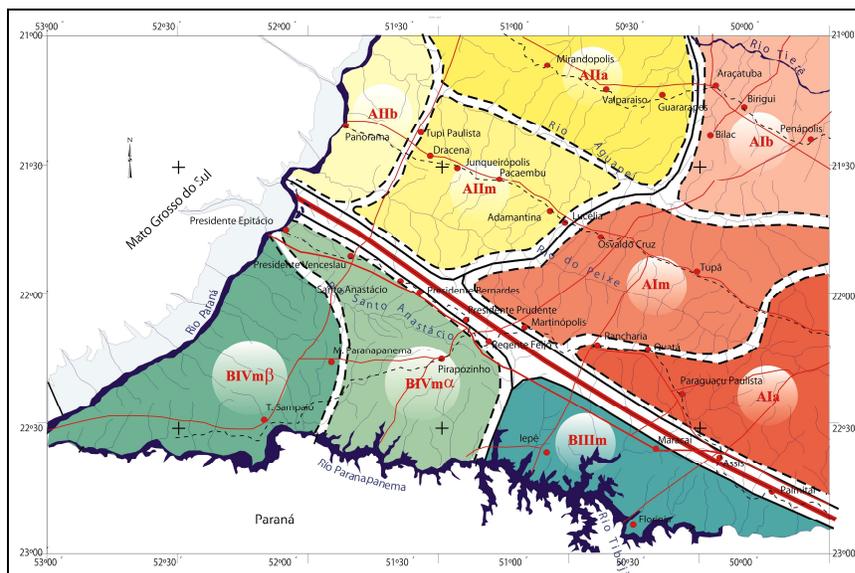
Na zona climática (B) o clima é controlado pela atuação equilibrada da massa Polar Atlântica e seus ramos (orientais, marítimos e/ou central) e da massa Tropical Atlântica (III). Além disso, o clima desta região recebe influência das massas de ar Polar Atlântica e seus ramos (ocidentais e/ou orientais) e por massa Tropical Atlântica e continental, das quais também atuam equilibradamente (BOIN, 2000). Tais informações podem ser identificadas em unidades representadas na Figura 13.

A principal característica climática do oeste paulista, conforme Monteiro (1973) e Boin (2000), dá-se pela participação de massas de ar de correntes no sentido Oeste-Noroeste, das quais em períodos de inverno, provocam o aquecimento pré-frontal e a precipitação, no entanto de forma reduzida, constituindo um período seco.

Ainda segundo os autores supracitados, no que tange à porção extrema do sudoeste paulista, embora ainda sob as influências das massas continentais, esta região se encontra controlada pelas massas polares, que por sua

vez, são responsáveis pelo maior índice de precipitação durante o período de inverno, mas não o suficiente para eliminar o caráter seco desta estação.

FIGURA 13 – Unidades climáticas do oeste do Estado de São Paulo.



Fonte: BOIN, 2000.

As unidades climáticas apresentadas acima (Figura 13), foram classificadas conforme as características homogêneas da região, onde o autor considerou parâmetros relacionados à altitude, pluviosidade média anual, sentido do avanço das massas de ar, origem das chuvas, tipos e intensidade de chuva predominante, entre outros.

### 3 ENCAMINHAMENTO DA PESQUISA

A estrutura teórica foi baseada na teoria da paisagem, tendo como paradigma a abordagem sistêmica. Para tanto, buscaram-se trabalhos sobre interpretação da paisagem, ecologia, ecossistema, ecodinâmica, teoria geral dos sistemas e geocologia, embasando-se, portanto, nas obras de Von Bertalanffy (1950), Christofoletti (1972), Tricart (1977), Bertrand e Bertrand (2002), Bertrand (1995; 2004), Guerra & Marçal (2012), Mateo Rodriguez (2000, 2006) e Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), Mateo Rodriguez (2006). Para complementar a estruturação teórica da paisagem, apoiou-se também em autores que trabalham

com metodologias de planejamento, como: Oliveira (1983); Bergamo & Almeida (2006); Nucci (2009); Ross (2012), e; Santos (2004).

Em segundo momento, com a finalidade de contextualização da pesquisa, foram levantadas obras referentes ao temário resíduos sólidos, aterro sanitários e atributos para escolha de área, podendo ressaltar Zuquette; Pejon e Sineli (1994), Leite (1995), Leite e Zuquette (1996), Tressoldi e Consoni (1998), Nunes (2002), Montañó *et al.* (2012) e Boscov Gimenez (2012).

Durante a realização desta pesquisa, adaptou-se a metodologia de análise integrada da paisagem, a partir da geoecologia aplicada pelos autores supracitados na estruturação teórica. Tal metodologia consistiu na organização do inventário, elaboração de diagnóstico ambiental e prognóstico. A apresentação do prognóstico ambiental por completo do município de Anhumas não se encontra como um dos objetivos desta pesquisa, portanto, apresentaram-se apenas alguns apontamentos visando um possível prognóstico.

### **3.1 Inventário e Técnicas Cartográficas Utilizadas**

As informações coletadas e o levantamento realizado na etapa de inventário consistiram a caracterização geoecológica e socioeconômica da área, voltado a descrever e mapear as características do município de Anhumas, tendo como fonte de dados os trabalhos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981a, 1981b,1982) e Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais (1999) - componentes do relatório da UGRHI-22 -, Soares *et al.* (1980) e Boin (2000). Foram usados ainda dados adquiridos junto à Prefeitura Municipal de Anhumas e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, além de levantamentos em trabalhos de campo e interpretação de fotografias aéreas ortorretificadas.

A partir da análise visual das fotografias aéreas, inicialmente identificaram-se os alvos de representatividade e organizou-se as chaves de interpretação (vide anexo), que forneceram subsídios para o agrupamento de classes com características semelhantes e para o processo de vetorização da rede de drenagem, estradas, cidade, vegetação, planícies aluviais, lineamentos estruturais, lençóis suspensos, uso da terra, entre outros.

Portanto, para a confecção dos mapeamentos que constituem esta etapa, aplicaram-se técnicas de geoprocessamento através de um software gratuito de sistema de informações geográficas (SPRING), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). A referida geotecnologia possibilitou a elaboração de diversos mapeamentos temáticos, dos quais foram apresentados em escala 1:100.000 e que serão detalhados separadamente a seguir.

#### *Organização da base cartográfica*

Objetivando uma melhor confiabilidade do processo de vetorização do limite municipal e das principais bacias hidrográficas existentes no município de Anhumas, aplicou-se o georreferenciamento das cartas do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1973; 1974; 1975a e 1975b) de Presidente Prudente, Pirapozinho, Tarabai e Esperança do Norte, das quais o município de Anhumas encontra-se inserido. As cartas do IBGE foram georreferenciadas em banco de dados cadastrados no sistema geodésico SIRGAS-2000, tendo como referência fotografias aéreas ortorretificadas obtidas pela EMPLASA (2011), cuja resolução espacial é de 1 (um) metro.

#### *Mapa hipsométrico*

Para auxiliar na elaboração do mapa hipsométrico, utilizou-se da cartografia apresentada no plano diretor de erosão rural do município de Anhumas (PEREIRA, 2012) e da base cartográfica organizada anteriormente, onde as classes de curvas de nível de equidistância em 20 metros representaram os diferentes níveis de altitude do município de Anhumas.

Além disso, foram realizados testes com imagem de radar (SRTM) fornecida pela NASA, criando isolinhas (curvas de nível) com equidistância de 20 em 20 metros, para simular o levantamento do IBGE. Entretanto, as curvas de nível geradas não condisseram com a base cartográfica, isto, devido os pixels da SRTM possuírem resolução espacial de 90x90 metros. Deste modo, utilizou-se da base cartográfica do IBGE para a confecção da carta hipsométrica do município.

### *Mapa geológico*

O mapeamento geológico embasou-se na classificação litoestratigráfica proposta por Almeida *et al.* (1980) em estudo sobre Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. Através de fotointerpretação e trabalhos de campo, identificaram-se os depósitos quaternários e as feições estruturais existentes no município. Para o segundo, utilizaram-se como referências Fúlfaro (1974), Soares e Fiori (1976), Lima (1995; 2006) e Etchebehere, Saad e Fúlfaro. (2007).

### *Mapa Geomorfológico*

Para a obtenção do mapa geomorfológico, utilizou-se como referência o trabalho realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981b) na caracterização dos compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo, o Relatório Zero da UGRI – 22 (COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS, 1999) e o manual técnico de geomorfologia (IBGE, 2009). Complementaram-se para o município de Anhumas, elementos que não havia nos mapeamentos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (*op. cit.*) e da Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais (*op. cit.*), como por exemplo, as planícies aluviais e setores de ruptura do relevo. Por fim, os dados obtidos foram verificados em trabalhos de campo.

### *Mapa de declividade*

Para a elaboração do mapa de declividade, seguiu-se uma metodologia de geoprocessamento disponibilizada pela Comunidade Virtual Spring e elaborado por Alves (2008) através de dados da imagem de radar da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), que segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), foram geradas em fevereiro de 2000 pelo ônibus espacial Endeavour, durante uma missão topográfica da NASA (National Aeronautics and Space Administration), em parceria com outras agências espaciais, como a NGA (Agência Americana de Inteligência Aeroespacial), ASI (Agência Espacial Italiana) e DLR (Centro Aeroespacial Alemão).

As imagens foram adquiridas gratuitamente na plataforma “Brasil em Relevo”, disponível no site da EMBRAPA (*op cit.*) em formato GEOTIFF (16 bits), resolução espacial de 90 metros e sistema de coordenadas Datum WGS-84.

Utilizou-se o software SPRING para a importação e mapeamento da declividade do município de Anhumas. Primeiramente importou-se a imagem SRTM SF-22-Y-B, convertendo o sistema de projeção originalmente WGS-84 para SIRGAS 2000. Tendo o conhecimento do limite municipal de Anhumas delimitado pelas cartas do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1973; 1974; 1975a e 1975b), foi possível recortar o município de Anhumas no plano de informação da imagem SRTM, com finalidade de obter suas informações geoestatísticas.

Em seguida, criaram-se as grades de declividade de categoria modelo numérico de terreno (MNT) e, adotou-se a porcentagem como unidade de medida de representatividade da declividade do relevo. Deste modo, uma declividade de 45° corresponde a 100%.

Para estabelecer os intervalos de declividade em porcentagem, utilizou-se a ferramenta de análise geoestatística do SPRING. Assim, foi possível observar as estatísticas descritivas do município e determinar os valores mínimos e máximos da grade de declividade, bem como seus intervalos de fatiamento.

Os intervalos de declividade seguiram a ordem de 0-2%, 2-5%, 5-8%, 8-10%, 10-15%, 15-20 e 20-23% e obedecendo aos valores mínimos e máximos identificados na análise geoestatísticas. Após inserir todos os intervalos e realizar o fatiamento, gerou-se então, uma matriz com os elementos de declividade inseridos em um plano de informação de categoria temático.

Ao conferir em campo o mapeamento da declividade, realizado com base nos dados da imagem de radar SRTM, observou-se que as classes encontravam-se ora deslocadas, ora exageradas, comprometendo a análise em escala de detalhe. Emergiu, portanto, a necessidade de utilizar outro método para a confecção da carta de declividade do município. Uma opção foi utilizar a mesma imagem de radar redimensionada para pixels de 30x30 metros.

Diante disso, foram realizados os mesmos procedimentos para a confecção da carta de declividade com os pixels da imagem SRTM redimensionados para 30m de resolução.

Inicialmente, com auxílio do software ArcMap 10.2, o raster SRTM foi transformado em pontos através da ferramenta de conversão para que seja possível realizar a interpolação. Basicamente a interpolação permite contruir um novo modelo de dados refinado a partir da matriz numérica já existente na SRTM de 90 metros.

Assim, com os dados transformados em pontos foi possível aplicar a interpolação para 30 metros utilizando a ferramenta de análise espacial do ArcMap 10.2. O resultado final do mapa de declividade gerado por meio dos dados interpolados apresentou-se bastante coerente ao conferir em trabalhos de campo realizados no município.

Cabe ressaltar que existem outras metodologias para confeccionar o mapa de declividade, dentre elas a apresentada por De Biasi que descreveu as etapas para confecção da carta clinográfica com enfoque nos estudos geomorfológicos. O referido autor se baseou em literaturas estrangeiras sobre o tema, principalmente em Barrier (1963) e Brunet (1963) (DE BIASI, 1970). Essa carta, atualmente, é utilizada em estudos sobre o meio físico e para o planejamento urbano e agrário e sua confecção dá-se através da utilização de ábacos graduados classificados em principal e suplementar.

### *Mapa pedológico*

Para a confecção do mapa pedológico, foram identificados os mapeamentos já realizados na região do município de Anhumas. Levantaram-se os componentes do Relatório Zero da UGRHI – 22, organizados pela COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (1999) e o mapa de solos do Estado de São Paulo apresentado pela Embrapa (1999). Em função do trabalho realizado pela Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais (*op. cit.*) constar-se em escala mais próxima comparada ao da Embrapa (*op. cit.*), optou-se por utilizá-lo, ademais, possui nomenclatura regionalmente disseminada. Foram realizados trabalhos de campo no município para conferir os dados.

### *Mapa da rede de drenagem*

Para a identificação e vetorização da rede de drenagem do município, utilizou-se o SIG SPRING e as imagens aéreas supracitadas. A edição vetorial foi aplicada no método de vetorização contínua, e, em escala de trabalho 1:3.000. Deste modo, foi possível levantar toda a rede de drenagem do município de Anhumas, que posteriormente foram validadas em trabalhos de campo.

Buscando homogeneizar o trabalho de vetorização e propor metas e planos de trabalho, identificaram-se os elementos de drenagem por bacias hidrográficas, onde ao final do mapeamento, aplicou-se a técnica de mosaico para agrupar todos os planos de informações em apenas um, denominado “Rede de Drenagem Anhumas”, cujo qual foi utilizado nesta pesquisa.

Destaca-se que dentro da nomenclatura “Rede de Drenagem” citada anteriormente, levantaram-se as feições de espelho d’água e os conjuntos de canais conectados entre si.

### *Mapa das áreas úmidas do município de Anhumas*

Através do SIG SPRING, foi possível identificar e mapear as áreas úmidas do município de Anhumas, sendo subdivididas em: lençol suspenso; lençol freático de fundo de vale; planície aluvial, e; rede de drenagem.

O processo de aquisição dos elementos que compõem este mapa foi realizado no modo de vetorização contínua e em escala 1:3.000. A homogeneização do método de vetorização, bem como da escala de trabalho, contribuiu significativamente para prevalecer o critério de interpretação da imagem aérea utilizada.

### *Mapa das áreas de preservação permanente*

Com relação à faixa de preservação permanente no município de Anhumas, adotou-se um valor mínimo de 50 metros a partir das áreas úmidas (lençóis freáticos suspensos, lençóis freáticos de fundo de vale, planícies aluviais e corpos d’água), conforme recomendado por Metzger (2010). Assim sendo, tanto o mapa da portaria Minter, quanto o mapa das áreas de preservação permanente,

poderão fornecer auxílio para a escolha da área com maior aptidão, tratando-se da distância do aterro sanitário às coleções hídricas.

#### *Mapa das Vias de Acesso*

Por intermédio da fotointerpretação, identificaram-se as vias de acesso do município de Anhumas, tais como: rodovias, ruas e estradas rurais. Utilizou-se o modo de vetorização “passo” do software SPRING, para levantar estes elementos que facilitam na transição interna do município e, que conectam as áreas com potenciais de instalação do aterro sanitário.

#### *Mapa da portaria MINTER nº 124/80*

Para a elaboração do mapa que apresenta as áreas restritas à implantação do aterro sanitário, seguiu-se a indicação da Portaria Minter nº 124, de 20 de agosto de 1980, na qual estabelece norma quanto à localização de indústrias potencialmente poluidoras junto aos recursos hídricos. Deste modo, utilizou-se a ferramenta “buffer” do software ARCGIS, para delimitar a faixa mínima de proteção dos corpos d’água (200 metros) estabelecida pela referida portaria.

#### *Mapa de restrição aeroportuária*

A margem de segurança aeroportuária foi delimitada conforme a resolução CONAMA 04/95, onde prevê uma faixa de segurança de 20 quilômetros entre aterros sanitários e o centro geométrico de aeródromos adjacentes. Neste caso, o aeroporto Estadual de Pres. Prudente (SP).

#### *Mapa de restrição de redes de alta tensão*

A faixa de servidão administrativa atribuída para as redes de alta tensão que cruzam o município de Anhumas foram delimitadas conforme o estabelecido na ABNT – NBR 5422/1985, onde apresenta os critérios para projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica. Conforme a resolução, a faixa de segurança atribuída é de 15 metros.

### *Mapa de uso da terra*

Durante o processo de mapeamento do uso da terra, foram utilizadas chaves de interpretação criadas no início deste procedimento metodológico. As chaves de interpretação, juntamente ao manual técnico de uso da terra (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006), possibilitaram identificar e classificar as unidades de uso da terra em toda a extensão do município, principalmente usos rurais, como por exemplo, culturas permanentes e temporárias, pastagem, áreas com vegetação arbórea, entre outros. Para a elaboração do uso da terra foi utilizada as ortofotos aéreas da EMPLASA do ano de 2011, com reambulação de campo nos anos de 2013 e 2014.

### *Clima*

Em relação aos dados e elementos do clima (precipitação, direção dos ventos e temperatura), utilizaram-se das informações fornecidas pela estação meteorológica da Unesp de Presidente Prudente –SP e que são equivalentes ao período entre 2003 e 2013 e, ainda, um período maior onde comparecem informações desde o ano de 1968 até 2013, para demonstrar a variabilidade e sazonalidade dos elementos climáticos.

## **3.2 Diagnóstico da Paisagem**

O Diagnóstico incorporou a análise dos recursos naturais em relação à escolha de área para aterro sanitário e, também, consideraram-se normas e legislação vigentes para locais de disposição de resíduos sólidos.

Sendo assim, durante esta etapa, analisaram-se dados e informações que foram coletadas e sistematizadas na etapa do Inventário e, que integrando em dois a dois conforme Santos (2004), constituíram-se os mapas sínteses de fragilidade ambiental – Segundo Ross (1994) –, restrição ambiental à instalação do aterro sanitário e de unidades da paisagem. A integração destes elementos auxiliou na interpretação aprofundada dos elementos da paisagem e, desta forma, apontar áreas possíveis de receber o aterro sanitário.

Todas as considerações apontadas durante o processo de análise estão em consonância com a revisão bibliográfica construída sobre planejamento da paisagem, geoecologia e escolha de área para aterro sanitário.

### 3.3 Forma de Análise dos Resultados

Na fase de inventário, o objeto de estudo foi abordado a partir de uma descrição sistematizada do ambiente natural e antrópico, auxiliando na elaboração do diagnóstico ambiental, que por sua vez, avaliou qualitativamente a área estudada, baseando-se em informações primárias e secundárias que subsidiaram a classificação das unidades ambientais.

Ainda encontram-se em desenvolvimento as cartas sínteses de restrição legal, fragilidade ambiental e unidades de paisagem, mas serão apresentadas a seguir para compreensão dos processos metodológicos desta pesquisa.

#### *A síntese das restrições ambientais, legais e de segurança.*

A síntese das restrições foi elaborada a partir da sobreposição de normas e Leis que restringem a instalação de aterro sanitário em determinados ambientes, quer seja por aspectos sócio-ambientais, quer seja por questões de segurança. Desta forma, ao integrar estes aspectos junto ao SPRING, delimitaram-se os *buffers* de restrições, possibilitando, portanto, a espacialização das informações e facilitando o processo de resolução de área. Assim, as restrições legais utilizadas nesta pesquisa foram:

- Áreas de Preservação Permanente (Considerou para a delimitação desta restrição a contribuição acadêmica de Metzger (2010) que recomenda Áreas de Preservação Permanente de no mínimo 50 metros dos recursos hídricos);
- Portaria MINTER 124/1980 (Prevê que atividades com alto poder de contaminação mantenha-se distante no mínimo em 200 (duzentos) metros de qualquer coleção hídrica);
- Área de Segurança aeroportuária – CONAMA 04/1995 (Restringe empreendimentos desta categoria em um raio de 20 (vinte)

quilômetro do centro geométrico de qualquer aeródromo adjacente, neste caso o aeroporto estadual de Presidente Prudente - SP);

- Restrição de redes de alta tensão – ABNT / NBR 5422/1985 (Estabelece faixa de servidão de 15 metros das redes de alta tensão, portando, considerou-se esta faixa como um elemento de restrição);
- Distância de aglomerados habitacionais (Conforme recomendações da CETESB, são exigidos uma distância mínima de 2 (dois) quilômetros de qualquer aglomerado populacional, evitando, desta forma, eventuais problemas sociais e econômicos). Distância mínima de 200 metros de rodovias.

#### *A síntese de Fragilidade Ambiental.*

Para a carta de fragilidade ambiental, foram realizadas adaptações do modelo proposto por Ross (1994) que utiliza como base as concepções de Ecodinâmica e Ecossistema - definidas anteriormente por Tricart (1977) (Quadro 4) - na determinação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estável) e de Instabilidade Emergente (Instável), classificando-as através de graus de fragilidade.

QUADRO 4 – Relação entre os conceitos de ambientes naturais e antropizados definidos por ROSS (1994) e TRICART (1977).

AUTORES	PROPOSTA METODOLÓGICA	CONCEITUAÇÃO	
		AMBIENTES NATURAIS	AMBIENTES ANTROPIZADOS
TRICART, 1977	Ecodinâmica	Unidades Estáveis	Unidades instáveis
Ross, 1994	Fragilidade Ambiental	Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial	Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente

Fonte: AMARAL; ROSS, 2009.

Assim, as unidades ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, são aquelas em que o equilíbrio dinâmico encontra-se no seu estado natural, mas que há uma instabilidade potencial contida devido a possível intervenção antrópica. Já as unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente, são apresentadas como ambientes naturais que em alguma ocasião foram intensamente alterados por atividades antrópicas de vários gêneros.

Para chegar-se à estas categorias, o método de análise de fragilidade considera os elementos do meio físico e de uso da terra/cobertura vegetal para se obter a classificação das unidades ecodinâmicas, sendo necessário proceder-se de levantamento dos constituintes da paisagem, em escala de 1:100.000, para representar o grau de fragilidade dos ambientes.

O primeiro elemento analisado na classificação foi a forma de uso da terra/cobertura vegetal, que em função da preponderância de análise, classifica inicialmente as unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial ou emergente. Assim, em seguida integraram-se “dois a dois” (SANTOS, 2004) os demais elementos como: tipos de solos, formas de relevo e clima.

Entende-se nesta abordagem que as características litológicas estão contidas no critério de análise dos tipos de solos, pois ambos encontram-se correlacionados no aspecto composicional. No que se refere ao fator solo, baseou-se no ponto de vista de Amaral e Ross (2009), ao analisarem as tipologias em relação à profundidade, granulometria, erodibilidade, capacidade de infiltração e escoamento, considerados de importância no processo de escolha de área para aterros sanitários.

Em seguida, as formas do relevo somam-se cartograficamente à integração entre uso da terra e solos, criando novas categorias de fragilidade ambiental, ao levar em consideração fatores morfológicos como tipos de vertentes e declividades associadas e atribuindo às planícies aluvias a fragilidade absoluta.

Por último, em função da ausência de monitoramento climático do município de Anhumas em específico, utilizaram-se os dados obtidos na estação meteorológica da Unesp de Presidente Prudente para definir o fator clima a ser utilizado, que assim como Amaral e Ross (2009), foi considerado a constante pluviométrica anual correspondente à aproximadamente 1.300 mm/ano para toda a área estudada.

#### *A síntese das unidades de Paisagem.*

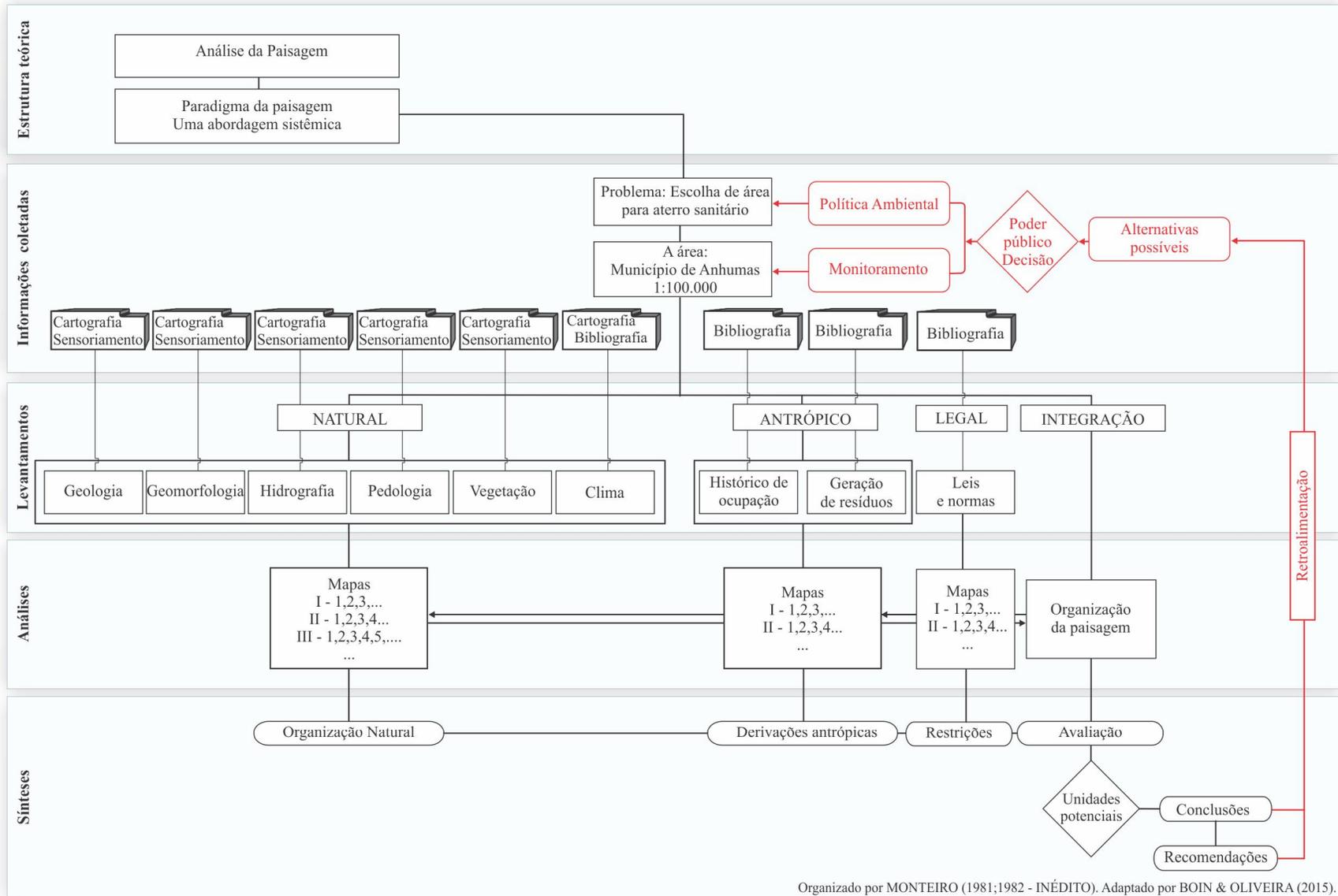
As unidades de paisagem são resultantes do método de sobreposição de informações em “dois a dois” conforme Santos (2004), onde integraram-se dados cartográficos sobre o meio físico, uso da terra e restrições técnicas/legais. Convém salientar que a composição de todos estes fatores – previamente obtidos na etapa

de inventário –, proporcionou classificar as unidades homólogas entre si e que possuem maior aptidão à instalação do aterro sanitário ou não.

Apesar de assemelhar-se com a abordagem da fragilidade, a síntese das unidades de paisagem apresenta-se como o resultado final da pesquisa, podendo ser aplicada não apenas ao objetivo primordial deste trabalho, mas também no planejamento ambiental municipal e em auxílio na tomada de decisões para a instalação de empreendimentos com alta capacidade de contaminação.

Desta forma, o modelo de análise integrada da paisagem trabalhada por Rodriguez *et al.* (1995), Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), Bertrand (2004), entre outros, contribuiu sobremaneira na identificação das áreas propícias à instalação de aterro sanitário, onde as etapas e procedimentos metodológicos deste trabalho podem ser observadas na Figura 14 (p.96) apresentada a seguir.

FIGURA 14 – Roteiro metodológico de escolha de área para aterro sanitário conforme a teoria da paisagem.



## **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

### **4.1 O Contexto Histórico de Ocupação e a Situação dos Resíduos Sólidos de Anhumas.**

Para compreender a evolução histórica do município de Anhumas, faz-se necessário apresentar brevemente o histórico de ocupação da Alta Sorocabana, visto que ambos integram-se no mesmo contexto.

Durante a segunda metade do século XIX, em função da decadência da mineração, da participação do Brasil na Guerra do Paraguai e da possibilidade de cultivo agrícola e de animais nas terras férteis do vale do Paranapanema (OLIVEIRA, 2006), ocorreu um intenso processo migratório de mineiros, rumo ao oeste do Estado de São Paulo, aspirando adquirir novas terras e fugir da decadência econômica e social da região e do arregimento do governo Imperial. Desta forma, dava-se início ao processo de ocupação da Alta Sorocabana (ABREU, 1972; LEITE, 1972; 1998; MONBEIG, 1982).

Ao chegarem ao sertão do Paranapanema - a atual Alta Sorocabana -, os caboclos depararam-se com nativos indígenas que ocupavam a área e pertenciam às tribos Caingang, Caiuá, Guarani e Xavante. O cenário e a relação entre os silvícolas e os migrantes que buscavam por novas oportunidades eram marcados pela violência, pois, os nativos na defesa de suas terras, atacavam os povoados ao amanhecer e ao pôr-do-sol, provocando mortes e destruição (OLIVEIRA, 2006).

Dado ao empecilho atribuído aos indígenas, os primeiros grileiros da região realizavam expedições no sertão do Paranapanema com o objetivo de afastar os nativos, sendo que os últimos, com sua ferocidade multiplicada, apresentavam resistência ao ponto do governo do Estado de São Paulo apoiar as expedições com tropas militares em favor dos colonos (MONBEIG, 1982; LEITE, 1981).

O processo de ocupação e exploração econômica desta região, além de retratado pela violência, foi marcado pela corrupção, onde os grileiros burlavam e desobedeciam às práticas legais vigentes na época da disputa pelas terras. Dentre tantos, se destaca José Teodoro, que apesar de analfabeto, era inteligente e audacioso, contava com auxílio de procuradores – majoritariamente corruptos – para a “aquisição” de propriedades imensas, e que a posteriori, eram desmembradas e vendidas sem legitimação alguma para os aventureiros que chegavam à região (OLIVEIRA, 2006).

José Teodoro, com o intuito de povoar seus domínios, voltou à cidade natal, Pouso Alegre (MG), reuniu seus familiares e retornou para o sertão do Paranapanema. Com a ajuda do irmão do grileiro, João, navegando o rio Paranapanema, os dois alcançaram os ribeirões Laranja Doce e Anhumas e, posteriormente, em busca de novas terras, tentaram penetrar ao longo no vale do rio do Peixe, ribeirão do Mosquito, do Rebojo, entre outros. As propriedades eram demarcadas em aguadas, ou seja, em linhas de crista ou divisores de água que delimitam as bacias hidrográficas (MONBEIG, 1984; OLIVEIRA, 2006).

Ao terminarem a expedição, o irmão de José Teodoro:

Reconheceu tudo como sua posse, embora legalmente não pudesse fazê-lo por causa da lei de terras de 1850. Vendeu terras como se a região que desbravava lhe pertencesse há muito tempo. Seguiu o mesmo costume de alienar as vertentes e as contravertentes de cursos de água, tomando a propriedade o nome do córrego, rio ou ribeirão (ABREU, 1972, p. 21).

Na época, o único acesso para esta região era através da navegação, ou, pelos itinerários de penetração transformados em trilhas/caminhos por José Teodoro e João, no intuito de dar acesso a cavalos e carros de boi (MONBEIG, 1984). Os interessados que chegavam à região compravam as posses que João colocava à venda, sendo as duas mais importantes delas, aquelas vendidas à Domingos Ferreira de Medeiros e José Custódio Vêncio (ABREU, 1972), das quais juntas compreendiam uma imensa gleba entre os ribeirões Anhumas e Laranja Doce (LEITE, 1972).

A possibilidade de expansão de outras explorações atraíram novos aventureiros para o oeste do Estado de São Paulo. As expedições eram organizadas pelo próprio governo do Estado que buscava o reconhecimento de uma nova área. Entre as expedições promovidas pelo governo, destaca-se a de 1905 para a região do sertão sul-ocidental via os rios Tietê, Paraná, Aguapeí e Peixe (OLIVEIRA, 2006).

A efetivação da ocupação do território do pontal do Paranapanema aconteceu com a abertura da Estrada de Ferro Sorocabana, onde fortemente incentivada pelo Governo Federal devido a interesses políticos e militares, a ferrovia cortava o sertão em direção ao rio Paraná. Posteriormente, passaria a ser uma das principais vias de movimento de carga e passageiros desta região (LEITE, 1981).

Após a estagnação das obras da Estrada de Ferro Sorocabana desde 1889 na Vila de Botucatu, somente em 1917, a mesma chegou à Presidente Prudente (LEITE, 1981). Crescendo em uma região de pequenas propriedades encravadas entre poderosos latifúndios, Presidente Prudente se tornou um importante centro de comércio e prestação de serviços da Alta Sorocabana, cujo principal favorecimento, foi por intermédio da rede viária que partia da cidade para diversas direções (ABREU, 1974).

Diante da favorável localização geográfica para a comunicação, Presidente Prudente, se destacava neste sertão, considerado como centro produtor mais importante da região, suas influências ultrapassavam os limites do município, que rapidamente viu sua população crescer, de 846 habitantes em 1920 para 12.637 habitantes em 1940 (ABREU, *op. cit.*).

Em decorrência da rápida expansão da região, Presidente Prudente passaria a considerar o povoado que ocupava o local em que atualmente compreende o município de Anhumas, como distrito prudentino. Em 6 de agosto de 1922, a igreja católica se estabelecia, dando início a este povoado, e concomitantemente, havia a influência da empresa Marcondes de Colonização na venda de lotes e glebas (OLIVEIRA, 2006). Em 14 de dezembro de 1928, a póvoa anhumense passa a ser denominada de distrito da Paz, pertencendo ao território de Presidente Prudente, Lei nº 2.309/28 (SÃO PAULO, 2014a).

Logo, a população do distrito se ampliou, conforme censo realizado em 1950 havia 8.843 habitantes (ANHUMAS. Prefeitura Municipal, 2014). Brevemente, ocorreu a emancipação política, em 30 de dezembro de 1953, que desmembrou o distrito da Paz de Presidente Prudente, elevando-o para a categoria de município. Assim, no ano seguinte, o distrito da Paz passaria a ser chamado de município de Anhumas, Lei nº 2.456/53 (SÃO PAULO, 2014b).

A principal fonte de renda de Anhumas nesta época dava-se através do café, algodão, amendoim e da pecuária (ANHUMAS. Prefeitura Municipal, 2014), onde toda a produção era vendida para empresas processadoras localizadas em Presidente Prudente (OLIVEIRA, 2006). Em razão da forma de vida camponesa predominante no município, os resíduos gerados eram eminentemente orgânicos ou provenientes da agricultura, que em função do aspecto cultural, acredita-se que ambos eram queimados e/ou enterrados pelos moradores em suas propriedades.

Segundo informações fornecidas pela Biblioteca Municipal de Anhumas e pela população civil, em meados do ano de 1978, os resíduos gerados na cidade eram depositados em uma grande erosão situada em propriedade particular (Figura 15), onde ao preencher o espaço vazio com lixo e terra (Figura 16, p.100), o local foi terraplanado (Figura 17, p.100). O poder público municipal, buscando auxiliar a população na construção da morada própria, loteou a área e doou terrenos aos interessados. Não há registros em relação à escala temporal em que se depositaram resíduos nesta erosão, porém, moradores estimam um período por volta de 15 anos, ou mais (Figura 18, p.101).

FIGURA 15 – Vista geral da cidade de Anhumas e localização do antigo depósito de resíduos em meados da década de 1980.



Fonte: Biblioteca Municipal de Anhumas, 2014.

FIGURA 16 – Aterramento do antigo depósito de lixo próximo à cidade.



Fonte: Biblioteca Municipal de Anhumas, 2014.

FIGURA 17 – Terraplanagem após o encerramento do antigo depósito de lixo.



Fonte: Biblioteca Municipal de Anhumas, 2014.

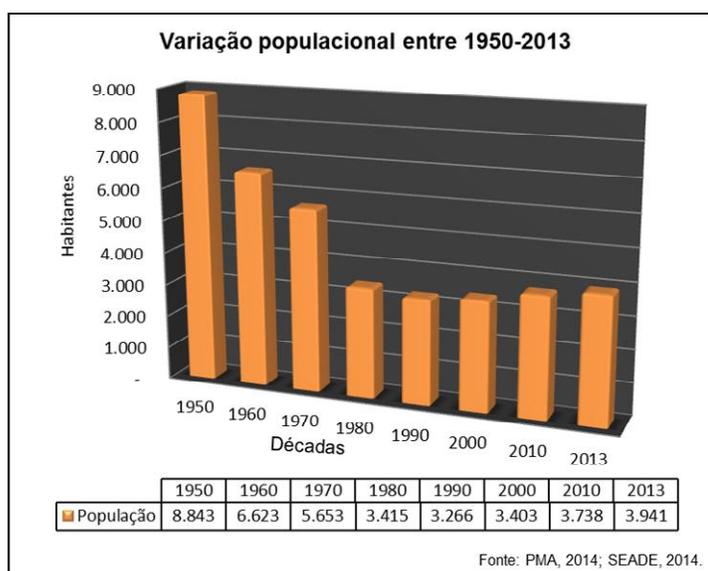
FIGURA 18 – Loteamento de terrenos residenciais sobre área do antigo lixão.



Fonte: Biblioteca Municipal de Anhumas, 2014.

A população nesta época encontrava-se em decréscimo, os habitantes migravam-se a outras cidades em procura de novas oportunidades (Gráfico 1). No decorrer de toda esta trajetória até aproximadamente a década de 1990, os hábitos de consumo eram supostamente semelhantes, ou seja, os resíduos ainda eram basicamente orgânicos, porém, se estabelecia uma tendência para o consumo de produtos industrializados.

GRÁFICO 1 – Variação Populacional de Anhumas entre 1950-2013.



Desta forma, apesar da população de Anhumas ter reduzido mais de 50%, a produção de lixo nos centros urbanos era crescente, em face da migração dos camponeses para a cidade. Conforme Leal (2004), antes do primeiro aterro controlado do município, havia nas proximidades, outra erosão em propriedade particular, onde se depositava o lixo urbano com o intuito de conter o avanço do processo erosivo.

Segundo Leal (*op. cit.*), este segundo lixão manteve-se aberto até aproximadamente no fim da década de 1990, pois o lixo se espalhava para as propriedades adjacentes e causava problemas com a vizinhança rural. Portanto, não foi possível encontrar este antigo depósito, pois o local já se encontra coberto por gramíneas e contido com curvas de nível.

Posteriormente, após o preenchimento da erosão, uma nova área foi adquirida para a instalação de um aterro controlado, que por sua vez, não apresentava problemas com a vizinhança, pois o local era cercado com muro e os resíduos eram cobertos semanalmente (LEAL, 2004). O referido aterro funcionou até o ano de 2012, conforme informações fornecidas pela consultora ambiental contratada pela Prefeitura Municipal de Anhumas.

No tocante à coleta seletiva, conforme levantamento realizado por Leal (2004), em 2003, o município não possuía sistema de coleta. No entanto, em junho de 2009, por iniciativa da casa da agricultura do município, iniciou-se um processo de planejamento, que, como medida inicial, identificaram-se os catadores e cadastraram-nos ao sistema e aplicaram-se treinamentos de capacitação.

Em 2010, o município de Anhumas através de recursos do projeto da Fundação Nacional da Saúde – FUNASA adquiriu ferramentas e equipamentos para o sistema de coleta seletiva, tais como: prensa; esteira; carrinhos de mão, entre outros. Além disso, o recurso possibilitou também, a construção do galpão da Associação de Catadores de Recicláveis de Anhumas – ACARDA e a compra do caminhão apropriado para a coleta seletiva.

Entre os anos de 2009 e 2012, realizaram-se reuniões com os catadores que faziam parte da associação, bem como a continuação dos treinamentos e processos seletivos com outros interessados. Tais ações eram sempre acompanhadas pela Casa da Agricultura de Anhumas, juntamente a uma assistente social do município. A efetivação da coleta seletiva na área urbana

ocorreu no dia 26 de março de 2013, sendo expandida em julho de 2014, para parte da zona rural (Assentamento Maná - Banco da Terra).

Conforme as informações fornecidas pela Casa da Agricultura, o coeficiente de geração de resíduos da população é de cerca de 600g/hab.dia. Desta forma, o montante de resíduos coletado na área urbana de Anhumas compreende à aproximadamente 1,9 toneladas/dia, onde, após serem coletados, são encaminhados para o galpão da ACARDA, que, por sua vez, realiza o processo de triagem e aterramento dos rejeitos.

O atual aterro se encontra em uma área expandida do anterior (esgotado em 2012), cuja ampliação aconteceu no ano de 2013 e sua vida útil está prevista para 20 (vinte) anos. Em relação às condições paisagísticas, o atual aterro está instalado sobre o divisor de águas entre as bacias hidrográficas do São Pedro e do Alto ribeirão Anhumas, estando próximo de uma região com cotas altimétricas elevadas. Desta forma, é comum neste local a presença de solo Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), de textura arenosa/média e média, além da ocorrência de neossolos litólicos, o que representa uma região com alto nível de declividade.

Estas observações somente tornaram possíveis de serem apontadas, após a interpretação dos mapeamentos da paisagem do município de Anhumas, onde, com o objetivo de melhor elucidar o local de estudo serão apresentados no capítulo seguinte.

## **4.2 Composição da Paisagem do Município de Anhumas**

Como relatado anteriormente, a contribuição de Almeida *et al.* (1980) encontra-se na Formação Adamantina, onde a mesma é classificada em unidades homogêneas denominadas como “unidades informais de mapeamento”, classificadas conforme suas características litoestratigráficas que diferenciam uma unidade da outra (Quadro 5).

As unidades mencionadas acima se referem à divisão estratigráfica do sistema deposicional que constitui a Formação Adamantina, onde ampliam as concepções de fácies e litofácies da anterior Formação Bauru e transcende-a para o caráter regional. Assim, as unidades que ocorrem no município de Anhumas são:  $Ka_I$ ;  $Ka_{IV}$  e;  $Ka_V$  (Figura 19), sendo que encontram-se respectivamente localizadas ao sul, centro e norte do município. Sobrepondo a Formação Adamantina,

encontram-se os sedimentos aluvionares quaternários distribuídos por todas as unidades informais de mapeamento propostas por Almeida *et al* (1980).

QUADRO 5 – Unidades de mapeamento da Formação Adamantina ocorrentes no município de Anhumas.

UNIDADE	LITOLOGIA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	AMBIENTE DEPOSICIONAL
<b>Ka<sub>I</sub></b>	Arenitos finos a muito finos e siltitos arenosos.	Bancos maciços, estratificações plano-paralelas e cruzadas de pequeno e médio porte.	Fluviolacustre. Pelítico ao sul, psamítico a leste e norte com transições para anastomosado (Soares <i>et al.</i> 1980).
<b>Ka<sub>IV</sub></b>	Arenitos finos e muito finos, lentes de argilito e siltitos.	Estrutura plano-paralela e estratificação cruzada de pequeno porte.	
<b>Ka<sub>V</sub></b>		Bancos espessos, estrutura hidrodinâmica e corte/preenchimento.	

Fonte: ALMEIDA *et al.*, 1980.

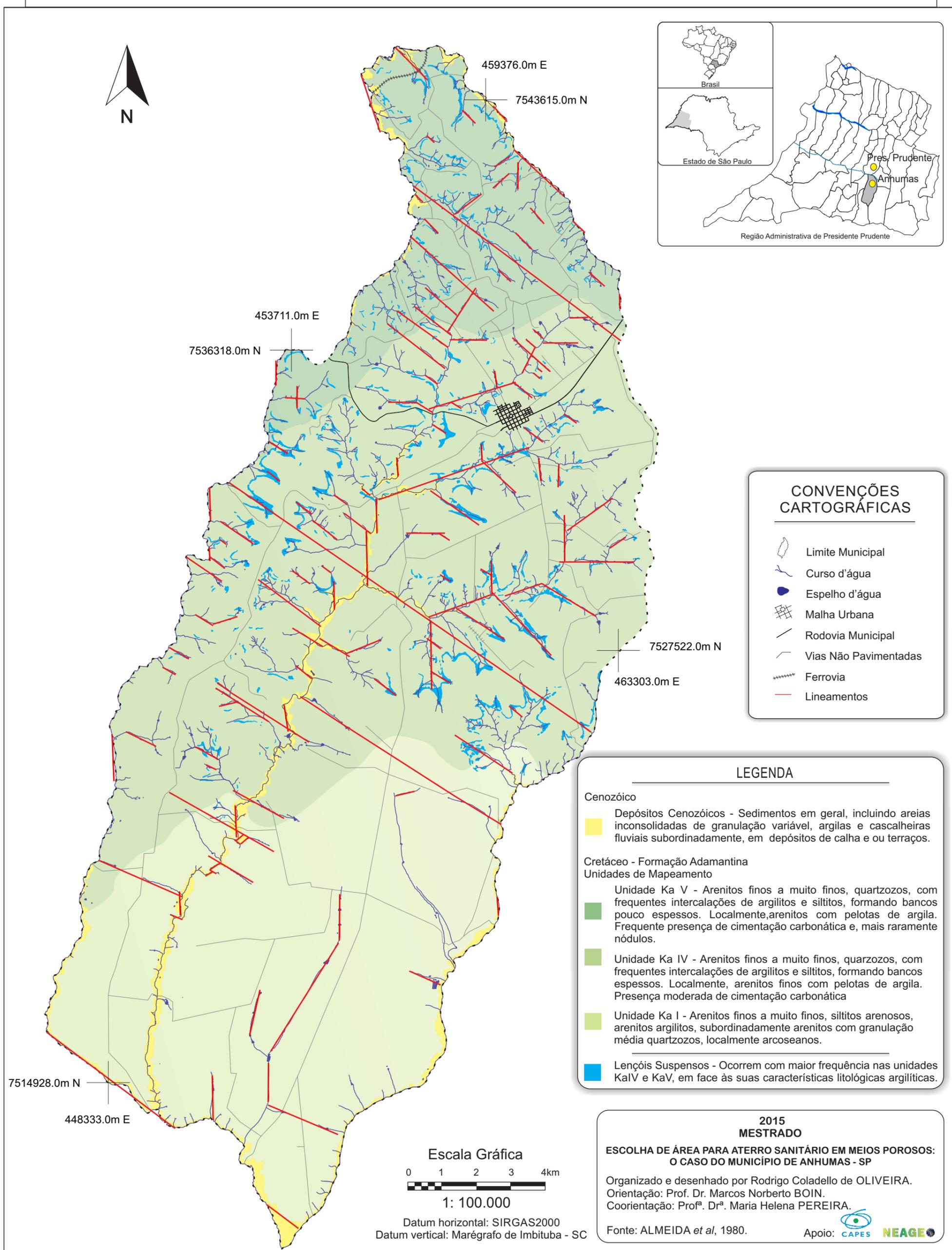
Como apresentado no quadro anterior, a litologia das unidades de mapeamento presente em Anhumas constitui-se por bancos areníticos de granulação fina a muito fina e siltitos arenosos. É comum nas duas unidades superiores da Formação Adamantina a intercalação de estratos arenosos com silto-argilosos, siltito e arenito lamítico, dos quais proporcionam para estas regiões condições específicas de sedimentação.

Diante disso, as unidades contrastam-se entre si e fazem-se refletir na superfície terrestre do município, controlando as características do solo, o comportamento e formas do relevo e a rede de drenagem; além de controlar indiretamente as formas de ocupação antrópica em mosaicos de uso da terra distintos.

Considerando, as características das diferentes unidades litológicas que ocorrem no município de Anhumas, ora com predominância de bancos areníticos, ora com alternância de bancos areníticos com bancos silto-argilosos, que se fazem refletir nas distintas ocorrências dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, observa-se nestes condicionantes níveis de fragilidade quanto as formas de uso da terra, que podem ser classificados de muito baixo a muito alto grau de fragilidade, apresentados no Quadro 4 (p.93).

FIGURA 19- Carta Geológica do Município de Anhumas

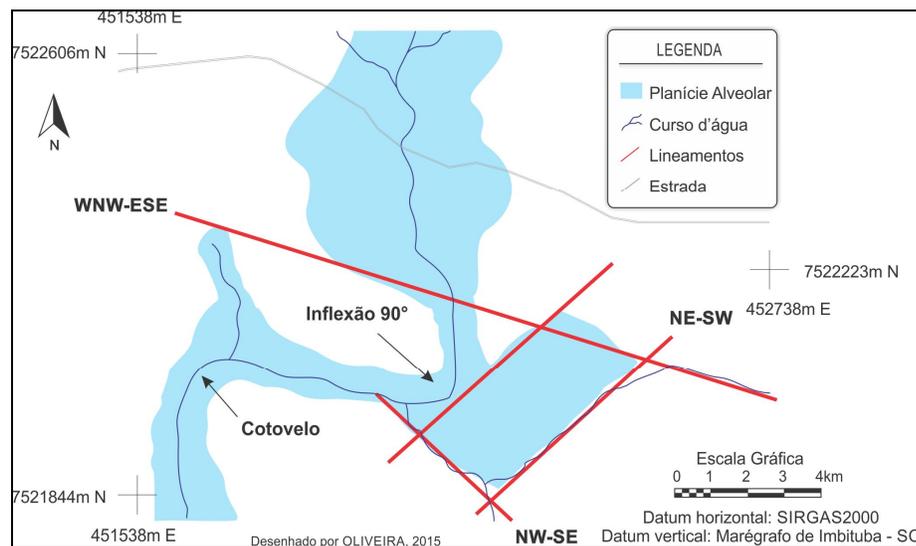
## Carta geológica do município de Anhumas - SP



A unidade de mapeamento Kai, é a unidade suprabasáltica onde o relevo plano contribui para o processo de infiltração de água no solo e consequentemente, há a formação de solos bem desenvolvidos. Esta unidade de mapeamento, em termos de paisagem, é considerada como unidade plana com baixo transporte de sedimentos para a unidade receptora de fundo de vale, preponderando, para esta região, solos mais profundos e arenosos, baixa densidade de drenagem e feições estruturais pouco evidentes, exceto na planície do ribeirão Anhumas onde existem controles estruturais que se refletem por toda a extensão da planície alveolar.

Nas demais unidades (KaiV e Kav) são possíveis de serem identificadas formas anômalas da rede de drenagem e lineamentos estruturais que provocam feições retilíneas no curso d'água conduzido ao longo da zona de fraqueza. Percebe-se que em alguns trechos do ribeirão Anhumas, associados aos canais dos corpos d'água e aos depósitos de sedimentos quaternários, existem diversas inflexões e cotovelos que estão relacionadas com o aspecto estrutural (Figura 20).

FIGURA 20 – Planície Alveolar e sinuosidade de elementos estruturais no ribeirão Anhumas.



Associados aos elementos hidrogeomorfológicos acima e, ainda como reflexo da tectônica regional, é comum a formação de planícies irregulares, atribuindo aspectos alveolares ou de bolsão, ambos pouco descritos em trabalhos realizados no oeste paulista. Estas características associadas aos rios subsequentes

da região espelham o controle estrutural predominante WNW-ESE, onde a movimentação tectônica que secciona a drenagem, ora barra o escoamento do curso d'água retendo os sedimentos fluviais com a formação de planícies alargadas, ora vencem a barreira provocando corredeiras no corpo d'água. Esta imposição estrutural é registrada em inúmeras corredeiras e quedas d'água ao longo dos ribeirão Anhumas, córrego São Pedro, do Sapo e outros.

Enquanto que ao norte da cidade de Anhumas, em determinados trechos do córrego São Pedro, o corpo d'água encontra-se encaixado sobre lineamentos, dos quais associados ao soerguimento ou rebaixamento estrutural da área, provocam o surgimento de pequenas corredeiras e quedas d'água (Figura 21). Ainda, pode-se acrescentar que quando há o encontro dos lineamentos de direção NW-SE, NE-SW e ENE-WSW, geralmente associados à confluência dos tributários do córrego São Pedro, é que condicionam a formação destas feições hidrogeomorfológicas.

FIGURA 21 – Corredeira decorrente de controle estrutural na bacia do córrego do São Pedro.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

No que tange aos lençóis suspensos - comumente encontrados nestas unidades ( $K_{aIV}$  e  $K_{aV}$ ) -, estes têm seu afloramento na superfície quando o substrato rochoso composto da alternância de bancos areníticos e bancos silto-argilosos retêm os fluxos verticais das águas pluviais, concentrando-as sobre camadas semipermeáveis e de maior resistência.

Esta diferença nas características dos materiais solo-rocha (textura, composições mineralógicas e estruturas) juntamente à ação do intemperismo, causam modificações das feições do relevo, influenciando no relevo e provocando diferentes níveis de declividades que expõem os referidos lençóis.

Em função do período de deposição e do ambiente de sedimentação (fluviolacustre) da Formação Adamantina, os lençóis suspensos constituem um nível estratigráfico que acompanham altitudes semelhantes dentro da unidade informal de mapeamento  $K_{aIV}$ , sendo comumente presente entre as cotas de 400-420 metros e subordinadamente em determinados trechos entre as cotas de 420-440 metros e 380-400 metros.

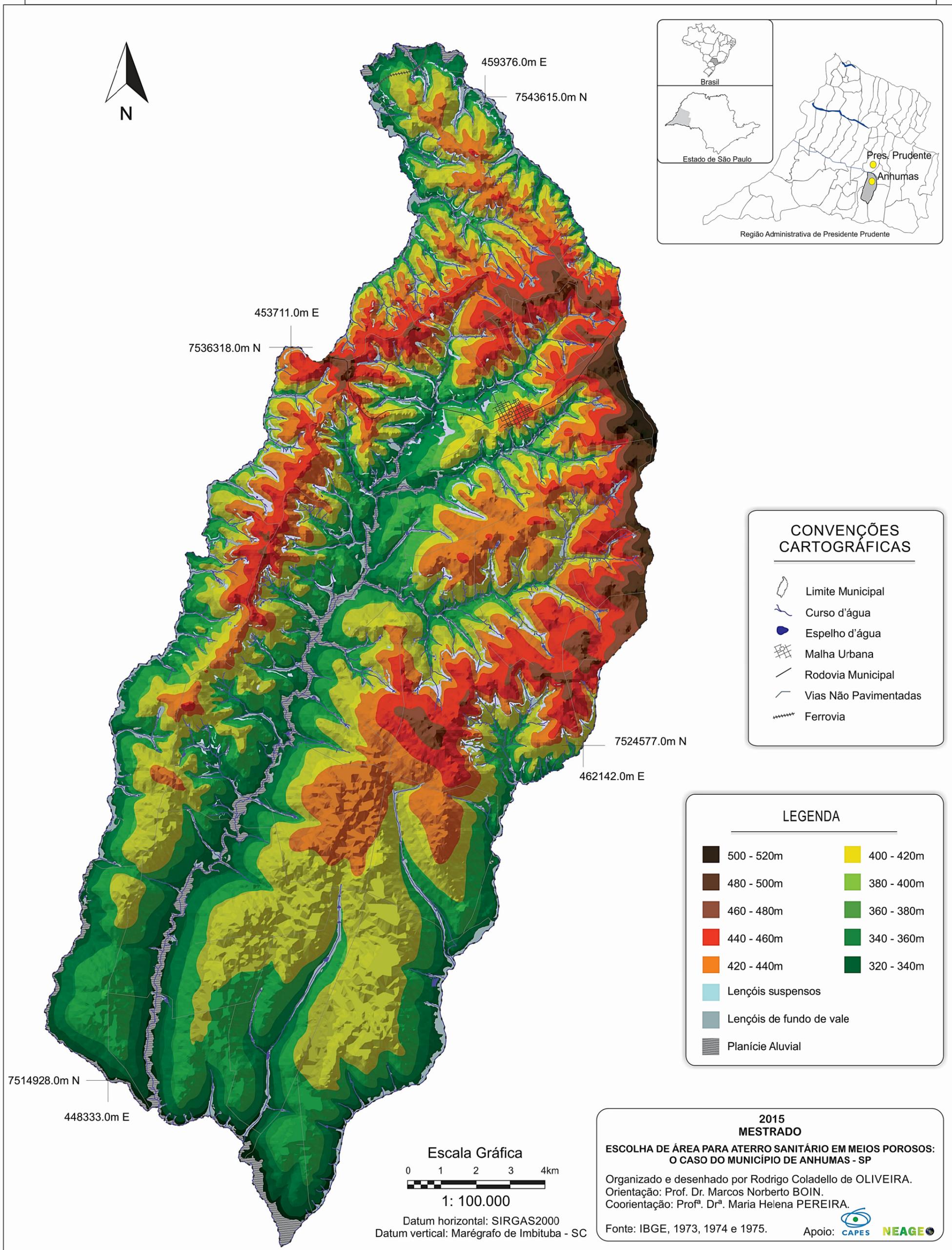
Os lençóis de fundo de vale (freático regional) nesta região estão entre as curvas de nível inferiores, o que compreende em faixas altimétricas de 320-400 metros, muitas vezes encontram-se também extremamente próximos aos lençóis suspensos (freático local), em função do relevo pouco movimentado, o que dificulta sua classificação durante o geoprocessamento. Neste sentido, como alternativa para confrontar as informações levantadas e validá-las, torna-se indispensável o trabalho de campo.

Na unidade  $K_{aV}$  este padrão não torna-se tão evidente, sendo que os lençóis suspensos apresentam-se com extensões reduzidas em relação à unidade de mapeamento anterior. Nesta unidade, os lençóis suspensos ocorrem em altitudes que variam entre as curvas de nível 380-400 e em menor expressividade em 420-440. Os lençóis de fundo de vale possuem extensões relativamente maiores do que na unidade  $K_{aIV}$ , concentrando-se predominantemente entre as curvas de nível 360-380 metros.

Por último, a unidade de mapeamento  $K_{aI}$  não apresenta nenhum dos lençóis suspensos citados anteriormente, entretanto, nesta região ocorrem apenas alguns lençóis de fundo de vale (freáticos regionais), dos quais estão vinculados as planícies aluviais dos cursos d'água de maior expressividade do município. Geralmente os lençóis de fundo de vale apresentam-se entre as cotas altimétricas 340-360 metros e em pequenas proporções no córrego do Mandacarú em cotas de 320-400, como pode ser observado na Figura 22.

FIGURA 22- Carta hipsométrica e a relação com as áreas úmidas do município de Anhumas - SP

### Carta hipsométrica e áreas úmidas do município de Anhumas - SP



Tendo em vista que o município de Anhumas pertence ao Planalto Ocidental Paulista, suas características de relevo são peculiares a esta província. Desta forma, o município encontra-se compartimentado por Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados e Relevos Residuais suportados por litologias particulares, além de planícies aluviais e setores com ruptura de declive.

Pertencente à categoria de relevos de degradação, encontra-se o relevo colinoso, que por sua vez se faz presente no município de Anhumas em subcategorias denominadas colinas médias e colinas amplas. Os setores de colinas amplas, conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981b), predominam interflúvios extensos sendo superiores a 4 (quatro) quilômetros, topos alongados e vertentes com perfil retilíneo a convexos, além de vales abertos, padrão de drenagem subdendrítico de baixa densidade e planícies aluviais restritas. Entretanto, ao analisar o município de Anhumas em específico, esta subcategoria passa a ser complementada por outros elementos.

Observa-se que ao sul do município no relevo de colinas amplas predominam linhas de cumeada suave nos divisores de água e ao longo das vertentes variam perfis de retilíneos a convexos. Na cabeceira de alguns afluentes do córrego da Onça, Mandacarú (Figura 23), Boa Vista e ribeirão Anhumas no baixo curso (Figura 24) identificaram vertentes suavemente côncavas a retilíneas, planícies alargadas, processos erosivos e leques de dejeção, especialmente associado a margem direita do ribeirão Anhumas, setor de maior movimentação do relevo, maior declividade, com interflúvios de menor extensão.

FIGURA 23 – Relevo plano da cabeceira do córrego Mandacarú.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 24 – Relevo plano no divisor entre o córrego do Mandacaru e o ribeirão Anhumas.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Já na porção central e norte do município o modelado segue compartimentado por relevo de morros com encostas suavizadas e relevos residuais suportados por litologias particulares, subcategorizados respectivamente em Morrotes Alongados e Espigões e Morros Sedimentares de Topos Arredondados. Além disso, também ocorrem relevos de Colinas Médias e Colinas Amplas. Nesta porção, observa-se ainda, maiores dissecações do relevo com vertentes mais declivosas e pouco extensas originando interflúvios restritos. Outrossim, nesta porção os corpos d'água apresentam-se encaixados em forma de "U" ou "V", com pequenos trechos de planícies fluviais.

Em continuidade ao relevo colinoso, as colinas amplas destas regiões preponderam feições de concavidade, seguidas por processos erosivos e vertentes com perfis retilíneos em setores isolados (Figuras 25, p.113 e 26, p.113). Na transição para Morrotes Alongados e Espigões ocorrem rupturas de declive que expõem o lençol freático suspenso em meia encosta. Observa-se, ainda a associação dos processos erosivos, com as zonas de rupturas de relevo, que em face da maior resistência de fácies litológicas silto-argilosas, proporcionam maior energia aos fluxos de água, ocasionando processos morfodinâmicos.

FIGURA 25 – Vertente retilínea na cabeceira do córrego Cambuí, erosões obliteradas e declividade >15%.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 26 – Vertente retilínea seguida por concavidade próxima ao fundo de vale em “V”



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

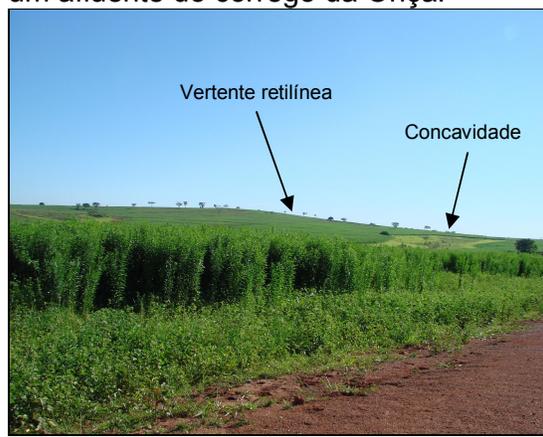
Nas Colinas Médias os interflúvios são menores quando comparados aos das Colinas Amplas, o que configura para esta classe, vertentes com perfis côncavos e convexos (Figura 27) a retilíneos, topos aplainados e eventuais colos topográficos. É comum nas cabeceiras da rede de drenagem e em locais de afloramento do lençol - suspenso ou de fundo de vale -, o relevo apresentar feições de concavidade (Figura 28).

FIGURA 27 – Planície do ribeirão Santo Anastácio e setor com vertente convexa.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 28 – Vertente retilínea e concavidade (ao longe) na cabeceira de um afluente do córrego da Onça.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Em relação à classe de relevo Morrotes Alongados e Espigões, esta se apresenta mais movimentada em relação às demais, visto que grande parte situa-se sobre as unidades de mapeamento  $Ka_{IV}$  e  $Ka_V$  da Formação Adamantina e é intensamente intercalada por feições retilíneas, convexas, côncavas, leques de dejeção, planície aluvial, linha cumeada suave e feições erosivas decorrente de atividades antrópicas e do pastoreio de gado. Destarte, são notórias as rupturas de declive nesta unidade de relevo, dos quais nem sempre expõem os lençóis freáticos e, algumas vezes, são sucedidas por mais de uma camada ao longo do mesmo flanco. (Figuras 29 e 30).

FIGURA 29 – Vertente convexa a retilínea e ruptura de relevo no córrego Noite Negra.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 30 – Vertente retilínea, ruptura do relevo e concavidade no rib. Anhumas, próximo da foz do córrego Cambuí.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Já os morros sedimentares de topos arredondados ocorrem em menores extensões, sendo restrito à cabeceira do córrego da Boa Vista. Conforme o levantamento realizado, identificaram-se morros com topos arredondados e localmente achatados. Além disso, mapearam-se também alguns setores de colo topográfico, feições côncavas associadas à densidade de drenagem dendrítica e processos erosivos (Figuras 31, p.115 e 32, p.115).

FIGURA 31 – Exposição do freático e morros de topos arredondados na cabeceira da Boa Vista.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 32 – Processos erosivos na cabeceira da bacia do córrego Boa Vista.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Vale ressaltar que as convenções cartográficas utilizadas na carta geomorfológica apresentada a seguir (Figura 33, p.117), foram baseadas em Zanatta (2014) e possuem dimensões exageradas, pois a escala utilizada não permite a sua representação proporcional à realidade, sendo então apresentada através de símbolos. Em relação às erosões, foram consideradas apenas aquelas que estão situadas em fundos de vale ou ao longo das vertentes e desconsideraram-se as que foram submetidas a processos de obliteração.

As formas do relevo, controladas pelas características litológicas (fatores endógenos) e pelo clima da região (fatores exógenos) produzem diferentes níveis de fragilidade quanto aos aspectos morfodinâmicos e/ou de acessibilidade aos recursos hídricos, quer seja pela infiltração dos contaminantes ou pelo afastamento dos corpos d'água.

Assim, nos compartimentos do relevo com Colinas Amplas, com interflúvios extensos, há um maior distanciamento até os corpos d'água e, ainda, solos mais profundos (Latosolos) ocasionado pelo fenômeno de balanço morfogenético perpendicular (TRICART, 1957), produzindo menor fragilidade nas áreas de sua ocorrência.

Contraopondo a este, nas áreas do relevo com Morotes Alongados e Espigões, os interflúvios são menores, conseqüentemente o relevo é mais dissecado, os solos que constituem-no são pouco espessos, o maciço rochoso em processo de intemperização apresenta-se em baixa profundidade e os lençóis

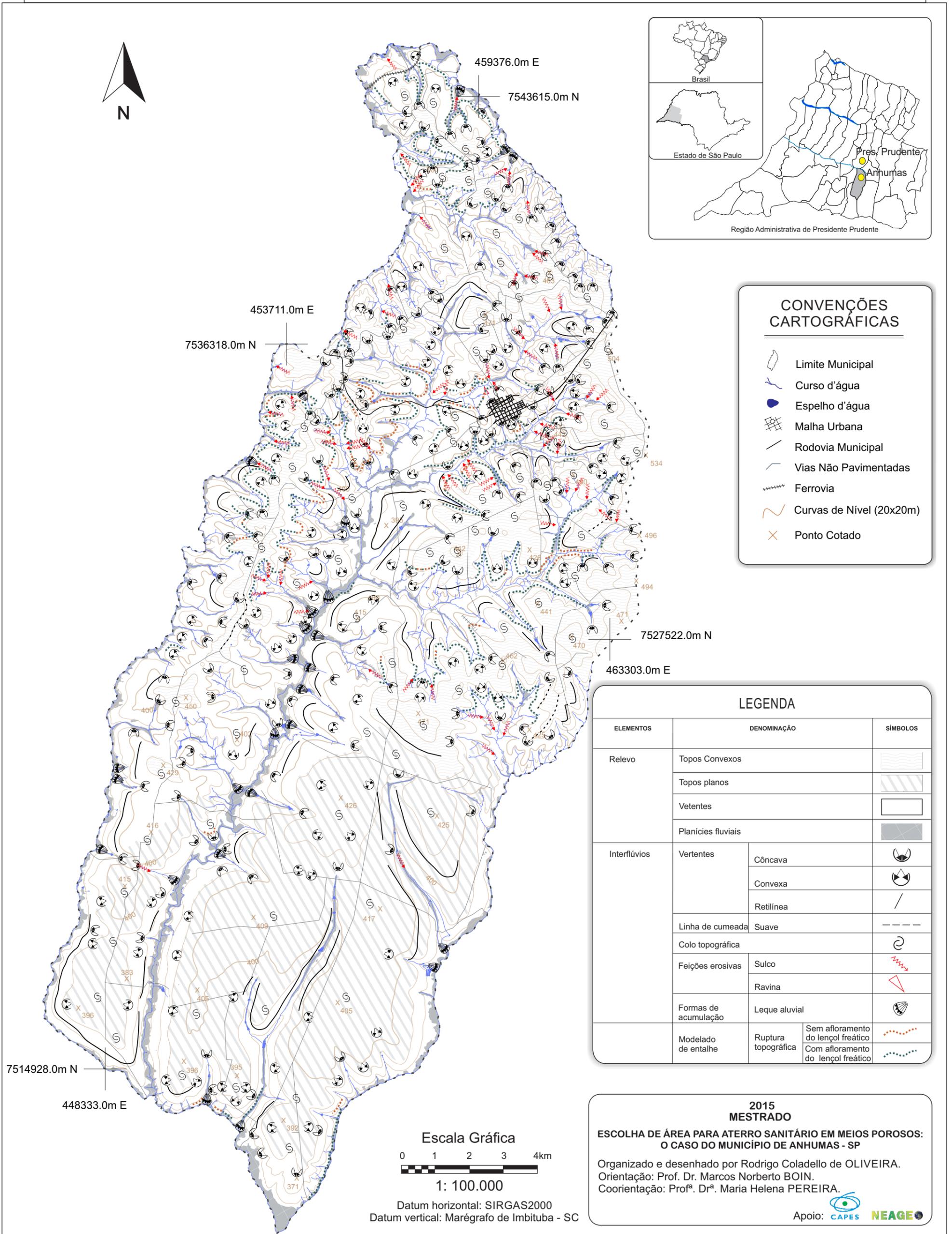
freáticos corriqueiramente afloram na superfície do terreno. Tal situação contribui para maior vulnerabilidade à contaminação destes ambientes.

O mesmo acontece com relação ao distanciamento dos corpos d'água superficiais, pois os espaçamentos dos interflúvios reduzem a influência entre os pontos de disposição do resíduo e os recursos hídricos. Esta situação culmina à uma maior fragilidade ao relevo, quer para o desenvolvimento de processos erosivos, quer para a contaminação.

O cenário de maior gravidade ou fragilidade encontra-se no relevo de planícies fluviais, pois neste caso a fragilidade é muito alta, devido tal ambiente apresentar-se relacionado diretamente aos recursos hídricos superficiais.

FIGURA 33 - Carta geomorfológica do município de Anhumas - SP.

### Carta de geomorfológica do município de Anhumas - SP



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- Limite Municipal
- Curso d'água
- Espelho d'água
- Malha Urbana
- Rodovia Municipal
- Vias Não Pavimentadas
- Ferrovia
- Curvas de Nível (20x20m)
- Ponto Cotado

**LEGENDA**

ELEMENTOS	DENOMINAÇÃO	SÍMBOLOS
Relevo	Topos Convexos	
	Topos planos	
	Vertentes	
	Planícies fluviais	
Interflúvios	Vertentes	Côncava
		Convexa
		Retilínea
	Linha de cumeada	Suave
	Colo topográfica	
	Feições erosivas	Sulco
		Ravina
Formas de acumulação	Leque aluvial	
Modelado de entalhe	Ruptura topográfica	Sem afloramento do lençol freático
		Com afloramento do lençol freático

2015  
MESTRADO

**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**

Organizado e desenhado por Rodrigo Coladello de OLIVEIRA.  
Orientação: Prof. Dr. Marcos Norberto BOIN.  
Coorientação: Profª. Drª. Maria Helena PEREIRA.



Escala Gráfica



1: 100.000

Datum horizontal: SIRGAS2000  
Datum vertical: Marégrafo de Imbituba - SC

Conseqüentemente a declividade do município de Anhumas segue as características da compartimentação geomorfológica, atingindo faixas de declividades que vão de 0-2% a 20-23%, conforme análise extraída do SIG SPRING junto aos dados numéricos do terreno obtidos da imagem de radar SRTM. Embora existam imprecisões e deslocamentos dos dados da imagem de radar da NASA, foi possível estabelecer um panorama geral da declividade no município, em que na porção norte a declividade alcança facilmente 20% e em alguns pontos isolados chegam até 23%.

Considerando a literatura sobre escolha de área para aterros sanitários, os setores onde a declividade ultrapassa os 15% são considerados inadequados, sendo esta a classificação limite do mapa elaborado.

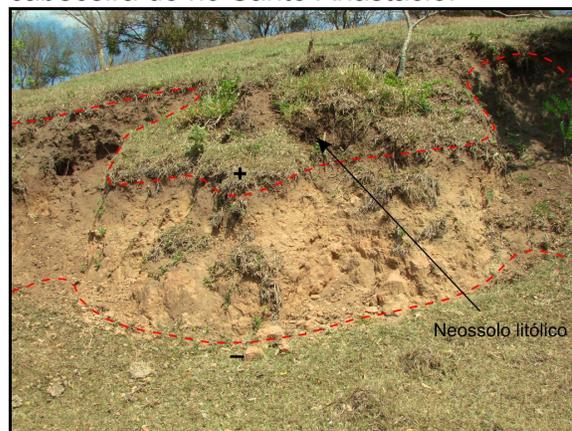
Observou-se no mapeamento de declividade que os setores com inclinação superior a 15% são propensos às rupturas de declive provocadas pela diferença das características litológicas da área (Figura 34, p.119). Além disso, entre a ruptura positiva e negativa do relevo ocorrem os neossolos litólicos (Figura 35, p.119), dos quais refletem a proximidade do arcabouço geológico à superfície, sendo que as intercalações de camadas silto-argilas e arenosas do maciço são responsáveis pela retenção e armazenamento de água do lençol freático suspenso, originando áreas de nascentes e solos hidromórficos (Figuras 36, p.119 e 37, p.119). Face ao exposto, estas áreas podem ser consideradas vulneráveis e suas utilizações para o confinamento dos resíduos sólidos tornam-se restritivas.

FIGURA 34 – Ruptura do relevo próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 35 – Neossolo Litólico próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio.



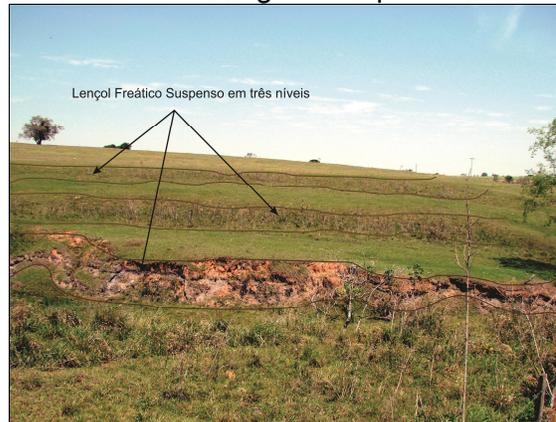
Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 36 – Afloramento do freático junto ao maciço rochoso (KaIV) próximo à cabeceira do córrego do São Pedro.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 37 – Lençol freático suspenso em três níveis na mesma encosta próximo à cabeceira do córrego do Sapo.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

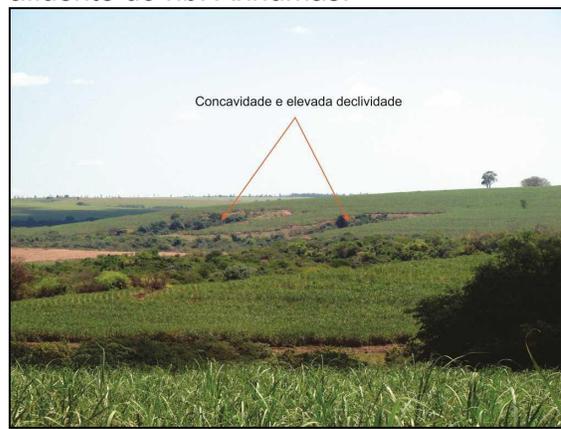
Já na porção sul do município de Anhumas a predominância é por baixa declividade, em torno de 0 a 5% em grande parte da região sudeste, chegando até 15% nas proximidades de fundos de vale isolados (Figura 38, p.120 e 39, p.120). Enquanto que na região sudoeste, a declividade passa a ser um pouco mais acentuada devido ao estreito interflúvio entre os ribeirões da Onça e Anhumas, predominando áreas de encostas com declividade de 5 a 10% e topos de interflúvios suaves com declividade entre 0 e 5%.

FIGURA 38 – Declividade elevada e afloramento do freático no fundo de vale do córrego Mandacarú.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 39 – Vertente retilínea à côncava e elevada declividade na cabeceira do afluente do rib. Anhumas.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Destaca-se que a declividade possui um papel importante na estimativa de profundidade dos solos, além disso, a declividade pode ser utilizada para determinar diversos fatores como: taxa de escoamento superficial, taxa de infiltração, susceptibilidade à erosão, transporte de contaminantes, entre outros.

Na análise do mapa de declividade juntamente ao mapa pedológico (Figura 40, p.122), observa-se que a porção sul do município de Anhumas, onde os níveis de declividade são baixos (< 10%), sugere à ocorrência do fenômeno denominado balanço morfogenético perpendicular, que segundo Tricart (1957), está relacionado com a maior permeabilidade de água nos perfis do solo, fenômeno este característico em Latossolos.

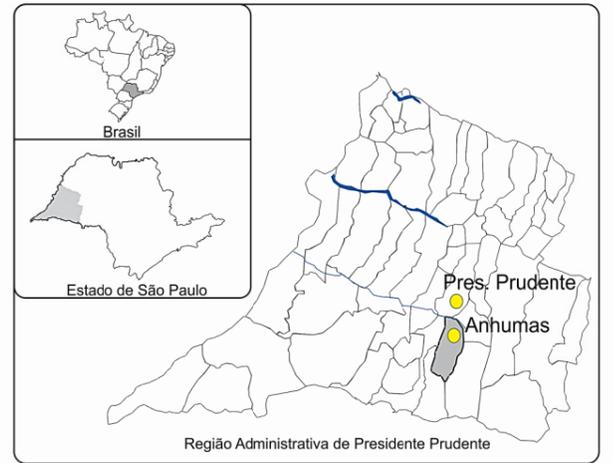
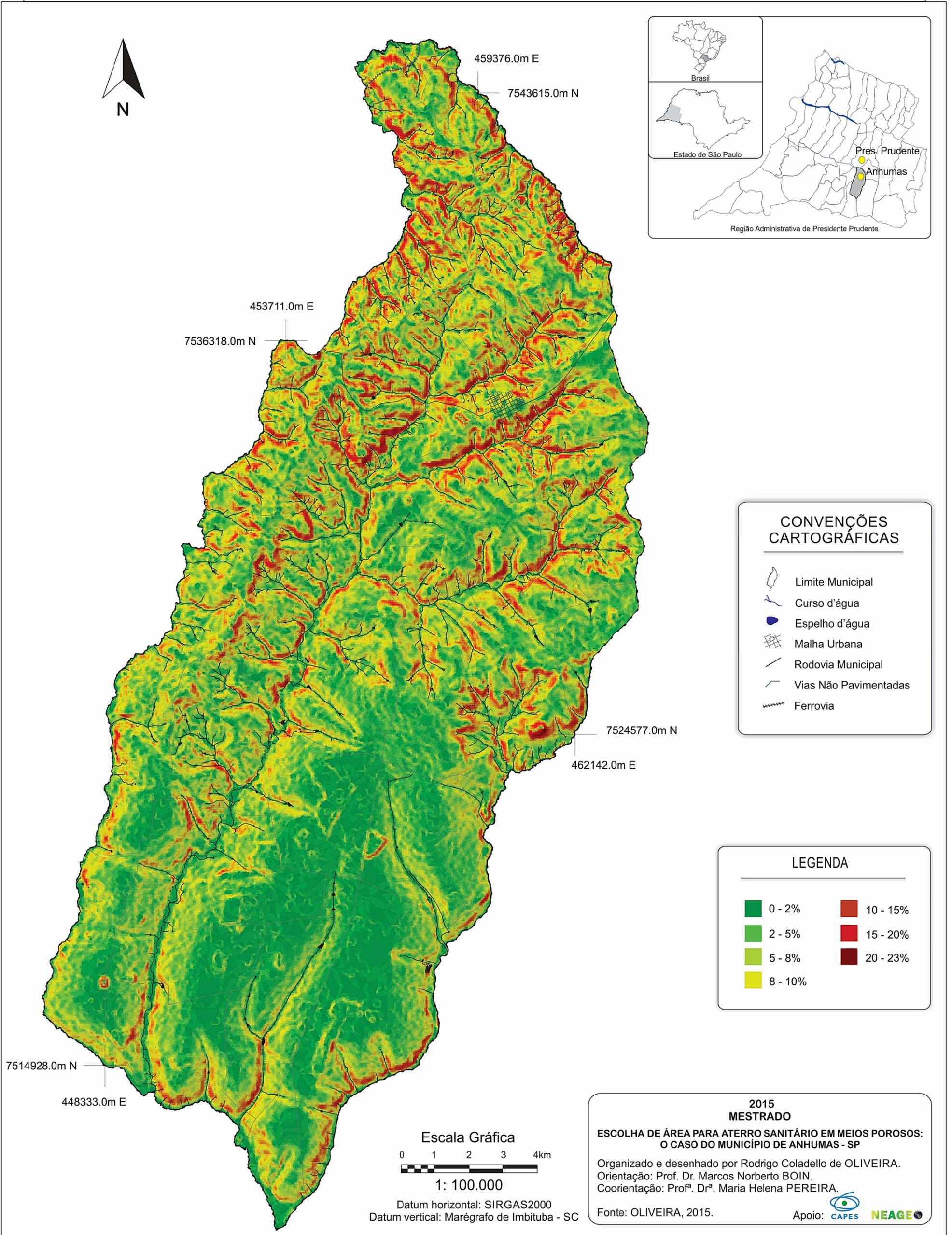
Face ao exposto, solos localizados nas partes inferiores das encostas em que as superfícies são menos declivosas, costumam ser mais profundos, pois favorecem a infiltração das águas das chuvas alterando o maciço rochoso em maior profundidade, enquanto que nas áreas de maior dissecação do relevo é favorecida a remoção das partículas do solo pelas águas das chuvas, tornando-o delgado ou pouco espesso. Portanto, as faixas de declividades entre 2 a 5% são considerados favoráveis à implantação do aterro sanitário, <2% e >5% são considerados moderados, >15% severo e >20% restritivo.

Assim, associado as forma do relevo, tem-se a declividade e aos tipos de vertentes. Nas côncavas, consideram-se locais de fragilidade elevada, das quais geralmente associadas à cabeceira da rede de drenagem, concentram o escoamento da água superficial, direcionando e concentrando-a em determinados

pontos do relevo. O mesmo pode-se atribuir as vertentes de maior declividade, onde se localiza condicionantes geoambientais de maior fragilidade, tais como: exposição do maciço rochoso, solos pouco desenvolvidos e associados ao hidromorfismo, provocado pelos freáticos suspensos.

FIGURA 40 - Mapa de declividade do município de Anhumas - SP

### Carta de declividade do município de Anhumas - SP



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- Limite Municipal
- Curso d'água
- Espelho d'água
- Malha Urbana
- Rodovia Municipal
- Vias Não Pavimentadas
- Ferrovia

**LEGENDA**

0 - 2%	10 - 15%
2 - 5%	15 - 20%
5 - 8%	20 - 23%
8 - 10%	

7514928.0m N  
448333.0m E

453711.0m E  
7536318.0m N

459376.0m E  
7543615.0m N

7524577.0m N  
462142.0m E

**Escala Gráfica**  
0 1 2 3 4km  
1: 100.000

Datum horizontal: SIRGAS2000  
Datum vertical: Marégrafo de Imbituba - SC

**2015 MESTRADO**  
**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRAMENTO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**  
Organizado e desenhado por Rodrigo Coladello de OLIVEIRA.  
Orientação: Prof. Dr. Marcos Norberto BOIN.  
Coorientação: Profª. Drª. Maria Helena PEREIRA.  
Fonte: OLIVEIRA, 2015.



Predomina ao sul do município de Anhumas o Latossolo Vermelho (Figura 41, p.124) e, como a nomenclatura define, a cor vermelha acentuada possui relação com os teores de óxidos de ferro presentes no material de origem em ambientes bem drenados, suas estruturas uniformes, características de cor e textura são mais evidenciadas em profundidade (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Geralmente os Latossolos Vermelhos são identificados em áreas extensas e de relevo relativamente plano ou suavemente ondulado, o que favorece o cultivo e a mecanização de grande variedade de grãos e de outras culturas como a cana-de-açúcar. Esta condição dificulta sobremaneira o afloramento de perfis de solo, somente sendo caracterizado através da sondagem a trado.

Os Latossolos Vermelho são considerados solos profundos e textura porosa a muito porosa, tal situação contribui para o desenvolvimento das raízes em profundidade, especialmente se os Latossolos pertencerem a categoria dos eutróficos (de fertilidade alta). Todavia, caso os solos apresentem elevadas concentrações de alumínio e que caracterizem-no um solo álico, a barreira química do alumínio dificulta o desenvolvimento das raízes. Ainda, o solo em questão possui limitações naturais quanto à quantidade de água disponível às plantas e a susceptibilidade à compactação (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Desta forma, a água subterrânea concentra-se em profundidades superiores em relação aos demais solos do município. É neste sentido que este tipo de solo detêm a classificação de baixa vulnerabilidade conforme a carta pedológica (Figura 46, p.127), mesmo possuindo desvantagem em relação à quantidade de argilas, assim como os solos da região do município de Anhumas, uma vez que poderia ser aproveitado para a cobertura dos resíduos e na proteção da base das valas do aterro sanitário.

FIGURA 41 – Amostra de Latossolo Vermelho, em relevo plano entre o ribeirão Anhumas e o córrego do Mandacarú.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo existentes na porção norte, central e extremo sul do município, em geral, apresentam-se com textura arenosa média e, quando abrupto, ou seja, quando há baixa quantidade de argila em camadas superficiais do solo e médio/alto em subsuperfície (Btextural), dificulta-se a infiltração da água no solo, predominando em partes o escoamento superficial e esporadicamente a formação de plintitas.

Geralmente as plintitas podem ser encontradas em Argissolos e que são originadas pela segregação localizada de Ferro (Fe) formando concreções lateríticas ferruginosas (plintitas) e pelos ambientes de ocorrência, geralmente, sob condições de restrição à infiltração de água ou à efeitos temporários de excesso de umidade, como por exemplo, a flutuação do nível dos lençóis freáticos suspensos (Figura 42 e 43, p.125).

Como explanado anteriormente, nos setores em que a declividade ultrapassa 15% encontram-se presentes os Neossolos Litólicos que nem sempre estão associados à exposição do lençol freático e apresentam características distróficas, de restrição na penetração de raízes e transição direta para o maciço rochoso em estado de intemperização (Figura 44, p.125). Ademais, quando encontram-se em ambientes redutores assumem características de elevada quantidade de matéria orgânica.

Em locais restritos como fundos de vale e planícies aluviais, são encontradas as areias quartzarênicas com associação à Gleissolo (Figura 45, p.125).

FIGURA 42 – Plintitas próximo ao afloramento do lençol suspenso na cabeceira do córrego São Pedro.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 43 – Formação de plintitas devido a concentração de umidade sobre o maciço rochoso próximo ao ribeirão Anhumas.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 44 – Neossolo litólico próximo à cabeceira do rio Santo Anastácio.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 45 – Gleissolo na planície de um afluente do rio Santo Anastácio.



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Os solos existentes no município de Anhumas supracitados neste capítulo apresentam relação direta com os demais elementos da paisagem (Quadro 6), sendo esta relação possível de ser identificada e que auxilia na compreensão do comportamento destes elementos e, desta forma, contribui demasiadamente na definição das unidades de maior potencialidade à instalação de aterro sanitário.

QUADRO 6 – Relação da declividade, forma de relevo, drenagem e os tipos de solo.

CLASSE PEDOLÓGICA	LITOLOGIA	RELEVO	DECLIVIDADE APROXIMADA	DRENAGEM
Areias quartzarênicas	Coberturas cenozóicas quando em fundo de vales	Relevo plano e áreas de várzea	< 2 %	Subparalelo e baixa densidade
Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo	Formação Adamantina (Ka <sub>I</sub> , Ka <sub>IV</sub> e Ka <sub>V</sub> )	Relevo plano à suavemente ondulado	2 a 10%	Subparalelo e Dendrítico de baixa e média densidade
Argissolo Vermelho-Amarelo	Formação Adamantina (Ka <sub>IV</sub> e Ka <sub>V</sub> )	Relevo suavemente ondulado à ondulado	10 a 15%	Dendrítico, média e alta densidade
Neossolo litólico	Fragmentos de rocha em estado de intemperização	Relevo ondulado	> 15%	Dendrítico, alta densidade

Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Nota: Baseado em SUDO, 1981; BOIN, 2000; DIBIESO, 2012.

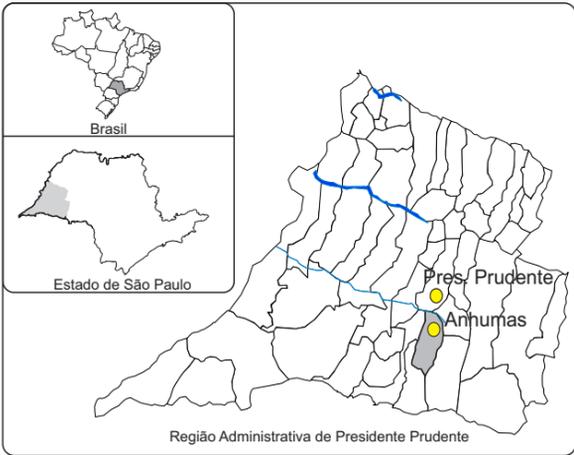
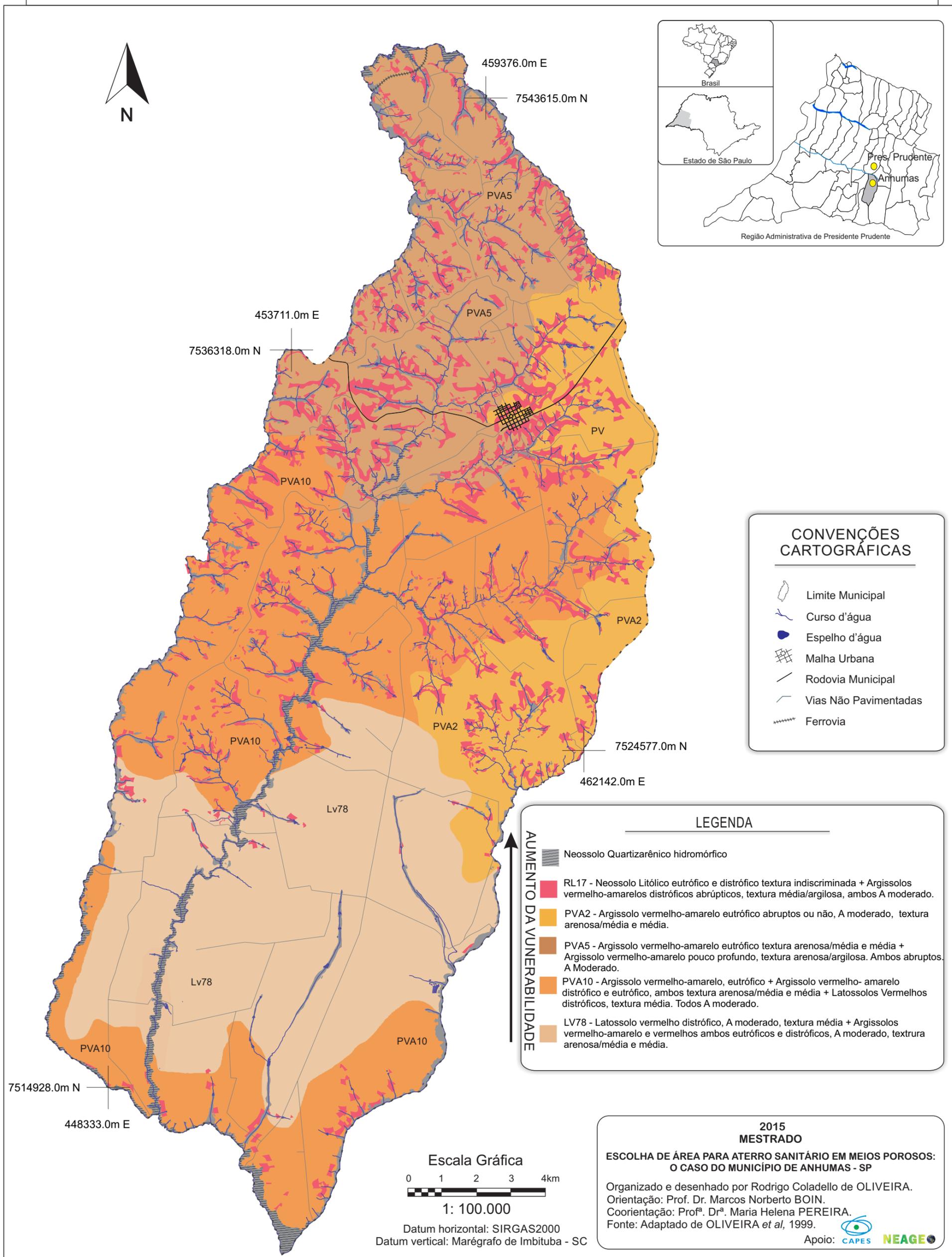
Observa-se no quadro acima que os locais com maior aptidão à instalação do aterro sanitário poderão pertencer aos Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, em vista da maior profundidade do solo, ausência de água subterrânea nas proximidades da superfície e densidade de drenagem baixa, favorecendo, portanto, extensas áreas de potencialidade provável.

Assim, embora os Argissolos do município apresentarem características aceitáveis para o revestimento do fundo da vala e cobertura dos resíduos, existem diferentes níveis a serem considerados, pois além de associar-se à um relevo movimentado, caracterizado por setores com declividades elevadas, ocorre a presença de neossolos litólicos subordinados ao hidromorfismo, como já apontado anteriormente.

Ainda, destaca-se que dentre os solos apresentados no quadro anterior, a maior restrição à instalação de aterro sanitário compete às areias quartzarênicas, visto que estas ocorrem em ambientes próximos aos fundos de vale e possuem características de alta porosidade e permeabilidade.

FIGURA 46- Mapa Pedológico do Município de Anhumas

### Carta pedológica do município de Anhumas - SP



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- Limite Municipal
- Curso d'água
- Espelho d'água
- Malha Urbana
- Rodovia Municipal
- Vias Não Pavimentadas
- Ferrovia

**LEGENDA**

**AUMENTO DA VULNERABILIDADE** ↑

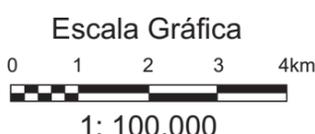
- Neossolo Quartzarênico hidromórfico
- RL17 - Neossolo Litólico eutrófico e distrófico textura indiscriminada + Argissolos vermelho-amarelos distróficos abruptos, textura média/argilosa, ambos A moderado.
- PVA2 - Argissolo vermelho-amarelo eutrófico abruptos ou não, A moderado, textura arenosa/média e média.
- PVA5 - Argissolo vermelho-amarelo eutrófico textura arenosa/média e média + Argissolo vermelho-amarelo pouco profundo, textura arenosa/argilosa. Ambos abruptos, A Moderado.
- PVA10 - Argissolo vermelho-amarelo, eutrófico + Argissolo vermelho-amarelo distrófico e eutrófico, ambos textura arenosa/média e média + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média. Todos A moderado.
- LV78 - Latossolo vermelho distrófico, A moderado, textura média + Argissolos vermelho-amarelo e vermelhos ambos eutróficos e distróficos, A moderado, textura arenosa/média e média.

7514928.0m N  
448333.0m E

453711.0m E  
7536318.0m N

459376.0m E  
7543615.0m N

7524577.0m N  
462142.0m E



Datum horizontal: SIRGAS2000  
Datum vertical: Marégrafo de Imbituba - SC

**2015 MESTRADO**

**ESCOLHA DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO EM MEIOS POROSOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE ANHUMAS - SP**

Organizado e desenhado por Rodrigo Coladello de OLIVEIRA.  
Orientação: Prof. Dr. Marcos Norberto BOIN.  
Coorientação: Profª. Drª. Maria Helena PEREIRA.  
Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al*, 1999.

Apoio:

Todas as características da paisagem de Anhumas expostas anteriormente controlam as formas de uso da terra (Figura 53, p.131), contudo, embora estas condições naturais exerçam influência significativa, os arranjos ocupacionais e a presença antropogênica atuam como elementos modeladores da paisagem. Neste sentido, dentre todas modificações, destaca-se a perda dos fragmentos florestais do município em escala temporal recente, da qual foi substituída principalmente pela monocultura e pastoreio.

Assim, ao norte do município, o uso da terra é marcado por pastagens, monoculturas de cana-de-açúcar e pequenas agriculturas, sendo comum o cultivo da silvicultura, mamão, limão, laranja, batata-doce, café, abóbora, melancia, entre outros (Figura 47). Em função dos fatores esculturais do relevo desta unidade – e da consequente dificuldade de mecanização –, as culturas são diversificadas e ocupam polígonos menos extensos, embora que predomine, ainda, o capim exótico da pastagem e a cana-de-açúcar (Figura 48).

FIGURA 47 – Plantação de batata-doce no divisor de águas entre o córrego da Onça e o ribeirão Anhumas (Ka<sub>IV</sub>).



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 48 – Cultivo de café na bacia do rio Santo Anastácio (Kav).

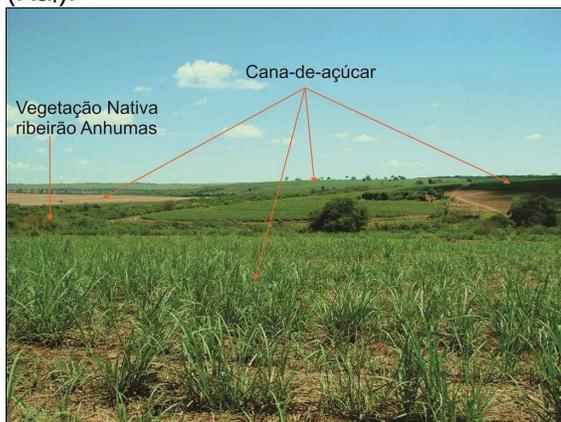


Fonte: OLIVEIRA, 2015.

O grau de proteção apresentado junto à carta de uso da terra, não envolve somente questões ambientais preservacionistas, mas também questões de âmbito social, haja visto que pequenos produtores, principalmente os de assentamento rural, sobrevivem e extraem desta prática a principal fonte de renda e, ainda, a instalação de aterro sanitário próximo à estes provocaria um grande impacto social e de demasiada desvalorização imobiliária.

Desta forma, atenta-se para o fato de que ao sul do município prevalecem o cultivo da cana-de-açúcar em extensas áreas (Figura 49), seguida pelo pastoreio de gado e culturas temporárias (milho, soja, feijão, etc.) (Figura 50). O avanço do setor sucroalcooleiro dá-se em grande parte sobre o Latossolo Vermelho em decorrência da baixa declividade e da facilidade na colheita mecanizada.

FIGURA 49 – Canavial ao sul do município e próximo ao ribeirão Anhumas (Ka).



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 50 - Pastagem extensa ao sul do município (Ka).



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Por último, ao sul do município, mais especificadamente às margens do ribeirão Anhumas, existem fragmentos florestais significativos e que necessitam manter-se preservados e, também em setores afastados da margem de corpos d'água constituem-se reservas florestais de propriedades particulares cuja vegetação estabelecida corresponde à espécies com características de mata atlântica e alguns exemplares isolados com feições de cerrado (Figuras 51 e 52).

FIGURA 51 – Remanescentes de vegetação no sul do município



Fonte: OLIVEIRA, 2015.

FIGURA 52 – Vegetação de cerrado, galhos retorcidos e tronco casca grossa.



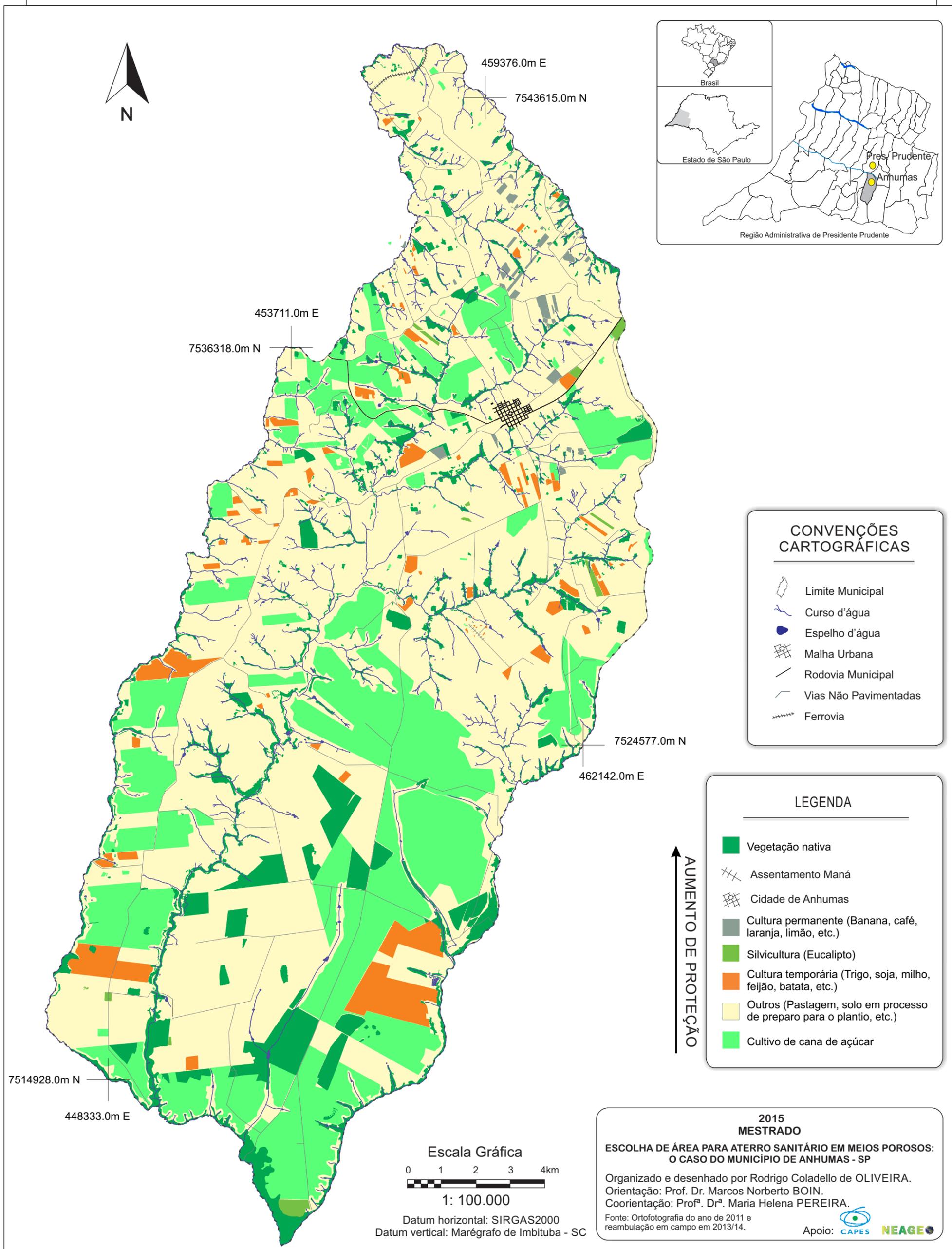
Fonte: OLIVEIRA, 2015.

No que concerne à proteção do solo e dos recursos hídricos o uso da Terra oferece coeficientes de eficiência variado, com relação à cobertura vegetal.

As áreas de florestas / vegetação nativa, propiciam maior proteção aos recursos naturais gerando condições ecodinâmicas de maior estabilidade (equilíbrio dinâmico), enquanto que as áreas antropizadas produzem maior instabilidade emergente, gerando níveis de fragilidade ambiental em decorrência, tanto da biomassa, quanto do manejo do solo (TRICART, 1977; AMARAL; ROSS, 2009).

FIGURA 53- Carta de uso da terra do município de Anhumas - SP

### Carta de uso da terra do município de Anhumas - SP



No que se refere aos índices de precipitação, é importante ressaltar sua significância pois exerce influência direta nos processos de formação de chorume, decomposição dos resíduos e propagação de contaminantes presentes no sistema aterro sanitário. Ao compreender a intensidade deste elemento climático em sua sazonalidade ou variabilidade, podem-se aplicar práticas de gerenciamento adequadas à situação, dentre elas a de prevenção de riscos geotécnicos iminentes.

Assim, para elucidar a respeito da precipitação média da região, tem-se o estudo realizado por Boin (2000) que avaliou dados de chuva em escala temporal de 30 anos para a região do oeste paulista e, relacionou-os com processos erosivos. O período pesquisado pelo autor supracitado é compreendido entre os anos de 1967 - 1996 e, encontra-se sintetizado em médias e estações do ano (Tabela 1).

TABELA 1 – Pluviosidade média do oeste paulista (1967 – 1996).

Período	Pluviosidade média (mm)
Verão	406,2
Outono	436,6
Inverno	208,4
Primavera	299,5
Anual	1350,7

Fonte: BOIN, 2000.

Diante do exposto, é possível observar as estações do ano que apresentam maiores precipitações e estiagens. Para a presente pesquisa, buscaram-se dados mensais atualizados referentes à pluviosidade média entre os anos de 2003 à 2013 na Estação meteorológica da Unesp de Presidente Prudente – SP, situada a aproximadamente 25 quilômetros da cidade de Anhumas – SP, conforme a Tabela 2.

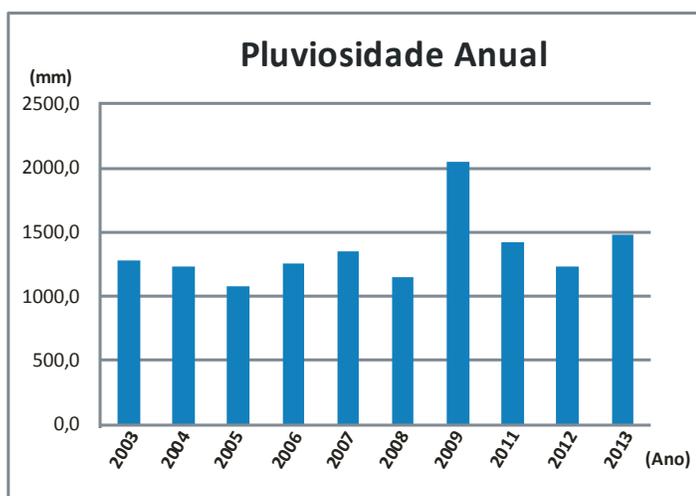
TABELA 2 – Pluviosidade média (2003 – 2013).

Período	Pluviosidade média (mm)
Janeiro	212,3
Fevereiro	180,9
Março	125,6
Abril	68,3
Maio	74,6
Junho	54,8
Julho	40,0
Agosto	37,6
Setembro	77,2
Outubro	125,1
Novembro	126,4
Dezembro	172,3
Anual	1308,2

Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Destaca-se que os valores médios estão longe de representar a variabilidade existente tanto ao longo do período analisado (2003 – 2013), onde há anos com pluviosidade de 1.144,6 mm (2008) e ano como o de 2009, onde choveu 2.049,6 mm (Gráfico 2).

GRÁFICO 2 – Pluviosidade anual no período de 2003 a 2013 na Estação Meteorológica de Presidente Prudente.



Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Também, importante é salientar que o número médio de dias de chuvas apresenta uma grande variação ao longo do ano concentrando-se em maior número, principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e, por sua vez os menores números de dias de chuva nos meses de julho e agosto (Gráfico 3)

GRÁFICO 3 – Média do número de dias de chuva na Estação Meteorológica de Presidente Prudente.



Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Em resumo, condicionada a sazonalidade climática da região o município recebe maior incidência solar no verão e, conseqüentemente, valores elevados de temperatura. A temperatura elevada desta época, influenciada pelas massas de ar tropical e equatorial, aquecem as superfícies líquidas, que somadas aos demais elementos atmosféricos, provocam os episódios de precipitação acentuada desta estação.

Sendo assim, no inverno é quando acontece o inverso, ou seja, ocorre uma redução do fotoperíodo em relação ao verão, onde a diminuição da evaporação das superfícies líquidas associada a participação das massas polares ocasiona menor precipitação pluvial. Este fato, salientado por Monteiro (1973) e Boin (2000), comparece na faixa de transição climática entre os climas controlados por massas equatoriais e tropicais e os climas controlados por massas polares e tropicais (Figura 13), que passa ao norte do município de Anhumas. Assim, as temperaturas médias entre o período de 2003 a 2013, podem ser observadas na tabela 3 a seguir.

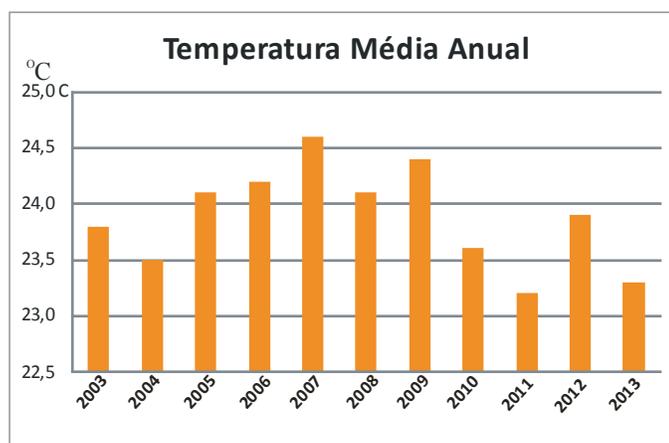
TABELA 3 – Temperatura média (2003-2013).

Período	Média (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Janeiro	25,4	24,4	26,4
Fevereiro	26,1	26,6	25,8
Março	25,8	25,4	26,1
Abril	24,5	23,7	24,1
Mai	20,9	20,4	19,8
Junho	20,6	19,7	21,1
Julho	20,7	20,1	22,2
Agosto	22,5	23,2	23,6
Setembro	23,8	24,6	22,5
Outubro	24,9	26,5	25,7
Novembro	25,4	25,7	26,5
Dezembro	26,3	26,9	26,5
Anual	23,9	23,8	23,3

Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Assim como a pluviosidade a temperatura apresenta uma grande variabilidade anual, como se pode observar no Gráfico 4, a seguir.

GRÁFICO 4 – Temperatura média anual no período de 2003 a 2013.



Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Vale apontar que quando se trata de temperatura mínima e máxima, os dados da Estação Meteorológica da UNESP de Presidente Prudente, em relação ao período de 1968 a 2013, apontam para temperaturas muito discrepantes daquelas estabelecidas como médias mensais, sazonais ou anuais. Na Tabela 4 a seguir,

verifica-se que enquanto as médias oscilam entorno dos 20 a 25 °C, as temperaturas mínimas atingem até valores negativos e as máximas em torno dos 30 a 39 °C.

TABELA 4 – Resumo das informações de temperatura para o período de 1968 a 2013 da Estação Meteorológica da UNESP de Pres. Prudente.

RESUMO 1968-2013									
	MÉDIA			MÍNIMA			MÁXIMA		
	MÉD.	MÁX.	MÍN.	MÉD.	MÁX.	MÍN.	MÉD.	MÁX.	MÍN.
JAN	25,5	28,9	22,1	19,6	22,0	11,6	32,7	37,2	29,4
FEV	25,7	28,7	22,5	19,5	21,5	15,3	33,0	38,0	29,8
MAR	25,4	28,4	21,6	19,2	22,2	9,2	33,5	38,1	29,0
ABR	23,9	27,3	18,7	15,6	20,1	2,6	33,9	38,1	29,0
MAI	20,9	25,3	14,8	13,7	17,8	1,7	28,5	33,4	25,1
JUN	20,0	24,2	12,7	12,8	17,5	1,8	29,0	32,0	25,6
JUL	20,0	24,5	12,1	11,5	17,0	-1,8	29,1	33,5	25,4
AGO	21,9	27,2	14,3	13,3	18,8	0,1	31,9	37,3	24,8
SET	22,8	28,5	15,8	14,7	18,7	5,0	33,2	38,9	27,0
OUT	24,4	29,3	19,1	16,1	20,6	9,9	33,6	38,8	28,3
NOV	25,0	29,1	20,4	15,8	20,6	10,1	32,8	39,3	27,2
DEZ	25,5	29,1	21,5	18,4	21,6	10,1	33,3	38,5	28,7
ANO	23,4	27,5	18,0	11,5	17,0	-1,8	33,9	39,3	29,8

■ Episódio de temperatura mínima registrada.

■ Episódio de temperatura máxima registrada.

Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Estas informações, sobre a temperatura, possibilitam prever os períodos de maior desenvolvimento e atividade das bactérias decompositoras da matéria orgânica (bactérias metanogênicas). Estas bactérias em determinadas faixas de temperatura dos ambientes anaeróbios, segundo Nunes (2002), se dividem em mesofílicas e termofílicas. A primeira atua com maior intensidade em temperaturas entre 29 e 45°C, enquanto que a segunda atua em faixas de 45 a 70°C e podem produzir o dobro da quantidade de metano que as da faixa mesofílica.

Já com relação à direção dos ventos, que podem conduzir odores para os aglomerados populacionais, ao analisar um período de 10 anos (2003 – 2013), pode-se observar a predominância de ventos advindos de direções do quadrante leste, representando cerca de 68,4% da média anual para esta região (Tabela 5 e Gráfico 5) e, que nem sempre precedem de chuva capaz de dispersar poeiras, poluentes e odores das adjacências de um aterro sanitário. Desta forma, embora apresentem predominância de direção, a baixa intensidade desses ventos torna-se prejudicada, pois não dispersa os odores e poluentes para regiões afastadas.

Os ventos provenientes do quadrante sul, apesar da baixa predominância, atribuem temperatura e umidade baixas e velocidade alta, sendo geralmente associados à precedência de chuvas e ao Anticiclone Migratório Polar Atlântico. Assim, pode-se considerar que estes ventos são favoráveis para a dispersão dos poluentes em questão, entretanto, desde que não hajam aglomerados habitacionais em um raio mínimo de 2 km do aterro e que esteja distante do sentido da propagação.

Já os ventos do quadrante oeste, principalmente “W” e “NW”, possuem pouca variação em relação à frequência anual, sendo de baixa ocorrência nos períodos de inverno. Estes ventos estão associados ocasionalmente à massa Tropical Continental, que originária na Baixa Pressão do Chaco/Pantanal apresenta temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e constantes períodos de calmaria que prejudicariam a dispersão de odores.

TABELA 5 – Direções dos ventos entre 2003 – 2013.

	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
Janeiro	14,0	7,2	6,4	4,3	3,4	11,3	33,7	19,8
Fevereiro	12,4	6,7	7,2	5,6	4,5	11,1	32,0	20,6
Março	8,1	5,3	8,3	7,2	4,4	12,7	40,4	13,7
Abril	5,9	3,3	5,7	7,8	5,3	19,2	40,8	12,1
Maiο	5,8	3,7	7,4	11,5	4,9	18,1	37,4	11,2
Junho	7,1	2,8	6,3	7,5	3,4	16,9	39,3	16,7
Julho	6,8	2,9	6,1	8,9	3,6	15,1	39,8	16,8
Agosto	6,7	2,0	5,3	8,3	3,7	14,3	40,3	19,3
Setembro	6,9	2,8	6,1	11,1	4,1	14,8	39,9	14,2
Outubro	7,6	4,5	7,3	7,8	5,1	14,4	39,7	13,6
Novembro	8,9	4,7	7,2	7,2	5,0	14,4	39,5	13,0
Dezembro	10,7	6,7	8,2	5,7	4,1	13,7	35,5	15,4
Ano	8,4	4,4	6,8	7,7	4,3	14,7	38,2	15,5

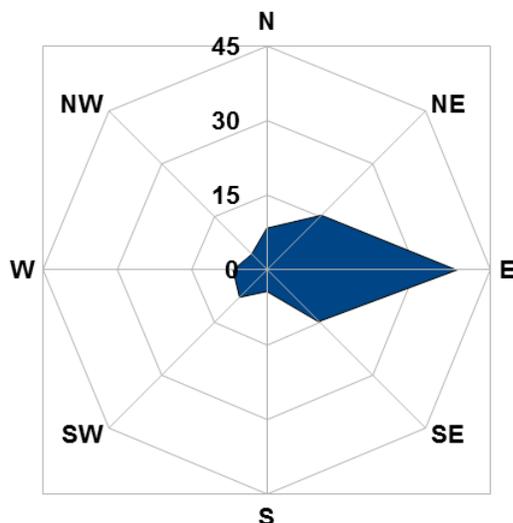
Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Nota: Dados em %.

Verão Outono Inverno Primavera

GRÁFICO 5 – Direção predominante dos ventos anual entre 2003 - 2013.

**Direção predominante dos ventos (%)**  
**ANUAL**



Fonte: Estação Meteorológica da Unesp.

Assim, sendo a área do município localizada sobre o Planalto Ocidental Paulista, caracterizado por relevo pouco movimentado e um clima com certa uniformidade em toda a sua extensão, permitiram utilizar dados da Estação Meteorológica da UNESP de Presidente Prudente e considerar um grau de fragilidade único, como médio.

#### 4.3 Sínteses das Unidades de Paisagem do Município de Anhumas

Cabe destacar que esta abordagem integrada não se deve restringir à estudos de escolha de área para aterro, mas também a trabalhos que objetivam o planejamento ambiental no amplo sentido, visto que esta forma de análise permite compreender as combinações dinâmicas e instáveis dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que transformam a paisagem (BERTRAND, 2004; TRICART, 1977, p.35).

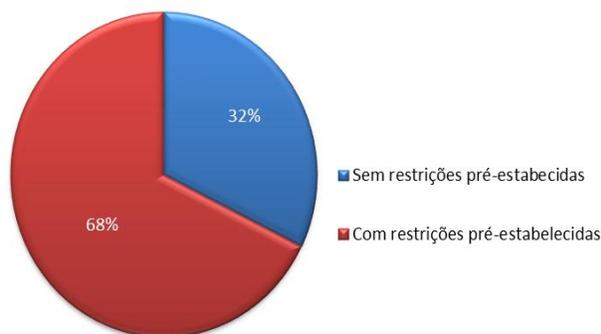
Assim, sintetizar integradamente todas as informações elencadas no decorrer deste trabalho permitem identificar ambientes de potencialidade e fragilidade para a instalação do aterro sanitário. Portanto, é desta forma que apresentar-se-ão a seguir as sínteses das unidades do município de Anhumas,

sendo categorizadas em unidades de restrições legais e técnicas, unidades de fragilidade ambiental e unidades de paisagem.

*Restrições ambientais, legais e de segurança.*

Ao se analisar as restrições sobre a área do município verifica-se (Figura 54) que o setor norte, apresenta a maior sobreposição de restrições legais (Portaria MINTER 124/1980, Área de Segurança aeroportuária – CONAMA 04/1995, Restrição de redes de alta tensão – ABNT / NBR 5422/1985 e Distância de aglomerados habitacionais). Esta cobertura sobrepositiva corresponde a 68% da área total do município (Gráfico 6), o que significa um percentual alto de restrição legal. Este fato vem demonstrar que ao se estabelecer os regramentos impostos pela Lei, poucas são as possibilidades de áreas para instalação de aterros sanitários. Somado às restrições legais ainda deve-se considerar que o meio físico oferece diferentes níveis de fragilidade que determinarão novas restrições de uso.

GRÁFICO 6 – Porcentagem de restrições pré-estabelecidas no município.



Fonte: OLIVEIRA, 2014.

O comprometimento restritivo ao norte do município, se deve em parte, às características do meio físico, que comparece com uma rede de drenagem de maior densidade e inúmeros lençóis freáticos suspensos, além de interflúvios limitados. Também, é nesta porção que localizam-se os aglomerados populacionais como a cidade de Anhumas e o Assentamento Maná e, ainda: as redes de alta tensão, as rodovias e a área de Segurança Aeroportuária.

Já ao Sul do município, a ausência de vários destes fatores, tais como: aglomerados populacionais, Segurança Aeroportuária, rodovias e um meio físico

com menos corpos d'água, oferece uma melhor condição para a instalação de aterros sanitários. Salienta-se que nesta porção a restrição legal refere-se tão apenas à aquela atribuída pela portaria MINTER.

Assim, através de análise de operações métricas extraídas do SIG, as extensões destes regramentos impostos por Lei podem ser identificadas no Quadro 7 a seguir, onde apresentam-se as restrições pré-estabelecidas consideradas neste trabalho e suas respectivas áreas.

QUADRO 7 – Relação das restrições legais e suas extensões.

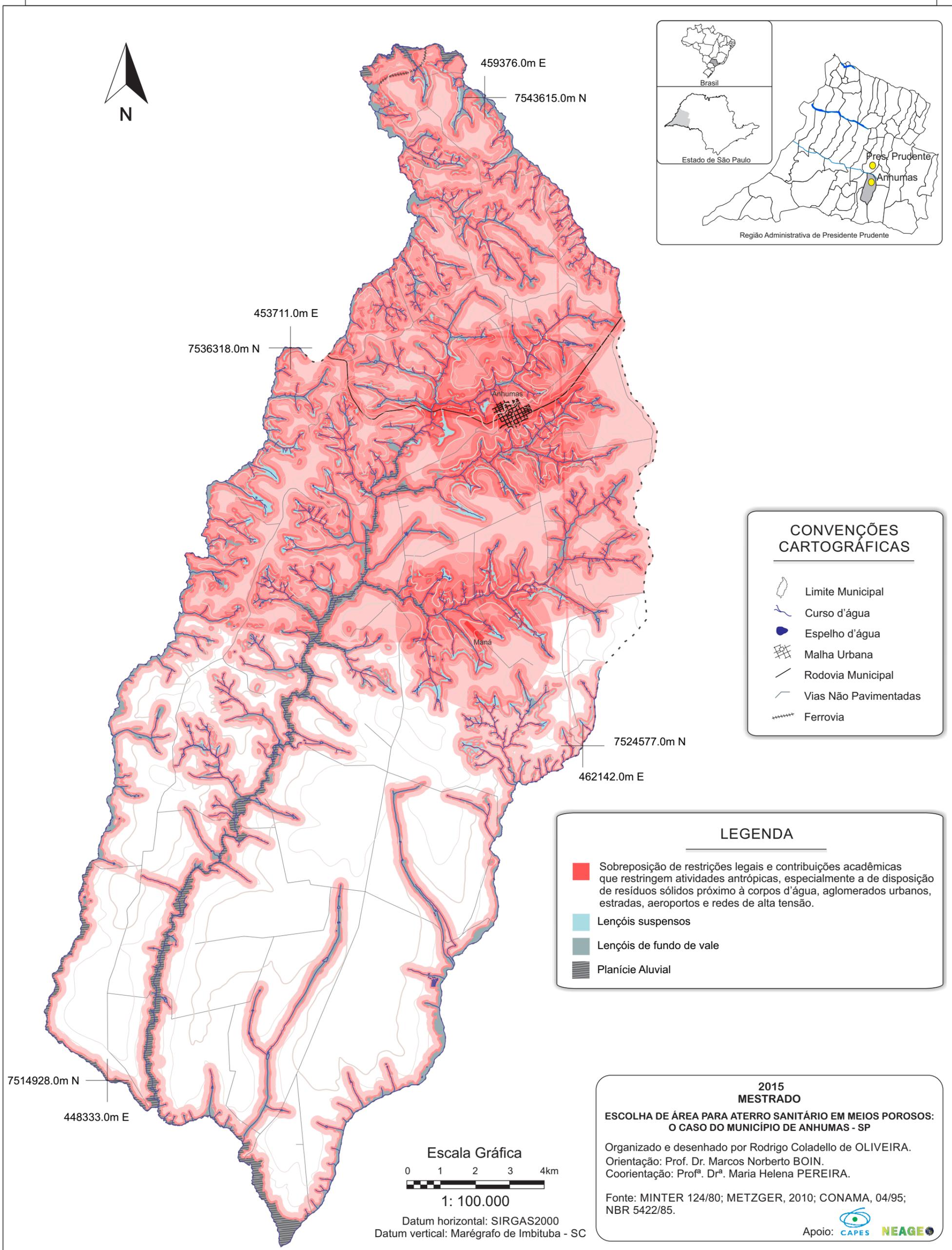
RESTRIÇÃO	ÁREA
Coleções Hídricas (Portaria MINTER 124/1980)	194,093 km <sup>2</sup>
Segurança Aeroportuária (CONAMA 04/1995)	142,583 km <sup>2</sup>
Áreas de Preservação Permanente (METZGER, 2010)	75,599 km <sup>2</sup>
Aglomerados Populacionais (CETESB)	35,189 km <sup>2</sup>
Rodovias (CETESB)	4,258 km <sup>2</sup>
Redes de Alta Tensão (ABNT/NBR 5422/1985)	1,146 km <sup>2</sup>

Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Observa-se no Quadro 7 uma grande quantidade de restrições pré-estabelecidas, que se somadas, corresponderiam a áreas superiores à extensão municipal, isto devido ao fato destas restrições se sobreporem em diversas porções do município, principalmente ao norte, conforme destacado anteriormente (Figura 55).

FIGURA 54 - Mapa das restrições pré-estabelecidas no município de Anhumas - SP

### Carta de restrições no município de Anhumas - SP



*Unidades ecodinâmicas e a fragilidade ambiental na paisagem de Anhumas.*

Como mencionado anteriormente no capítulo II – Procedimentos Metodológicos, para obter-se a classificação das unidades ecodinâmicas e a fragilidade potencial/ambiental, foram levantados e avaliados quatro fatores, em escala 1:100.000, conforme os parâmetros determinados na proposta de Ross (1994) e Amaral e Ross (2009), são eles: Uso da terra/cobertura vegetal, morfologia do relevo, Solos e Clima.

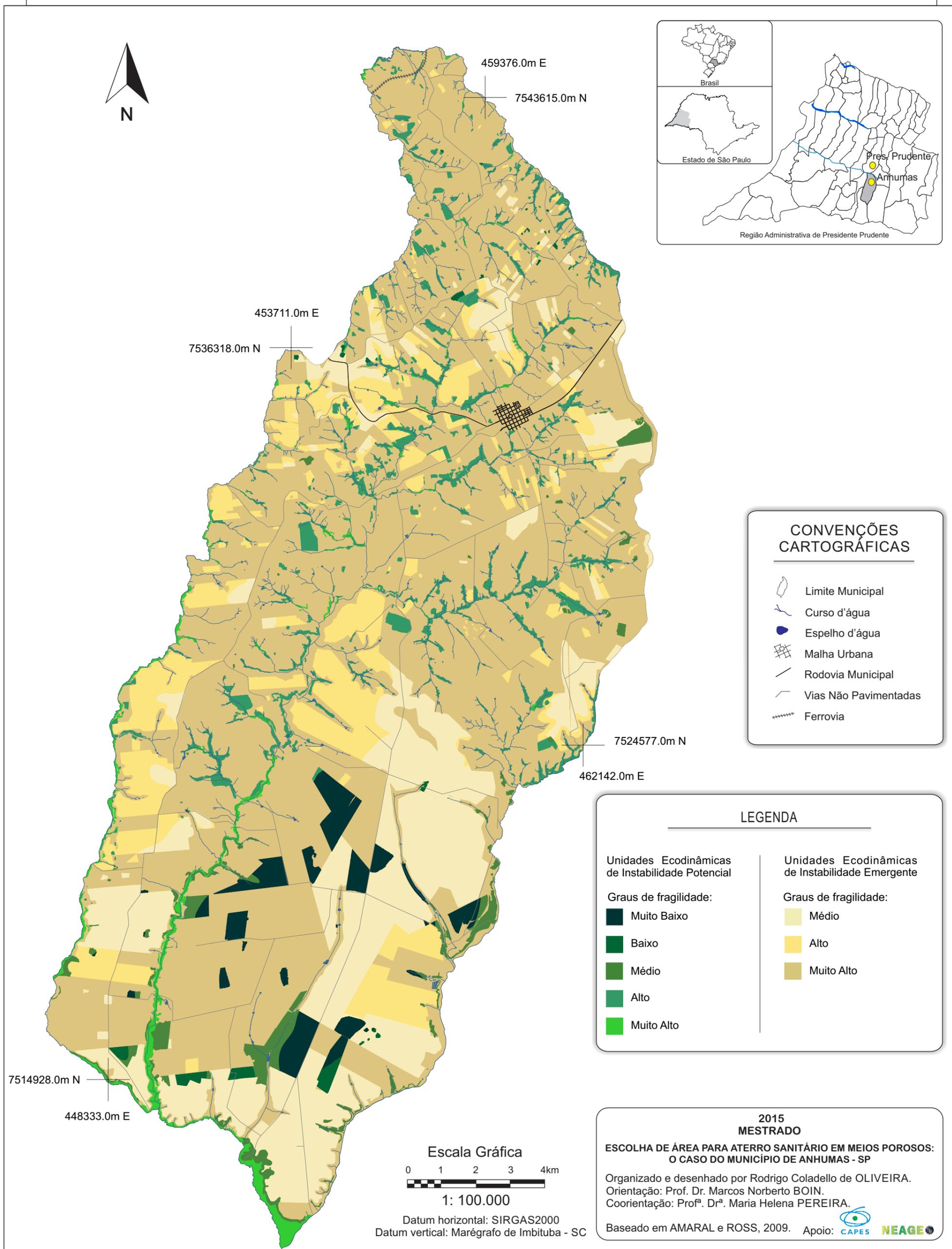
A integração dos métodos supracitados proporcionaram a classificação das unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial e emergente. Assim, o resultado cartográfico final desta integração permite observar a disposição espacial destas unidades e suas relações com atividades antrópicas, configurações do relevo, entre outros.

Os níveis de fragilidades atribuídos restringem a instalação do aterro sanitário em unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial, em face à sua principal característica de ambiente com vegetação nativa preservada ou em estágio de regeneração avançado, restando somente as de instabilidade emergente, mas que ainda necessitam da avaliação prévia para viabilidade de uso.

Assim, obtiveram-se 5 classes de ambientes ecodinâmicos de instabilidade potencial e 3 classes de ambientes ecodinâmicos de instabilidade emergente (Figura 55), onde, diante da necessidade ponderada de preservação das unidades vegetacionais, a primeira torna-se inviável. Já na segunda, os níveis de fragilidade ambiental variam de médio (3) à muito alto (5), o que reduz as possibilidades locais de maior aptidão à implantação de aterro sanitário, uma vez que estas unidades estão submetidas ao uso antrópico e, que aliado às características intrínsecas de fragilidade do meio e a ausência de práticas de manejo conservacionistas, promovem a degradação destes ambientes facilmente.

FIGURA 55 - Carta de fragilidade do município de Anhumas - SP

### Carta de fragilidade ambiental do município de Anhumas - SP



Cabe ressaltar que a vegetação existente nos ambientes ecodinâmicos de instabilidade potencial, já apresentado outrora por Tricart (1977) como “meios estáveis”, é capaz de manter a estabilidade morfofenética e em determinadas situações apresentam-se como locais sensíveis à intervenções antrópicas, podendo passar de estáveis para intergrades, retornar para estável novamente ou avançar rapidamente para instável.

Ross (1994) retoma essas concepções de ecodinâmica de Tricart (1977) e pondera ainda que as intervenções antrópicas provocam alterações de fluxos de energia e matéria dos sistemas que encontram-se em equilíbrio dinâmico, por isso devem ser necessariamente protegidas. A este exemplo, têm-se os locais onde a vegetação arbórea mantém a estabilidade das encostas declivosas, sustentando o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de matéria e energia e controlando conseqüentemente, os processos erosivos, conforme o Quadro 8.

QUADRO 8 – Descrição das Unidades de Ecodinâmicas de Instabilidade.(Continuação)

<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE POTENCIAL</b>	
<p><b>Cor no mapa:</b></p>  <p><b>Grau de Fragilidade:</b> <b>Muito Baixo</b></p>	<p><b>Descrição da Unidade</b></p> <p>Unidade caracterizada por vegetação arbórea nativa. Se estabelece sobre condições edáficas específicas, como solos mais profundos (geralmente Latossolos), relevo de topos planos e em locais com baixo potencial hídrico. A principal característica é a mescla de espécies do bioma Mata Atlântica e de transição para o Cerrado, com troncos tortuosos e caules revestidos de casca grossa.</p>
	<p><b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b></p> <p>Potencialidade ecossistêmica e mantenedora de biodiversidade. Proporciona o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de energia, matéria e informação. Possui grande vocação paisagística. Contribui ativamente para a recarga do lençol freático regional. É extremamente restrita para a instalação de aterro sanitário.</p>
	<p><b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b></p> <p>Apresenta solos com baixa fertilidade, mas a vegetação existente é responsável por manter o ciclo de nutrientes. A supressão da cobertura vegetal poderá desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.</p>
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE POTENCIAL</b>	
<p><b>Cor no mapa:</b></p> 	<p><b>Descrição da Unidade</b></p> <p>Unidade caracterizada por vegetação arbórea nativa. Se estabelece sobre condições edáficas específicas, como solos Argissolos e Latossolos, vertentes retilíneas, topos de morros convexos e em locais com baixo potencial hídrico. A principal característica é a mescla de espécies do bioma Mata Atlântica e de transição para o Cerrado, com troncos tortuosos e caules revestidos de casca grossa.</p>

Quadro 8 - Descrição das Unidades de Ecodinâmicas de Instabilidade.(Continuação)

<b>Grau de fragilidade:</b> <b>Baixo</b>	<b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b>
	Potencialidade ecossistêmica e mantenedora de biodiversidade. Proporciona o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de energia, matéria e informação. Possui grande vocação paisagística. Contribui ativamente para a recarga do lençol freático regional. É extremamente restrita para a instalação de aterro sanitário.
	<b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b>
	Apresenta solos com baixa fertilidade, mas a vegetação existente é responsável por manter o ciclo de nutrientes. A supressão da cobertura vegetal poderá desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE POTENCIAL</b>	
<b>Cor no mapa:</b>  <b>Grau de Fragilidade:</b> <b>Médio</b>	<b>Descrição da Unidade</b>
	Unidade caracterizada por vegetação arbórea nativa. Se estabelece sobre condições edáficas específicas, como solos Argissolos e Latossolos, vertentes retilíneas, topos de morros convexos e em locais com baixo potencial hídrico. A principal característica é a mescla de espécies do bioma Mata Atlântica e de transição para o Cerrado, com troncos tortuosos e caules revestidos de casca grossa.
	<b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b>
	Potencialidade ecossistêmica e mantenedora de biodiversidade. Proporciona o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de energia, matéria e informação. Possui grande vocação paisagística. Contribui ativamente para a recarga do lençol freático regional. É extremamente restrita para a instalação de aterro sanitário.
	<b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b>
	Apresenta solos com baixa fertilidade, mas a vegetação existente é responsável por manter o ciclo de nutrientes. A supressão da cobertura vegetal poderá desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE POTENCIAL</b>	
<b>Cor no mapa:</b>  <b>Grau de Fragilidade:</b> <b>Alto</b>	<b>Descrição da Unidade</b>
	Unidade caracterizada por vegetação arbórea nativa. Se estabelece sobre condições edáficas específicas, como solos Argissolos, vertentes côncavas convexas, geralmente em declividades elevadas e em locais com alto potencial hídrico. A principal característica é a mescla de espécies do bioma Mata Atlântica e de transição para o Cerrado, com troncos tortuosos e caules revestidos de casca grossa.
	<b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b>
	Potencialidade ecossistêmica e mantenedora de biodiversidade. Proporciona o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de energia, matéria e informação. Possui grande vocação paisagística. Contribui ativamente para a recarga do lençol freático regional. É extremamente restrita para a instalação de aterro sanitário.
	<b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b>
	Apresenta solos com baixa fertilidade, mas a vegetação existente é responsável por manter o ciclo de nutrientes. A supressão da cobertura vegetal poderá desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.

Quadro 8 – Descrição das Unidades de Ecodinâmicas de Instabilidade.(Continuação)

<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE POTENCIAL</b>	
<p><b>Cor no mapa:</b></p>  <p><b>Grau de Fragilidade:</b> <b>Muito Alto</b></p>	<p><b>Descrição da Unidade</b></p> <p>Unidade caracterizada por vegetação arbórea nativa. Se estabelece sobre condições edáficas específicas, como solos hidromórficos, em relevo de fundo de vale e sobre afloramento de lençóis freáticos de fundo de vale. A principal característica é a mescla de espécies do bioma Mata Atlântica e de transição para o Cerrado, com troncos tortuosos e caules revestidos de casca grossa.</p>
	<p><b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b></p> <p>Potencialidade ecossistêmica e mantenedora de biodiversidade. Proporciona o equilíbrio dinâmico entre os fluxos de energia, matéria e informação. Possui grande vocação paisagística. Contribui ativamente para a recarga do lençol freático regional. É extremamente restrita para a instalação de aterro sanitário.</p>
	<p><b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b></p> <p>Apresenta solos com baixa fertilidade, mas a vegetação existente é responsável por manter o ciclo de nutrientes. A supressão da cobertura vegetal poderá desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.</p>
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE EMERGENTE</b>	
<p><b>Cor no mapa:</b></p>  <p><b>Grau de Fragilidade:</b> <b>Médio</b></p>	<p><b>Descrição da Unidade</b></p> <p>Unidade caracterizada por extensas áreas de cultivo de cana-de-açúcar e áreas restritas de cultura permanente e silvicultura. O relevo de topos planos contribui para o manejo mecanizado da cana-de-açúcar e consequentemente para a expressividade espacial dessa cultura. Em alguns setores o plantio da cana avança sobre as vertentes retilíneas em direção para os fundos de vale dos principais cursos d'água do município (ribeirão Anhumas e córrego da onça). Quando em Argissolos e em interflúvios de topos convexos, os polígonos desta unidade tornam-se reduzidos.</p>
	<p><b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b></p> <p>A cobertura vegetal controla processos erosivos. Vocação agropastoril desde que associado ao manejo sustentável. A instalação de aterro sanitário nesta unidade deverá preceder de gestão e técnicas de segurança eficazes pois a maior permeabilidade do solo poderá contribuir para a contaminação do lençol freático regional em circunstâncias atípicas de vazamento dos contaminantes.</p>
	<p><b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b></p> <p>Necessidade de aplicação de agrotóxicos. Possibilidade de contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneo. Baixa ou nula densidade de vegetação arbórea nativa. Eventual sanilização dos solos. A retirada dos terraços podem desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.</p>
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE EMERGENTE</b>	
<p><b>Cor no mapa:</b></p> 	<p><b>Descrição da Unidade</b></p> <p>Unidade caracterizada por extensas áreas de cultivo de cana-de-açúcar e áreas restritas de cultura permanente, temporária e silvicultura, especialmente quando situada sobre relevo de topos planos ou retilíneo e Latossolo. Prepondera o relevo de vertente côncava convexa e Argissolos, sendo os mosaicos de culturas permanentes, temporárias e silvicultura de tamanhos inferiores aos da cana. Em alguns setores o plantio da cana avança em direção aos fundos de vale do ribeirão Anhumas, córrego do São Pedro, córrego do Cambuí e córrego da Onça..</p>

Quadro 8 – Descrição das Unidades de Ecodinâmicas de Instabilidade.(Conclusão)

<b>Grau de Fragilidade: Alto</b>	<b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b>
	A cobertura vegetal controla processos erosivos. Vocação agropastoril desde que associado ao manejo sustentável. A instalação de aterro sanitário nesta unidade deverá preceder de gestão e técnicas de segurança eficazes pois a maior permeabilidade do solo poderá contribuir para a contaminação do lençol freático regional em circunstâncias atípicas de vazamento dos contaminantes.
	<b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b>
	Necessidade de aplicação de agrotóxicos. Possibilidade de contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneo. Baixa ou nula densidade de vegetação arbórea nativa. Eventual sanitização dos solos. A retirada dos terraços podem desencadear processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.
<b>UNIDADE ECODINÂMICA DE INSTABILIDADE EMERGENTE</b>	
<b>Cor no mapa:</b> 	<b>Descrição da Unidade</b>
	Unidade caracterizada por extensas áreas de pastagem e solos em preparo para plantio, além de setores restritos com vegetação palustre e pousio. Esta unidade é a mais abrangente do município, sendo de comum ocorrência em planícies fluviais, vertentes convexas retilíneas, vertentes côncavas convexas, topos convexos, topos planos, em solos Latossolo, Argissolos, solos hidromórficos e neossolos litólicos. Em alguns setores das unidades de mapeamento KaIV e KaV ocorrem também feições hidrogeológicas refletidas na superfície do terreno (lençóis suspensos) associadas à alta declividade, além de processos erosivos avançados e outros já obliterados.
	<b>Potencialidades ambientais e vocações de uso</b>
<b>Grau de Fragilidade: Muito Alto</b>	A cobertura vegetal controla processos erosivos. Vocação agropastoril desde que associado ao manejo sustentável. A instalação de aterro sanitário nesta unidade deverá preceder de manejos e técnicas de segurança eficazes pois a maior permeabilidade do solo poderá contribuir para a contaminação do lençol freático regional em circunstâncias atípicas de vazamento dos contaminantes.
	<b>Atributos de fragilidade / aspectos ambientais relacionados</b>
	Baixa biodiversidade. Ausência de matas ciliares. Baixa ou nula densidade de vegetação arbórea nativa. A consequente substituição da cobertura vegetal arbórea pela gramínea de pastagem, muitas vezes é responsável pelo desencadeamento de diversos processos erosivos, dos quais são comuns nessa região devido a excessiva fragilidade do solo.

Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Apesar do relevo de topos convexos receberem o grau de fragilidade baixo (4), a preponderância do uso e cobertura da terra na classificação das unidades ecodinâmicas tornam-o com fragilidade média (3), alta (4) e muito alta (5), uma vez que estes ambientes são geralmente compostos por pastagem e solo em preparo para o plantio cujo grau de proteção é muito baixo (5).

Neste sentido, o termo fragilidade potencial é uma menção à vulnerabilidade natural do ambiente, já a fragilidade ambiental é referente à vulnerabilidade natural associada aos graus de proteção exercidos pelos diferentes

tipos de solos e uso e cobertura vegetal. Por isso a aparente inversão de graus de fragilidade apontadas no parágrafo que se antecede.

Da mesma forma ocorrem com os Argissolos, onde muito embora seus graus de fragilidades sejam considerados baixo (2) e médio (3), o fator uso do solo é quem determina o grau de fragilidade da unidade ecodinâmica, atrelando sempre à erodibilidade desses solos em função do uso.

Portanto, a instalação de aterro sanitário em locais como os explanados acima, somados às ausências de práticas conservacionistas do solo podem comprometer a estabilidade geotécnica do empreendimento, principalmente em meios porosos, onde os solos formados são pouco coesos e de baixa agregação das partículas, favorecendo portanto os processos erosivos.

#### *Unidades de Paisagem do município de Anhumas.*

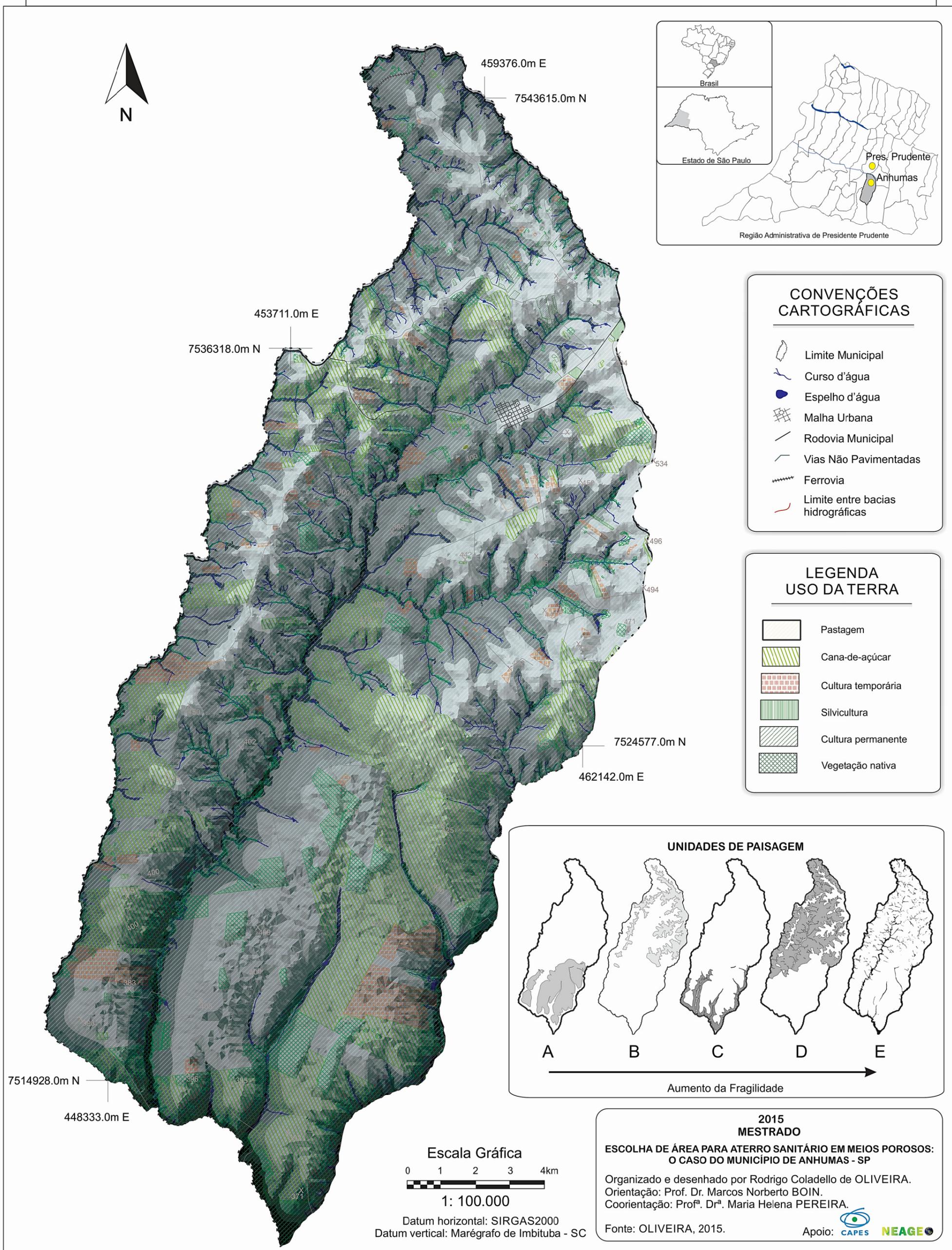
Partindo do pressuposto de que a teoria da paisagem através da abordagem geoecológica fornece uma fundamentação teórico-metodológica integradora para o planejamento ambiental (MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI 2004), é possível compreender portanto, o comportamento e a dinâmica do meio natural, apontar diagnósticos específicos e estruturar estratégias que otimizam o uso da terra em consonância com a capacidade de suporte dos ambientes.

Neste sentido, a integração dos fatores naturais, antrópicos e de restrição técnica ou legal à instalação do aterro sanitário, originou a carta de unidades de paisagem (Figura 56) com polígonos de denominação e área territorial exclusiva, cujo critério de distribuição não se restringe apenas à homogeneidade, mas sim a inseparabilidade dos elementos – já mencionada anteriormente pelos autores que trabalharam com a teoria da paisagem –, a intensidade das inter-relações e a evolução histórica.

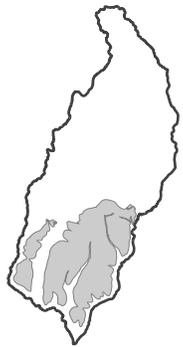
Ao todo foram demarcadas 5 unidades de paisagem, das quais são produto da integração entre geologia, relevo, solos e uso e cobertura da terra, onde possibilitou analisar as particularidades de cada unidade. As unidades de paisagem encontram-se organizadas sequencialmente conforme sua aptidão à instalação do aterro sanitário, sendo A (Adequado), B (Adequado com restrições), C (restrito), D (Inadequado) e E (Severamente restritivo).

FIGURA 56 - Síntese das unidades de paisagem do município de Anhumas - SP

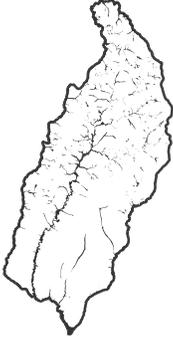
### Unidade de Paisagem do município de Anhumas - SP



QUADRO 9 – Descrição das Unidades de Paisagem. (Continuação)

UNIDADE DE PAISAGEM	DESCRIÇÃO
<p><b>Unidade A</b></p> 	<p>Em litologia da Unidade Informal de Mapeamento Ka<sub>I</sub> da Formação Adamantina, sem ocorrência de feições hidrogeológicas refletidas na superfície, caracterizada por relevo de topos planos e Latossolo vermelho escuro álico.</p> <p>Destaca-se nesta unidade o relevo plano com o mosaico de grandes propriedades rurais, o cultivo da cana-de-açúcar, gramíneas artificiais de pastagem e subordinadamente, culturas temporárias e silvicultura isolando os maiores fragmentos de vegetação nativa que ocorrem no município.</p> <p>Nesta unidade, os latossolos profundos propiciam uma maior aptidão de instalação do aterro sanitário, tanto em função dos demais aspectos geocológicos quanto os de restrição legal/técnica.</p>
<p><b>Unidade B</b></p> 	<p>Em litologia da Unidade Informal de Mapeamento Ka<sub>IV</sub> e Ka<sub>V</sub> da Formação Adamantina, sem ocorrência de feições hidrogeológicas refletidas na superfície, caracterizada por relevo de topos convexos e Argissolos Vermelho Amarelo.</p> <p>Destaca-se o relevo movimentado com mosaico de pequenas propriedades rurais, onde predominam culturas temporárias e permanentes, além de gramíneas de pastagem. A malha urbana de Anhumas encontra-se inserida em partes sobre esta unidade e os fragmentos de vegetação nativa são escassos.</p> <p>Nesta unidade, os Argissolos são mais desenvolvidos que os adjacentes e o relevo de topo convexo possibilita maior infiltração dos líquidos percolantes no solo. São locais onde a instalação do aterro sanitário torna-se adequada com restrições, visto que quase toda a unidade encontra-se sobre a área de segurança aeroportuária de Presidente Prudente – SP. Resta somente uma pequena parcela na porção centro-sul do município e que por situar-se em um ambiente onde as adjascências são marcadas pela dissecação elevada, devem-se aplicar medidas de segurança geotécnica para garantir a segurança do aterro sanitário caso o mesmo venha a ser implantado.</p>
<p><b>Unidade C</b></p> 	<p>Em litologia da Unidade Informal de Mapeamento Ka<sub>I</sub> da Formação Adamantina, sem ocorrência de feições hidrogeológicas refletidas na superfície, exceto em setores isolados próximo aos fundos de vale. É caracterizada por relevo de vertente retilínea e solos Argissolo vermelho amarelo e Latossolo vermelho.</p> <p>O relevo retilíneo e geralmente pouco inclinado favorece o plantio e manejo de algumas culturas como a cana-de-açúcar e outras temporárias. Tais culturas apresentam-se em grandes mosaicos alternados com alguns fragmentos de vegetação nativa, além de gramíneas artificiais de pastagem.</p> <p>Nesta unidade, os solos são bem desenvolvidos e em alguns setores o relevo apresenta-se relativamente plano, contudo as restrições legais da Portaria Minter 124/1980, restringem em 200 metros das coleções hídricas a instalação do aterro sanitário, o que reduz significativamente as alternativas locais nessa unidade. Quanto ao restante que estaria adequado à instalação do aterro sanitário, há a necessidade de verificar a profundidade do lençol freático regional através de sondagens para garantir a segurança do empreendimento, do meio ambiente e da saúde da população.</p>

QUADRO 9 – Descrição das Unidades de Paisagem. (Conclusão)

<p><b>Unidade D</b></p> 	<p>Em litologia da Unidade Informal de Mapeamento <math>K_{IV}</math> e <math>K_{V}</math> da Formação Adamantina, com frequente intercalação de bancos arenosos e silto-argilosos que condicionam a comum ocorrência de feições hidrogeológicas refletidas na superfície, principalmente em setores de meia encosta. É caracterizada por relevo movimentado, marcado por vertentes côncavas, convexas e rupturas de declive que provocam a exposição do lençol freático suspenso.</p> <p>O relevo movimentado e a alta declividade de alguns setores controlam as formas de uso da terra em mosaicos de dimensões reduzidas, onde predominam gramíneas de pastagem, cana-de-açúcar e em menores proporções culturas temporárias, permanentes e silvicultura. Parte da malha urbana da cidade encontra-se sobre esta unidade além de fragmentos de vegetação nativa junto aos fundos de vale dos principais corpos d'água do município.</p> <p>Nesta unidade, os solos são relativamente pouco desenvolvidos, onde é comum a ocorrência de neossolos litólicos associados à declividades elevadas e ao afloramento do recurso hídrico subterrâneo. Em decorrência disso, existem setores desta unidade que apresentam fortes restrições pela Portaria Minter 124/1980 à instalação do aterro sanitário, além de outras como a de segurança aeroportuária de Presidente Prudente, distância de aglomerados populacionais, rodovias e redes de alta tensão. Ao subtrair as áreas restritas das alternativas locais, resta apenas uma pequena porção centro-sul do município que pode ser considerada com opção para a instalação do aterro sanitário, mas que mesmo assim necessita de uma abordagem mais detalhada dos aspectos técnicos e geoecológicos.</p>
<p><b>Unidade E</b></p> 	<p>Em depósitos quaternários sobre os arenitos da Formação Adamantina, possui relevo plano e solos subordinados ao hidromorfismo. Na rede de drenagem dos setores desta unidade que abrangem as áreas pertencentes às unidades informais de mapeamento <math>K_{IV}</math> e <math>K_{V}</math>, ocorrem feições de lineamentos estruturais do quadrante Guapiara, Presidente Prudente e derivações de ambos.</p> <p>Os ambientes úmidos desta unidade favorecem o acomodamento de espécies de vegetação palustre e dificultam algumas formas de uso da terra.</p> <p>Esta unidade é considerada como severamente restritiva a instalação de aterro sanitário, por encontrar-se em locais onde as condições ambientais de fragilidade associadas às intervenções antrópicas, poderão provocar intenso desequilíbrio dinâmico entre os fluxos de matéria e energia deste ecossistema. Neste sentido, os impactos causados nesta unidade são conseqüentemente refletidos nos recursos hídricos, portanto há a necessidade de proteção destes ambientes conforme estabelecido pela Portaria Minter 124/1980.</p>

Fonte: OLIVEIRA, 2015.

Nos estudos sobre a paisagem, diagnosticar e identificar as relações, organização e complexidade intrínseca do meio físico e biótico, permitem estabelecer critérios de análise e planejamento das atividades antrópicas que possam provocar impactos negativos ao meio.

Neste sentido, a utilização da análise integrada aplicada ao objetivo deste estudo apresentou-se de importância significativa para a escala trabalhada, sendo possível compreender a maneira em que a paisagem se organiza em sua plenitude, bem como as conexões harmônicas e ao mesmo tempo instáveis entre os

elementos que constituem-na e que são responsáveis pela estruturação e função de toda a paisagem do município de Anhumas.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para a escala de detalhe utilizada neste estudo, a análise integrada baseada na teoria da geocologia possibilitou compreender a composição da paisagem, suas inter-relações, identificar zonas de fraquezas através de interpretações de elementos que se refletem nos padrões de drenagem e no relevo, apresentar unidades ecodinâmicas de fragilidade potencial e ambiental e unidades que representam a síntese de toda a paisagem do município.

Assim, a compartimentação do relevo na integração e classificação das unidades de paisagem apresentou-se como elemento representativo das forças exógenas e endógenas que estruturam e modelam a paisagem do município de Anhumas. Neste sentido, dada a representatividade do relevo na análise da paisagem, as formas atribuídas para as unidades sínteses são semelhantes às do relevo, que denominadas como unidades de paisagem A, B, C, D e E, se organizam sequencialmente em níveis crescentes de fragilidade à instalação do aterro sanitário.

As unidades com possível instalação do aterro sanitário são A e B, contudo, a segunda torna-se boa parte restrita devido ao raio de segurança aeroportuária estabelecido pela resolução CONAMA 04/95. Tais unidades referem-se aos topos de morro plano e convexos, respectivamente. As demais unidades de paisagem (C, D e E) apresentam diversas limitações, como declividades das vertentes elevadas, proximidade de aglomerados populacionais, rodovias, redes de alta tensão e recursos hídricos.

Como relatado, as alternativas locais para instalação do aterro sanitário no município se limitam em duas unidades, que em função das restrições os locais possíveis estão distantes aproximadamente a 18-20km do principal centro gerador (cidade). Alguns autores recomendam distância máxima de 15km entre os depósitos de resíduos e o centro gerador, mas em função do cenário municipal de restrições, esta condição recomendada não ocorre. Tal situação não se restringe apenas ao município em estudo, mas sim em toda a região em que o mesmo encontra-se inserido, daí a preocupação de pesquisas como esta que propõem áreas adequadas para a construção de aterros sanitários.

Diante disso, no cenário regional a disposição de resíduos sólidos urbanos ainda é um problema eminente, as alternativas locais são escassas e as características do meio físico são desfavoráveis. O reflexo da gestão deficiente dos resíduos por parte do poder público municipal, desencadeia a necessidade de transportá-los até o município mais próximo que possua aterro sanitário e então dar a destinação adequada aos rejeitos. Obviamente os custos para a logística dos resíduos não estão isentos, o que provoca também problemas de grandeza econômica.

Contextualizando este cenário, foi noticiado que os municípios de Presidente Prudente e Pirapozinho que tiveram seus vazadouros à céu aberto interditados pelo Ministério Público Estadual recentemente através de uma operação fiscalizatória em todo o Oeste Paulista, onde identificaram inúmeras irregularidades nos depósitos de resíduos da região. Como se não bastasse, ambos os municípios – considerados os principais centros geradores de resíduos da região – encaminham seus rejeitos para o aterro sanitário de Quatá – SP, que está a uma distância de aproximadamente 110km e que até o momento não possui central de triagem.

A escolha de área para aterro sanitário no município de Anhumas, se colocada em prática contribuirá em muito para a resolução do problema de disposição final de ao menos 5 (cinco) municípios vizinhos (Narandiba, Pirapozinho, Presidente Prudente, Regente Feijó e Taciba), dos quais poderão estabelecer o consórcio inter-municipal, tão aconselhado pela PNRS. Embora seja óbvio, há de se destacar que para solucionar esta problemática, somente o aterro sanitário não se faz suficiente, é preciso investir em educação ambiental, na coleta seletiva, na capacitação e formação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis, entre outros.

Embora o atual aterro controlado do município de Anhumas tenha adquirido recentemente a renovação da licença do órgão ambiental competente referente à ampliação do local, o aterro apresenta algumas limitações técnicas e legais de localização espacial. As restrições se dão pelo fato do aterro encontrar-se situado a menos de 2km da cidade, menos de 200 metros da rodovia de acesso que interliga a cidade com a SP-270, menos de 20km do raio de segurança aeroportuária do aeródromo de Presidente Prudente – SP e direção do vento em sentido para a malha urbana, podendo transportar odores e contaminantes para a população.

Ao confrontar os parâmetros técnicos e de segurança recomendados por pesquisadores, normas e legislações, dos quais foram utilizados como embasamento teórico da presente pesquisa, emergiram tais encontros e desencontros mencionados acima, tanto no que se refere aos processos de escolha de área para aterro sanitário, quanto à adequabilidade locacional do atual aterro controlado do município e a renovação de sua licença ambiental, embora que a legislação vigente prevê o encerramento desta prática.

Por isso o processo de escolha de área para implantação de aterros sanitários deve aplicado criteriosamente, evitando tais encontros e desencontros que muitas vezes possam inviabilizar a instalação do empreendimento, uma vez que o processo de escolha de área é tão importante quanto o método de disposição final. Por fim, a análise integrada da paisagem aplicada na presente pesquisa, assegurada por fundamentações teóricas sólidas acerca da temática, contribuiu sobremaneira para alcançar os objetivos propostos inicialmente.

Assim, buscando contribuir para o planejamento ambiental do município e para o desenvolvimento regional, pretende-se disponibilizar os resultados da presente pesquisa ao comitê de bacias hidrográficas do Pontal do Paranapanema e à prefeitura municipal de Anhumas, bem como a outros órgãos públicos e sociais com atuação na área.

#### *Sugestões às Futuras Pesquisas / instalação do aterro sanitário*

Recomenda-se para as futuras pesquisas o detalhamento das unidades de paisagem apresentadas neste estudo, mas em escala de trabalho de 1:10.000, buscando caracterizar e mapear as seguintes informações:

- Os tipos de solo (coeficiente de permeabilidade, granulometria, penetrômetro de percursão, infiltrômetro de subsuperfície);
- Sondagens para estimativa da espessura dos materiais inconsolidados;
- Estimativa da profundidade do lençol freático;
- Mapa de fluxo superficial das águas pluviais;
- Vulnerabilidade de contaminação do aquífero subterrâneo;
- Formas de uso e cobertura vegetal, e;
- Carta de estado geoecológico.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1969.
- AB'SÁBER, A. N. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno. **Inter-Fácies Escritos e Documentos**, São José do Rio Preto, n. 4, 1979.
- AB'SÁBER, A. N. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1970.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3.ed. São Paulo: Ateliê editorial 2005.
- ANHUMAS. Prefeitura Municipal. **Histórico do município**. Disponível em: <<http://www.anhumas.sp.gov.br/portal1/municipio/historia.asp?ildMun=100135027>>. Acesso em: 13 ago. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**: NBR 13.896. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto eletromecânico de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica**: NBR 5422. Rio de Janeiro, 1985.
- ABREU, A. A. de A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Rev. IG**, p. 5-23, jan./dez. São Paulo, 1983.
- ABREU, A. A. Geomorfologia: síntese histórico-conceitual. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 2, n. 01, p. 89-91, 1982.
- ABREU, D. S. **Formação histórica de uma cidade pioneira paulista**: Presidente Prudente. 1972. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente.
- ABREU, D. S. **Um estudo de urbanização na antiga zona pioneira paulista**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DOS PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS DE HISTÓRIA, 7., 1974. **Anais...** São Paulo: USP, 1974.
- 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, Camboriú. **Anais...** Camboriú: SBG, 1980. v. 5, p. 2799-2812.
- ALVES, A. O. **Criando mapa de declividade a partir de dados SRTM (tutorial)**. Comunidade Virtual Spring, 2008. Disponível em: <[www.comunidadespring.com.br](http://www.comunidadespring.com.br)>. Acesso em: 11 out. 2013.
- AMARAL, I. Tendências da geomorfologia. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v. 2, 1967.
- AMARAL, M. C. E. et al. **Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Holos, 2008.

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, p. 59 - 78, 2009.

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.

AZEVEDO, A. C. **Mineralogia de solos**: material de disciplina. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Departamento de Ciência do Solo, 2010.

BASAGAOGU, H. et al. Selection of waste disposal sites using GIS. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 33, n. 2, , p. 455-464, , apr. 1997.

BASILIO, J. A. **Procedimentos para seleção de áreas para aterros sanitários a partir de cartas geotécnicas**: aplicação na folha de Campinas. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BATEZELLI A. et al. Análise estratigráfica aplicada à formação Araçatuba (Grupo Bauru – Ks) no Centro-Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Geociências**, v. 22, n. esp., p. 05-19, 2003.

BECK, H.; SCHOENWALDT, P. **El último de los grandes**: Alexander von Humboldt: contornos de un genio. [S.l.]: Inter Naciones, 1999.

BERGAMO, E. P.; ALMEIDA, J. A. P. A importância da geomorfologia para o planejamento ambiental: um estudo do município de Fartura/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2006.

BERGER, A. R. Assessing rapid environmental change using geoindicators. **International Journal of Geosciences: Environmental Geology**, New York, v. 1, n. 32, , p. 36 – 44, 1997.

BÉRINGUIER, P. ; DÉRIOZ, P. ; LAQUES, A-E. **Les paysages français**. Paris: Armand Colin, 1999.

BERTALANFFY, L. VON. An outline of general systems theory. **British Journal of Philosophy of Science**, London, n. 1, p. 139-164, 1950.

BERTOLAZI, V. T. **Concentração de argilominerais 2:1 em solos subtropicais**. 2013. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Une géographie traversière**: l'environnement à travers territoires et temporalités. Editora: Quae, 2002.

BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Ed. Massoni, 2007.

BERTRAND, G. Le paysage entre la nature et la société. In : ROGER, A. (dir.). **La théorie du paysage en France (1974-1994)**. Seyssel: Champ Vallon. 1995, p. 88-108.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. **R. RA´E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BITAR, O. Y. **Meio ambiente & geologia**. [S.l.]: Senac, 2003.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. 264 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista- UNESP, Rio Claro.

BOLÓS, M. de (Coord.). **Manual de ciencia del paisaje**: teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992.

BOSCOV, M. E. G.. **Geotecnia ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

BRASIL. Congresso Nacional. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Lei n.º 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 5 de junho de 2014.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm)>. Acesso em: 15 jul. 2014.

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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 5 de junho de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. (Boletim, 12).

BRASIL. Ministério do Interior. **Portaria n.º 124**. Estabelecem normas para a localização de indústrias potencialmente poluidoras junto às coleções hídricas. Brasília, 1980.

BROCHOT, S. Approches globales pour l'estimation de l'érosion torrentielle apports des versants et production de sédiments. **Ingénieries – EAT**, n. 15, p. 61- 78, 1998.

CABRAL, J. J. da S. P. Movimento das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. et al. (Coord.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Annales de Géographie**, p. 162-186, 1956.

CALIJURI, M. L. et al. Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. **Informática Pública**, v. 4:, n. 2, p. 231-250, 2002.

- CARVALHO, W. A. (Coord.). **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anastácio – SP**. Presidente Prudente, São Paulo: FCT – UNESP, 1997.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994.
- CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 2001.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2014.
- CASTRO, F. C. N. et al. A busca por relações entre o geoprocessamento e a geomorfologia na elaboração de um planejamento territorial. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2., 2004, Aracaju. **Anais...** Aracaju: [s.n.], 2004.
- CAVALHEIRO, F. Transparências da disciplina Meio Ambiente e Paisagem do curso de Doutorado em Geociências. Rio Claro: UNESP, 1997. Notas de aula.
- CAVALHEIRO, F.; RUEDA, J. R. J. ; JESUS, N. de. Compartimentação do meio físico da área da Serra do Japi – Jundiá (SP) em zonas de fragilidade quanto à degradação. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 11, p. 85 - 100, 2002.
- CENTERO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR, Departamento de Geomática, 2003.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Manual para operação de resíduos sólidos: disposição de lixo em vala**. São Paulo, 1994.
- CHEMEKOV, Y. F. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 11, 1983, Moscow. **Abstracts...** Moscow: [s.n.], 1983. v. 3, p. 62.
- CHORLEY, R. J. A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 21, p. 3-22, jun. 1971.
- CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. **Modelos físicos e de informação em Geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.
- CHRISTOFOLETTI, A. Morfologia estrutural. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 12, n. 24, p. 93-95, jun. 1972.
- COSTA, P. O. S. **Avaliação em laboratório, do transporte de contaminantes no solo do aterro sanitário de Sauípe/BA**. 2002. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da UGRHI-22 Pontal do Paranapanema: Relatório zero**. São Paulo: CPTI, 1999.
- DE BIASI, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. **Boletim de Geografia, Instituto de Geografia USP**, n. 21, 1970.
- DIAS, J. **A construção da paisagem na raia divisória São Paulo – Paraná – Mato Grosso do Sul: um estudo por teledeteccção**. 2003. 267 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente.

DOMENICO, P. A. ; SCHWARTZ, F. W. **Physical and chemical hydrogeology**. Singapore : John Wiley & Sons, 1990.

EMBRAPA. **Brasil em relevo**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/conteudo/resumo.htm>>. Acesso em: 18 set., 2013.

EMBRAPA . **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Escala: 1:500.000. São Paulo, 1999.

EMBRAPA. **Antropossolos: Proposta de ordem (1ª Aproximação)**. Orgs: Curcio, Gustavo Ribas, Valmiqui Costa Lima, and Neyde Fabíola Balarezo Giarola. Colombo – PR, 2004.

EMPLASA. **Imagens aéreas**. 2011.

ESPINO, E. P. Ciência del paisaje y planes de ordenación territorial. In: CONGRESSO DE CIENCIA DEL PAISAJE, 2. (Bell – Lloc, septiembre, 1994), Monografies de L' Equip 6, Barcelona. 1995.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no Planalto Ocidental Paulista. **Geociências**, v. 26, n. 3, p. 229-247, 2007.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; CASADO, F. C. Análise morfoestrutural aplicada no vale do rio do peixe (SP): Uma contribuição ao estudo da neotectônica e da morfogênese do planalto ocidental paulista. **Revista Geociências-UnG**, v. 4, n. 1, p. 45-62, 2005.

FANNING D.S. e FANNING M.C.B.. **Soil: morphology, genesis and classification**. J. Wiley, New York, 395p, 1989.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neo-Cretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, São Paulo, p. 717-728, 2000.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. In: XXXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992., São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 506-508.

FERREIRA, M. C. Mapeamento de unidades de paisagem em sistemas de informação geográfica: alguns pressupostos fundamentais. **Geografia**, Rio Claro, v. 22 n. 1, p. 24 – 35, abr. 1997.

FERRI, M. G. Histórico dos trabalhos botânicos sobre cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 1963. p. 15-50.

FIERZ, M. S. M. **As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo**: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 2008. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. [S.l.]: Oficina de Textos, 2008.

- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics**: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: University Press, 1995.
- FOSTER, S.; HIRATA, R. **Groundwater pollution risk assessment**: a methodology using available data. World Health Organization (WHO), Pan American Health Organization (PAHO), Division of Health and Environment (HPE), Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS). Lima - Peru, 1995.
- FRANÇA, G. V. de; DEMATTÊ, J. A. M. Levantamento de solos e interpretação fotográfica dos padrões desenvolvidos em solos originados do arenito de bauru. **Sci. agric.**. Piracicaba, v. 1, n. 50, p. 77 – 86, 1993.
- FRANCESCHET, M. et al. Estudo dos solos utilizados para a impermeabilização da camada de base e de cobertura de aterros sanitários de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Abes, 2005. p. 1 - 6.
- FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. [S.l.]: Prentice Hall, 1979.
- FREITAS, M. W. D. de. E CUNHA, S. B. da. Fisiologia da paisagem e geossistemas: contribuições metodológicas integradoras do pensamento geográfico. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.
- FÚLFARO, V. J.. Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. **Boletim IG-USP**, v. 5, p. 129-138, 1974.
- GERASIMOV, I. P. Essai d'interprétation eomorphologique du schéma general de la structure geologique de l'URSS. **Problèmes de Géographie Physique**, Moscou, v. 12, 1946.
- GODOY, M. C. T. F. de; SILVA, L. H. R. da; SOUZA FILHO, A. de. O risco tecnogênico no planejamento físico-territorial: exemplo de área de ampliação do distrito industrial de Presidente Prudente. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n. 24, p. 74-92, 2002.
- GOLUBEV, G. N. La crisis geocológica global y la salvación de la humanidad. In: ALEKSEEV, B. A. et al. **El mundo de la Geoecología**. Moscú: GEOS, 2006. p. 5 – 10.
- GOMES, D. C. H. et al. **Solos antropogênicos da Bacia do Ribeirão das Anhumas**: caracterização, legenda e implicações ambientais. Campinas (SP): Instituto Agrônomo de Campinas, 2006. p.103 – 127. Projeto Anhumas.
- GOMES, L. P. **Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. São Carlos, 1989. 158 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- GOMEZ OREA, D. El médio físico y la planificación. **Cuadernos del CIFCA**, Madrid, v. 2, 1978.
- GRIMES, W. Seeking the Truth in Refuse. **The New York Times**, thursday, aug. 13, 1992.

GUARNIERI, P. **Logística reversa**: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. 1. ed. Recife: Clube de autores, 2011.

GUEDES, I. C. et al. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do Rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. **Revista UnG – Geociências**, v. 5, n. 1, p. 75-102, 2006.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D. R.; COUSINS, S. **Landscape ecology and spatial information systems**. Bristol: Taylor and Francis, 1993.

HIRATA, R. C. A.; FERREIRA, L. M. R. Os aquíferos da bacia hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 1, n. 3, p. 43-50, 2001.

HIRATA, R. J.; FERNANDES, A. J. Vulnerabilidade a contaminação de aquíferos. 2008. In: FEITOSA, F. A. C. et al. (Coord.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM; LABHID, 2008.

HUBP, J. L. **Dicionário geomorfológico**. México: UNAM, Instituto de Geografia, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica Presidente Prudente**, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica Pirapozinho**. [S.l.]: IBGE, 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica Tarabai**. [S.l.]: IBGE, 1975a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica Esperança do Norte**. [S.l.]: IBGE, 1975b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 2009. (Manuais Técnicos em Geociências).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. (Manuais Técnicos em Geociências).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981a. v 2. Escala 1:500.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981b. v 2. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa geológico-estrutural da bacia do Paraná. In: **Geologia da bacia do Paraná**:

reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos. São Paulo: IPT, 1982. Escala 1:50.000.

INSTITUTO Florestal. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. **Cadernos de Educação Ambiental**, São Paulo, 2008.

JARDIM, N. S. **Resíduos sólidos municipais**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT, 1995.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de soporte del medio físico: diagnóstico y pronóstico. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2. CONFERÊNCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, 2., 1992, Pereira, Colombia. **Anais...** Pereira: [s.n.], 1992a.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T.. Técnicas para control ambiental de áreas com irrigação fertilização com vinhoto – Piracicaba – São Paulo – Brasil. SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2., CONFERÊNCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, 2., 1992, Pereira, Colombia. **Anais...** Pereira: [s.n.], 1992b.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; NUNES, E.; MATTOS, J. T. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da folha São José de Mipibu – RN. **Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 481-491, 1993.

JOINHAS, L. A. et al. **Bacia hidrográfica do Ribeirão Preto**: aterro Sanitário. 2000. 30 f. Trabalho acadêmico (Disciplina de Geologia, Geotecnia e Meio Ambiente) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.

KLIJN, F.; HAES, H. A. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. **Landscape ecology**, v. 9, n. 2, p. 89-104, 1994.

KLINK H. J. Landscape ecology: from roots to the present. In: BASTIAN, O; STEINHARDT, U. (Ed.). **Development and perspectives of landscape ecology**. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2002.

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

LEAL, A. C. (Coord.). Resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema. [Presidente Prudente?]: UNESP-FCT, 2004.

LEAO, S.; BISHOP, I.; EVANS, D. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 33, n. 4, p. 289-313, 2001.

LEITE, J. C. e ZUQUETTE, L. V. Atributos fundamentais à elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas superficiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Anais...** Rio de Janeiro: ABGE, p. 177-1823, 1996.

- LEITE, J. C. **Metodologia para elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas superficiais**. 1995. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.
- LEITE, J. F. **A Alta Sorocabana e o espaço polarizado de Presidente Prudente**. 1972. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. 1981. Tese (Livre-Docência em Geografia) - Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998.
- LEMES, D. P. **Relação entre a compartimentação geomorfológica e a ocorrência de ágata e ametista no município de Quaraí, RS**. 2009. Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geografia. Dissertação de Mestrado, Santa Maria.
- LESER, H. **Landschaft okologie**. Ulmer. Stuttgart, 1997.
- LIMA, M. I. C. Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico. Belém: **Apostila**, 2006.
- LIMA, M. I. C.. **Introdução à interpretação radargeológica**. IBGE, 1995.
- LINO, Isabela Coutinho. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- LÖFFLER, J. Vertical landscape structure and functioning. In: BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. (Org.). **Development and perspectives of landscape ecology**. [S.l.]: Springer, 2002.
- MADRUCCI, V.; ARAÚJO, C. C. ; TAIOLI, F. Sensoriamento remoto, aerogeofísica e geoprocessamento aplicados ao estudo de aquífero fraturado em terreno cristalino, leste do estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Geology**, v. 33, n. 2, p. 43-52, 2003.
- MAKHDOUM, M. F. Landscape ecology or environmental studies (Land Ecology) european versus anglo-saxon schools of thought. **J. Int. Environmental Application & Science**, v. 3, n. 3, p. 147-160, 2008.
- MANOEL FILHO, J. Contaminação das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C. et al. (Coord). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008.
- MANOSSO, F. C. Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do estado do Paraná: relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, v.26/27, p.81-94, 2009.
- MARÇAL, M. S.; LUZ, L. M. Geomorfologia aplicada a classificação de unidade de paisagem na bacia do rio Macaé – Litoral Fluminense. In SIMPÓSIO BRASILEIRO

DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

MARQUES, G. N. **Seleção de áreas para aterros sanitários baseada em mapeamento geotécnico e *analytic hierarchy process (AHP)***. 2002. 163 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. D. (Ed.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 23-25.

MARTIN, E. S.; MAZZINI, E. J. T.. Disposição final do lixo em Presidente Prudente: de 1923 a 2010. **Revista Tópos**, v. 4, n. 2, p. 109-143, 2013.

MARTINS, E. S. et al. **Ecologia de paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

MASSA, E. M.; ROSS, J. L. S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na serra da Cantareira, bacia do córrego do Bispo, São Paulo-SP. **RDG Revista do Departamento de Geografia-USP**, v. 24, p. 57-79, 2012.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Geografía de los paisajes**. La Habana: Universidad de la Habana, 2000.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. La concepcion sobre los paisajes vista desde la Geografia. UEM: **Boletim de Geografia**, v. 24, n. 1, p. 1-25, 2006.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. et al. Análise da paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental: Corumbataí (SP). **Geografia**, Rio Claro, v. 20, n. 1, p. 81 – 129, 1995.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Ed. UFC, 2004.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Paisaje y geosistema: apuntes para una discusión teórica. **Revista Geonorte**, v.4, n.4, p. 249 – 260, 2012.

MCHARG, I. L. **Design with Nature**: paperback edition. New York: The American Museum of Natural History, 1971.

MCRAE, S. G. **Practical pedology: studying soils in the field**. Chichester: John Wiley & Sons, 1988.

MECERJACOV, J. P. Les concepts de morphostruture et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Annales de Geographie**, Paris, 1968.

MELLO, V. F. B; TEIXEIRA, A. H. **Mecânica de solos**. São Carlos: Escola de Engenharia, 1967.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2, dez. 2001. Disponível em: <http://www.biotropica.org.br>. Acesso em: 25 jan. 2014.

- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica?. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 8, p. 1-8, 2010.
- MIOTTO, S. L. **Aspectos geológico-geotécnicos da determinação da adequabilidade de áreas para implantação de cemitérios**. 1990. 116 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC; POLIS, 1984.
- MONTAÑO, M. et al. Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locacionais para implantação de aterro sanitário. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 17, n. 1, p. 61-70, 2012.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000. 127 p.
- MONTEIRO, C. A. de F. William Morris Davis e a teoria geográfica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, 2001.
- 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**, v. 60, n. 2, 2008.
- NASCIMENTO, M. C. B. **Seleção de sítios visando a implantação de aterros sanitários com base em critérios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo.
- NAVEH, Z. Foreword. In: BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. (Org.). **Development and perspectives of landscape ecology**. [S.l.]: Springer, 2002.
- NAVEH, Z. Some remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinary ecological and geographical science. **Landscape Ecology**, v. 5, n. 2, p. 65-73, 1991.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology: theory and application**. New York: Springer-Verlag, 1984.
- NOBRA, M. M. M. **Estudo Experimental do Transporte de Poluentes em Solos Argilosos Compactados**. 1987. 214 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- NUCCI, J. C. Ecologia e planejamento da paisagem. In: SANTOS, D. G.; NUCCI, J. C. (Org.). **Paisagens geográficas: um tributo a Felisberto Cavalheiro**. Campo Mourão: FECILCAM, 2009. p. 50-63
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Geografar**, v. 2, n. 1, 2007.
- 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. 211 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

NUNES, J. O. R.; SILVA, E. C. N. Estudo geográfico dos depósitos tecnogênicos nos conjuntos habitacionais Jardim Humberto Salvador e Augusto de Paula na cidade de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. **Geográfica de América Central**, n. esp., 2011. Trabalho apresentado no ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 13., 2011.

OHARA, T. et al. Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Rio Paraíba do Sul e a carta de aptidão física para a implantação de obras viárias. **Brazilian Journal of Geology**, v. 33, n. 2, p. 173-182, 2003.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos associados a erosão atual**. In: 6 CBGE, 6., COBRAMSEF, 9., 1990, Salvador. **Anais...** Salvador: [s.n.], 1990.

OLIVEIRA, A. M. S.; QUEIROZ NETO, J. P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 73, p. 91-123, 1994.

OLIVEIRA, A. M. S.; QUEIROZ NETO, J. P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista. In: **Boletim Paulista de Geografia**, n. 73, p. 91-104, 1993.

OLIVEIRA, A. R. de. **Bairros rurais de anhumas-sp: espaço, história e Organização**. 2006. 210 f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Campus de Araraquara.

OLIVEIRA, J. B. **Elementos de Pedologia**. 2. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1972.

OLIVEIRA, J. B. et al. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo. **Boletim Científico**, n. 45, 1999.

OLIVEIRA, M. C. de. Paisagem, meio ambiente e planejamento. **Revista do Instituto Geológico**, v. 4, n. 1-2, p. 67-78, 1983.

OLIVEIRA, M. H. **Avaliação da qualidade das águas superficiais da microbacia do córrego do Amargoso Taciba (SP)**. 2002. 88 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

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. 73 f. Trabalho de conclusão de cursos (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente.

OLIVEIRA, R. C.; BOIN, M. N.; PEREIRA, M. H. Disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e a contaminação dos recursos hídricos: o caso do município de Taciba – SP. XI In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 11., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: IFMG, 2014.

OLIVEIRA, R. C.; COBAIXO, G. A. C. Morfometria do relevo: uma proposta de adaptação metodológica para a confecção de carta clinográfica. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO, 15., SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2014, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNOESTE, 2014.

OLIVEIRA, S. C. de; MORUZZI, R. B.; CASTRO, M. C. A. A. de. Estudo de Modelo Matemático da Movimentação de Chorume em Aterros Sanitários. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS, 16., 2007. **Anais...** [S.I.]: SINAFERM, 2007.

PASSOS, M. G. **A Raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. Maringá: Eduem, 2006. v. 1.

PAULA E SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. 2003, 201 f. Tese de Doutorado (Geociências e Ciências Exatas) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da 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**, v. 22, n. esp., 2003.

PEDROTTI, F.; MARTINELLI, M. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Geografia: Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, n. 14, p. 39 – 46, 2001.

PELLERIN, J.; HELLVIN, M. Análise estrutural e organização das paisagens: as pesquisas visando a generalização cartográfica. In CONGRESSO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.], 1998. p. 455 - 463.

PELOGGIA, Alex. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. [S.l.]: Xamã, 1998.

PENHA, H. M. **A importância da geomorfologia no planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, 1992. v.15.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974,

PEREIRA, J. B. (Coord.). **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural do município de Anhumas / SP**. [S.l.]: Supremo - Soluções Ambientais, 2013.

PEREIRA NETO, M. C. **Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB Brasil)**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

POZZA, A. A. A. et al. Adsorção e dessorção aniônicas individuais por gibbsita pedogenética. **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 99-105, 2009.

PUPIM, F. N.; MATTOS, J. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Análise morfoestrutural do município de Rio Claro – SP: possíveis aplicações ambientais. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE, v. esp., n. 1, set. 2010. Trabalho apresentado no SINAGEO, 8.

QUARESMA, C. C.; PEREZ FILHO, A. **Relações entre uso e ocupação das terras, ampliação de areais e redução da biodiversidade do cerrado em solos arenosos do estado de São Paulo**. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

RATHJE, W. L.; MURPHY, C. **Rubbish!: the archaeology of garbage**. [S.l.]: University of Arizona Press, 2001.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. p. 89 -166.

RITTER, L. M. O.; MORO, R. S. As bases epistemológicas da ecologia da paisagem. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, 2012.

ROCCA, A. A. et al. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

ROCHA, G. et al. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 14., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2006.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia-USP**, n. 8, p. 63-73, 1994.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia ambiental. In: Cunha, S. B., Guerra, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia do Brasil**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

ROSS, J. L. S. O relevo brasileiro, as superfícies de aplanamento e os níveis morfológicos. **Revista do Departamento de Geografia-USP**, v. 5, p. 7-24, 1991.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia-USP**, n. 8, p.63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. Geografia**, São Paulo, 1992.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Laboratório de Geomorfologia, 1996.

RUHOFF, A. L. Diagnóstico Ambiental do município de sinimbu (RS): a ação dos agentes transformadores na construção da paisagem. **GEOGRAFARES**, Vitória, n. 3, j. p. 57-67, jun. 2002.

SALOMÃO, F. X. T. Solos do Arenito Bauru. In: Pereira, V. P.; Cruz, M. E.; Cruz, M. C. P. (Ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p. 51-68.

SANGOI, D. S. **Mapeamento geoambiental da bacia hidrográfica do Arroio Inhacundá, município de São Francisco de Assis/RS**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Naturais d Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SÃO PAULO. **Lei nº 2.309/28**. Com sede na povoação de Anhumas, no Município de Presidente Prudente. Disponível em: <[http://produtos.seade.gov.br/produtos/500anos/index.php?arq\\_htm=historico/hist\\_02408.htm](http://produtos.seade.gov.br/produtos/500anos/index.php?arq_htm=historico/hist_02408.htm)>. Acesso em: 10 ago 2014a.

SÃO PAULO. **Lei nº 2.456/53**. Municipalização de Anhumas em 1-1-1954. Disponível em: <[http://produtos.seade.gov.br/produtos/500anos/index.php?arq\\_htm=historico/hist\\_02408.htm](http://produtos.seade.gov.br/produtos/500anos/index.php?arq_htm=historico/hist_02408.htm)>. Acesso em: 10 ago 2014b.

SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Estudo de Águas Subterrâneas - Regiões Administrativas 10 e 11 - Presidente Prudente e Marília**. São Paulo: DAEE, 1979.

SAQUET, M. A. As diferentes abordagens do território e a apreensão do movimento e da (i) materialidade. **Geosul**, Florianópolis, v. 22, n. 43, p. 55-76, 2007.

SILVA, E. C. N. ; NUNES, J. O. R. **Formação de depósitos tecnogênicos: ação geomorfológica da sociedade nas planícies aluviais da cidade de Presidente Prudente**. UFGV, 2009. Disponível em:

<[www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos.../007.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos.../007.pdf)>. Acesso em 01 jun. 2014.

SILVA, E. V. Geografia física, geoecologia da paisagem e educação ambiental aplicada: interações interdisciplinares na gestão territorial. **Revista Geonorte**, v.4, n.4, p.175-183, 2012.

SILVA, E. V.; MATEO RODRIGUEZ, J. M. Geoecologia da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 47E, 2011.

SIQUEIRA, M. N. ; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos de discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia - MG, set/dez, 2013.

SOARES FILHO, B. S. **Análise de paisagem**: fragmentação e mudanças. Belo Horizonte - MG: Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto - Instituto de Geociências - UFMG, 1998.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia**. Campinas: Biblioteca do IBGE, 1976. p. 71-140.

SOARES, P. C. et al. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo do Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 177 – 185, 1980.

SOARES P.C.; et al. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., São José. **Anais ...** [S.l.]: [s.n.], 1982. v. 1, p.157-168.

SOUZA, A. S. et al. A geomorfologia: uma reflexão conceitual. **Cadernos do Logepa**, v. 8, n. 1-2, p. 37-53, jan./dez. 2013

SOUZA, J. C. O.; CORRÊA, A. C. B. O estudo da natureza na geografia física em uma perspectiva geossistêmica. **Revista Equador**, v. 1, n. 1, p. 96-117, 2013.

STEINHARDT, U. Landscape ecological paradigms: correlation- hierarchy- polarity In: BASTIAN, O; STEINHARDT, U. (Ed.). **Development and perspectives of landscape ecology**. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2002.

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.; FREIRE, O. O processo erosivo na bacia do rio Santo Anastácio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE MEIO AMBIENTE, 3., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: ENESMA, 1991.

- SUGUIO, K. **Rochas sedimentares**: propriedades, gênese e importância econômica. São Paulo: E. Blücher, 1980.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 1990.
- SURELL, A. **Étude sur les torrents des Hautes-Alpes**. [S.l.]: [s.n.], 1870.
- TEIXEIRA, E. N.; PANSANI, A.; NAGLE, E. C. Avaliação do potencial poluidor/contaminador de aterros em vala (aterros manuais). In: GESTIÓN INTELIGENTE DE LOS RECURSOS NATURALES: DESARROLLO Y SALUD. **Anais...** [S.l.]: FEMISCA, 2002. p. 1-8.
- TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a terra**. São Paulo: Ed. Nacional, 2008.
- TER-STEPANIAN, G. The Beginning of technogene. **Bulletin of International Association of Engineering Geology**, n. 38, p. 133-142, 1988.
- TRESSOLDI, M.; CONSONI, J. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.
- TRICART, J. L'évolution des versants. **L'information géographique**, v. 21, n. 3, p. 108-116, 1957.
- TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável**: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. 2. ed. São Paulo: Globo, 2005.
- TROPPEMAIR, H. **Sistemas, geossistemas, geossistemas paulistas e ecologia da paisagem**. Rio Claro: Ed. do Autor, 2004.
- TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas (Geosystems). **Revista Mercator**, v. 5, n. 10, p. 79 - 90, 2006.
- VIADANA, A. G. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao Estado de São Paulo**. Rio Claro: [s.n.], 2002.
- VIEIRA, P. C. Sugestões para estudo de captação de água subterrânea no Grupo Bauru, considerações tectônicas. **Revista do Instituto Geológico**, v. 2, n. 2, p. 5-16, 1981.
- VITTE, A. C. A construção da Geomorfologia no Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2011.
- VITTE, A. C. A. Breve história da geomorfologia no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE HISTÓRIA DO PENSAMENTO GEOGRÁFICO, 2. **Anais...** São Paulo: USP, 2009.
- VITTE, A. C. Geomorfologia geográfica enquanto produto das relações entre a estética e a metafísica da matéria. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 29, n. 2, p. 41-56, 2010.
- WALDMAN, M.. **Lixo**: cenários e desafios: abordagens básicas para entender os resíduos sólidos. São Paulo: Cortez, 2010.
- WERNICK, E.; SINELLI, O. Análise estrutural em geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 10, n. 20, p. 39-59, jun. 1970.

XAVIER, A. T. et al. **Seleção de área para aterro sanitário em Presidente Venceslau**, 2004. (Trabalho Técnico).

ZAIDAN, R. T. Considerações acerca da organização das ideias e do pensamento geomorfológico nos últimos séculos. **Revista de Geografia**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2011.

ZANATTA, F. A. S. ; BOIN, M. N. ; CUNHA, C. M. L. Avaliação da dissecação do relevo da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista/SP. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 14., 2013, Lima. **Anais...** Lima: [s.n.], 2013.

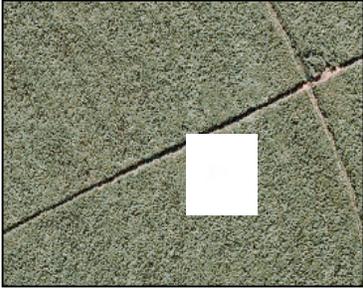
ZANATTA, F. A. S. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão do Areia Dourada, Marabá paulista – SP**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.

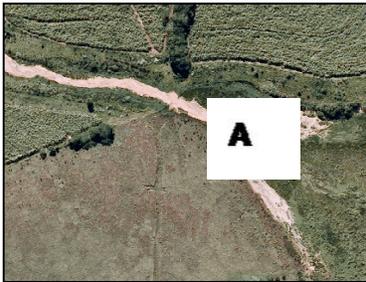
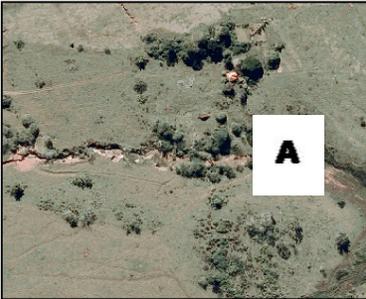
ZONNEVELD, I. S. Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. In: ZONNEVELD; FORMAN (Ed.) **Changing Landscapes: an ecological perspective**. Berlin: Spring Verlag, 1990.

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., 194, Rotterdam. **Anais...** Rotterdam, [s.n.], 1994. p. 2481–2489.

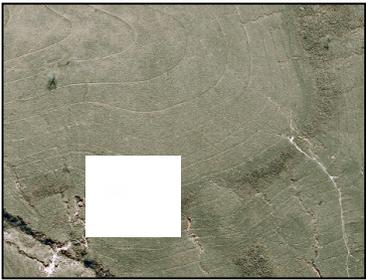
ANEXO A

Chaves de Interpretação.

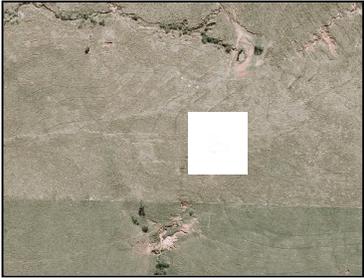
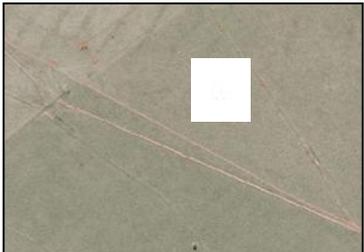
Alvo Selecionado	Característica dos Alvos			
	Cor (Tonalidade)	Forma	Textura	Exemplo de alvos na imagem
Cana de Açúcar	Verde claro	Contornos retilíneos e curvos	Lisa	
Cana de açúcar	Verde	Contornos retilínios	Rugosa	
Cana de açúcar com plantio recente	Verde esbranquiçado	Contornos sinuosos	Rugosa	
Cana de açúcar em fase de colheita: A- Cana e B - Palha	Verde e tons esbranquiçados	Contornos sinuosos	Rugosa	

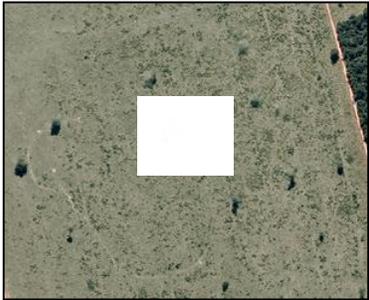
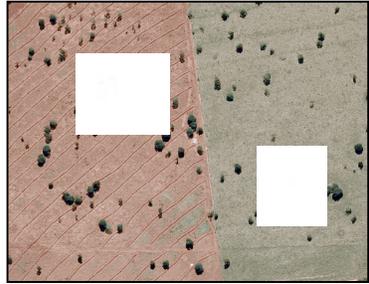
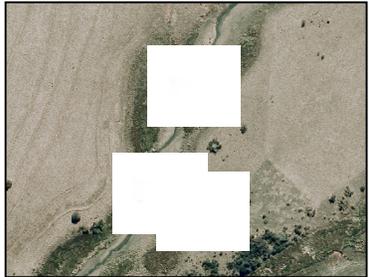
Corpo d'água degradado com erosões ao entorno	Tons de areia e verde	Contornos sinuosos	Lisa	
Corpo d'água em assoreamento	Tons de areia	Contornos sinuosos	Lisa	
Cultura Anual	Verde escuro	Contornos retilíneos e sinuosidade em seu interior	Lisa	
Erosão	Tons de areia	Contornos sinuosos	Lisa	

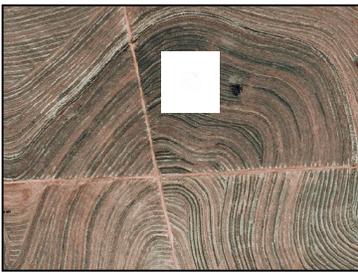
Erosões obliteradas	Tons de areia	Contornos circulares	Lisa	
Estação de tratamento de esgoto	Cinza	Contornos retilíneos	Lisa	
Eucalipto	Verde escuro	Contornos retilíneos	Rugosa	
Eucalipto	Verde escuro	Contornos retilíneos	Rugosa	

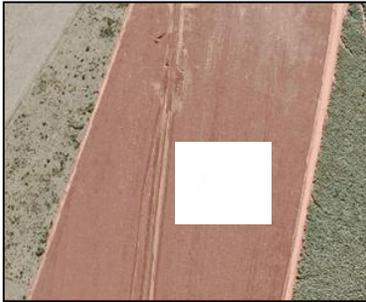
Feição estrutural	Verde	Contornos retilíneos	Rugosa	
Inflexão do curso d'água	Tons de verde	Contornos sinuosos	Rugosa	
Lençóis Suspensos	Tons de verde	Contornos sunuosos	Lisa	
Lençóis Suspensos	Tons de verde	Contornos sunuosos	Lisa	

Leque aluvial de espraçamento e cones de dejeção	Tons de verde	Contornos sinuosos	Rugosa	
Mata	Diferentes tonalidades de verde escuro	Contornos retilíneos	Rugosa	
Mata Aberta	Diferentes tonalidades de verde escuro e verde claro ao fundo	Contornos retilíneos e sinuosidade em seu interior	Rugosa	
Milho	Tons de verde	Contornos retilíneos	Rugosa	

Mineração	Tons de marrom acinzentado	Contornos sinuosos e retilíneos	Rugosa	
Ocupação urbana	Diversos	Contornos retilíneos	Rugosa	
Pastagem	Diferentes tonalidades de verde claro	Contornos retilíneos	Lisa	
Pastagem	Diferentes tonalidades de verde claro	Contornos retilíneos	Lisa	

Pastagem "suja"	Verde	Contornos circulares	Rugosa	
Pastagem com árvores isoladas: A - Com curvas de nível e B - Sem curvas de nível	Tons de verde escuro se destacando sobre verde claro e marrom	Contornos arredondados e retilíneos	Lisa e Rugosa	
Planície Alveolar	Tons de verde	Contornos sinuosos	Rugosa	
Planície fluvial Elementos: A - Dique marginal; B - Depressão (várzea); e C - Leito vazante	Tons de verde claro e escuro	Contornos sinuosos	A - Lisa B - Rugosa C - Lisa	

<p>Planície fluvial Elementos: A - Dique marginal; B - Depressão (várzea); e C - Leito vazante</p>	<p>Tons de verde claro e escuro</p>	<p>Contornos sinuosos</p>	<p>A - Lisa B - Rugosa C - Lisa</p>	
<p>Preparação do solo para plantio de cana de açúcar</p>	<p>Tons de marrom e verde</p>	<p>Contornos sinuosos</p>	<p>Rugosa</p>	
<p>Reflorestamento em área de preservação permanente</p>	<p>Linhas verdes escuras sobre superfície verde esbranquiçada</p>	<p>Contornos retilíneos</p>	<p>Rugosa</p>	
<p>Represa</p>	<p>Tons de Verde</p>	<p>Contorno retilíneo</p>	<p>Lisa</p>	

Solo descoberto	Marrom	Contornos retilíneos	Lisa	
Tomate	Tons de verde intercalados com marrom	Contornos retilíneos	Rugosa	

Fonte: OLIVEIRA, 2015.

## ANEXO B

Dados de direções do vento adquiridos na estação meteorológica da Unesp de Presidente Prudente (2003 – 2013).

2003	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	null	null	null	null	null	null	null	null
fevereiro	14,6	21,8	25,5	13,8	5,5	5,9	4,5	8,2
março	10,9	13,6	37,4	14,4	6,0	5,3	7,3	5,2
abril	7,9	14,6	36,0	14,2	5,3	10,7	7,3	3,9
maio	7,0	4,7	20,9	9,3	7,0	30,2	9,3	11,6
junho	null	null	null	null	null	null	null	null
julho	null	null	null	null	null	null	null	null
agosto	null	null	null	null	null	null	null	null
setembro	null	null	null	null	null	null	null	null
outubro	null	null	null	null	null	null	null	null
novembro	null	null	null	null	null	null	null	null
dezembro	null	null	null	null	null	null	null	null

2004	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	null	null	null	null	null	null	null	null
fevereiro	null	null	null	null	null	null	null	null
março	null	null	null	null	null	null	null	null
abril	null	null	null	null	null	null	null	null
maio	null	null	null	null	null	null	null	null
junho	null	null	null	null	null	null	null	null
julho	null	null	null	null	null	null	null	null
agosto	null	null	null	null	null	null	null	null
setembro	null	null	null	null	null	null	null	null
outubro	null	null	null	null	null	null	null	null
novembro	14,2	11,7	37,5	16,3	1,7	6,3	9,6	2,9
dezembro	10,9	13,6	35,9	16,6	3,4	5,4	6,5	7,8

2005	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	16,6	18,7	36,7	9,4	1,9	1,3	5,2	10,1
fevereiro	4,6	9,2	41,6	17,3	5,1	6,7	10,9	4,6
março	7,7	18,4	44,4	11,2	3,2	6,2	5,5	3,4
abril	6,3	17,0	45,2	15,2	5,7	6,7	1,3	2,8
maio	6,9	22,1	50,3	7,9	0,4	4,0	4,6	3,8
junho	7,8	26,9	47,5	12,5	2,2	0,7	1,0	1,4
julho	4,4	14,7	42,7	10,6	3,4	15,9	6,3	2,0
agosto	9,4	22,0	37,5	12,6	3,9	7,5	4,4	2,6
setembro	4,3	9,0	33,1	16,9	6,6	21,2	7,1	1,9
outubro	9,0	13,2	35,2	16,5	6,4	8,5	7,0	4,0
novembro	7,4	11,5	41,3	16,4	4,1	6,4	5,6	7,2
dezembro	11,0	14,2	45,6	14,8	1,1	2,2	4,6	6,6

2006	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	8,2	27,6	38,8	12,0	3,9	4,7	2,4	2,4
fevereiro	13,6	18,5	26,8	9,6	5,6	6,9	9,7	9,4
março	9,4	14,1	40,6	10,1	2,6	5,7	9,5	8,0
abril	4,5	7,4	38,0	18,2	5,6	12,5	9,7	4,2
maio	3,1	3,9	26,8	25,6	8,5	16,8	11,2	4,2
junho	6,2	16,4	46,6	17,5	2,8	5,5	3,6	1,4
julho	9,4	19,2	33,1	16,0	5,2	7,1	6,0	3,9
agosto	8,5	20,1	29,4	15,7	6,9	12,6	4,6	2,3
setembro	6,3	13,8	36,5	16,7	5,7	11,8	6,5	2,6
outubro	6,9	16,0	44,6	13,0	4,7	6,0	5,2	3,5
novembro	6,4	12,4	37,9	14,8	5,5	8,5	9,5	4,9
dezembro	9,3	18,3	36,8	13,6	3,9	4,6	7,1	6,3

2007	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	19,5	19,1	20,6	7,8	3,0	6,6	10,2	13,3
fevereiro	9,8	17,9	39,4	11,6	4,2	5,9	7,2	4,1
março	9,2	17,9	33,9	15,1	3,5	7,4	7,5	5,5
abril	4,3	10,2	48,0	18,9	4,3	7,1	4,2	3,1
maio	6,6	12,8	35,5	14,5	6,1	13,8	7,1	3,5
junho	10,4	20,9	33,7	7,5	2,5	11,7	8,9	4,5
julho	7,8	19,4	27,9	16,9	5,1	9,7	10,0	3,1
agosto	7,3	20,2	39,8	11,6	1,8	9,9	7,9	1,5
setembro	6,8	19,2	55,1	11,1	1,4	4,9	0,8	0,7
outubro	7,4	8,9	43,7	12,1	4,6	8,3	7,9	7,0
novembro	8,6	12,4	37,3	12,1	7,3	7,3	9,0	5,8
dezembro	8,7	16,6	32,4	14,7	7,3	6,3	6,7	7,3

2008	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	10,1	12,4	45,7	11,9	3,6	3,6	5,3	7,3
fevereiro	14,4	18,4	28,2	7,2	2,9	6,9	11,9	10,1
março	8,2	7,7	34,6	14,3	5,3	9,4	14,0	6,5
abril	9,2	11,7	30,5	18,4	5,0	9,7	10,3	5,2
maio	6,9	11,5	32,5	20,1	4,0	9,4	10,7	4,9
junho	7,7	12,6	30,9	22,0	3,8	9,7	9,0	4,5
julho	5,4	16,8	50,7	19,9	1,6	1,5	1,2	2,8
agosto	7,0	16,8	42,9	21,9	2,2	5,9	1,7	1,5
setembro	4,8	9,9	37,5	16,6	4,9	14,3	10,1	2,0
outubro	8,6	17,1	42,7	13,6	4,2	4,4	5,9	3,5
novembro	4,6	11,9	42,0	16,2	8,2	6,4	6,4	4,2
dezembro	4,7	12,5	43,8	15,6	4,4	6,7	8,1	4,2

2009	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	10,4	15,0	33,2	12,3	3,4	3,5	13,6	8,8
fevereiro	16,3	20,4	27,8	10,8	4,5	4,6	7,3	8,2
março	7,4	11,2	37,9	15,5	4,9	7,7	10,6	4,9
abril	2,9	8,8	44,7	23,6	9,2	5,4	4,2	1,3
maio	8,2	16,7	40,7	16,5	3,4	5,6	5,9	3,0
junho	5,3	12,9	33,9	17,1	3,9	15,3	8,2	3,5
julho	4,7	15,7	35,0	13,9	3,9	11,4	11,4	3,9
agosto	3,5	19,0	45,7	13,6	3,8	6,9	5,9	1,6
setembro	11,7	16,5	27,9	9,6	3,5	14,4	11,4	5,0
outubro	7,9	14,1	42,5	17,0	5,0	6,4	4,2	2,9
novembro	21,3	26,6	26,9	7,9	2,5	2,2	3,2	9,3
dezembro	13,5	9,7	33,2	13,7	2,7	4,3	10,2	12,7

2010	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	22,0	27,2	30,9	6,4	1,4	2,4	3,6	6,1
fevereiro	11,5	28,6	36,8	9,2	2,2	2,1	3,9	5,8
março	8,6	11,7	31,5	12,8	4,9	8,2	13,5	8,8
abril	5,1	13,6	43,6	25,4	3,3	2,9	2,5	3,5
maio	4,3	6,3	31,4	18,7	7,8	14,8	13,5	3,2
junho	5,2	18,4	45,2	19,1	2,6	4,6	2,8	2,1
julho	4,3	20,1	46,0	13,6	2,8	5,2	4,6	3,4
agosto	4,6	18,5	39,2	18,5	6,9	3,8	4,6	3,8
setembro	8,1	20,9	37,1	14,3	2,9	7,9	6,0	2,8
outubro	5,3	10,2	30,3	18,6	8,1	13,7	10,5	3,2
novembro	8,9	10,2	21,1	14,6	7,2	17,9	14,3	5,7
dezembro	11,2	18,7	30,1	13,6	3,6	5,0	11,8	5,9

2011	Frequência (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
janeiro	17,9	18,9	18,9	12,0	5,9	6,6	9,3	10,5
fevereiro	13,5	22,5	28,7	11,0	4,6	6,5	5,8	7,3
março	4,2	9,7	62,4	10,7	3,4	5,4	2,0	2,0
abril	6,7	13,5	40,5	18,2	4,2	6,5	6,3	4,0
maio	2,4	6,6	40,5	26,4	5,0	12,8	4,8	1,5
junho	4,6	14,3	40,9	16,1	6,1	9,5	7,0	1,5
julho	9,0	19,0	37,0	11,4	3,1	11,7	5,8	3,1
agosto	8,6	18,4	33,2	14,1	3,4	11,3	8,3	2,7
setembro	4,3	10,1	43,1	22,9	5,4	7,2	3,3	3,6
outubro	8,1	17,5	36,6	12,9	2,8	6,3	9,7	6,2
novembro	8,1	13,9	47,2	14,0	2,8	7,1	4,6	2,4
dezembro	10,3	11,9	27,5	12,1	7,7	15,0	11,5	4,0

