

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ÁREAS POTENCIAIS PARA O ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
INDUSTRIAIS CLASSE II A: O CASO DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS**

CLÁUDIA RUSSO DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO VERDUM

PORTO ALEGRE, MAIO DE 2011.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ÁREAS POTENCIAIS PARA O ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
INDUSTRIAIS CLASSE II A: O CASO DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS**

CLÁUDIA RUSSO DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Dirce Maria Antunes Suertegaray (PPG em Geografia/UFRGS)

Prof. Dr. Laurindo Antonio Guasselli (PPG em Geografia/UFRGS)

Profa. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes (PPG em Geografia/UNESP)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Geografia como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

PORTO ALEGRE, MAIO DE 2011.

Silva, Cláudia Russo da

Áreas potenciais para o aterro de resíduos sólidos industriais classe II A: o caso do município de Osório/RS. / Cláudia Russo da Silva. - Porto Alegre : UFRGS/ POSGea, 2010.

[182 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum

1. Resíduos sólidos industriais. 2. Aterro de resíduo sólido industrial. 3. Geoprocessamento. 4. Análise multicritério. 5. Município de Osório. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Míriam Alves CRB 10/1947

Ao meu amor, Jeferson,
companheiro fiel dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Roberto Verдум, pelo apoio e incentivo desde o início do projeto, pela dedicação nas orientações e pelas contribuições seguras que proporcionaram grande aprendizado.

Aos professores Heinrich Hasenack e Eliseu Weber, pelas incansáveis e valiosíssimas contribuições na elaboração dos mapas. Sem o auxílio desses grandes mestres não seria possível a conclusão dos produtos cartográficos apresentados nessa dissertação.

Ao professor João Osvaldo Rodrigues Nunes e ao pesquisador Tiago Samizava do Departamento de Geografia da FCT/UNESP, pela disponibilização de suas pesquisas sobre a temática resíduos sólidos, que muito contribuíram para o presente trabalho.

Ao geógrafo João Manoel Trindade, pela amizade e disponibilização de dados na área de geoprocessamento.

À geógrafa Mariana Pessoa, por preparar as bases cartográficas, disponibilizadas pelo Laboratório de Geoprocessamento (Labgeo) do Centro de Ecologia da UFRGS.

Aos técnicos da FEPAM, especialmente à geógrafa Lilian Ferraro, pela confiança em disponibilizar os mapas analógicos do projeto GERCO, e à Eng^a. Carmem Níquel e ao Eng^o. Mário Soares, pelas informações cedidas.

Ao Sr. Paulo Dalpiaz, pelas informações concedidas em entrevista sobre sua empresa, Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.

A Sra. Adélia da Silveira, pela atenção e informações prestadas sobre sua empresa, Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.

Ao Sr. Wolmar Souza pela entrevista fornecida sobre o seu estabelecimento, Móvel Osoriense Ltda.

Ao técnico em segurança Sérgio Hilário, pelas informações sobre a indústria Calçados Beira Rio Ltda.

À auxiliar de escritório Fabiana Rosa, pelas informações sobre a empresa Atelier de Calçados Clavan LTDA.

À auxiliar de escritório Sabrina Ferri, pela atenção e informações prestadas sobre a empresa Secagem de Areias Osório Ltda.

Aos técnicos da Secretaria da Fazenda do município de Osório, Claiton Guatimosi e Alan de Fraga, pela cedência dos Relatórios de Inscrições por Atividade do parque industrial do município de Osório.

Aos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente e Gestão Urbana do município de Osório - SMAGU, em especial ao arquiteto Alencar de Oliveira, à bióloga Denise de Araújo, à Eng^a. Florestal Maragarete Chemin, à técnica Daiana Correa e ao Sr. João Carlos da Luz, pelas entrevistas e atenções dispensadas.

A todos os professores e colegas do mestrado, que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico, proporcionando grande intercâmbio de conhecimentos e experiências transdisciplinares. Dedico especial agradecimento à colega e amiga Luciana, cuja ausência deixa-nos profunda saudade!

Aos colegas da Divisão de Geografia e Cartografia da Seapa, em especial, aos geógrafos Grazieli Testa, Fernando Moraes e Bruno Lemos, que não só ouviram pacientemente as minhas lamúrias nos momentos mais difíceis da pesquisa, mas também cobriram minhas ausências e estimularam à conclusão do presente trabalho.

Aos meus familiares, pela torcida, apoio, estímulo e por perdoarem o meu afastamento e ausência nos últimos tempos, em especial ao meu afilhado adorado, Felipe.

À minha querida irmã, Aline, pelo exemplo de pessoa, profissional, amiga, mulher e agora mãe, que juntamente com meu estimado cunhado, Fabiano, oportunizou-me mais uma razão para viver: o nosso amado Rafinha.

Aos meus amados pais, Wânia e Claudio, pelo exemplo de seres humanos, pelo amor incondicional, pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional e por acreditarem em mim e nunca me deixarem desistir dos meus sonhos.

Ao amor da minha vida, Jeferson, que com sua paciência, ajudou-me a manter o equilíbrio diante das dificuldades, das limitações e da minha grande ansiedade. Mais do que ninguém, ele sabe o significado dessa conquista.

RESUMO

A gestão dos resíduos sólidos, principalmente a dos resíduos sólidos urbanos, tem sido um dos principais temas em discussão nos municípios brasileiros na atualidade. Entretanto, ainda pouco se debate nessa esfera governamental sobre a gestão e, particularmente, a disposição dos resíduos industriais, um problema ainda maior devido à periculosidade potencial desses resíduos para o meio e para a saúde humana. A disposição final em lixões ou aterros é certamente o processo ainda mais utilizado no mundo. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva desenvolver métodos e técnicas no âmbito do conhecimento geográfico para auxiliar na busca de sítios propícios a receberem aterros de resíduos sólidos industriais, utilizando-se como espaço de estudo o município de Osório, localizado no litoral norte do Rio Grande do Sul. Para tanto, inicialmente, apresentou-se a problemática dos resíduos sólidos no Brasil e, especificamente, dos industriais, no âmbito do planejamento, da gestão e da legislação. Em seguida, realizou-se um diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos industriais do município, na perspectiva de identificar tipos, volumes e formas de destinação final desses resíduos, feito por meio de levantamento de dados apresentados pelas indústrias nos processos de licenciamento ambiental nos órgãos estadual e municipal de meio ambiente e de entrevistas nas indústrias. Na sequência, através de pesquisa bibliográfica, avaliou-se os parâmetros essenciais (rocha, solo, relevo e dinâmicas hídricas, assim como as ocupações e usos humanos), bem como os métodos utilizados para a seleção de áreas para aterro de resíduos sólidos. Por fim, apresentou-se os caminhos trilhados através do geoprocessamento para a apresentação do mapa final de aptidão para os aterros. Para alcançar tal resultado, aplicou-se a análise multicritério, utilizando as funções de pertinência *fuzzy* (para a padronização dos fatores), o método AHP ou Processo Analítico Hierárquico (para atribuição dos pesos) e a lógica booleana (para eliminar áreas totalmente inadequadas para a instalação de aterro de resíduos sólidos industriais). Contatou-se a partir do mapa final que existem áreas passíveis de receberem aterros de RSI no município, no entanto o seu potencial para tal fim não é muito alto, tendo em vista que o maior escore de aptidão ponderado alcançado, localizado na porção centro-sul do município, distanciou-se da condição ideal. Avalia-se que os resultados finais obtidos no estudo são, principalmente, em função das características naturais encontradas no município, localizado em planície predominantemente arenosa entremeada por um rosário de lagoas conectadas entre si, que desembocam no mar através dos canais fluviais que drenam a área costeira.

PALAVRAS CHAVES: Resíduos Sólidos Industriais. Aterro de Resíduo Sólido Industrial. Geoprocessamento. Análise Multicritério. Município de Osório.

ABSTRACT

The solid waste management, especially municipal solid waste, has been one of the main issues under discussion in Brazilian cities today. However, little is debate in that sphere of government on the management and particularly the disposal of industrial waste, an even bigger problem because of the potential danger of these wastes to the environment and human health. The final disposal in dumps or landfills is certainly the process even more used in the world. In this context, this work aims to develop methods and techniques in the context of geographical knowledge to assist in finding (in the search) suitable sites for landfills receiving industrial solid waste, using as a study space for the municipality of Osório, located on the northern coast of Rio Grande do Sul. Therefore, initially was presented the issue of solid waste in Brazil, and specifically the industrial, in the planning, management and legislation. Then held a diagnosis of industrial solid waste management of (the) municipality, so as to identify volumes and forms of disposal of such waste, made by surveying the information submitted by industries in the process of environmental licensing in the organs state and municipal environmental and industries interviews. The following, through search bibliography and focuses on the essential parameters (rock, soil, topography and water dynamics, as well as the occupations and human uses) as well as the methods for selecting areas for solid waste landfill. Finally, was presented the paths through the Geoprocessing to present the final map of suitability for landfill. To achieve this result, we applied a multicriteria analysis using fuzzy pertinence functions (for the standardization of factors), the method AHP or Analytic Hierarchy Process (for assignment of weights) and Boolean logic (to eliminate areas totally unsuitable for installation of industrial solid waste landfill). It was noted from the final map that there are areas likely to receive in the county landfill of industrial solid waste, however the potential for such a purpose is not very high, considering that the highest weighted score of fitness attained, located in the central- south of the municipality, distanced him from the ideal condition. It is estimated that the final results obtained in the study are mainly a function of the natural features found in the municipality, located in predominantly sandy plain interspersed by a rosary of interconnected lakes that debouch into the sea through the river channels that drain the area coast.

KEYWORDS: Industrial Solid Waste. Industrial Solid Waste Landfill. Geoprocessing. Multicriteria Analysis. Municipality of Osório.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Município de Osório, Rio Grande do Sul, Brasil.	22
Figura 2. Percentual diário coletado no ano de 2008 de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por Regiões do Brasil. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).....	29
Figura 3. Entidades prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos, por natureza jurídica da entidade, segundo as Grandes Regiões – 2008. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).....	30
Figura 4. Percentuais de destino final dos resíduos sólidos em 2008. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).....	31
Figura 5. Distribuição percentual dos tipos de materiais recicláveis recolhidos pelos municípios com serviço de coleta seletiva. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).	32
Figura 6. Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil. Fonte: ABRELPE (2007) ...	33
Figura 7. Número de municípios com coleta de resíduos sólidos industriais perigosos e/ou não perigosos. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).....	34
Figura 8. Distribuição percentual dos municípios com coleta de resíduos sólidos industriais perigosos e/ou não perigosos por forma de disposição no solo. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).....	35
Figura 9. Seção esquemática de uma área de <i>landfarming</i> . Fonte: MONTEIRO et al (2001)	39
Figura 10. Corte típico de aterro Classe II. Fonte: MONTEIRO et al (2001)	41
Figura 11. Corte típico de aterro Classe I. Fonte: MONTEIRO et al (2001, p.191)	42
Figura 12. Boneco Calixo na abertura da temporada de verão 2009. Fonte: http://www.osorio.rs.gov.br/	50
Figura 13. Ponto de coleta de resíduos instalado na entrada principal da sede da Prefeitura de Osório, na Av. Jorge Dariva.....	51
Figura 14. Detalhe do ponto de coleta de resíduos na entrada principal da sede da Prefeitura de Osório. Nota-se a mistura de resíduos orgânicos e inorgânicos.....	51
Figura 15. Pontos de coleta de resíduos instalados na entrada da SMAGU, localizada na Rua Marechal Floriano Peixoto. O cesto de cor amarela é destinado aos resíduos inorgânicos (denominado “Lixo Seco”) e o de cor cinza para os resíduos orgânicos (“Lixo Orgânico”).....	52
Figura 16. Praça onde se encontra o Mastro da Bandeira, situada na Rua Marechal Floriano Peixoto. Nota-se a presença dos mesmos cestos coletores de resíduos encontrados na secretaria de Meio Ambiente.	52

Figura 17. Detalhe do ponto de coleta de resíduos orgânicos na Praça do Mastro da Bandeira. Nota-se que há mistura dos dois tipos de resíduos (orgânicos e inorgânicos). ...	53
Figura 18. Também foram encontrados outros tipos de cestos de resíduos na Praça do Mastro da Bandeira, sem qualquer identificação quanto ao tipo de resíduo a ser depositado.	53
Figura 19. Pontos de coleta espalhados pela Praça Nossa Senhora da Conceição. Nota-se a situação precária de alguns deles, sem tampa ou com adesivos de identificação danificados. Certamente, alvos de depredação!	54
Figura 20. Outros exemplos de coletores encontrados na praça, utilizados principalmente pelos estabelecimentos comerciais.	54
Figura 21. Ainda na praça foram encontrados os modelos amarelo -“Lixo Seco” e cinza – “Lixo Orgânico.	55
Figura 22. Nota-se que não constam referências escritas sobre o tipo de resíduo a ser depositado em cada coletor.	55
Figura 23. Ecoponto de recolhimento de pilhas e baterias no primeiro andar da sede da Prefeitura Municipal de Osório.....	57
Figura 24. Ecoponto de recolhimento de pilhas e baterias na Biblioteca Central.	57
Figura 25. Percentual de distribuição das atividades industriais do município de Osório no ano de 2010 por setor industrial. Adaptado do Relatório de Inscrições por Atividade 2010 – Fonte: Secretaria da Fazenda do município de Osório.	65
Figura 26. Número de LO em vigor no ano de 2010 por setor industrial do município de Osório/RS, emitidas pelos órgãos ambientais FEPAM e SMAGU. Fonte: FEPAM e SMAGU.	67
Figura 27. Percentual de distribuição da destinação final dos RSI gerados pelo setor Madeira/Moveleiro do município de Osório/RS, entre os anos de 2008 a 2010. Fonte: Planilhas Semestrais de Resíduos Sólidos Industriais gerados/SMAGU.	69
Figura 28. Fachada da filial de Osório da Calçados Beira Rio LTDA, em 11 de novembro de 2010.....	72
Figura 29. Funcionários da Calçados Clavan LTDA, trabalhando na montagem dos produtos para envio à indústria Calçados Beira Rio Ltda.....	74
Figura 30. Resíduos depositados no chão da fábrica da Calçados Clavan Ltda.	75
Figura 31. Resíduos de papelão, reaproveitados para acondicionar os produtos montados devolvidos a Calçados Beira Rio.	75

Figura 32. Embalagens vazias de cola (potencialmente perigosas) depositados sem qualquer cuidado no chão da fábrica da Calçados Clavan Ltda para devolução à Calçados Beira Rio.	76
Figura 33. Transporte próprio utilizado pela indústria para devolver todos os resíduos gerados no processo de montagem dos produtos da Calçados Beira Rio.	76
Figura 34. Fachada da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.	77
Figura 35. Local de acondicionamento temporário dos resíduos orgânicos de processo (sebo, soro, ossos, sangue) da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.	77
Figura 36. Bombonas com sobras de pêlos colocadas na área externa da empresa, para recolhimento pela SEFAR.	78
Figura 37. Local de acondicionamento temporário dos resíduos secos de processo (sebo, soro, ossos, sangue) da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.	78
Figura 38. Interior do local de acondicionamento temporário dos resíduos secos provenientes de outras atividades fora do processo industrial.	79
Figura 39. Entrada da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.	79
Figura 40. Fachada da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.	80
Figura 41. Suínos aguardando abate nas dependências da Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.	80
Figura 42. Recolhimento dos resíduos (sebo, soro, ossos, sangue, chifres etc.) pela empresa SEFAR.	81
Figura 43. Bombona com resíduos de ossos sendo recolhida pela SEFAR.	81
Figura 44. ETE da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.	82
Figura 45. Fachada da indústria Secagem de Areias Osório LTDA.	82
Figura 46. Paletts reutilizadas na própria empresa como anteparo para os sacos de argamassa.	83
Figura 47. Sucatas dispostas sem cuidado nas dependências da indústria. Nota-se a presença de embalagens sem identificação de origem, poluidoras potenciais.	84
Figura 48. Fachada da empresa Ordério Rosa de Oliveira ME.	84
Figura 49. Resíduos de vários tipos (papel, papelão, sacos de argamassa, latas de tinta etc.) misturados, estocados temporariamente na empresa.	85
Figura 50. Resíduos de peças e ornatos de cimento, concreto e gesso depositados em área localizada nos fundos do estabelecimento.	85
Figura 51. Móveis de madeira em processo de fabricação na empresa Móveis Osoriense LTDA.	86

Figura 52. Serragem e cavacos de madeira gerados no processo produtivo da indústria Móveis Osoriense LTDA.....	87
Figura 53. Resíduos de pó de madeira misturados a papéis e filmes plásticos no chão da indústria Móveis Osoriense LTDA.....	87
Figura 54. Embalagem de resíduo perigoso (solvente) gerada na empresa Móveis Osoriense LTDA.....	88
Figura 55. Embalagem de resíduo perigoso (cola) resultante do processo industrial da Móveis Osoriense LTDA, cuja disposição correta deve ser feita em centrais ou aterros de RSI perigosos.....	88
Figura 56. Vista do galpão principal da serraria e do depósito dos resíduos de serragem e cavacos de madeira. Nota-se que a matéria-prima (as toras) está espalhada por toda a área da empresa.	89
Figura 57. Principal local de armazenagem da madeira utilizada na serraria.....	89
Figura 58. Resíduo de serragem e restos de madeira no chão do galpão principal da serraria.....	90
Figura 59. Galpão principal da serraria, onde a madeira é trabalhada.....	90
Figura 60. Mapa das unidades geológicas do município de Osório/RS.	107
Figura 61. Perfil esquemático (W-E) transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul com suas fácies sedimentares associadas. Fonte: TOMAZELLI e VILLWOCK (2005).....	108
Figura 62. Percentual de distribuição das unidades geológicas no município de Osório/ RS.	110
Figura 63. Mapa das unidades de solos do município de Osório/ RS.....	113
Figura 64. Percentual de distribuição das unidades de mapeamento de solos no município de Osório/ RS.....	115
Figura 65. Mapa das classes de declividade, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.....	118
Figura 66. Mapa de distâncias do sistema viário, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.	120
Figura 67. Mapa de distâncias da rede de drenagem, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.	121
Figura 68. Mapa de distâncias das manchas urbanas, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.	122

Figura 69. Função linear crescente utilizada para padronizar as distâncias da rede de drenagem.....	126
Figura 70. Mapa de distâncias da rede de drenagem padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor branca.	127
Figura 71. Função linear simétrica utilizada para padronização das distâncias do sistema viário.	128
Figura 72. Mapa de distâncias do sistema viário padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor branca.	129
Figura 73. Função linear crescente utilizada para padronização das distâncias das manchas urbanas.	130
Figura 74. Mapa de distâncias das manchas urbanas padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor preta.	131
Figura 75. Função linear decrescente utilizada para padronização das declividades.	132
Figura 76. Mapa de declividades padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor branca.	133
Figura 77. Mapa de unidades de solos padronizado do município de Osório/ RS.	137
Figura 78. Mapa de unidades geológicas padronizado do município de Osório/ RS.	140
Figura 79. Escala de valores (pesos) de Saaty, para comparação pareada. Fonte: MIRANDA, 2005.	142
Figura 80. Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterros de Resíduos Sólidos Industriais no município de Osório/ RS.....	146
Figura 81. Zoneamento do Plano Diretor do município de Osório/RS. Adaptado do Mapa Geral do Plano Diretor do Município de Osório/RS.....	149
Figura 82. Mapa dos 50 melhores hectares para a instalação de aterro de RSI no município de Osório/RS.....	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de Atividades industriais por classes e setores industriais. Adaptada de Relatório de Inscrições por Atividade de 2010. Fonte: Secretaria da Fazenda do município de Osório/RS e Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE.....	65
Tabela 2. Comparativo entre o número de indústrias com a obrigatoriedade de entregar planilhas de controle de RSI e número das que apresentaram planilha de controle de resíduos à SMAGU. Fonte: SMAGU, 2010.	68
Tabela 3. Tipos e volumes dos RSI gerados pela indústria Calçados Beira Rio LTDA. Fonte: Calçados Beira Rio LTDA.....	73
Tabela 4. Condições para implantação de aterros industriais. Fonte: Baseada em ROCCA et al (1993).....	94
Tabela 5. Condições hidrogeológicas desejáveis e mínimas em aterros de resíduos sólidos industriais Classe I e Classe II. Fonte: Baseado em ROCCA et al (1993).....	94
Tabela 6. Atributos elencados pelas NBR 113896 e NBR 10157 para seleção de áreas para construção de aterros de resíduos não-perigosos e perigosos, respectivamente. Fonte: NBR 113896 (ABNT, 1997) e NBR 10157 (ABNT, 1987).	95
Tabela 7. Critérios selecionados com base no documento da FEPAM para a seleção de áreas	97
Tabela 8. Critérios restritivos e os fatores. Fonte: Baseado em WEBER e HASENACK (2000).....	99
Tabela 9. Comparação pareada das variáveis. Fonte: WEBER e HASENACK (2000)....	100
Tabela 10. Pesos finais das variáveis obtidos da comparação pareada. Fonte: WEBER e HASENACK (2000).	100
Tabela 11. Matriz de comparação pareada das variáveis. Fonte: NUNES et al (2008)....	101
Tabela 12. Pesos finais das variáveis obtidos da matriz de comparação pareada. Fonte: NUNES et al (2008).....	102
Tabela 13. Descrição das unidades geológicas pertencentes aos depósitos de ocorrência no município de Osório/RS. Fonte: Mapa geológico do Litoral Norte, escala 1:100.000/ Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO-RS)/ FEPAM.	109
Tabela 14. Fatores e restrições combinados para a obtenção do mapa final de aptidão....	124
Tabela 15. Notas relativas à aptidão dos solos ao recebimento de aterro de resíduos sólidos industriais.....	134
Tabela 16. Notas relativas à aptidão das unidades geológicas ao recebimento de resíduos sólidos industriais.....	138

Tabela 17. Matriz de comparação pareada dos fatores.	143
Tabela 18. Pesos finais dos fatores obtidos da matriz de comparação pareada.	143
Tabela 19. Ponderação das restrições para a obtenção do mapa final de aptidão.	145

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1. Identificação de Área(s) para Aterro Industrial em Osório: uma necessidade!	21
2. A PROBLEMÁTICA DA GERAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.	25
2.1. Resíduos Sólidos: Geração, Coleta e Destinação Final.....	28
2.1.1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).....	28
2.1.2. Resíduos Sólidos Industriais (RSI).....	33
2.2. Resíduos Sólidos: Conceituação, Classificação e Destinação final.	36
3. A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS	43
3.1. Os Programas e Projetos sobre Resíduos Sólidos	45
3.1.1. Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	45
3.1.1.1. O Projeto de Operacionalização do Aterro Sanitário.....	46
3.1.1.2. O Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Município de Osório – Plano Social (PGIRS): os subprojetos e seus estágios atuais.....	49
3.1.2. Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e de Podas.....	59
3.1.3. Os Resíduos de Pneumáticos.....	60
3.1.4. Os Resíduos de Serviço de Saúde (RSS).....	60
3.1.5. Os Resíduos e Embalagens Vazias de Agrotóxicos	61
3.1.6. Os Resíduos de Suinocultura.....	61
3.2. Os Resíduos Sólidos Industriais (RSI) no município de Osório	62
4. A BUSCA PELA APTIDÃO DE ÁREA(S) PARA ATERRO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS	91
4.1. A Escolha dos Critérios para Seleção de Áreas Aptas para Aterro de Resíduos Sólidos.....	91
4.2. Análise de Métodos para Seleção de Áreas para Aterro de Resíduos Sólidos. .	97
4.3. Os Procedimentos Metodológicos Adotados para Geração do Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterros de RSI.	102
4.3.1. Levantamento das Bases Cartográficas	102
4.3.2. Elaboração dos mapas temáticos e das superfícies necessárias para o cruzamento e geração do mapa final de aptidão.	103
4.3.2.1. Mapa Geológico	104

4.3.2.2. Mapa de Solos	110
4.3.2.3. Mapa de Declividade	115
4.3.2.4. Mapas de distâncias do sistema viário, da rede de drenagem e das manchas urbanas	119
4.3.3. Aplicação da Análise Multicritério.....	123
4.3.3.1. Padronização dos fatores	124
4.3.3.2. Ponderação dos fatores	141
4.3.3.3. Análises do Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterro de RSI.....	147
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES.....	154
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159
ANEXO A	170
ANEXO B	180

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações das últimas décadas nas municipalidades tem sido a gestão dos seus resíduos sólidos, particularmente a dos resíduos sólidos provenientes dos serviços de limpeza pública (tradicionalmente os domiciliares, os comerciais, os de limpeza de logradouros, os de serviços de saúde e os entulhos), obrigação legal imposta ao poder público local pela Constituição Federal de 1988 (art.30, inciso V). Todavia, ainda pouco se debate nessa esfera governamental sobre a **gestão** e, particularmente, a **destinação dos resíduos industriais**, um problema ainda maior devido à periculosidade potencial (presença de produtos químicos, metais e solventes químicos) desses resíduos para o meio e para a saúde humana. Até porque, no Brasil, o poder público em qualquer uma de suas esferas (federal, estadual e municipal) não é responsável pela destinação final¹ dos resíduos industriais, prevalecendo o princípio do "poluidor-pagador" (Lei nº 6.938, de 31/8/1981), ou seja, o gerador (a indústria) é responsável pela manipulação, deposição, transporte e destino final de seus resíduos gerados nos diversos e às vezes complexos processos industriais. O poder público estadual interfere na questão, apenas através de seus órgãos de controle ambiental, exigindo dos geradores de resíduos industriais sistemas de manipulação, de estocagem, de transporte e de destinação final apropriados. Já as municipalidades, segundo MONTEIRO et al (2001):

... podem agir neste setor de forma complementar, através de seus órgãos de fiscalização, sobretudo considerando que a determinação do uso do solo urbano é competência exclusiva dos municípios, e assim, eles têm o direito de impedir atividades industriais potencialmente poluidoras em seu território, seja através da proibição de implantação, seja através da cassação do alvará de localização. (MONTEIRO et al , 2001. p.5)

Mesmo os resíduos de natureza industrial não sendo de gerência da administração municipal, essa não pode negligenciar a competência exclusiva de determinação do uso do solo urbano que lhe foi atribuída. Cabe às municipalidades o direito e, acima de tudo, o dever de saber se as atividades industriais desenvolvidas dentro dos seus limites estão causando impacto negativo ao meio e à saúde humana e, portanto, infringindo as normativas legais sobre o assunto. Ainda mais no Rio Grande do Sul que o papel fiscalizatório passa de complementar (o caso de muitos estados do país) a obrigatório com a

¹ Na Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, Lei N° 12.305 de 2 de agosto de 2010, Art.3° (VII e VIII), diferencia-se **destinação final** (inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações, entre elas a disposição final) e **disposição final** (distribuição ordenada de rejeitos em aterros).

descentralização do licenciamento ambiental municipal para aquelas atividades cujo impacto é local, bem como aquelas que forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou Convênio (Art. 69 do Código Estadual de Meio Ambiente - Lei nº 11.520 de 03 de agosto de 2000).

A Resolução CONSEMA 102/2005 estabeleceu o que é de impacto local, listando as atividades que cabem ao município (que estiver habilitado) licenciar, as demais são de competência do órgão estadual de meio ambiente, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM (instituição vinculada à Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA), no estado do Rio Grande do Sul. Dessa forma, dependendo do impacto ambiental produzido por uma indústria, ela poderá ser licenciada pelo município ou pela FEPAM. Como a fiscalização e o controle devem ser exercidos por quem licenciou, a administração pública municipal pode ser sim a responsável por realizar a avaliação do processo da indústria para determinação dos seus resíduos e, conseqüentemente, estabelecer as condições e as restrições (respeitadas as diretrizes estaduais e federais), exigindo o preenchimento de planilhas que constem, entre outras informações, os diferentes destinos dados aos resíduos. Assim o faz a FEPAM nos licenciamentos de sua competência, por determinação da Resolução CONAMA nº. 313/2002, que estabelece diretrizes para obtenção de informações precisas quanto à quantidade, tipos e destinos dos resíduos sólidos gerados no parque industrial do Brasil, visando à elaboração do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e, por conseguinte, de Programas Estaduais e do Plano Nacional para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Aliás, Programas Estaduais e Plano Nacional que já deveriam estar prontos em sua totalidade (e não estão!) desde 2005 e 2006, respectivamente, segundo prazos estabelecidos pela referida resolução.

Como afirma FERREIRA (2000), é recente a preocupação com os resíduos industriais e com os riscos potenciais de sua disposição inadequada no meio, e é consequência dos significativos problemas decorrentes desta prática. Logo, muito se tem a discutir e realizar nessa temática, e as administrações públicas municipais são atores de grande importância nessa discussão, principalmente se já habilitadas a licenciar atividades, como é o caso do município de Osório no estado do Rio Grande do Sul.

1.1. Identificação de Área(s) para Aterro Industrial em Osório: uma necessidade!

No município de Osório, situado predominantemente na planície costeira do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil (figura 1), o tema resíduos sólidos vem gradativamente ganhando importância na formulação das políticas públicas. E, embora não sendo de sua competência a destinação final dos resíduos industriais, assume o seu papel de fiscalizador, por exemplo, ao estabelecer como uma das diretrizes para os serviços de saneamento no seu Plano Diretor (OSÓRIO, 2006a) a formulação de política de controle de cargas difusas, particularmente daquela originada do **lançamento de resíduos sólidos e de esgotos clandestinos domésticos e industriais** (item VII, Art. 43, Cap.II, Seção II). Papel esse que se faz cada vez mais necessário, devido ao seu significativo parque industrial instalado, que em 2010 totalizava 215 indústrias dos mais variados portes e classes; bem como ao potencial de instalação da atividade industrial no município, tendo em vista que é em Osório que se localiza o maior parque eólico da América Latina. Potencialidade que certamente foi avaliada positivamente por empresários que pretendem instalar no município um pólo metal-mecânico, atualmente em fase de licenciamento ambiental.

Diante do exposto, definir sítios propícios a receberem aterros de resíduos sólidos de origem industrial é tarefa de extrema relevância e de caráter urgente para um município em franco crescimento como Osório. Até porque o município não possui em seus limites (nem no seu entorno) um aterro com este fim, o que pode contar favoravelmente para atrair, ainda mais, as indústrias para seu parque industrial. É o que se propõe como pesquisa no mestrado do Programa de Pós-graduação em Geografia, do Instituto de Geociências da UFRGS, através, essencialmente, do estudo de parâmetros do meio e sociais que são adotados para a definição de áreas de deposição de resíduos sólidos industriais. Nesse sentido, propõe-se como um dos instrumentos de suporte da pesquisa o geoprocessamento, que permite a realização de avaliações complexas em grandes extensões territoriais e cruzamentos de diversos parâmetros do meio e sociais, com sensíveis ganhos em tempo, qualidade de resultados e economia de recursos. (ROCHA et al, 2004)

- b) Averiguar como está sendo feita a destinação final dos resíduos sólidos industriais pelos principais geradores desse tipo de resíduo no município, verificando a adequação às normativas legais sobre o assunto.
- c) Apurar como o órgão ambiental licenciador e o executivo municipal tem tratado a questão da destinação final dos resíduos sólidos industriais no município.
- d) Verificar a existência de critérios determinados tecnicamente para a disposição dos resíduos sólidos industriais, bem como estudar se esses viabilizam ou não a localização de área(s) de recepção no município.
- e) Propor alternativas locais mais adequadas para o destino final de resíduos sólidos industriais no município, através da representação cartográfica.

Dessa forma, a dissertação está estruturada em cinco capítulos, incluindo a presente introdução. Sequencialmente a essa, o **segundo capítulo** sintetiza informações relevantes sobre a temática dos Resíduos Sólidos, oferecendo um panorama da situação da Gestão dos Resíduos Sólidos no Brasil. Os dados mais atuais disponíveis relativos à coleta, geração e destinação final dos resíduos sólidos são apresentados para o Brasil como um todo e ainda detalhados para a região sul, e especificamente para o Rio Grande do Sul, onde está localizada a área de estudo. Por fim, o capítulo apresenta questões relativas à conceituação, classificação e destinação final dos resíduos sólidos, com enfoque nos resíduos sólidos industriais, através de ampla revisão bibliográfica.

O **terceiro capítulo** revela o comportamento do poder público municipal relativo aos seus resíduos sólidos, inicialmente quanto à gestão dos resíduos sólidos urbanos e na sequência a atuação frente aos resíduos industriais gerados dentro de seus limites. Para tanto foram analisadas as ações, os documentos e os discursos oficiais desse ente público. Também nesse capítulo apresenta-se um diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos do parque industrial instalado no município de Osório/RS, na perspectiva de identificar tipos, volumes e formas de destinação final desses resíduos. O que foi feito por meio de levantamento de dados apresentados pelas indústrias nos processos de licenciamento ambiental nos órgãos estadual e municipal de meio ambiente e de entrevistas nas indústrias.

O **quarto capítulo** apresenta a busca pela aptidão de área(s) para aterro industrial. Num primeiro momento, propõe-se uma análise dos critérios (sociais e do meio) de ocupação para o destino final de resíduos sólidos industriais, bem como de métodos utilizados para a seleção de áreas para aterro de resíduos sólidos, por meio de pesquisa

bibliográfica. Na sequência, expõe-se os caminhos trilhados através do uso de geoprocessamento para a apresentação de produto cartográfico com áreas de maior e menor aptidão para os aterros.

As considerações finais e as sugestões para outros estudos são apresentadas no **capítulo quinto**.

2. A PROBLEMÁTICA DA GERAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.

Os restos produzidos pelo homem não ensejavam grandes preocupações enquanto este cultivava hábitos nômades. Porém, o aumento da população e sua fixação, a crescente industrialização, a melhoria do poder aquisitivo e a mudança nos padrões de consumo aceleraram a geração de enormes volumes de resíduos, cuja coleta e disposição adequadas correspondem a um dos maiores dilemas da sociedade moderna. Como coloca SISINNO (2000):

Uma vez reunidos em grupos maiores e fixos em lugares que se transformavam em centros populacionais produtores de grandes quantidades e variedades de resíduos, a convivência com o lixo e as conseqüências decorrentes deste fato passaram a ser inevitáveis. (SISINNO, 2000. p.41)

De fato, em nenhuma etapa da história da humanidade foram produzidos tantos resíduos como atualmente, e a tendência é de aumento. As estimativas feitas pela Agenda 21 (documento que reuniu e sistematizou todo o resultado da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em 1992 no Rio de Janeiro) apontam que até 2025 o volume de resíduos no mundo pode quadruplicar ou quintuplicar.

A *Organización Panamericana de la Salud* - OPS (2005, apud BRAGA et al 2010), alerta que diariamente no mundo são gerados **dois milhões de toneladas de resíduos domiciliares e comerciais**, o que equivale em média a 700 gramas por habitante de área urbana. Os Estados Unidos lidera o *ranking* dos maiores geradores *per capita*, totalizando 2,02 kg/hab/dia. O segundo e terceiro lugares são ocupados, respectivamente, pela Austrália (1,89 kg) e Canadá (1,80 kg). O Brasil ocupa o sexto lugar nessa lista, com uma geração diária por habitante de 0,88 kg (média para as cidades pequenas, médias e grandes). Cifra essa que, se comparada com os levantamentos apresentados adiante, encontra-se subestimada.

No entanto, as preocupações com as quantidades geradas de resíduos sólidos no mundo e com os problemas a elas associados não datam apenas deste século. No Brasil, registros históricos apontam que desde a segunda metade do século XVIII a cidade do Rio de Janeiro já enfrentava dificuldades no tocante aos seus resíduos sólidos. O que levou à implantação, oficialmente, em 25 de novembro de 1880, do serviço sistemático de limpeza urbana na então capital do Império, cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro. Nessa data, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto N° 3024, que aprovava o contrato de "limpeza e

irrigação" da cidade, executado por Aleixo Gary e, depois, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra gari, denominação ainda hoje atribuída aos trabalhadores da limpeza urbana em vários municípios brasileiros, inclusive no estado do Rio Grande do Sul. (MONTEIRO et al, 2001).

Da época imperial aos dias de hoje, os serviços de limpeza urbana no país passaram por períodos bons e ruins. Conforme MONTEIRO (2001), provavelmente porque:

Considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos não tem merecido a atenção necessária por parte do poder público. Com isso, compromete-se cada vez mais a já combalida saúde da população, bem como se degradam os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos. A interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente, o que reforça a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira. (MONTEIRO, 2001, p.1)

Os levantamentos realizados no país demonstram que a situação atual da gestão dos resíduos sólidos apresenta-se de maneira diversa em cada região brasileira, prevalecendo, entretanto, uma situação ainda distante de ser considerada a ideal. Todavia, antes de tentar retratar esse universo, cabe fazer algumas considerações sobre as pesquisas disponíveis até o momento.

O primeiro levantamento sistemático nacional contemplando a questão dos resíduos sólidos foi realizado na década de 80 (precisamente em 1983) pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, sob o título “Limpeza Urbana e Coleta de Lixo” e como parte da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB. Mas é a partir da edição de 1989, após sofrer aperfeiçoamentos, que se torna uma referência nacional e fonte fundamental de dados sobre a gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana em nível nacional e regional (IBGE, 2002). Desde então, foram lançadas mais duas edições da PNSB (anos de 2000 e 2008), incluindo o tema resíduos sólidos. A PNSB 2008, resultado de um convênio entre o IBGE e o Ministério das Cidades, foi tornada pública em meados do ano de 2010, sendo os últimos dados disponibilizados pelo IBGE até então.

Principalmente, buscando preencher lacunas temporais da PNSB, outras entidades públicas e privadas têm concentrado esforços no levantamento de dados evolutivos relacionados aos resíduos sólidos. A exemplo disso cita-se as séries:

- “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil” – uma iniciativa da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE², que já conta com sete edições (de 2003 a 2009), todas disponíveis para consulta e/ou *download* no *website*³ da entidade. Tal publicação objetiva facilitar o acesso das entidades governamentais, das empresas públicas e privadas, das organizações não-governamentais, entidades educativas, da imprensa e da sociedade em geral, às informações atualizadas sobre os resíduos sólidos em seus vários segmentos.
- “Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos” – uma ação do Ministério das Cidades, que totaliza seis edições (de 2002 a 2009), disponíveis no *website*⁴ do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, sob responsabilidade do ministério. O diagnóstico é um produto extraído do SNIS, que incorpora os dados enviados pelos municípios que atenderam à solicitação para participar do trabalho. A última edição foi lançada em julho de 2009 (ano de referência 2007), e em julho de 2010 foi lançado o “Programa de coleta de resíduos sólidos 2009”, visando à elaboração da sétima edição do diagnóstico.

Além das publicações mencionadas acima, existem ainda pesquisas cujos dados são referentes a apenas um determinado ano, mas também de grande contribuição no conhecimento da temática dos resíduos sólidos em geral, e em especial dos resíduos sólidos industriais, principalmente porque abordam especificamente o estado do Rio Grande do Sul, entre elas:

- “Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares nos Municípios do RS”:
Documento Preliminar (2008) - resultado da parceria entre Secretaria Estadual de Habitação, Saneamento e Desenvolvimento Urbano – SEHADUR/RS e Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional – METROPLAN/RS. E tem como objetivo oferecer os elementos iniciais para a consolidação de um Plano Estadual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, como parte integrante da Política de Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul, de responsabilidade da SEHADUR/RS.
- “Relatório Sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul (2003)” – realizado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental

² Associação civil sem fins lucrativos, criada em 1976, que atua, integra e discute as questões relacionadas aos resíduos sólidos no país. http://www.abrelpe.org.br/abrelpe_historico.php. Acesso em 19/05/2010.

³ http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.php. Acesso em 19/05/2010.

⁴ <http://www.snis.gov.br>. Acesso em 22/07/2010.

Henrique Luis Roessler – FEPAM, a fim de subsidiar a realização do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, exigido pela Resolução CONAMA Nº 313/02.

Diante da multiplicidade de publicações e das incoerências das informações de algumas delas, optou-se por trabalhar com os dados da última PNSB (ano referência 2008), por não ser uma amostra como as demais pesquisas, mas sim um levantamento censitário, embora também tenha apresentado algumas inconsistências.

E quando oportuno, a título de comparações ou de detalhamentos, em particular sobre os resíduos sólidos industriais, apresenta-se também as pesquisas realizadas pelas outras instituições supracitadas, principalmente aquelas desenvolvidas pela ABRELPE.

2.1. Resíduos Sólidos: Geração, Coleta e Destinação Final.

2.1.1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

No Brasil, segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008⁵, foram geradas 259.547 mil toneladas por dia de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, em torno de 31 mil toneladas a mais que no ano de 2000 (228.413 t/dia). Com relação aos serviços de coleta de RSU em 2008, a mesma pesquisa aponta que foram coletadas 183.488 mil t/dia. Comparando esses dados com as quantidades geradas, concluiu-se que aproximadamente 76 mil de toneladas de RSU deixaram de ser coletadas, o que provavelmente receberam destinação inadequada. A região sudeste apresenta o maior percentual diário coletado (37,2%), seguida pelas regiões nordeste (25,7%) e sul (20,4%), de acordo com a figura 2.

⁵ A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 é um levantamento censitário que tem como população alvo todas as prefeituras municipais, sendo que os dados sobre Limpeza Urbana e Coleta de Lixo foram coletados por município.

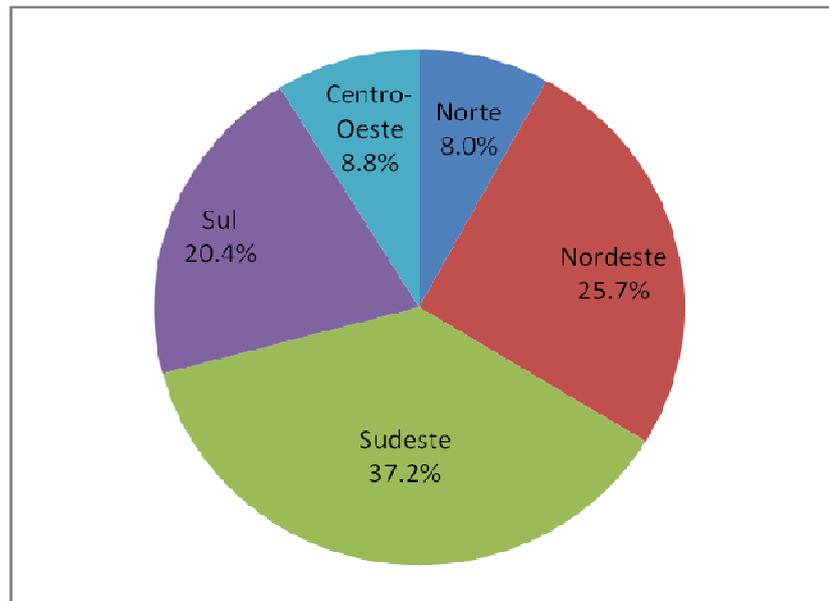


Figura 2. Percentual diário coletado no ano de 2008 de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por Regiões do Brasil. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

Os serviços de manejo dos resíduos sólidos, que segundo o IBGE abrangem a coleta, a limpeza pública e a destinação final, passaram a existir na totalidade dos municípios brasileiros no ano de 2008, diferentemente do que ocorria em 2000, quando 99,4% eram atendidos por esses serviços. Grande parte das entidades prestadoras desses serviços no país estava ligada à administração direta do poder público, exceto na Região Sul, onde as empresas privadas sob regime de concessão pública ou terceirização representam a maioria. A terceirização dos serviços de manejo dos resíduos sólidos ficou mais evidente ainda no estado do Rio Grande do Sul, cujo percentual chegou a 60,2%, o maior do país (figura 3).

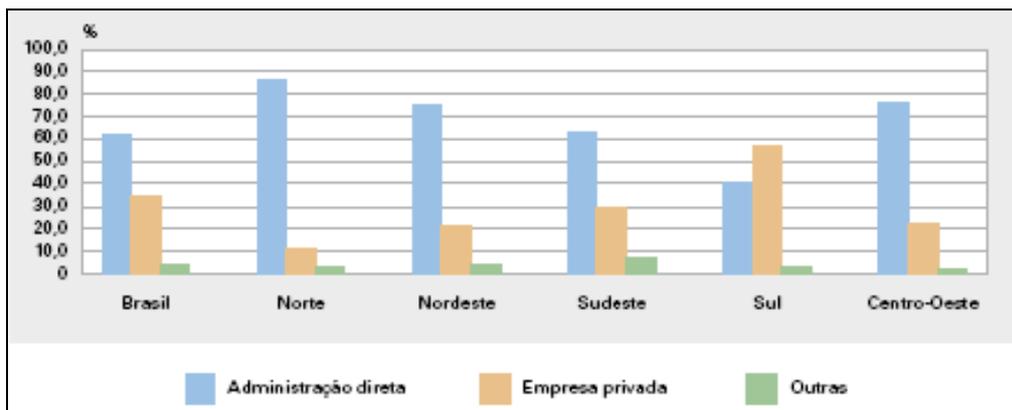


Figura 3. Entidades prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos, por natureza jurídica da entidade, segundo as Grandes Regiões – 2008. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

Especialmente no que diz respeito à destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, são cada dia mais raros os espaços disponíveis e localizados próximos dos centros de geração. As áreas mais apropriadas, em regra, apresentam um custo financeiro elevado, encontram-se a distâncias razoáveis da fonte geradora e têm sempre sua capacidade de recebimento de resíduos limitada a determinado volume e, por conseguinte, a certo tempo de uso. (SISINNO e OLIVEIRA, 2000)

No Brasil a destinação final dos resíduos tem sido feita, principalmente, através das seguintes formas: vazadouro a céu aberto ou também conhecido como lixão; vazadouro em áreas alagadas; aterro controlado; aterro sanitário; aterros de resíduos especiais (entre eles os industriais); usina de compostagem; usina de reciclagem; e usina de incineração. (SANTOS 1993, apud SISINNO e OLIVEIRA, 2000)

A PNSB 2008 aponta que mais da metade dos municípios brasileiros (50,8%) ainda despejavam seus resíduos em “lixões”, áreas ambientalmente inadequadas. Contudo, esse cenário vem se modificando significativamente nas últimas duas décadas. O percentual de municípios que destinavam seus resíduos a vazadouros a céu aberto caiu de 88,2% em 1989 para 50,8%, no ano de 2008. Concomitantemente, houve um crescimento na destinação dos resíduos para os aterros sanitários, solução mais ambientalmente correta, que passou de 1,1% dos municípios, em 1989, para 27,7%, em 2008. A destinação para aterros de resíduos controlados (local onde resíduos são despejados em bruto, sendo apenas recobertos diariamente com terra) no período analisado, também aumentou de 9,6% para 22,5%. Na figura 4, pode-se verificar os percentuais de destino final dos resíduos sólidos em 2008. Nota-se que ainda é bastante expressiva a destinação inadequada (para lixões e aterros de resíduos controlados) dos resíduos sólidos no Brasil (73%).

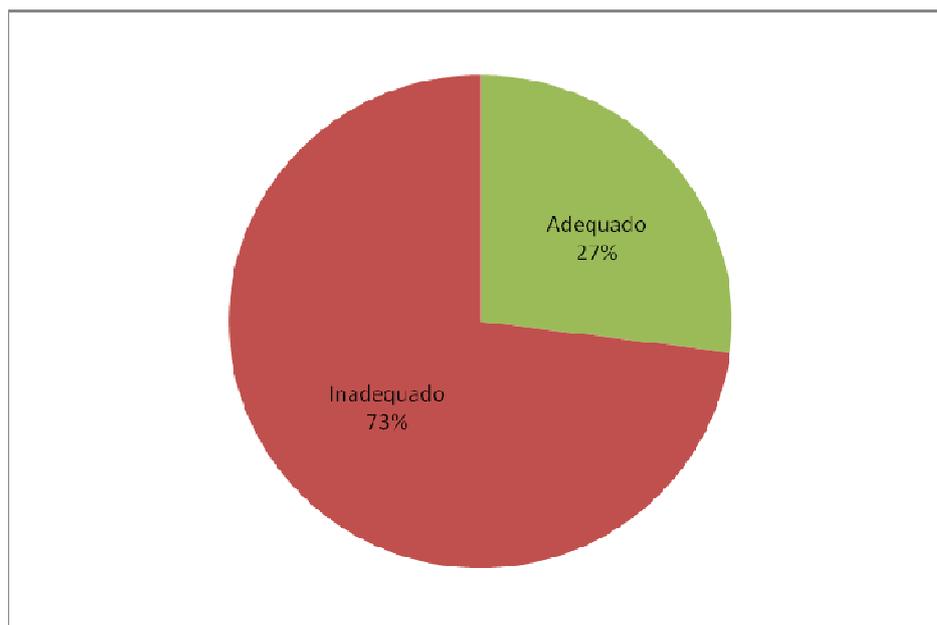


Figura 4. Percentuais de destino final dos resíduos sólidos em 2008. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

Salienta-se que os menores percentuais de municípios que destinam incorretamente seus resíduos sólidos estão localizados nas regiões Sul (15,8%) e Sudeste (18,7%), enquanto as regiões Nordeste (89,3%) e Norte (85,5%) registraram as maiores proporções de municípios que destinaram seus resíduos aos lixões.

Ainda é interessante ressaltar os dados a respeito dos serviços de coleta seletiva levantados pela PNSB (2008), já que houve um importante crescimento na implementação desses serviços nos municípios brasileiros entre o período de 2000 e 2008, embora ainda distante do ideal. Dos 5.564 de municípios brasileiros, apenas 451 realizavam coleta seletiva de seus resíduos no ano de 2000, contra 994 em 2008 (o que corresponde a 17,86% do total). Os municípios das regiões Sul e Sudeste foram os que mais informaram programas de coleta seletiva instalados em todos os distritos, 46% e 32,4%, respectivamente.

Os principais tipos de materiais recolhidos pelos municípios que realizam coleta seletiva foram papel e/ou papelão, plástico, vidro, metal (ferrosos e não ferrosos) e outro, tendo como principais receptores, sobretudo, os comerciantes de matérias recicláveis, seguidos pelas indústrias recicladoras e entidades beneficentes. Os percentuais dos tipos de recicláveis estão discriminados na figura 5, abaixo.

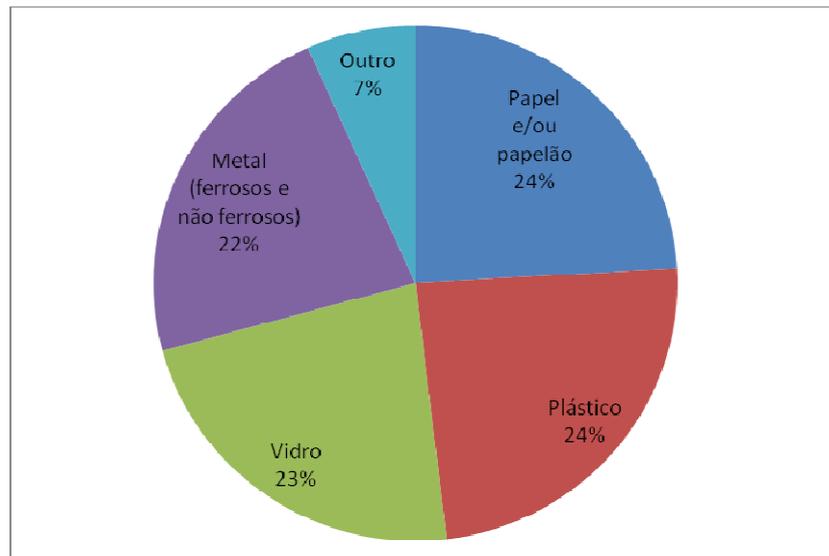


Figura 5. Distribuição percentual dos tipos de materiais recicláveis recolhidos pelos municípios com serviço de coleta seletiva. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

Além dos dados dos RSU, a PNSB 2008 traz informações sobre resíduos sólidos de serviços de saúde sépticos, de construção e demolição, bem como de resíduos industriais perigosos e/ou não inertes (não perigosos). Os dados desses últimos serão abordados mais adiante, quando forem trabalhados os dados estatísticos dos resíduos sólidos industriais.

No tocante aos resíduos de serviço de saúde sépticos, a referida pesquisa aponta que dos 4.469 municípios que coletavam e/ou recebiam resíduos desse tipo (totalizando 8.909 t/dia), 41,8% informaram dispor em vazadouros ou aterros juntamente com os demais resíduos e 38,9% deram a destinação adequada, em aterros específicos para resíduos especiais. A Região Nordeste foi a que mais destinou os resíduos de serviço de saúde em vazadouros com o restante dos resíduos, em torno de 70%. Em contrapartida a Região Sul foi aquela que registrou a maior preocupação com a destinação adequada dos resíduos de serviço de saúde sépticos, destinando corretamente aproximadamente 64% desse tipo de resíduos em aterros especiais.

Por fim, dos 5564 municípios brasileiros, em torno de 72% afirmaram possuir no ano de 2008 serviços de manejo de resíduos sólidos de construção e demolição, sendo que aproximadamente 33% são destinados em vazadouro em conjunto com os demais resíduos. Apenas 4% desses resíduos são dispostos sob controle em pátio ou galpão de estocagem da prefeitura específico para resíduos especiais.

2.1.2. Resíduos Sólidos Industriais (RSI)

A ABRELPE estima no “Panorama de Resíduos Sólidos 2007” que aproximadamente **86,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos industriais (RSI)** são gerados anualmente no Brasil, sendo a sua grande maioria composta por resíduos não-perigosos (95,7%) e uma pequena parcela por resíduos perigosos (4,3%), conforme a figura 6. Contudo, esses dados são parciais, pois são oriundos dos estados que possuíam inventário de resíduos industriais concluído até então, isto é, apenas sete estados dos 27 da federação: Acre – ano-referência 2002; Amapá – dados de 2005 a 2007; Ceará - ano-referência 2001; Goiás – ano base 2001, Minas Gerais – dados de 2001 a 2003; Pernambuco - dados de 2002 a 2003; e Rio Grande do Sul- ano-referência 2002. Como esse panorama trabalhou os dados sobre coleta e destinação dos RSI em separado para cada um dos sete estados, optou-se por apresentar os dados apenas sobre o estado do Rio Grande do Sul, que são os provenientes do inventário realizado pela FEPAM, cujos dados são detalhados adiante.

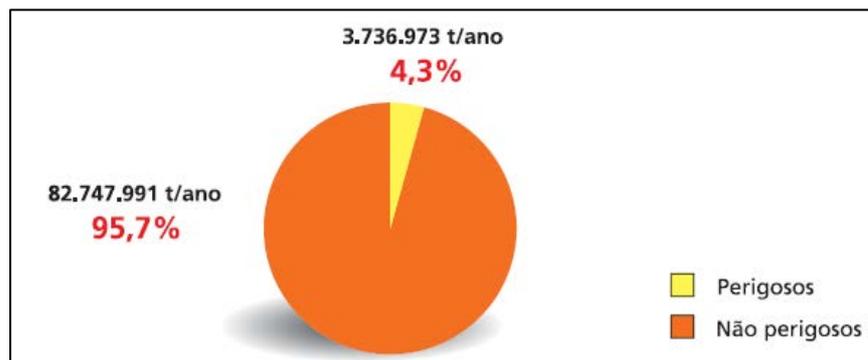


Figura 6. Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil. Fonte: ABRELPE (2007)

Conforme ZIGLIO (2005), no país, os resíduos industriais são motivo de preocupação das autoridades e órgãos ambientais, devido às quantidades geradas e à carência de instalações e áreas ambientalmente adequadas para tratamento e disposição final destes resíduos.

Se, por um lado, a PNSB de 2008 mostrou uma tendência de melhora na destinação final dos resíduos sólidos urbanos (domiciliares, públicos e comerciais) coletados no país nos últimos anos; por outro lado, os dados referentes aos resíduos industriais demonstram que a temática carece de maior atenção no Brasil.

Dos 5.564 municípios brasileiros que apresentavam serviços de limpeza urbana e/ou coleta de resíduos, apenas 136 coletavam resíduos industriais perigosos e não

perigosos, totalizando 3.444 t/dia, o que é compreensível, pois, como já foi dito, a administração municipal não é responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Segundo a figura 7 (abaixo), a Região Sul foi a que apresentou o maior número de municípios que coletava resíduos industriais (45 municípios), seguida pelas regiões Sudeste (39 municípios) e Nordeste (35 municípios).

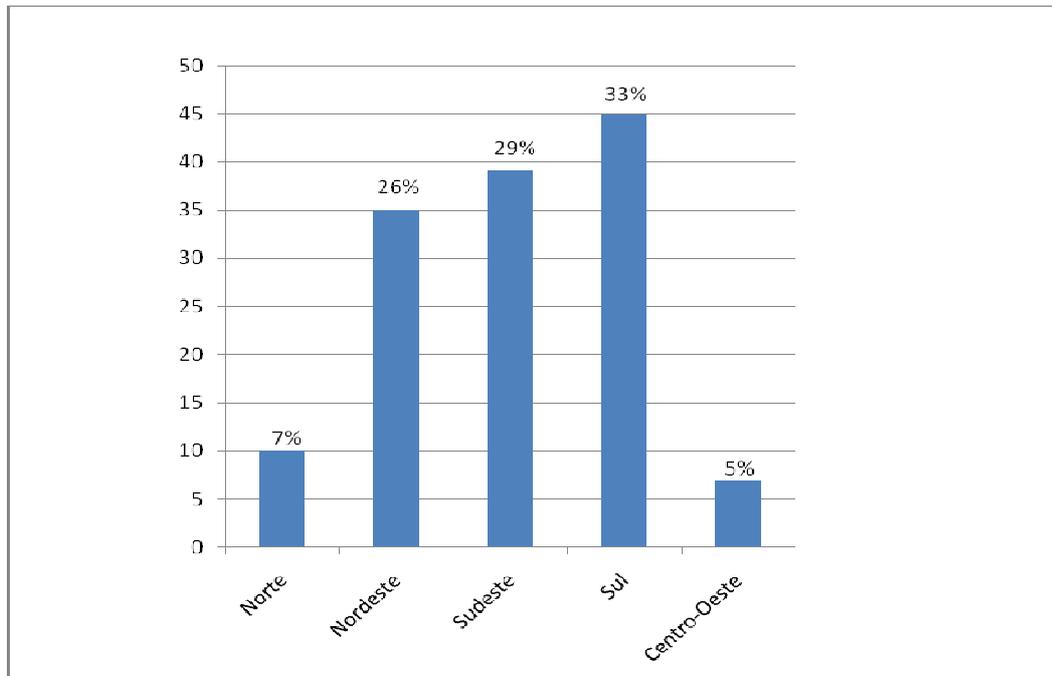


Figura 7. Número de municípios com coleta de resíduos sólidos industriais perigosos e/ou não perigosos. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

Dentre os municípios que coletavam e/ou recebiam resíduos sólidos industriais perigosos e/ou não perigosos (159 municípios), grande parte (69%) destinava inadequadamente seus resíduos, ao encaminhá-los a vazadouros em conjunto com os demais resíduos, a aterro convencional em conjunto com os demais resíduos e a outros locais não discriminados. Isso significa dizer que resíduos compostos por diversas substâncias potencialmente tóxicas e algumas com a capacidade de bioacumulação, foram misturados com resíduos de origem domiciliar sem os cuidados necessários, podendo entrar na cadeia alimentar e chegar até o homem. Somente 31% daqueles que possuíam coleta/e ou recebiam RSI dispunham os RSI coletados em locais específicos para resíduos especiais, conforme se verifica na figura 8.

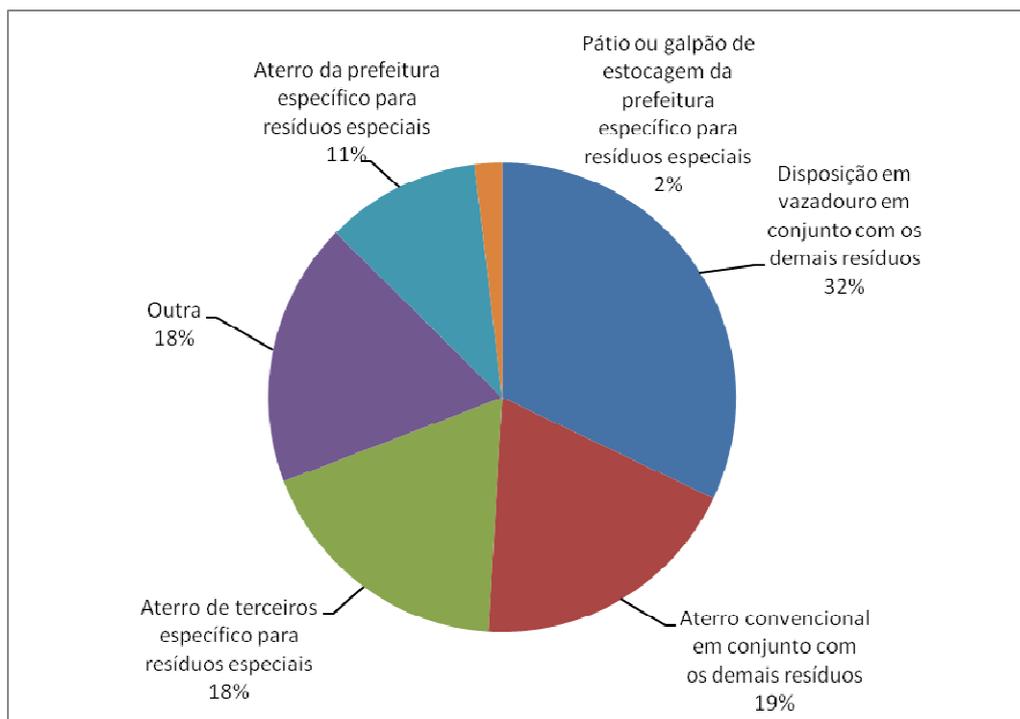


Figura 8. Distribuição percentual dos municípios com coleta de resíduos sólidos industriais perigosos e/ou não perigosos por forma de disposição no solo. Fonte: PNSB 2008 - IBGE (2010).

No que tange ao destino final mais freqüentemente utilizado pelas atividades geradoras de resíduos industriais especificamente no Rio Grande do Sul, a disposição em aterros é a preferida. Igualmente é comum a organização de empresas em consórcios para a disposição de seus resíduos em centrais. (ROSA et al, 2000)

É o que aponta o relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul publicado pela FEPAM em 2003, principalmente quanto aos resíduos sólidos perigosos, em que mais da metade destes resíduos são dispostos em centrais de resíduos (37%) e em aterros industriais (23%), sendo que em torno de 10% destes resíduos têm destinação (não especificada) em outros estados. Já os resíduos não-perigosos, apenas 7% são destinados a aterros industriais. A maioria destes resíduos são reaproveitados e reciclados (53%), demonstrando que muitos destes resíduos são aproveitados como sub-produto pela própria indústria geradora ou são vendidos como matéria-prima para indústrias recicladoras. O referido relatório trabalhou com registros de 2.192 indústrias, totalizando 2.363.886 toneladas/ano de resíduos sólidos industriais. 92% destes resíduos foram classificados como não-perigosos (principalmente gerados pelos setores alimentar, metalúrgico e químico) e apenas 8% como perigosos (preponderantemente dos setores de couro, mecânico e metalúrgico).

Cabe lembrar que as metodologias para a realização de inventários de resíduos industriais no país (e o Rio Grande do Sul não foge a regra) privilegiam os maiores geradores, concentrando o universo da amostra nas grandes indústrias que apresentam cargas mais elevadas de poluentes. Entretanto, como coloca ZIGLIO (2005), as pequenas empresas igualmente são fontes significativas de ameaça ao meio e à saúde pública, e embora não se disponha de estatísticas sobre estes geradores (em função da dispersão geográfica ou, muitas vezes, pela informalidade destas empresas), calcula-se sejam responsáveis por até um terço da geração de resíduos perigosos no mundo.

Segundo informações da FEPAM⁶, até o ano de 2010, encontrava-se em funcionamento em torno de 60 aterros de resíduos sólidos industriais no Rio Grande do Sul, nenhum localizado em Osório. A grande maioria pertencente a indústrias ou consórcio de empresas, sendo apenas três Centrais abertas, ou seja, que recebem resíduos de terceiros. Realidade essa que a FEPAM não sabe julgar se é suficiente para a realidade do estado.

Como aponta CARVALHO (2006a), a realidade é que os aterros industriais ainda são pouco difundidos no Brasil e isso se deve a três fatores em especial: ao atraso geral do Brasil quanto às soluções para os resíduos industriais e a síndrome do “*nimby*”(not in my backyard); à hostilidade das comunidades locais frente a tentativa de implantar aterros industriais; e à reserva dos órgãos ambientais, quanto à instalação desses empreendimentos. Por isso a importância de conhecer melhor a temática, sendo o que se pretende no item a seguir.

2.2. Resíduos Sólidos: Conceituação, Classificação e Destinação final.

É impossível abordar a temática dos resíduos sólidos industriais, sem antes discutir a questão dos resíduos sólidos como um todo, a fim de esclarecer conceitos, classificações e formas de destinação final. Até porque, dependendo da classificação do resíduo sólido industrial, a sua disposição final poderá ser em um aterro muito semelhante ao que recebe os resíduos sólidos urbanos. Alguns autores, inclusive, afirmam ser possível um aterro sanitário receber resíduos de origem industrial. Todas essas questões serão discutidas na sequência.

A palavra lixo origina-se do latim *lix*, que significa cinzas ou lixívia. Também do latim *residuu* significa o que sobra de determinadas substâncias. Geralmente os autores de

⁶ Informações fornecidas pela Eng.^a Carmem Níquel em entrevista por telefone.

publicações sobre resíduos sólidos utilizam-se indistintamente dos termos *lixo* e *resíduos sólidos*. Por se tratarem de termos bastante próximos, na maioria das vezes são tratados como sinônimos. (BIDONE e POVINELLI, 1999)

Conforme NAIME (2004), “os *resíduos sólidos* são a denominação das normatizações para os lixos que são constituídos de uma grande diversidade de materiais, oriundos das mais variadas atividades humanas”. Cabe salientar que a palavra *sólido* é incorporada ao termo *resíduo* para diferenciar de líquidos e gases. *Resíduo Sólido* é a terminologia utilizada pela norma brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004), que os define como sendo:

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

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas. As mais recorrentes na bibliografia sobre o tema dizem respeito à natureza ou origem e aos riscos potenciais de contaminação do meio.

Quanto à natureza ou origem, principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos, esses são geralmente agrupados em cinco classes: doméstico ou residencial; comercial; público; domiciliar especial - entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus; e de fontes especiais - industrial, radioativo, de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários, agrícola e de serviços de saúde (MONTEIRO et al, 2001).

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, a norma ABNT NBR 10.004/2004 classifica os resíduos sólidos em dois grupos: os da Classe I Perigosos, e os da Classe II Não-Perigosos, sendo que esses últimos estão subdivididos em Classe II A Não-Inertes e Classe II B Inertes.

A Classe I (resíduos perigosos) são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Como exemplos, têm-se as borras de tinta, as graxas, os óleos, as sobras e as embalagens

de produtos químicos em geral, aparas de couro, macacões, trapos e toalhas contaminadas com óleos, tintas e graxas.

A Classe II (resíduos não-perigosos), conforme o exposto está subdividida em A e B. Os resíduos não-inertes (Classe II A) são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com características de lixo doméstico. Já os resíduos inertes (Classe II B) são os que ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10006 da ABNT), não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanece potável, mesmo após contato com o resíduo. Muitos desses resíduos são recicláveis, pois não se degradam e não se decompõem. Mesmo quando em contato com o solo, degradam-se muito lentamente.

MONTEIRO et al (2001, p. 31) colocam que os resíduos industriais são aqueles gerados pelas atividades industriais, salientando que “são resíduos muito variados que apresentam características diversificadas, pois estas dependem do tipo de produto manufaturado”. Os autores ainda indicam a adoção da NBR 10.004/2004 da ABNT para a classificação dos resíduos industriais.

Finalmente, segundo ROCCA et al (1993) resíduos sólidos industriais são:

... os resíduos em estado sólido e semi-sólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isto, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível. (ROCCA et al, 1993, p.13)

O manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos industriais devem estar condicionados à sua classificação, que permitirá a adoção de medidas especiais de proteção e os custos envolvidos em todas essas fases. (ROCCA et al, 1993).

As formas mais empregadas de disposição final de resíduos sólidos industriais são: *Landfarming*; Barragens de rejeito; Aterros industriais; e outras formas de disposição como, por exemplo, cavernas subterrâneas salinas ou calcárias ou em poços de petróleo esgotados, particularmente quando os resíduos sólidos industriais são considerados de alta periculosidade (MONTEIRO et al, 2001).

O *Landfarming* é um tratamento biológico para resíduos sólidos, em que a parte orgânica do resíduo é decomposta pelos microorganismos presentes na camada superficial do solo (zona arável, de 15 a 20 cm), a qual deve ser revolvida periodicamente. O processo pode ser repetido sucessivamente, colocando-se nova camada de resíduo sobre o mesmo solo depois de concluído o trabalho de degradação pelos microorganismos. Todavia é um processo que exige áreas com grandes extensões na medida em que as camadas, mesmo que sucessivas, são de pouca profundidade. Além disso, por não apresentar qualquer sistema de impermeabilização inferior ou superior, se mal gerenciado, pode contaminar as águas (superficiais e subterrâneas), o ar e solo. É um tratamento muito utilizado na disposição final de derivados de petróleo e compostos orgânicos. (MONTEIRO et al 2001, BIDONE e POLVINELLI 1999). A figura 9 ilustra essa forma de disposição final.



Figura 9. Seção esquemática de uma área de *landfarming*.
Fonte: MONTEIRO et al (2001)

Conforme MONTEIRO et al (2001), as Barragens de rejeito são aterros de pequena profundidade e muita área, que são utilizados para dar destinação final em resíduos líquidos e pastosos, com teor de umidade acima de 80%. Possuem um sistema de filtração e drenagem de fundo (flauta) para captação e tratamento da porção líquida, restando a parte sólida no interior da barragem. Neste tipo de aterro somente é feita a dupla camada de impermeabilização inferior, não sendo executada a camada de impermeabilização superior, pois o espelho d'água é usado para evaporar parte da fração líquida. Depois de encerrado, quando a camada superior do rejeito já estiver solidificada, deve ser feita uma impermeabilização superior com uma camada de argila a fim de diminuir a infiltração de líquidos a serem tratados.

A disposição final em aterros é certamente o processo ainda mais utilizado no mundo (CARVALHO 2006b, TENÓRIO e ESPINOSA, 2004), sendo três as correntes básicas que norteiam a concepção destes empreendimentos (CARVALHO, 2006b):

1. Dos EUA - afirma que os efluentes de um aterro não devem nunca atingir as águas subterrâneas. Isto implica em aterros completamente confinados ou, então em aterros completamente drenados.
2. Da Inglaterra - afirma que os solos têm uma capacidade de atenuação de poluentes e sua utilização deve ser permitida. Isto implica aterros parcialmente confinados, podendo uma parcela do percolado ir parar nas águas subterrâneas, após ter atravessado uma camada do solo.
3. Da Suíça - recomenda que se drenem as águas do freático juntamente com os líquidos percolados para posterior tratamento.

No Brasil, a concepção dos Estados Unidos é a preferida, no entanto pode ser aceita outra concepção se justificada através de estudo de impacto ambiental (CARVALHO, 2006b).

ROCCA et al (1993, p.167) expõem que o método de disposição em aterros é a maneira mais economicamente viável e de tecnologia mais conhecida, e é “uma forma de disposição de resíduos no solo que, fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, garante um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção à saúde pública”.

Os aterros podem ser denominados de sanitários, aqueles planejados e construídos para abrigarem os resíduos sólidos urbanos (principalmente os de origem domiciliar, comercial e público), ou de industriais, para a disposição de resíduos sólidos provenientes das indústrias.

Os aterros industriais podem ser classificados, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos, em: aterro de resíduos sólidos industriais – **ARI** (Classe II), aptos a receberem resíduos não-perigosos; e aterro de resíduos sólidos industriais perigosos – **ARIP** (Classe I). ROSA et al (2000) também evidenciam a possibilidade de dar destinação destes resíduos em:

... locais que abriguem as diferentes alternativas de disposição, ou seja, a Centrais. As Centrais podem possuir dentro de seus limites cada uma das alternativas anteriormente citadas, ARIs e ARIPs, mais edificações destinadas ao armazenamento temporário de resíduos e/ou reciclagem. (ROSA et al, 2000, p. 3)

MONTEIRO et al (2001) dizem ser os aterros de Classe II (ARIs), similares aos aterros sanitários; porém, normalmente, sem o sistema de drenagem de gases. Segundo ainda MONTEIRO et al (2001), as camadas dos ARIs, de baixo para cima, a 1,5m do nível máximo do freático, devem ser as seguintes: camada de impermeabilização de fundo, com manta plástica (0,8 a 1,2mm de espessura) ou com argila de boa qualidade ($k = 10^{-6}$ cm/s; $e > 80$ cm)⁷; camada de proteção mecânica (somente se a impermeabilização for feita com manta sintética); sistema de drenagem de percolado; camadas de resíduos (de 4,0 a 6,0m de altura) entremeadas com camadas de solo de 25cm de espessura; camada de impermeabilização superior, com manta plástica (0,8 a 1,2mm de espessura) ou com argila de boa qualidade ($k = 10^{-6}$ cm/s; $e > 50$ cm); camada drenante de areia com 25cm de espessura (necessária somente se houver impermeabilização superior); camada de solo orgânico ($e > 60$ cm); e cobertura vegetal com espécies de raízes curtas.

Cabe salientar que a camada de impermeabilização superior não é obrigatória para aterros de Classe II, ao contrário da coleta e tratamento dos líquidos percolados, que é imprescindível. O tipo de tratamento dependerá das características dos resíduos aterrados. Um processo físico-químico completo seguido de um processo biológico convencional (lagoas de estabilização ou lodos ativados) tem sido usualmente empregado. (MONTEIRO et al, 2001). A figura 10 esquematiza um aterro Classe II.

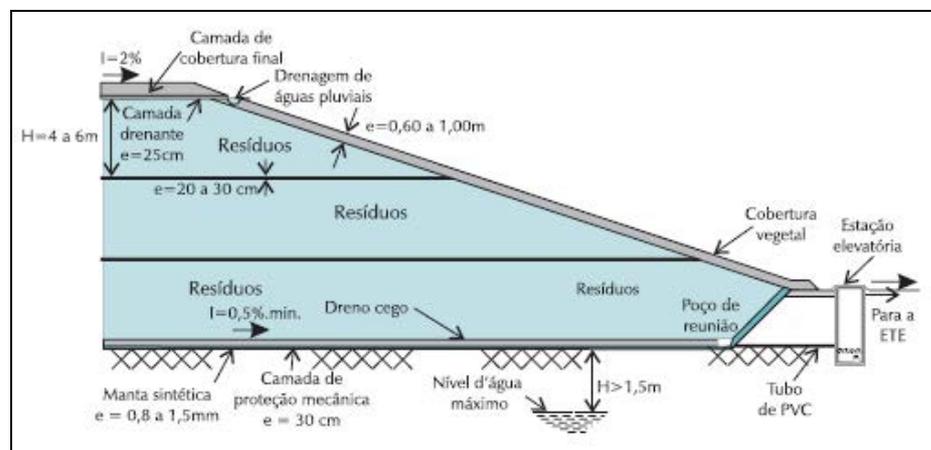


Figura 10. Corte típico de aterro Classe II. Fonte: MONTEIRO et al (2001, p.190)

Já os aterros Classe I (Figura 11), por abrigarem resíduos perigosos, conforme MONTEIRO et al (2001), exigem uma impermeabilização mais rigorosa que os de Classe II, sendo determinada uma distância mínima de 3,0m do lençol freático e obrigatoriamente

⁷ k = coeficiente de permeabilidade, “é um índice da maior ou menor dificuldade que o solo opõe à percolação da água através dos seus poros. Assim, chama-se de permeabilidade à maior ou menor facilidade com que a percolação da água ocorre através de um solo. (ROCCA 1993, p.150); e = espessura da camada.

as seguintes camadas: uma dupla camada de impermeabilização inferior com manta sintética ou camada de argila ($e > 80\text{cm}$; $k < 10^{-7}\text{cm/s}$); camada de detecção de vazamento entre as camadas de impermeabilização inferior; camada de impermeabilização superior; camada drenante acima da camada de impermeabilização superior ($e = 25\text{cm}$).

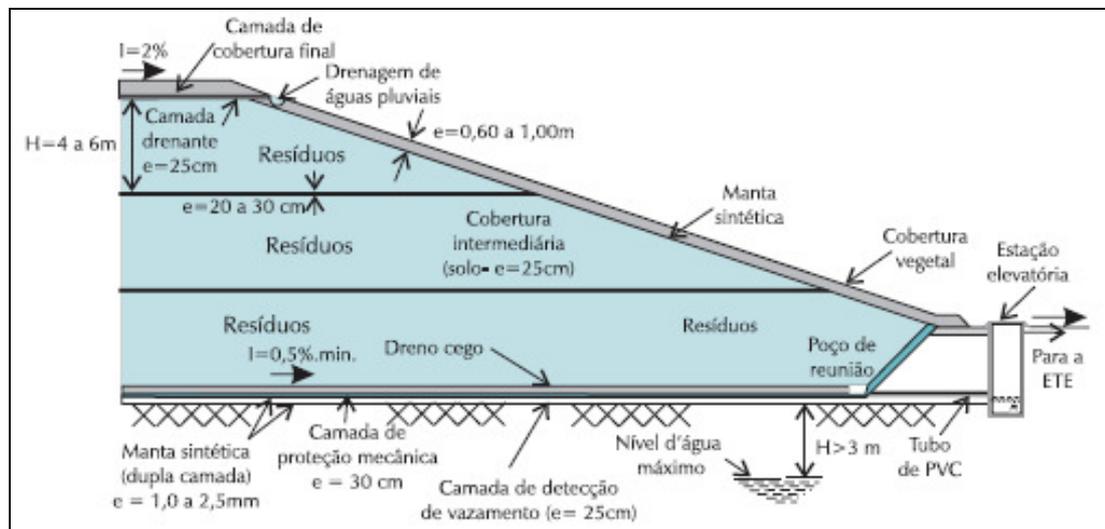


Figura 11. Corte típico de aterro Classe I. Fonte: MONTEIRO et al (2001, p.191)

BIDONE e POLVINELLI (1999), também reforçam a idéia de semelhança entre aterros industriais e sanitários. Afirmam que os aterros industriais são empreendimentos de execução similar aos aterros sanitários, diferenciando-se, no entanto, dos mesmos em função de que devem contar com elementos adicionais de proteção ambiental, particularmente os perigosos.

Cabe ressaltar, porém, que não são todos os tipos de resíduos que podem ir para esses empreendimentos. Os resíduos classificados como oleosos, inflamáveis, orgânico-persistentes, reativos ou que contenham em sua composição líquidos livres não devem ter sua disposição final em aterros, particularmente em aterros sanitários (BIDONE e POVINELLI, 1999). Quanto aos aterros industriais, somente podem receber resíduos quimicamente compatíveis, isto é, aqueles que não reagem entre si, nem com as águas de chuva infiltradas. Por essa razão é tão importante conhecer os resíduos sólidos gerados, classificando-os na origem e obrigatoriamente, quando se tratar da operação de aterro industrial, também consultar as listagens de compatibilidade publicadas pelos órgãos de controle ambiental (MONTEIRO et al, 2001). Etapas essas de grande relevância na gestão dos resíduos sólidos de qualquer localidade ou empresa. A gestão dos resíduos sólidos do município de Osório/RS é o tema do próximo tópico.

3. A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS

O conhecimento a respeito dos resíduos sólidos gerados e de sua gestão no município de Osório/RS foi viabilizado pelas análises das ações, dos documentos (em especial, do Plano Ambiental Municipal de 2006) e dos discursos oficiais desse ente público. Já as informações especificamente sobre os resíduos sólidos industriais (RSI) foram disponibilizadas tanto pela Secretaria da Fazenda Municipal (através do relatório das indústrias cadastradas no município), como pelos órgãos ambientais estadual e municipal (por meio dos relatórios das atividades industriais licenciadas e das planilhas de resíduos sólidos industriais gerados exigidas no processo de licenciamento), e pelas indústrias geradoras desses resíduos. Para tanto, foram realizadas pesquisas nos *websites* da Prefeitura, do órgão ambiental estadual (FEPAM) e das indústrias selecionadas (quando existentes) e entrevistas diretamente nessas instituições ou via contato telefônico ou ainda por *e-mail*. Contudo, antes de abordar especificamente a gestão dos resíduos sólidos na área objeto de estudo, é interessante tecer algumas considerações sobre os conceitos de **gestão de resíduos sólidos** e **gerenciamento de resíduos sólidos**, e quando podem receber as atribuições de **integrada (o)**.

A **gestão de resíduos sólidos** pode ser definida como sendo o conjunto de ações voltadas à procura de soluções para os resíduos sólidos. Conforme BRAGA et al (2010), de maneira geral, ela inclui:

... todas as funções administrativas, legais, financeiras, de planejamento e de engenharia envolvidas na solução dos problemas relativos aos resíduos sólidos. As soluções podem envolver relações interdisciplinares complexas entre áreas de atuação como as ciências políticas, o planejamento urbano, **a geografia**, a economia, a saúde pública, a sociologia, a demografia, a comunicação social, a conservação ambiental, bem como as engenharias e ciências de materiais. (grifo meu) (BRAGA et al, 2010, p. 280)

Quando a conexão desses vários atores é estabelecida, de maneira a instituir e aperfeiçoar a gestão dos resíduos sólidos, envolvendo todas as condicionantes associadas ao processo e permitindo um desenvolvimento uniforme e harmônico entre todos os interessados, buscando atingir as metas propostas, apropriadas às características e necessidades de cada localidade é o que se denomina de **gestão integrada de resíduos sólidos**.

A **gestão integrada** não é puramente um projeto, mas um processo, e, como tal, necessita ser percebido e dirigido de maneira **unificada**. Estratégias, ações e procedimentos devem ser estabelecidos, visando ao consumo responsável, à minimização da geração de resíduos e à promoção do trabalho dentro de princípios que orientem para um gerenciamento adequado e sustentável, com a participação dos diversos segmentos da sociedade, de forma articulada. MESQUITA Jr. (2007) complementa dizendo que a **gestão integrada de resíduos sólidos**:

Contempla os aspectos institucionais, administrativos, financeiros, ambientais, sociais e técnico-operacionais. Significa mais do que o gerenciamento técnico-operacional do serviço de limpeza. Extrapola os limites da administração pública, considera o aspecto social como parte integrante do processo e tem como ponto forte a participação não apenas do primeiro setor (o setor público), mas também do segundo (o setor privado) e do terceiro setor (as organizações não-governamentais), que se envolvem desde a fase dedicada a pensar o modelo de planejamento e a estabelecer a estratégia de atuação, passando pela forma de execução e de implementação dos controles. (MESQUITA Jr., 2007, p.13)

A confecção e implementação da gestão integrada é um processo duradouro e de constante renovação, que deve ser internalizado pelos participantes. A fase apontada como inicial é a elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), que necessita priorizar a gestão participativa dos diferentes setores da administração pública e da sociedade, atendendo de fato às demandas da comunidade. Além disso, segundo MESQUITA Jr. (2007):

Vale lembrar que a Lei da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) indica a necessidade dos Municípios elaborarem seus Planos de Saneamento, incluindo o abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e **manejo dos resíduos sólidos**. Assim o PGIRS deverá informar e ao mesmo tempo ser parte do Plano Municipal de Saneamento. A mesma lei indica a obrigatoriedade da participação da população na elaboração do Plano. Esses aspectos são reforçados na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS⁸. (MESQUITA Jr., 2007, p.16)

Já o gerenciamento de resíduos sólidos é definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil como sendo:

⁸ Cabe salientar que se trata da mesma Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil - PNRS já citada no texto anteriormente, Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, recentemente promulgada pelo Presidente da República.

... o conjunto de **ações exercidas**, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos... (grifo meu) (BRASIL, 2010, p.2)

A coleta, transferência para estações de transbordo e disposição final em aterros ambientalmente adequados são consideradas as formas com menores custos do ponto de vista do gerenciamento. Contudo, sistemas mais complexos de gerenciamento (por exemplo, o gerenciamento integrado) incluem princípios de valorização dos resíduos e de aumento da vida útil do aterro, por meio de programas interligados de: coleta seletiva, usinas de reciclagem, compostagem, biodigestão e aproveitamento energético, de forma a oferecer o melhor custo-benefício para a gestão dos resíduos de uma região. O que sem dúvida inicia-se na educação e valorização do cidadão (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004).

Diante do exposto, o município de Osório parece estar no caminho da gestão integrada dos seus resíduos sólidos, ao apresentar no Plano Ambiental Municipal, documento exigido para a qualificação de município licenciador, programas e projetos sobre a temática que, embora diversos, visam a uma unificação. Apresentar tais iniciativas é a pretensão dos tópicos seguintes.

3.1. Os Programas e Projetos sobre Resíduos Sólidos

3.1.1. Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

O município de Osório, com uma área de 663,27 km² e uma população de 41.642 habitantes⁹, distribuída em cinco distritos (Santa Luzia, Atlântida Sul, Aguapés, Passinhos e Borússia), gera diariamente em torno de 28 toneladas¹⁰ de resíduos sólidos urbanos (de origem domiciliar, comercial e serviços de limpeza urbana), totalizando em média 868 toneladas por mês.

Conforme as informações fornecidas pelos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente e Gestão Urbana da Prefeitura Municipal de Osório - SMAGU, os serviços de coleta dos resíduos sólidos urbanos no município são realizados por empresa terceirizada e estão organizados por localidades, abrangendo 65 localidades até o ano de 2010. A periodicidade de coleta varia segundo o tipo de resíduo (orgânico ou inorgânico) e a

⁹ A área da unidade territorial e a estimativa da população 2009 do município foram fornecidas pelo IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 27/07/2010.

¹⁰ Informação fornecida pela Secretaria de Meio Ambiente e Gestão Urbana da Prefeitura Municipal de Osório – SMAGU, no dia 20 de julho de 2010.

quantidade gerada, que é maior nas localidades mais próximas da sede municipal devido à maior concentração de população. Os resíduos sólidos orgânicos são coletados de duas a quatro vezes por semana, já a coleta dos inorgânicos (coleta seletiva) ocorre de uma a três vezes por semana. Cabe salientar que nas localidades de Mariápolis e Atlântida Sul, balneários do município, a periodicidade de coleta dos resíduos orgânicos varia com a época do ano. De 16 de março a 15 de dezembro, os resíduos são coletados três vezes por semana. No período de veraneio, de 16 de dezembro a 15 de março (datas determinadas pela Prefeitura), a coleta é intensificada e passa a ocorrer diariamente.

No que tange à destinação final, até meados de 2004, os resíduos sólidos urbanos eram dispostos na Central de Triagem de Resíduos do município (na realidade, um lixão), situada na localidade de Capão da Areia (na Estrada Municipal Capão da Areia, Município de Osório/RS), cuja administração era terceirizada. Na central, os resíduos eram separados num galpão de triagem e na sequência comercializados, e o rejeito depositado diretamente sobre o solo sem nenhuma medida de proteção. Em dezembro do mesmo ano, devido à inadequada operação, o empreendimento perdeu sua licença ambiental para a atividade de disposição de resíduos sólidos, junto ao órgão ambiental competente (FEPAM). A retomada das atividades na Central só foi possível em 2006, através da assinatura de um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC entre a Prefeitura Municipal de Osório, a FEPAM e a Promotoria de Justiça Especializada de Osório. Nesse TAC, a Prefeitura comprometeu-se em executar diversas ações para minimizar os impactos negativos gerados pelo empreendimento, bem como recuperar a área degradada. Novamente os serviços de operação do aterro foram entregues à empresa terceirizada (situação que se mantém até hoje); assim como, a área do aterro continua abrigando um galpão de triagem. As informações sobre o projeto de operacionalização do aterro e o funcionamento do galpão de triagem (um subprojeto do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRS) são detalhadas em subitens distintos a seguir, mantendo-se assim a mesma forma de abordagem apresentada pelo Plano Ambiental Municipal.

3.1.1.1.O Projeto de Operacionalização do Aterro Sanitário

Segundo consta no Plano Ambiental Municipal foi elaborado um projeto para a recuperação ambiental do antigo lixão, bem como para sua transformação em um aterro sanitário regularizado pelo órgão licenciador competente (FEPAM), cumprindo assim com o acordado no TAC supracitado. O projeto prevê como principais medidas:

1. A contratação de empresa para executar os serviços de operação do aterro sanitário e construção: de duas células (nº 1 e nº 2) entre os anos de 2005 e 2007, e previsão de construção de uma terceira e quarta células de acordo com a necessidade, fazendo uso de manta PEAD e argila para uma impermeabilização adequada; e de vias de acesso internas;
2. O cercamento de todo o perímetro do aterro e monitoramento de acesso de estranhos, através de um sistema de vigilância;
3. A implantação e manutenção de cortinamento vegetal. Está previsto numa primeira etapa o plantio de 500 espécies nativas no entorno da Usina de Triagem, e mais 1500 espécies nas três etapas seguintes.
4. A reforma do galpão de triagem;
5. A implantação de um sistema de drenagem pluvial;
6. A instalação de quatro poços de monitoramento de águas subterrâneas (Piezômetros), bem como a realização trimestral de análises físicas, químicas e bacteriológicas através de serviço terceirizado de laboratório credenciado;
7. O transporte e disposição dos resíduos para a célula nº 2 e a cobertura com material arenoso dos resíduos;
8. A construção de duas lagoas de tratamento.
9. As coletas serão realizadas trimestralmente.

Tal projeto obteve a aprovação da FEPAM, que conferiu em outubro de 2009 ao empreendimento a Licença de Operação - LO de Nº 7408/2009-DL¹¹, cujo prazo de vigência é de até outubro de 2013. Essa LO permite na área do empreendimento (um total de 130 mil m² de terreno e 20 mil m² de área construída) a implantação e funcionamento de Central de Triagem, Compostagem (vermicompostagem) e Aterro Sanitário. O que implica o recebimento somente de resíduos sólidos urbanos, desautorizando a disposição de resíduos de saúde e de resíduos industriais que deverão sofrer outro processo de licenciamento. Igualmente ela reforça que o controle de recebimento dos resíduos no aterro é de responsabilidade do empreendedor (ou seja, do município de Osório), devendo ser, entre outros aspectos: observados os critérios de compatibilidade dos resíduos para os quais foi projetado; mantidas as condições operacionais apropriadas, o que inclui os

¹¹ Documento disponibilizado na *home* licenciamento do *website* da FEPAM, no seguinte link: http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/area3/lista1.asp?buscar=2&tipoBusca=pess_id&npess_id=24459&municipio=4313508&ramo=3543.11. Acesso em 26/07/2010.

procedimentos periódicos de vistoria e manutenção das estruturas instaladas (sistemas de drenagens de pluvial, de percolados, de gases, o controle de processos erosivos, acessos e demais instalações de apoio), de maneira a garantir o adequado funcionamento do aterro. A licença ainda ressalva que as lagoas de tratamento de percolados, valas de disposição dos rejeitos (células de recebimento dos resíduos), bem como o pátio de compostagem deverão ter sua base a no mínimo 2 (dois) metros de distância do lençol freático presente na área.

Atualmente, na área da referida Central estão em funcionamento, conforme informações dos técnicos da SMAGU: o galpão de triagem sob administração de uma cooperativa; o sistema de compostagem; apenas uma célula do aterro sanitário (a de n°2, em vias de encerramento), sendo que a primeira já foi encerrada, e a construção da célula de n°3 aguarda processo licitatório; duas lagoas de estabilização; e o ecoponto para recebimento de pneus usados. O empreendimento encontra-se cercado, sinalizado (nas vias de acesso externas e internas) e com sistema de vigilância implantado. O cortinamento vegetal está em andamento, cuja etapa não foi revelada. Ainda cabe ressaltar, no tocante à vida útil do aterro sanitário, que a área destinada ao mesmo comporta a construção de apenas mais duas células (incluindo a célula que aguarda o processo de licitação para ser construída, devido ao iminente esgotamento da segunda célula, e uma quarta sem previsão de implantação). Considerando que a meia vida de cada célula foi estimada por responsável técnico da Prefeitura em quatro anos, conclui-se que o aterro poderá operar por mais oito anos. Esse fato é bastante preocupante, primeiramente porque o município vem registrando nas últimas décadas um considerável crescimento populacional por já ser um pólo regional econômico-educacional, que certamente será incrementado com a instalação do pólo-metal mecânico. E em segundo, embora conste no Plano Diretor Municipal de Osório como ações estratégicas para a política dos resíduos sólidos a reserva de áreas para a implantação de novos aterros sanitários, bem como a previsão de locais adequados para a implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, não existe nenhuma iniciativa documentada a respeito do assunto. Quando se questionou o técnico responsável sobre qual seria então o destino dado aos resíduos sólidos gerados pelo município ao final desses oito anos, a resposta foi que provavelmente seria a mesma escolhida por outros municípios do Rio Grande do Sul (até 2010, em torno de 140¹² municípios, de várias regiões do estado, inclusive a 500 km de distância), ou seja, a

¹² Informação fornecida por telefone pela SIL Soluções Ambientais LTDA. em 29/07/2010.

empresa SIL Soluções Ambientais LTDA, localizada no município de Minas do Leão/RS, a mais de 200 km de Osório.

3.1.1.2.O Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Município de Osório – Plano Social (PGIRS): os subprojetos e seus estágios atuais.

Conforme o Plano Ambiental Municipal, o município de Osório tem registrado considerável crescimento populacional, principalmente ao final de cada temporada de verão, quando as famílias que são atraídas por emprego nos balneários locais ou próximos acabam fixando-se no município, já que é um pólo regional de maior infra-estrutura.

Essas famílias, predominantemente de baixa renda, têm se concentrado na periferia do município (principalmente nos bairros Caravágio e Primavera), em moradias precárias ou em casas de familiares, adquiridas através de subsídio municipal ou mesmo em habitações invadidas. Compostas em média por quatro membros, estão excluídas do mercado formal de trabalho e têm buscado a sobrevivência através da catação de resíduos sólidos.

Diante dessa realidade e ciente de que a temática resíduos sólidos demanda reflexão mais abrangente em relação à saúde dos cidadãos com o seu meio, o poder público elaborou o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Município de Osório – Plano Social – PGIRS (OSÓRIO c, 2006), cujo objetivo principal é:

Propiciar mudanças efetivas e duradouras na cultura da população em geral, melhorando a qualidade de vida dos moradores através da gestão integrada dos resíduos sólidos do município de Osório, com ênfase na ressocialização dos catadores e na sua inserção social, através da realização de subprojetos. (OSÓRIO c, 2006, p.5)

O PGIRS, dentro da perspectiva de um programa composto por vários sistemas (coleta, transporte, estocagem, tratamento e destinação final), é composto pelos subprojetos descritos abaixo:

- **Coleta Seletiva no Município**

O projeto busca implementar a coleta seletiva no município, incentivando à separação dos materiais na fonte geradora, e concomitantemente procura sensibilizar e conscientizar a população para a relevância do processo na qual está inserida.

Uma das ações desse projeto foi a criação de um boneco símbolo do projeto, o Calixo (figura 12), que possui as cores da coleta seletiva e serve de referencial mobilizador em campanhas de educação ambiental em escolas e eventos do município. Também

durante os eventos, além da presença do boneco, são distribuídas sacolas para carros, folder e cartazes, visando ao engajamento da população ao projeto. Da mesma forma são periodicamente realizadas palestras sobre a coleta seletiva pelos técnicos das secretarias de Meio Ambiente e Gestão Urbana, Saúde e Ação Social.



Figura 12. Boneco Calixto na abertura da temporada de verão 2009. Fonte: <http://www.osorio.rs.gov.br/>

Em 2006 teve início a instalação no município de coletores com as cores da Coleta Seletiva em pontos estratégicos de maior movimentação no município, nas subprefeituras e nas escolas da rede pública e privada de ensino. As cores dos coletores são em número de seis: azul para papéis, vermelho para plásticos; verde para vidros; amarelo para metais; laranja para pilhas e baterias; e cinza para os não-recicláveis, conforme determinação da resolução CONAMA 275/01.

Contudo, percorrendo as vias principais do centro do município (Av. Jorge Dariva, Rua Marechal Floriano Peixoto, Av. Getúlio Vargas, Major João Marques, Santos Dumont), em visita na data de 20 de julho de 2010, constatou-se não haver padronização dos pontos de coleta dos resíduos tanto orgânicos como inorgânicos (coleta seletiva). As figuras 13 a 18, a seguir, evidenciam esse fato.



Figura 13. Ponto de coleta de resíduos instalado na entrada principal da sede da Prefeitura de Osório, na Av. Jorge Dariva.



Figura 14. Detalhe do ponto de coleta de resíduos na entrada principal da sede da Prefeitura de Osório. Nota-se a mistura de resíduos orgânicos e inorgânicos.



Figura 15. Pontos de coleta de resíduos instalados na entrada da SMAGU, localizada na Rua Marechal Floriano Peixoto. O cesto de cor amarela é destinado aos resíduos inorgânicos (denominado “Lixo Seco”) e o de cor cinza para os resíduos orgânicos (“Lixo Orgânico”).



Figura 16. Praça onde se encontra o Mastro da Bandeira, situada na Rua Marechal Floriano Peixoto. Nota-se a presença dos mesmos cestos coletores de resíduos encontrados na secretaria de Meio Ambiente.



Figura 17. Detalhe do ponto de coleta de resíduos orgânicos na Praça do Mastro da Bandeira. Nota-se que há mistura dos dois tipos de resíduos (orgânicos e inorgânicos).



Figura 18. Também foram encontrados outros tipos de cestos de resíduos na Praça do Mastro da Bandeira, sem qualquer identificação quanto ao tipo de resíduo a ser depositado.

Em apenas dois locais dos visitados, na Praça Nossa Senhora da Conceição e no Largo dos Estudantes, verificou-se a implantação de alguns dos coletores (por cor, conforme o tipo de resíduo) citados no projeto de coleta seletiva encontrado no Plano Ambiental Municipal. Na referida praça, além dos coletores inicialmente previstos no projeto (Figura 19), foram encontrados outros tipos de cestos para recebimento de resíduos, em péssimas condições e sem qualquer identificação (Figuras 20 e 21).



Figura 19. Pontos de coleta espalhados pela Praça Nossa Senhora da Conceição. Nota-se a situação precária de alguns deles, sem tampa ou com adesivos de identificação danificados. Certamente, alvos de depredação!



Figura 20. Outros exemplos de coletores encontrados na praça, utilizados principalmente pelos estabelecimentos comerciais.



Figura 21. Ainda na praça foram encontrados os modelos amarelo -“Lixo Seco” e cinza – “Lixo Orgânico.

Da mesma forma, no Largo dos Estudantes constatou-se na grande maioria dos coletores a ausência de identificação escrita quanto ao tipo de resíduo a ser depositado, bem como o uso da cor marrom (não prevista no projeto) em alguns cestos, sem nenhuma referência escrita no tocante ao tipo de resíduo a que estão destinados (Figura 22).



Figura 22. Nota-se que não constam referências escritas sobre o tipo de resíduo a ser depositado em cada coletor.

- **Mãos na Triagem**

O projeto objetiva a inserção social dos catadores de resíduos no município, auxiliando na sua auto-organização para melhorar a renda e as condições de vida, bem como visa à retirada das crianças da catação, incentivando o ingresso das mesmas na rede escolar. Nessa ação estão envolvidas as secretarias de Agricultura, da Saúde, da Ação Social, da Habitação e do Meio Ambiente e Gestão Urbana, os catadores e intermediários.

Atualmente, está funcionando junto à área do aterro sanitário, a Cooperativa de Triagem de Resíduos Sólidos Calixo, cuja organização e funcionamento acontecem sob auxílio da Prefeitura Municipal de Osório, por intermédio da SMAGU. Todo o material proveniente da coleta de resíduos realizada no município por empresa terceirizada é destinado à cooperativa, onde são triados e comercializados pelos cooperativados, gerando renda e sustento às suas famílias.

Para fazer parte da cooperativa é necessário comprovar que reside há pelo menos dois anos no município, ter idade mínima de 18 anos e apresentar RG e CPF. Aos cooperativados é disponibilizado transporte de ida e volta até o local de trabalho (realizado pela Prefeitura), assistência médica e odontológica, creche aos filhos, e o local ainda possui cozinha e refeitório para as refeições.

Até janeiro de 2010 integravam a cooperativa aproximadamente 33 famílias, mas a SMAGU tem intensificado sua ação junto aos demais catadores do município (catadores de rua) para aumentar o número de famílias assistidas pelo emprego formal. Tarefa essa que segundo os técnicos da SMAGU não tem sido fácil, uma vez que muitos catadores informais relutam em aderir à cooperativa principalmente pela exigência de cumprimento de horários.

- **Coleta seletiva nas Escolas**

O projeto envolve toda a rede de ensino pública e privada do município, tendo como intermediadores as secretarias da Agricultura, da Saúde, da Educação e do Meio Ambiente e Gestão Urbana. A proposta prima pela conscientização dos professores e alunos para a preservação dos recursos naturais, a melhoria da qualidade de vida e a preocupação com as futuras gerações.

Segundo informações da equipe responsável, todas as escolas da rede municipal de ensino já estão engajadas no projeto. Todavia, a mesma equipe não pode confirmar se a adesão ao projeto foi total por toda a rede de ensino localizada no município.

O destino dado ao material recolhido é feito pela escola. Contudo, existe uma solicitação da equipe do projeto para que esses materiais sejam doados à cooperativa de catadores - Calixo.

- **Bota Pilha Prá Correr**

O programa pretende dar destinação adequada às pilhas e baterias (resíduos perigosos), evitando a contaminação humana e do meio. Visa também à conscientização dos comerciantes para a longo prazo começar o processo de recolhimento e devolução para os fornecedores de tais produtos.

Os ecopontos de recolhimento (Figura 23) estão localizados na sede da Prefeitura (pelo menos um ecoponto por andar), na SMAGU, na Biblioteca Central e nas escolas do município. Em visita à sede da Prefeitura em 20 de julho de 2010, constatou-se que em dois dos seus quatro andares, os ecopontos encontravam-se dispostos atrás de pilares, dificultando a visualização imediata pela população e, até mesmo pelos próprios servidores públicos (inclusive alguns demonstraram o desconhecimento da existência e da finalidade dos ecopontos). Na Biblioteca Pública, na mesma data, verificou-se que o ecoponto não estava em posição de destaque (Figura 24).

A SMAGU estima que em 2009 foram coletadas aproximadamente 2.800 pilhas, cuja destinação final não foi informada. Dados sobre as baterias usadas recolhidas também não foram informados.



Figura 23. Ecoponto de recolhimento de pilhas e baterias no primeiro andar da sede da Prefeitura Municipal de Osório.



Figura 24. Ecoponto de recolhimento de pilhas e baterias na Biblioteca Central.

- **Apague a Lâmpada**

Visa ao destino adequado das lâmpadas cuja composição contém substâncias perigosas (como o mercúrio), para evitar a contaminação do meio e a intoxicação das pessoas.

A Prefeitura Municipal disponibiliza um depósito na sua sede para recebimento das lâmpadas usadas, só exigindo que o interessado em fazer o descarte do produto solicite autorização prévia da SMAGU.

A coleta no depósito da Prefeitura (quando atinge em torno de 3 mil unidades) e a descontaminação das lâmpadas são atualmente realizadas por empresa situada no estado de Minas Gerais, em função de não existir nenhuma empresa licenciada pela FEPAM para prestação de tal serviço no Rio Grande do Sul.

Segundo dados da SMAGU, em 2009, foram recolhidas 6.189 lâmpadas, sendo 5.622 do tipo fluorescente e 567 de vapor de mercúrio, essas últimas predominantemente oriundas da iluminação pública. Um gasto (ou investimento!) em torno de R\$2.800,00 para a Prefeitura, que pagou nesse ano por lâmpada R\$0,45. A empresa, em contrapartida, envia para a Prefeitura certificados de descontaminação das lâmpadas coletadas.

- **Busca-Busca**

Pretende incentivar a destinação adequada dos resíduos considerados volumosos: móveis, aparelhos domésticos e similares, buscando com transporte da Prefeitura e posterior doação dos objetos à população carente cadastrada nos projetos de assistência social do município.

Quanto a esse projeto, não foram obtidos dados quantitativos, pela ausência de levantamentos por parte da SMAGU.

- **De Olho no Óleo**

O projeto é uma parceria entre a Prefeitura Municipal e uma empresa recicladora (localizada no município de Rolante/RS), que disponibiliza bombonas para a armazenagem do óleo vegetal usado nos pontos de coletas (localizados principalmente na rede pública e particular de ensino, bem como em empresas, nos locais onde se comercializa comida pronta e onde são produzidas grandes quantidades de gordura saturadas), efetua a coleta do produto (em média, de 15 em 15 dias) e o destina à reciclagem.

O Objetivo é sensibilizar a comunidade para adoção de uma nova postura frente à destinação desse resíduo, que feita de forma adequada evita uma série de impactos ambientais e o comprometimento da rede pública de esgoto e estações de tratamento de água (ETAs).

Conforme informações dos técnicos da SMAGU são recolhidos por mês em torno de 20 mil litros de óleo usado, sendo que o produto da venda efetuado pela empresa parceira é revertido em materiais escolares ou em equipamentos para as escolas engajadas no projeto. O projeto também tem o apoio do Centro Empresarial de Osório – CEO e de outros estabelecimentos comerciais que descartam esse resíduo, os quais adotam uma escola para receber a doação de materiais de consumo permanentes e outros a serem definidos pela instituição.

O projeto inicial prevê ainda a distribuição de um selo aos estabelecimentos participantes, indicando “Responsabilidade Sócio-Ambiental – Participo do recolhimento do óleo usado”, mas o técnico responsável da SMAGU desconhece a realidade dessa parte do processo.

Além dessas ações ainda são desenvolvidas palestras educativas e oficinas de produção de sabão, sabonete e detergente pela equipe técnica da referida secretaria, para orientação e geração de renda à comunidade.

Além das ações voltadas especificamente à gestão dos RSU, o município também tem buscado soluções para outros tipos de resíduos sólidos gerados dentro de seus limites, seja para adquirir licenças ambientais, seja simplesmente para melhor manejar os resíduos, como os: resíduos de construção e demolição (RCD) e de podas, resíduos de pneumáticos, resíduos de serviço de saúde, resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos e resíduos da suinocultura. Iniciativas essas que estão explicitadas do subitem 3.2 ao 3.6.

3.1.2. Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e de Podas

A ação objetiva principalmente a destinação adequada dos resíduos resultantes da atividade de construção civil, mas também daqueles oriundos da poda de vegetação realizada pela comunidade.

Atualmente a Prefeitura disponibiliza um depósito temporário de recebimento desses resíduos localizado no Horto Florestal Municipal (área que não possui licença ambiental para tal finalidade), enquanto não inaugura a área recentemente licenciada pela FEPAM para recebimento especificamente desse tipo resíduo, com uma melhor infraestrutura (por exemplo, equipamento triturador dos resíduos). O transporte e o depósito desses resíduos são de responsabilidade do gerador, exceto se os resíduos forem oriundos de atividade desenvolvida pela Prefeitura ou em decorrência da ação fiscalizatória promovida pela mesma. Para tanto, o interessado deve solicitar autorização na SMAGU.

O projeto também visa ao cadastramento dos carroceiros, porque em grande parte das vezes são os que efetivamente realizam o transporte desses resíduos para o Horto Florestal. A Prefeitura ainda não implementou de forma sistemática esse cadastro e nem possui estimativa dos volumes gerados desses resíduos.

3.1.3. Os Resíduos de Pneumáticos

A Prefeitura também dispõe de ecoponto de armazenamento temporário dos resíduos de pneumáticos, localizado em pavilhão junto ao aterro sanitário municipal. Igualmente ao que ocorre com os resíduos de podas e caliça, o gerador (em sua maioria borracharias) para depositar os pneus no ecoponto municipal deve solicitar autorização da SMAGU, ficando o transporte também por conta do interessado.

O recolhimento no ecoponto e a destinação final dos pneumáticos são feitos por uma empresa de transporte localizada no município de Nova Santa Rita/RS, através de convênio entre a Prefeitura de Osório e a Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos – ANIP, sem custos para o ente público municipal.

O técnico responsável da SMAGU informou que esse recolhimento acontece desde o ano de 2007, com uma periodicidade variável. A coleta geralmente acontece quando há acúmulo de no mínimo 2000 pneus de automóveis e 200 de caminhão. No ano de 2009 foram feitas onze coletas, o que somou 132 toneladas desse resíduo, e em 2010 (de março a junho) já tinham sido realizadas quatro coletas, resultando em 41 toneladas de pneumáticos com destinação adequada, evitando assim de se transformarem em focos de doenças e de poluição ambiental.

3.1.4. Os Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)

Os resíduos gerados em estabelecimentos de saúde do município como consultórios odontológicos e médicos, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde e hospital municipal, conforme Resolução RDC nº 306/04, pertencem ao Grupo A (resíduos com a possível presença de agentes biológicos) e E (materiais perfurocortantes) e, portanto, devem receber tratamento e destinação diferenciados dos demais resíduos.

O município elaborou um plano de gerenciamento específico para esse tipo de resíduo (até porque é documento exigido no processo de licenciamento ambiental), o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Sociedade Beneficente São Vicente de Paulo – PGRSS, o qual determina que os resíduos de saúde acima classificados: num primeiro momento, sejam encaminhados e temporariamente armazenados na

Sociedade Beneficente São Vicente de Paulo; e num segundo momento, seja feita a coleta e transporte por empresa terceirizada para sua unidade de tratamento, localizada no município de Cachoeirinha/RS, onde os resíduos são descontaminados, incinerados e suas cinzas depositadas em um aterro industrial licenciado. Os demais resíduos gerados, como os inorgânicos (provenientes da coleta seletiva) e os orgânicos, são coletados pela empresa contratada pela Prefeitura para realização de tais serviços. Pilhas, baterias e lâmpadas são acondicionadas nos próprios estabelecimentos, para posterior destinação final adequada, cujo local não foi mencionado.

3.1.5. Os Resíduos e Embalagens Vazias de Agrotóxicos

O projeto visa ao recolhimento e à posterior destinação correta das embalagens usadas de agrotóxicos através de parceria firmada com o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – INPEV, em função da diversidade de atividades agrícolas desenvolvidas na área rural do município que fazem uso desses produtos.

Os últimos dados quantitativos disponíveis sobre o projeto são os encontrados no Plano Ambiental Municipal, referentes ao cadastramento realizado no final do ano de 2006 por técnicos da SMAGU, da Secretaria da Agricultura e Pecuária, da EMATER e do Sindicato dos Trabalhadores Rurais. O levantamento apontou que em 2006 os agricultores que faziam uso de agrotóxicos era dezenove, distribuídos pelas localidades de Passinhos, Arroio Grande, Invernada, Morro Agudo, Borússia e de Aguapés (a grande maioria, onze agricultores), gerando um total de 753 embalagens de agrotóxicos.

Após esse levantamento, foi feita uma coleta única no mês de dezembro de 2006 pelo INPEV, que disponibilizou o caminhão, os *begs* para o armazenamento das embalagens e posterior transporte, assim como a destinação final das embalagens, sem custos para a Prefeitura Municipal de Osório. O projeto prevê coletas anuais, cujos dados não foram disponibilizados pela Prefeitura.

3.1.6. Os Resíduos de Suinocultura

Objetiva o acompanhamento técnico aos produtores através de parceria com a EMATER. O projeto instrui os produtores a utilizar a técnica de cama em posta (casca de arroz), no qual os dejetos dos suínos são cobertos por uma camada de casca de arroz e revolvidos periodicamente. Esse material é utilizado posteriormente na agricultura, como matéria orgânica, permitindo a diminuição do uso de fertilizantes nas lavouras, bem como a atenuação do odor resultante da atividade suinocultora e evitando a destinação *in natura*

deste resíduo no meio. Não foram obtidos dados quantitativos sobre os volumes gerados desses resíduos.

3.2 . Os Resíduos Sólidos Industriais (RSI) no município de Osório

Ao contrário dos resíduos sólidos citados anteriormente, os resíduos sólidos industriais gerados no município até o ano de 2010 não foram contemplados em nenhum projeto ou programa específico do poder executivo municipal, nem foram objeto de levantamento sistemático (diagnóstico) por parte da Secretaria de Meio Ambiente e Gestão Urbana da Prefeitura Municipal de Osório (SMAGU). As únicas informações sobre os RSI gerados no município que a secretaria possuía eram as constantes nas Planilhas Semestrais de Resíduos Sólidos Industriais Gerados¹³, exigidas no processo de licenciamento ambiental local, cujo preenchimento é feito pelo próprio empreendedor. Registros esses que a secretaria reconheceu estarem incompletos, uma vez que algumas indústrias não haviam apresentado planilhas para todos os semestres de funcionamento. A SMAGU também afirmou desconhecer o gerenciamento dado aos RSI resultantes das atividades industriais licenciadas pela FEPAM no município.

A realização de um **diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos industriais**, visando conhecer a origem, a caracterização (tipos), o volume desses resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas é tarefa que deve anteceder a escolha das áreas para instalação de um aterro industrial. Primeiramente, porque as características e os volumes dos resíduos gerados vão determinar o tipo de empreendimento (aterro) a ser instalado, bem como as suas dimensões. Em segundo lugar, mas não menos importante, porque com a aprovação em outubro de 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305/10), as municipalidades passam a ser obrigadas a apresentarem, num prazo de dois anos, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do qual devem constar, entre outros aspectos: o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados dentro dos seus territórios, contendo a origem, o volume, a caracterização e as formas de destinação e disposição final dos resíduos; assim como a identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico, caso dos resíduos sólidos industriais. Portanto, o diagnóstico não é mais apenas instrumento de planejamento técnico-operacional, mas agora uma exigência legal. Inclusive sua

¹³ As Planilhas Semestrais de Resíduos Sólidos Industriais Gerados utilizadas pela SMAGU são uma adaptação das exigidas trimestralmente pela FEPAM. Cada setor industrial possui a sua planilha de gerenciamento e controle, em que são discriminados os tipos potenciais de resíduos sólidos gerados pela atividade, suas quantidades, formas de acondicionamento, transporte e destinos, entre outras informações.

elaboração, como parte do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, segundo o Art.18 da referida PNRS (BRASIL, 2010):

... é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (BRASIL, 2010, p. 9)

O diagnóstico da geração de resíduos passa a ser essencial para a tomada de decisão na determinação da gestão dos resíduos. Para realizar então um diagnóstico da gestão dos RSI do parque industrial de Osório, a primeira etapa foi a de levantar as atividades industriais desenvolvidas no município, através dos seus registros na Secretaria da Fazenda Municipal.

Segundo o Relatório de Inscrições por Atividade de 2010¹⁴ fornecido pela Secretaria da Fazenda municipal, o parque industrial instalado do município de Osório totalizava 215 indústrias, distribuídas nas classes de transformação, beneficiamento, montagem e extrativista¹⁵. Na tabela 1, a seguir, estão detalhadas as atividades industriais por classe, conforme as informações da secretaria da fazenda do município. Acrescentou-se ainda às atividades os seus respectivos setores industriais, também com base na CNAE.

Classe	Atividades Industriais	Número
	Setor Alimentar	
Transformação	Produtos de Padaria, Confeitaria e Pastelaria	36
Transformação	Abate de Animais	7
Transformação	Preparação de Alimentos para Entrega a Domicílio	5
Beneficiamento	Preparação do Leite e Fabricação Produtos Laticínios	3
Transformação	Conserva de Frutas, Legumes e Outros Vegetais	3
Beneficiamento	Beneficiamento de Cereais	2
Transformação	Fabricação de Massas Alimentícias e Biscoitos	2
Beneficiamento	Fabricação de Produtos para Infusão (Chás)	1
Transformação	Fabricação de Balas, Caramelos, Mandolates	1
Transformação	Fabricação de Sorvetes	1
Transformação	Produtos Naturais	1
Transformação	Fabricação de Embutidos	1
		63

¹⁴ O Relatório de Inscrições por Atividade fornecido pela Secretaria da Fazenda do município data de novembro de 2010/ Ano-Exercício 2010.

¹⁵ A classificação baseou-se na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, que é “o instrumento de padronização nacional dos códigos de atividade econômica e dos critérios de enquadramento utilizados pelos diversos órgãos da Administração Tributária do país”. A CNAE foi elaborada sob a coordenação da Secretaria da Receita Federal e orientação técnica do IBGE. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/cnaefiscal/txtcnae.htm>>. Acesso em janeiro de 2011.

Classe	Atividades Industriais	Número
Setor Extrativo/ Mineral (Minerais Não-Metálicos)		
Extrativista	Extração de Areias e Calcários	12
Extrativista	Extração de Pedras	6
Extrativista	Beneficiamento de Mármore e Granitos	3
Extrativista	Britamento de Pedras	2
Extrativista	Extração de Saibro	2
Extrativista	Extração de Lenha e produção de carvão vegetal	1
Transformação	Fabricação de Artefatos de Cimento, Gesso	8
Transformação	Preparação de Concreto e Argamassa	3
Transformação	Fabricação de Tijolos de Barro	2
Transformação	Fabricação de Estruturas de Concreto	2
Transformação	Fabricação de Material Cerâmico	1
Montagem	Fabricação de Artigos de Louça e Azulejo	1
		43
Setor Vestuário/ Têxtil		
Montagem	Confecção de Roupas e Agasalhos	13
Transformação	Fiação, Tecelagem	2
		15
Setor Madeira/Moveleiro		
Montagem	Fabricação de Móveis	21
Montagem	Fabricação de Artefatos de Madeira	11
Beneficiamento	Desdobramento de Madeira	7
Montagem	Fabricação de Peças e Acessórios de Artesanato	3
Montagem	Fabricação de Artefatos Bambu, Palha e Vime	1
Montagem	Construção de embarcações	1
		44
Setor Couro/Calçadista		
Montagem	Fabricação de Calçados	5
Montagem	Fabricação de Artefatos de Couro	2
		7
Setor Metal/Mecânico		
Montagem	Funilaria, Estamparia, Latoaria e Serralheria	8
Montagem	Fabricação de Artefatos de Metal	5
Montagem	Fabricação de Telas e Artefatos de Arame	1
Montagem	Fabricação de Estruturas Metálicas	1
Montagem	Fabricação de Carroças e Carrocerias	2
Montagem	Fabricação de Máquinas Industriais	2
Montagem	Fabricação de Reboques para Veículos	2
Montagem	Fabricação de Estofados e Capas para Veículo	2
Montagem	Fabricação de Placas e Tarjetas para Veículo	1
		24
Setor Editorial e Gráfico		
Montagem	Fabricação de Artigos de Propaganda	2
Químico		
Transformação	Fabricação de Sabões, Detergentes etc.	1
Transformação	Fabricação de Asfalto	1
		2
Diversos		
Transformação	Fabricação de Artigos de Decoração	4
Transformação	Reciclagem de Sucatas e Diversos	3

Transformação	Geração de Energia Elétrica	2
Transformação	Fabricação de Equipamentos e Instrumentos Ópticos	1
Montagem	Fabricação de Artigos de Bijuterias	1
Montagem	Fabricação de Artigos de Caça e Pesca	1
Transformação	Fabricação de Produtos de Vermicompostagem	1
Montagem	Fabricação de Brinquedos	1
Montagem	Fabricação de Carimbos	1
		15
Total de Indústrias		215

Tabela 1. Número de Atividades industriais por classes e setores industriais. Adaptada de Relatório de Inscrições por Atividade de 2010. Fonte: Secretaria da Fazenda do município de Osório/RS e Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE.

Das 215 indústrias instaladas no município, mais da metade (151 estabelecimentos) pertence aos setores alimentar (63 estabelecimentos), madeira/moveleiro (44 estabelecimentos) e minerais não-metálicos (43 estabelecimentos). Também merece destaque o setor metal/mecânico, com 24 indústrias instaladas. Embora o setor couro-calçadista só possua sete estabelecimentos, um deles está entre os de maior porte e potencial poluidor do município. Os percentuais de distribuição das atividades industriais por setor industrial estão demonstrados na figura 25, abaixo.

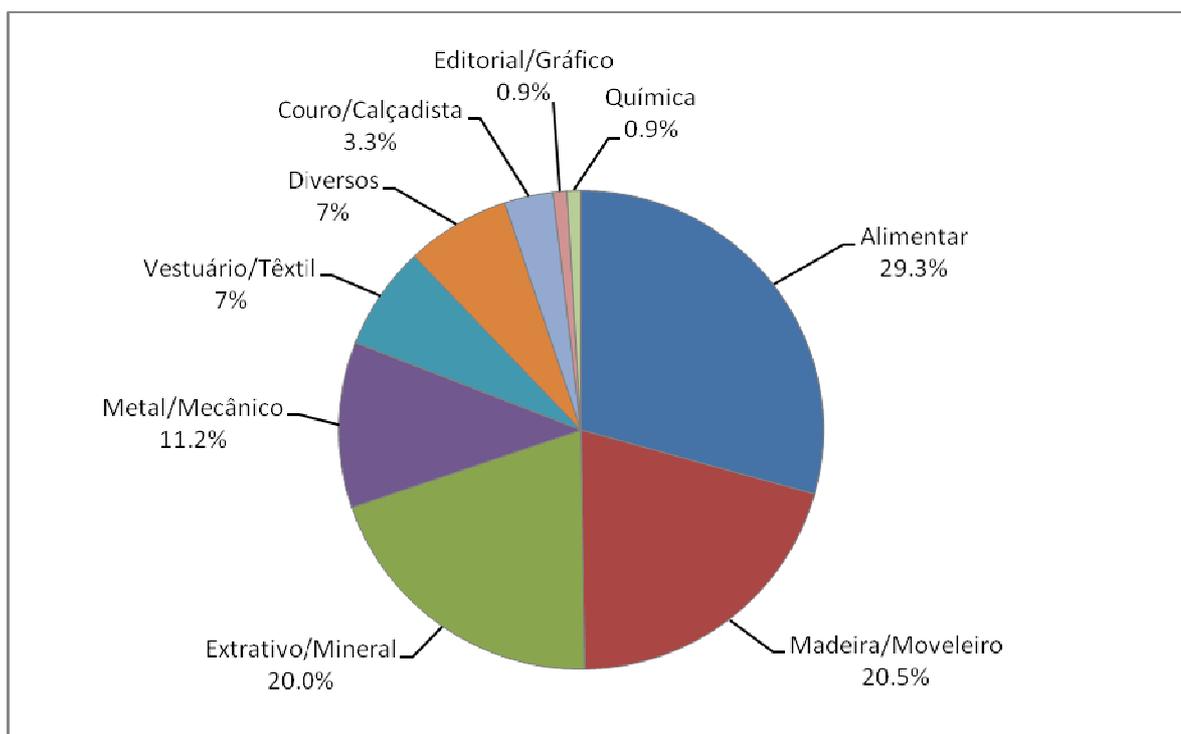


Figura 25. Percentual de distribuição das atividades industriais do município de Osório no ano de 2010 por setor industrial. Adaptado do Relatório de Inscrições por Atividade 2010 – Fonte: Secretaria da Fazenda do município de Osório.

De posse da lista das indústrias, realizou-se uma pesquisa no *website* do órgão ambiental estadual (FEPAM) a fim de identificar quais delas possuíam licença ambiental

para operar (licença de operação – LO), já que por determinação do Art. 1º da resolução CONAMA N° 313/02¹⁶ (BRASIL, 2002, p.1): “Os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental.” Esse controle específico dos resíduos é feito através de Planilhas de Resíduos Sólidos Industriais Gerados, que devem ser encaminhadas pelo empreendedor ao órgão ambiental. Após, contactou-se a SMAGU para apurar se as empresas que não estavam licenciadas na FEPAM, o estavam localmente.

Verificou-se que das 215 indústrias registradas no município em 2010, apenas 61 possuíam LO em vigor, sendo 20 emitidas pela FEPAM e 41 pela SMAGU (para as atividades que devido ao porte foram consideradas de impacto local). As demais ou estavam com a licença vencida/arquivada ou não possuíam qualquer registro de licenciamento nos órgãos ambientais. Esse dado impressiona, já que todas as atividades cadastradas como ativas (em funcionamento) no município deveriam apresentar LO em vigor (emitida em nível estadual ou local) ou pelo menos constar como atividade isenta de licenciamento¹⁷.

O setor industrial que mais apresentou atividades com LO em vigor foi o Madeira/Moveleiro, seguido pelo Extrativo/Mineral. Esses setores somados totalizaram 42 (quase 70%) das LO em vigor. Merecem destaque também os setores Vestuário/Têxtil (com seis LO vigorando), Alimentar e Couro/Calçadista (cada qual com quatro LO), conforme se verifica na figura 26.

¹⁶ A Resolução CONAMA N° 313 de 29 de outubro de 2002 dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

¹⁷ A Declaração de Isenção de Licenciamento é o documento que pode ser solicitado, caso necessário, pelos empreendedores cujos empreendimentos não constem na listagem de atividades de Resolução CONAMA N.º 237/97 ou na “Tabela de Classificação de Atividades para Licenciamento” da FEPAM. Cita-se como exemplo de algumas atividades passíveis de receber declaração de isenção de licenciamento são: comércio em geral, implantação de bares, lancherias e restaurantes etc. Os empreendedores poderão também solicitar **isenção de licenciamento estadual**, de atividade que geram impacto local ou são de responsabilidade de licenciamento por parte do município, desde que sejam atendidos os requisitos da Resolução CONSEMA N.º 05/88 e da Resolução CONSEMA N.º 04/00, quando comprovarem tratar-se de obra em empreendimento existente, localizado em zona central do perímetro urbano do município, licenciado pela Prefeitura Municipal, conforme Alvará ou Certidão positiva do município e desde que sejam atendidas as exigências da Legislação Municipal.

Disponível em <<http://eta.fepam.rs.gov.br:81/central/pdfs/declaracaoinstabril2002.pdf>>. Acesso em janeiro de 2011.

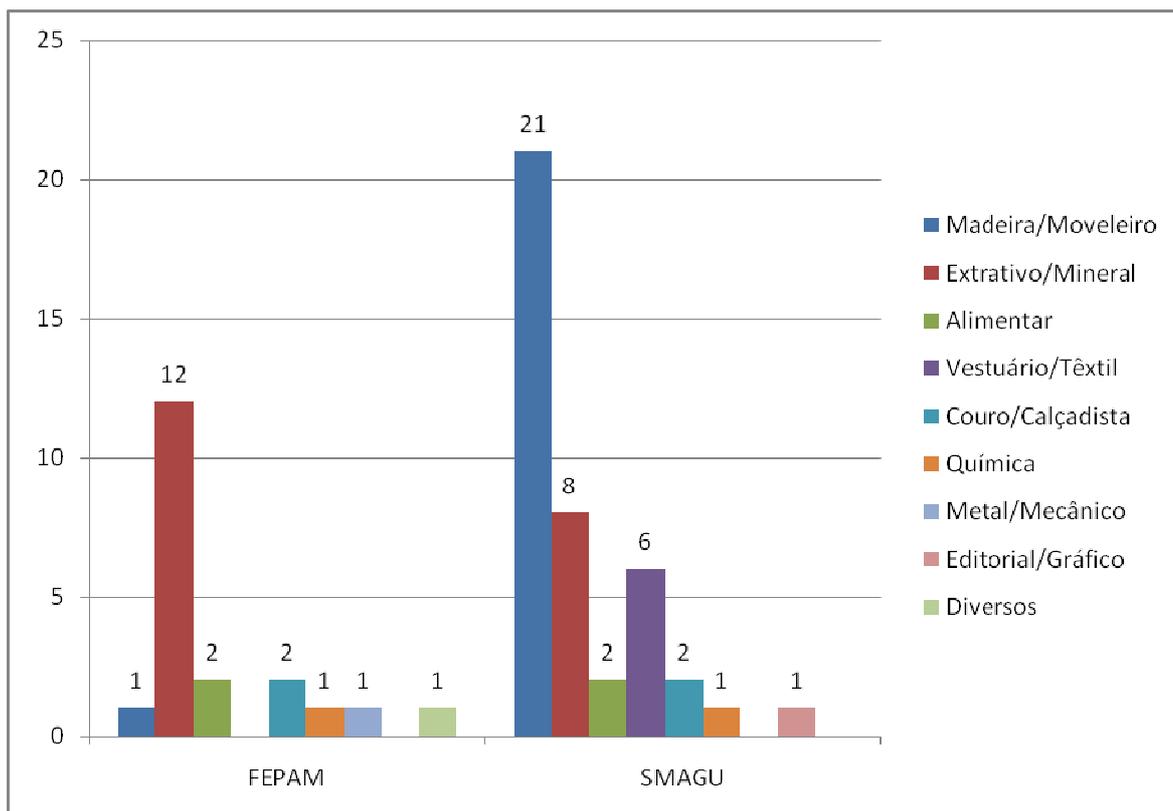


Figura 26. Número de LO em vigor no ano de 2010 por setor industrial do município de Osório/RS, emitidas pelos órgãos ambientais FEPAM e SMAGU. Fonte: FEPAM e SMAGU.

Ressalta-se que algumas atividades classificadas como industriais pela secretaria da fazenda do município, não o são para fins de licenciamento na FEPAM e na SMAGU. É o caso das atividades de extração e lavra de minerais (areias, calcários, basalto, saibro, pedras), incluídas no setor Extrativo/Mineral. Esse fato desobriga as empresas de apresentarem planilhas de controle de RSI aos órgãos ambientais. A própria LO dessas atividades não estabelece qualquer condição ou diretriz quanto aos RSI, apenas faz referência à disposição de estéreis e rejeitos, que deverão ser mantidos na área delimitada para tal. As demais atividades inseridas no setor Extrativo/Mineral (mais especificamente, de minerais não-metálicos), bem como aquelas pertencentes aos outros setores industriais acima mencionados, devem sim apresentar planilha de controle de RSI, na periodicidade exigida pelos órgãos ambientais.

Conhecidas as origens dos RSI gerados no município, o passo seguinte foi levantar seus tipos e respectivos volumes. Para tanto, analisou-se as planilhas de controle de resíduos existentes e disponíveis nos órgãos ambientais estadual e municipal, bem como foram realizadas entrevistas (via e-mail, por telefone ou presenciais) com algumas indústrias.

Das 41 indústrias licenciadas pela SMAGU, somente 18 encaminharam ao referido órgão ambiental (entre os anos de 2008 a 2010) as planilhas de controle dos RSI gerados. Salienta-se que nem todas as indústrias apresentaram planilhas para os dois semestres do período supracitado. A abaixo tabela 2 apresenta um comparativo entre a quantidade de indústrias por setor com LO em vigor e obrigadas a apresentar planilhas de RSI gerados à SMAGU e a quantidade delas que efetivamente cumpriram com essa determinação legal.

Setor Industrial	Nº. de indústrias com LO em vigor e a obrigatoriedade de entregar planilhas de controle de RSI	Nº. de indústrias com LO em vigor que apresentaram planilhas de controle de RSI.
Madeira/Moveleiro	21	10
Extrativo/Mineral	8	5
Vestuário/Têxtil	6	2
Química	1	1
Alimentar	2	0
Calçados	2	0
Metal/Mecânico	0	0
Editorial/Gráfico	1	0
Diversos	0	0
Total	41	18

Tabela 2. Comparativo entre o número de indústrias com a obrigatoriedade de entregar planilhas de controle de RSI e número das que apresentaram planilha de controle de resíduos à SMAGU. Fonte: SMAGU, 2010.

Ao analisar essas planilhas, verificou-se que a maioria dos RSI gerados é do tipo Classe II (resíduos não perigosos), provenientes principalmente do setor Madeira/Moveleiro, constituídos preponderantemente de serragem, cavacos, refilos e resíduos (restos de embalagens, pallets) de madeira¹⁸, totalizando aproximadamente 620 t. Esses resíduos foram destinados em grande parte através de transporte próprio (gerador) para a utilização de terceiros, localizados dentro do estado do Rio Grande do Sul (sobretudo em Osório e também no município de Maquiné) e de Santa Catarina (município de Morro da Fumaça).

Cabe salientar que tais resíduos têm recebido os mais variados destinos (figura 27), sem muita preocupação quanto à correta classificação e seu respectivo potencial poluidor. Conforme expõe PFLEGER¹⁹:

... os aglomerados de MDF (placa de fibra de madeira de média densidade que leva resinas em sua composição) ou outras sobras de madeira que tenham sido porventura contaminados com produtos químicos constituem-se em resíduos sólidos industriais e não em

¹⁸ As quantidades dos resíduos gerados neste e nos demais setores são aproximadas, pois não se descarta problemas no preenchimento das planilhas (informações repetidas, equívocos em unidades de medida, etc).

¹⁹ PFLEGER, C. **Resíduos da indústria moveleira.** Disponível em <<http://gramadosite.com.br/economiaenegocios/artigos/cibele/id:15561>>. Acesso em janeiro de 2011.

uma lenha específica destinada à combustão. (PFLEGER, 2008, p.1)

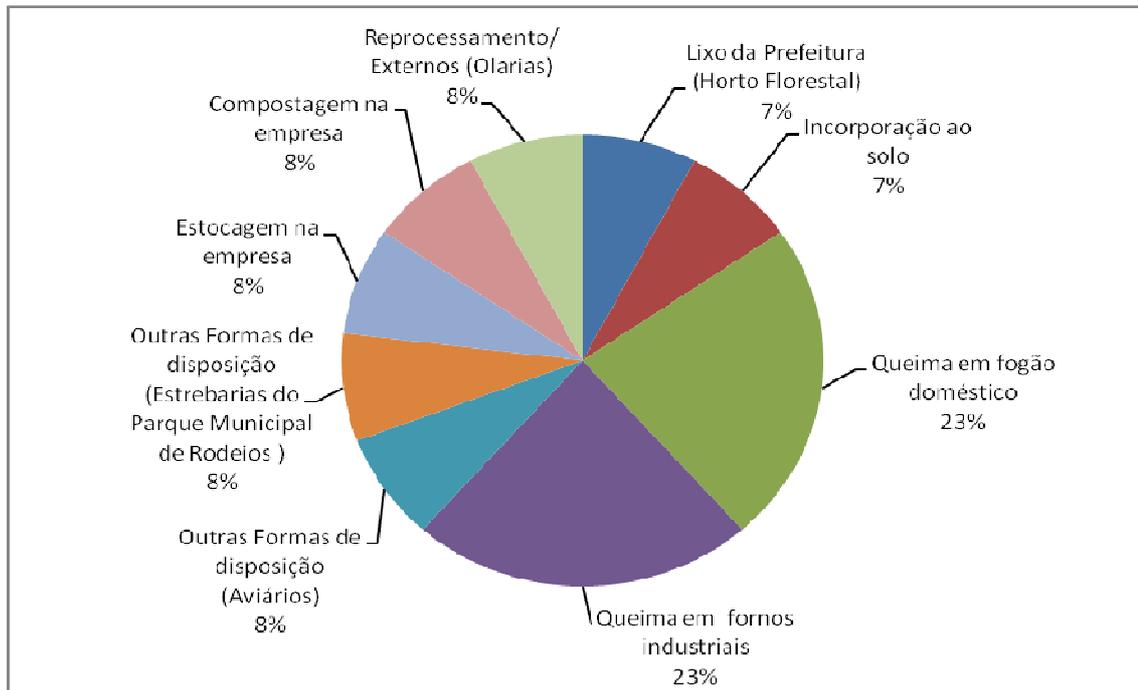


Figura 27. Percentual de distribuição da destinação final dos RSI gerados pelo setor Madeira/Moveleiro do município de Osório/RS, entre os anos de 2008 a 2010. Fonte: Planilhas Semestrais de Resíduos Sólidos Industriais gerados/SMAGU.

Dessa forma, as sobras de MDF, os aglomerados, os cavacos ou sobras de madeira potencialmente contaminados por resíduos perigosos como tinta, solvente, óleo ou produto químico (o caso de alguns resíduos gerados no setor Madeira/Moveleiro) não podem ser incorporados ao solo ou encaminhados à compostagem, ou ainda destinados em locais como aviários, olarias, estrebarias, o Horto Florestal Municipal. A disposição correta desses resíduos, assim como das embalagens vazias contaminadas (tintas, solventes etc.) deve ser feita em aterros de RSI Classe I (perigosos). Muito menos podem ser queimados em fogão doméstico ou em fornos industriais (destinos finais preferidos pelas indústrias de Osório), sem o cumprimento do exposto no Artº 19 (caput e §1º) do Decreto nº 38.356/98²⁰ (RIO GRANDE DO SUL, 1998):

Art. 19 - O emprego ou implantação de fornos industriais ou de sistemas de incineração para a destruição de resíduos sólidos, seja qual for a fonte geradora, depende do prévio licenciamento na FEPAM, de acordo com os critérios instituídos através de Portaria,

²⁰ O Decreto nº 38.356/98 aprova o regulamento da Lei nº 9.921 de 27 de julho de 1993, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/leg000000029.pdf>. Acesso em janeiro de 2011.

a ser por esta editada, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias da data deste regulamento.

§ 1º - A incineração de resíduos sólidos somente será licenciada quando houver prévia caracterização físico-química, termodinâmica e microbiológica dos mesmos, conforme exigência da FEPAM. (RIO GRANDE DO SUL, 1998, p.4)

O setor Madeira/Moveleiro ainda gerou em torno de 34 m³ de RSI fora do processo industrial (escritórios, embalagens etc.) e resíduos de papel e papelão (0,2 m³), cujo destino foi em sua maioria a usina de triagem localizada na mesma área do aterro sanitário municipal. O transporte desses resíduos foi realizado pela prefeitura através da coleta seletiva. É interessante salientar que apenas uma das dez indústrias do setor mencionou a geração de lâmpadas fluorescentes de vapor de mercúrio ou sódio (resíduos perigosos), um total de seis unidades no semestre. Tudo indica que as empresas, assim como a grande maioria da população, não incorporou a idéia de que esses resíduos são perigosos e não podem ser descartados como o resto dos resíduos sólidos urbanos. Apesar de o município ter o projeto “Apague a Lâmpada”, voltado para a adequada destinação desse tipo de resíduo em depósito dentro das dependências da sede da prefeitura.

O setor industrial Extrativo/Mineral foi o segundo em número de indústrias com LO em vigor que apresentaram planilhas de controle de RSI à SMAGU. Os resíduos produzidos pelo setor foram: minerais não-metálicos (1.190 kg), destinados ao reprocessamento/reciclagem externos para fabricação de peças, ornatos, estruturas pré-moldados de cimento, concreto, gesso; restos de cimento e cal (5,9 m³), utilizados na melhoria e manutenção de vias de acesso às indústrias; cinzas de caldeira (27 m³), incorporadas ao solo de terceiros; 202 kg de recicláveis (embalagens metálicas não contaminadas, resíduos de papel e papelão), vendidas a sucateiros situados em Osório; e embalagens vazias contaminadas (resíduos perigosos), cuja destinação não foi especificada.

Os setores de Vestuário/Têxtil (duas indústrias) e Químico (uma indústria) também apresentaram planilhas de controle de resíduos. No primeiro setor, predominou a geração de resíduos de materiais têxteis (150 kg/semestre), cones plástico de linha (0,3 kg) e de bobinas de papel e papelão (4 kg), além de lâmpadas fluorescentes (10 peças) e de resíduos gerados fora do processo industrial provenientes de escritórios, embalagens etc. (0,51 m³). Com exceção das lâmpadas, que foram para o depósito na prefeitura, os demais foram doados a terceiros (materiais têxteis) ou recolhidos pela coleta seletiva e encaminhados à usina de triagem no aterro sanitário. O setor químico (indústria de fabricação de produtos

de limpeza, polimento e desinfetante), daqueles licenciados pela SMAGU, foi o único que teve resíduo, lodo da ETE (0,10 m³), com destinação final no ano de 2009 em central de resíduos industriais, localizada no município de Gravataí. As embalagens plásticas provenientes do uso das matérias-primas foram devolvidas aos fornecedores, não especificados.

Das 20 indústrias com LO em vigor, emitidas pela FEPAM, onze estavam desobrigadas de entregar planilhas de controle de RSI, pelo fato de se enquadrarem nas atividades de extração e lavra de minerais. Teve-se acesso às planilhas de quatro das nove indústrias restantes: duas do setor Alimentar; uma do setor Couro/Calçadista; e uma pertencente ao setor Madeira/Moveleiro. Com respeito aos RSI gerados por essa última, verificou-se que sua tipologia e destinação/disposição finais são muito similares às do mesmo setor licenciadas pela SMAGU. Predominam resíduos do tipo não perigosos (Classe II), compostos por costaneiras, refiles, serragem e maravalha (1,5 m³/dia). Tais resíduos são armazenados na empresa, para posterior queima em fornos industriais de olarias da região e destinação em hortas de moradores do entorno. As informações sobre as demais indústrias serão trabalhadas posteriormente, uma vez que estão entre aquelas entrevistadas.

Os critérios para seleção das indústrias entrevistadas foram os seguintes: LO em vigor, porte, representatividade do setor industrial e o potencial poluidor. Dentre as indústrias com LO em vigor, priorizou-se entrevistar aquelas pertencentes aos setores industriais mais representativos no município, as de maior porte (maior volume de resíduos gerados) e cuja atividade possuísse um potencial poluidor classificado como médio e alto.

Citam-se os questionamentos que nortearam as entrevistas aplicadas às indústrias selecionadas:

- a) Qual o volume trimestral, semestral ou anual de resíduos gerado pela empresa?
- b) Quais os tipos de resíduos gerados pela empresa, conforme classificação da NBR 10.004/2004?
- c) Em qual esfera de poder (federal, estadual ou municipal) foi realizado o licenciamento ambiental?
- d) Qual a destinação final dada aos resíduos gerados pela empresa?
- e) Esta destinação é feita dentro do Rio Grande do Sul?
- f) O transporte dos resíduos é feito pela empresa ou por terceiros?
- g) A empresa possui aterro ou central de resíduos próprios?

h) A empresa utilizaria central ou aterro de terceiros se localizado em Osório?

Foi entrevistado um total de oito indústrias, duas de cada um dos setores Couro/Calçadista, Alimentar, Madeira/Moveleiro e Extrativo/Mineral, cujos resultados estão apresentados a seguir. Apenas não se obteve acesso à indústria Calçados Beira Rio LTDA., as demais foram visitadas na data de 11 de novembro de 2010.

Setor Industrial Couro/Calçadista

- **Calçados Beira Rio LTDA.**

A indústria de Calçados Beira Rio LTDA (figura 28) é uma empresa de **grande porte e potencial poluidor médio**, situada na localidade de Porto Lacustre. Está em funcionamento desde 1988 e opera a atividade de fabricação de calçados, licenciada pela FEPAM.



Figura 28. Fachada da filial de Osório da Calçados Beira Rio LTDA, em 11 de novembro de 2010.

Em contato por e-mail em 25 de junho de 2010 (não se obteve acesso à fábrica), o Técnico em Segurança Hilário S.²¹, responsável pela gestão dos RSI da indústria informou que os resíduos gerados pela empresa na filial de Osório, segundo classificação da NBR 10.004/2004 são normalmente os tipos e respectivos volumes (média anual) descritos na tabela 3, a seguir.

²¹ Hilário, S. Comunicação pessoal, 2011.

Tipos	Volumes/Ano
Classe II	
Aparas de sintético PU	340 m ³
Aparas de papelão dublado	85 m ³
EPIs usados	3 m ³
Pós diversos	0,2 m ³
Varreduras	15 m ³
Recicláveis (Papel/papelão, plástico e metais)	200 m ³
	Obs: Depende do tipo de embalagens de fornecedor e modelos fabricados, pois o processo produtivo não gera este tipo de resíduo.
Vidros e outros	Eventuais, em quantidades muito pequenas não precisadas.
Classe I	
EPIs usados	0,01 m ³
Panos sujos	10 m ³
Lâmpadas	300 unidades

Tabela 3. Tipos e volumes dos RSI gerados pela indústria Calçados Beira Rio LTDA. Fonte: Calçados Beira Rio LTDA.

Conforme tabela 3 acima, nota-se que a maioria do resíduo gerado pela empresa é da Classe II (não perigosos), sendo uma pequena parcela da Classe I (perigosos). Grande parte desses resíduos é disposta na Central de RSI Classe I (licenciada para receber resíduos classe I e II), localizada no município de Igrejinha, de propriedade do Sindicato da Indústria de Calçados, Vestuário e Componentes para Calçados de Igrejinha. A periodicidade de envio dos resíduos à Central varia com o volume de produção/época do ano e com a capacidade do transportador, mas em média é de duas vezes por semana. A opção pela Central deu-se em função da empresa ser sócia do sindicato de Igrejinha e consequentemente da Central. Quanto ao uso de outro aterro ou central, momentaneamente, os gestores não vislumbram tal hipótese, pois existe uma relação de confiança e responsabilidade ambiental que não pode ser colocada em risco. Os recicláveis são destinados para empresas recicladoras em Campo Bom e Igrejinha, em periodicidade não informada.

- **Atelier de Calçados Clavan LTDA.**

A indústria Calçados Beira Rio LTDA mantém parceria com Atelier de Calçados, figura 29 (indústrias de **pequeno porte e potencial poluidor considerado baixo**²²) licenciados pela SMAGU, mas que **não apresentaram planilhas de controle de resíduos** a esse órgão ambiental. Um desses parceiros visitados foi o Atelier de Calçados Clavan LTDA, situada na localidade de Porto Lacustre. Apenas executa a montagem de determinados produtos da Calçados Beira Rio Ltda.



Figura 29. Funcionários da Calçados Clavan LTDA, trabalhando na montagem dos produtos para envio à indústria Calçados Beira Rio Ltda.

Segundo informações da auxiliar de escritório Rosa, F.²³, responsável pela indústria na ausência do proprietário (residente no município de Nova Hartz), os resíduos gerados pelo estabelecimento são: plásticos, papelão, latas de cola e os oriundos do escritório. A indústria **não tem controle das quantidades geradas de resíduos**. Deposita-os em lixeiras ou no chão da fábrica (figuras 30, 31 e 32), levando-os diariamente através de transporte próprio (figura 33) a Calçados Beira Rio.

²² Conforme classificação da Resolução CONSEMA n°102, de 24 de maio de 2005. Disponível em <http://sema.rs.gov.br/sema/html/res_c102_2005.htm>. Acesso em março de 2009.

²³ Rosa, F. Comunicação pessoal, 2011.



Figura 30. Resíduos depositados no chão da fábrica da Calçados Clavan Ltda.



Figura 31. Resíduos de papelão, reaproveitados para acondicionar os produtos montados devolvidos a Calçados Beira Rio.



Figura 32. Embalagens vazias de cola (potencialmente perigosas) depositados sem qualquer cuidado no chão da fábrica da Calçados Clavan Ltda para devolução à Calçados Beira Rio.



Figura 33. Transporte próprio utilizado pela indústria para devolver todos os resíduos gerados no processo de montagem dos produtos da Calçados Beira Rio.

Setor Industrial Alimentar

- **Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.**

A empresa Fábrica de Embutidos Borússia LTDA. (figura 34), com sede na localidade da Borússia, é uma indústria de **pequeno porte**, mas de **alto potencial poluidor**. Está em funcionamento desde o ano de 2000 e está licenciada pela FEPAM para operar a atividade de matadouro de suínos com fabricação de embutidos.



Figura 34. Fachada da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.

Conforme as informações disponibilizadas pela Sra. Silveira, A.²⁴ (sócia-proprietária), a indústria abate diariamente aproximadamente 400 suínos, provenientes de Campinas do Sul, Camargo e Arvorezinha (Rio Grande do Sul) e também de Santa Catarina, gerando em torno de **6000 kg/dia de resíduos orgânicos** (Classe II - não perigosos) de processo como sebo, soro, ossos, sangue (Figura 35) e pêlos (Figura 36). Esses resíduos são coletados todos os dias pela empresa SEFAR Indústria e Comércio de Farinha e Sebo LTDA. situada no município de Parobé/RS.



Figura 35. Local de acondicionamento temporário dos resíduos orgânicos de processo (sebo, soro, ossos, sangue) da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.

²⁴ Silveira, A. Comunicação pessoal, 2011.



Figura 36. Bombonas com sobras de pêlos colocadas na área externa da empresa, para recolhimento pela SEFAR.

Os resíduos secos gerados fora do processo industrial (embalagens, papéis etc.) são acondicionados em local específico na própria empresa (figuras 37 e 38), para posterior destinação à usina de triagem do município de Osório. Os resíduos de restaurante (restos de alimentos) são igualmente armazenados temporariamente na empresa e recolhidos pela prefeitura três vezes por semana, com disposição final no aterro sanitário municipal (os volumes não foram informados). Nenhum resíduo gerado pela atividade recebe destinação em central ou aterro de RSI, em função das características dos mesmos. Não foi mencionado o destino das lâmpadas fluorescentes.



Figura 37. Local de acondicionamento temporário dos resíduos secos provenientes de outras atividades fora do processo industrial da Fábrica de Embutidos Borússia LTDA.



Figura 38. Interior do local de acondicionamento temporário dos resíduos secos provenientes de outras atividades fora do processo industrial.

- **Dalpiaz & CIA. LTDA. - Frigodal**

A indústria Dalpiaz & CIA. LTDA., conhecida como Frigodal (figuras 39 e 40), também situada na localidade da Borússia, é uma indústria de **porte mínimo**, mas de **alto potencial poluidor**, já que promove a mesma atividade da empresa supracitada. Criada no ano de 2000, a empresa está licenciada pela FEPAM para abater suínos e fabricar embutidos.



Figura 39. Entrada da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.



Figura 40. Fachada da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.

A empresa gera diariamente, segundo o Sr. Dalpiaz, P²⁵ (proprietário), cerca de **300 a 400 kg/dia** de **resíduos Classe II** (sebo, soro, ossos, sangue, chifres etc.), provenientes do abate de aproximadamente 80 animais e dos demais processos industriais. Os suínos (figura 41) são trazidos principalmente do município de Braço do Norte/SC e uma parcela menor de Palmitinho/RS.



Figura 41. Suínos aguardando abate nas dependências da Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.

²⁵ Dalpiaz, P. Comunicação Pessoal, 2011.

A coleta diária desses resíduos também é realizada pela empresa SEFAR Indústria e Comércio de Farinha e Sebo LTDA. Presenciou-se essa coleta no momento da visita à Frigodal (figuras 42 e 43).



Figura 42. Recolhimento dos resíduos (sebo, soro, ossos, sangue, chifres etc.) pela empresa SEFAR.



Figura 43. Bombona com resíduos de ossos sendo recolhida pela SEFAR.

Cinzas de caldeira (1,5 m³) e resíduos sólidos de Estação de Tratamento de Efluentes – ETE (figura 44) com material biológico não tóxico (7 m³) também são gerados no processo industrial da Frigodal. A disposição final adotada pela empresa foi a incorporação ao solo em área licenciada de sua propriedade. Os resíduos recicláveis como papel, papelão, filmes e pequenas embalagens (aproximadamente 0,4 t/ano) são destinados à usina de triagem municipal. Os orgânicos provenientes do refeitório (0,51 m³/ano) são recolhidos pela prefeitura e levados para o aterro sanitário do município. Foram geradas

duas lâmpadas fluorescentes de resíduos perigosos no ano de 2009, que estão estocadas na empresa. Também não foi disposto nenhum RSI em central ou aterro industrial.



Figura 44. ETE da indústria Dalpiaz & CIA. LTDA. – Frigodal.

Setor Industrial Extrativo/Mineral

- **Secagem de Areias Osório LTDA.**

A indústria Secagem de Areias Osório LTDA (figura 45) é uma empresa de **porte e potencial poluidor médio**, situada na localidade de Várzea do Padre. Operando desde o ano de 2008, a atividade está enquadrada como beneficiamento de minerais não-metálicos, sem tingimento, licenciada pela SMAGU.



Figura 45. Fachada da indústria Secagem de Areias Osório LTDA.

Conforme as informações disponibilizadas pela auxiliar de escritório Ferri, S.²⁶ a indústria fabrica argamassa ensacada e gera como principal resíduo as cinzas de caldeira (27 m³, entre 2008 e 2010), que são incorporadas ao solo de terceiro (Jazida Transareia – Transporte de Areia LTDA.) para recomposição de taludes.

Outros resíduos também são gerados, embora não tenham sido discriminados nas planilhas de resíduos entregues à SMAGU, como: EPI's, queimados nos fornos, e paletts (figura 46), reutilizadas na própria empresa como anteparo para os sacos de argamassa; resíduos recicláveis, principalmente, oriundos do escritório e que são vendidos para a coleta seletiva. Os volumes desses resíduos não foram informados. Verificou-se ainda um considerável volume de sucatas nas dependências da indústria (figura 47), dispostos sem qualquer cuidado, identificação e previsão de destinação adequada.



Figura 46. Paletts reutilizadas na própria empresa como anteparo para os sacos de argamassa.

²⁶ Ferri, S. Comunicação Pessoal, 2011.



Figura 47. Sucatas dispostas sem cuidado nas dependências da indústria. Nota-se a presença de embalagens sem identificação de origem, poluidoras potenciais.

- **Ordério Rosa de Oliveira ME**

A Ordério Rosa de Oliveira ME (figura 48) situada na localidade denominada Glória, é uma empresa de **porte mínimo e potencial poluidor médio**. Desde 1994 está em operação, fabricando peças, ornatos, estruturas pré-moldados de cimento e gesso. Embora licenciada pela SMAGU, **não apresentou planilhas de controle** de RSI ao referido órgão.



Figura 48. Fachada da empresa Ordério Rosa de Oliveira ME.

Os principais resíduos gerados pela empresa são sobras de cerâmica, de cimento, de mármore, de gesso, de papel e papelão e embalagens vazias de tinta (figura 49), conforme especificado pela entrevistada (que preferiu não se identificar e nem dar muitas informações, por não ser responsável pelo estabelecimento). Os resíduos gerados na

empresa (que também serve de moradia), cujas **quantidades são desconhecidas**, são recolhidos pela prefeitura, e as latas de tinta são repassadas aos sucateiros.



Figura 49. Resíduos de vários tipos (papel, papelão, sacos de argamassa, latas de tinta etc.) misturados, estocados temporariamente na empresa.

Constatou-se que as peças, ornatos, estruturas pré-moldados de cimento e gesso que apresentam algum defeito são descartados em área aos fundos da empresa (figura 50). Acredita-se que o local tem sido o destino desses resíduos há um bom tempo, devido à quantidade considerável lá encontrada.



Figura 50. Resíduos de peças e ornatos de cimento, concreto e gesso depositados em área localizada nos fundos do estabelecimento.

Setor Industrial Madeira/Moveleiro

- **Móveis Osoriense LTDA.**

A Móveis Osoriense LTDA é uma empresa de **pequeno porte**, licenciada pela SMAGU para promover a fabricação de móveis de madeira, bambu, vime, junco, sem acessórios de metal e sem pintura (figura 51), atividade de **potencial poluidor médio**. Localizada na região central do município (às margens da RS030), encontra-se em funcionamento desde 2005.



Figura 51. Móveis de madeira em processo de fabricação na empresa Móveis Osoriense LTDA.

Segundo informações do proprietário, Sr. Souza, W.²⁷, os resíduos Classe II A gerados pelo estabelecimento são basicamente serragem, cavacos e pó de madeira (figuras 52 e 53) em poucas quantidades (0,005t/semestre), já que a principal matéria-prima utilizada na fabricação dos móveis é o aglomerado de MDF (bastante aproveitável e de resíduo mínimo). Esses resíduos são armazenados temporariamente na empresa e aproximadamente a cada 15 dias são destinados ao Horto Florestal de Osório, através de transporte terceirizado (tele-entulho). Segundo informações de técnico da SMAGU, a referida secretaria está permitindo que a área do Horto Florestal (sem licença ambiental) receba provisoriamente resíduos da construção civil e entulhos. Entretanto, cabe ressaltar que o Horto Florestal não é área apta a receber resíduos industriais, ainda mais de classificação duvidosa (potencialmente contaminados). Mesmo a área definitiva (em processo de licenciamento na FEPAM) concebida para comportar os resíduos da construção civil, não poderá receber os de origem industrial, conforme consta na sua LI – Licença de Instalação.

²⁷ Souza, W. Comunicação Pessoal, 2011.



Figura 52. Serragem e cavacos de madeira gerados no processo produtivo da indústria Móveis Osoriense LTDA.



Figura 53. Resíduos de pó de madeira misturados a papéis e filmes plásticos no chão da indústria Móveis Osoriense LTDA.

Constatou-se que a empresa também gera **resíduos perigosos** (Classe I) como embalagens de solvente e de colas em pequenas quantidades (figuras 54 e 55), apesar de não ter registrado na planilha de controle de RSI entregue à SMAGU no primeiro semestre de 2010. Tais resíduos são equivocadamente repassados a sucateiros (“carroceiros”), enquanto deveriam ser destinados a centrais ou aterros de RSI Classe I. Além disso, o proprietário confirmou a utilização de lâmpadas fluorescentes (também resíduos Classe I), que são entregues à CEEE. Não mencionou sobre a destinação dada aos resíduos gerados fora do processo industrial (de escritório, recicláveis em geral). Acredita-se que, assim como na maioria das indústrias entrevistadas, esses resíduos sejam recolhidos pela coleta

seletiva realizada pela prefeitura (o que não a desobriga de registrar na planilha de controle de resíduos essa destinação).



Figura 54. Embalagem de resíduo perigoso (solvente) gerada na empresa Móveis Osoriense LTDA.



Figura 55. Embalagem de resíduo perigoso (cola) resultante do processo industrial da Móveis Osoriense LTDA, cuja disposição correta deve ser feita em centrais ou aterros de RSI perigosos.

- **Serraria Borússia LTDA.**

A Serraria Borússia LTDA (figuras 56 e 57), ativa desde 1999, é uma empresa de **porte mínimo**, situada na localidade da Borússia. Está licenciada pela SMAGU para operar a atividade de serraria e desdobramento da madeira, cujo **potencial poluidor é classificado como médio**.



Figura 56. Vista do galpão principal da serraria e do depósito dos resíduos de serragem e cavacos de madeira. Nota-se que a matéria-prima (as toras) está espalhada por toda a área da empresa.



Figura 57. Principal local de armazenagem da madeira utilizada na serraria.

O resíduo gerado pelo estabelecimento (cerca de 143m³, entre 2009 e 2010) é composto de serragem, maravalha, cavacos e restos de madeira (figura 58). A maravalha e a serragem são incorporadas ao solo (lavouras) em propriedades de terceiros (vizinhos), já os restos de madeira (figura 59) são queimados em fogão doméstico. Não foi mencionada nenhuma outra geração de resíduos, fora as supracitadas e o resíduo doméstico recolhido pela prefeitura (área também serve de moradia para o proprietário e família). As informações foram retiradas das planilhas de controle de RSI entregues à SMAGU e concedidas por funcionário que não quis se identificar.



Figura 58. Resíduo de serragem e restos de madeira no chão do galpão principal da serraria.



Figura 59. Galpão principal da serraria, onde a madeira é trabalhada.

Constatada a geração de RSI (principalmente Classe II, mas também Classe I) como o resultado das atividades dos empreendimentos pesquisados, bem como a destinação equivocada dada para alguns desses resíduos ou mesmo distante do local de origem, é fundamental em nosso estudo a busca por área(s) apta(s) a receberem aterro industrial no município de Osório/RS. É o que se pretende discutir no próximo capítulo.

4. A BUSCA PELA APTIDÃO DE ÁREA(S) PARA ATERRO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS

A escolha da área mais apropriada a receber um aterro de resíduos sólidos é um processo complexo, por envolver elementos do meio físico (abiótico), biótico e socioeconômico (LINO, 2007). Todavia, possibilita considerável diminuição de custos de investimentos, bem como a redução dos efeitos adversos sobre o meio. Isso faz com que a análise de critérios e métodos que apontem a melhor alternativa locacional para esse tipo de empreendimento seja objeto de vários estudos em nível nacional e internacional, sobretudo para aterros sanitários, havendo carência, porém, de propostas específicas sobre a seleção de sítios para disposição de resíduos sólidos industriais.

A partir de revisão da bibliografia especializada, apresenta-se nesse capítulo uma discussão dos principais critérios e métodos para seleção de áreas para aterro de resíduos sólidos utilizados internacionalmente e no Brasil, ressaltando os adotados nessa pesquisa. Finaliza-se com a apresentação detalhada dos procedimentos utilizados para a geração do mapa com a distribuição contínua de aptidão à instalação de aterros de resíduos sólidos industriais no município de Osório, e com a discussão dos resultados alcançados.

4.1. A Escolha dos Critérios para Seleção de Áreas Aptas para Aterro de Resíduos Sólidos.

Para que sejam selecionadas as **áreas potencialmente aproveitáveis** para a instalação de aterros, deve-se analisar um conjunto de variáveis (critérios) do meio físico (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, geotécnicos, hidrológicos, climáticos) e socioeconômico (valor da terra, uso e ocupação dos terrenos, distância de centros urbanos, integração à malha viária, aceitação da população e de suas entidades organizadas), bem como as referentes aos aspectos legais e ao planejamento territorial (plano diretor municipal, zoneamento ambiental, normas técnicas da ABNT etc). Geralmente, nessa fase dos trabalhos são desenvolvidas poucas atividades de campo, utilizando-se o máximo possível do acervo de informações existentes (ROCHA et al, 2004).

No que diz respeito aos critérios adotados internacionalmente para a seleção de locais para aterros, as recomendações apresentadas a seguir baseiam-se em aspectos técnicos, econômicos, sociais e ecológicos. Em sua maioria referem-se a aterros sanitários e são feitas por entidades com responsabilidades nessa matéria como: a Organização Mundial da Saúde (OMS); a U.S. EPA (*United States Environmental Protection Agency*); o

governo francês; e o Ministério do Ambiente, Água, Desenvolvimento Urbano e Habitação de Valencia na Espanha.

A OMS indica como locais favoráveis à recepção de resíduos sólidos urbanos, por potencializarem a sua recuperação ambiental: os terrenos baldios, solos de rendimento pobre; locais de antigas escavações mineiras.

LINO (2007) salienta que a agência ambiental americana, a EPA²⁸, inclui como restrições locais para aterros: zonas de falhas e de impacto sísmico, zonas úmidas ou alagadas, planícies de inundação, áreas de risco ou de outras áreas restritas como aeroportos. Cabe salientar que para a EPA os aterros de resíduos sólidos urbanos (*Municipal solid waste landfills- MFWLFs*) além dos resíduos domésticos, também podem receber lamas não-perigosas, resíduos sólidos industriais, resíduos de construção e demolição. (LINO, 2007)

BEGASSAT P. et al (1995, apud RUSSO, 2003) expõe que na França há legislação extremamente restritiva sobre aterros, baseando-se nos critérios de exclusão e de hierarquia. Os critérios de exclusão adotados são: sismicidade, áreas expostas a inundações, geologia desfavorável (terrenos não argilosos) e reservas naturais. Já dentre os critérios de hierarquia estão: a proteção de fontes de água; as características do subsolo; a densidade populacional; a proteção de áreas naturais e culturais; a proximidade das zonas geradoras e de estradas. A ponderação destes critérios pode ser estabelecida por uma comissão composta por técnicos e líderes locais, e ser variável de caso para caso. (RUSSO 2003).

No Ministério do Ambiente, Água, Desenvolvimento Urbano e Habitação²⁹ de Valencia, Espanha, assinala-se que novos aterros, sanitários ou industriais, não podem ser localizados: em distância inferior a 2 mil metros do solo urbano; a menos de três milhas de pista de aeroporto; em áreas inundáveis e úmidas; em áreas geomorfologicamente instáveis; e em áreas cujo estudo de impacto ambiental aponte um grande risco. Na localização de aterros industriais devem ser considerados principalmente os condicionantes de impermeabilidade da área, devendo apresentar: naturalmente um $K < 10^{-7}$ m/seg. (em espessura ≥ 10 m), para aterro industrial perigoso; e $K \leq 10^{-7}$ (em espessura de 5m), para aterro de resíduo não-perigoso.

²⁸ Disponível em <<http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/landfill.htm>>. Acesso em 18/02/2009.

²⁹ Disponível em <http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/pir/directiva_general/revpir10.html>. Acesso em 02/02/ 2009.

No Brasil, de modo geral, a seleção de locais para disposição de resíduos sólidos objetiva principalmente garantir, em longo prazo, a segurança estrutural e ambiental do aterro, bem como impedir a contaminação do ar, das águas superficiais e subterrâneas, subsolo, fauna e flora locais. Além disso, visa minimizar custos de transporte dos resíduos, de desapropriação de terrenos, de desvalorização de propriedades no entorno e de outros tipos de impactos sociais e econômicos. (BOSCOV 2008)

Para atingir os objetivos citados acima, conforme o mesmo autor é desejável que o local de implantação do depósito apresente as seguintes características gerais: baixa densidade populacional; esteja próximo da fonte geradora do resíduo e de vias de acesso; baixo índice pluviométrico; baixa declividade; e à considerável distância de qualquer fonte de abastecimento de água. Quanto ao subsolo, esse deve apresentar baixa permeabilidade em profundidade suficiente, nível do lençol freático baixo, elevada capacidade de adsorção, satisfatória capacidade de suporte, homogeneidade, e ainda reduzida solubilidade química. Enfim, o local ideal para abrigar um aterro de resíduos é aquele que apresente “subsolo com grande espessura de material pouco permeável em área não sísmica, não pantanosa e não sujeita a inundações, com nível de água subterrâneo profundo e sem aquífero de água potável subjacente”. (BOSCOV 2008, p.107)

ROCCA et al (1993), ao abordarem o tema aterros industriais em publicação da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, São Paulo, afirmam que a escolha para implantação de um aterro deve atender ao planejamento do desenvolvimento econômico, social e urbano da região, bem como às diretrizes recomendadas para o uso e ocupação do solo, à proteção da saúde pública e do meio ambiente. Também apontam que devem ser considerados na seleção de uma área os seguintes aspectos: grau de urbanização e compatibilidade da vizinhança; valor comercial do terreno; distância do (s) ponto (s) gerador (es) de resíduos; condições de acesso; caracterização hidrogeológica; potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas; e localização quanto a mananciais de abastecimento d’água.

Os mesmos autores ainda indicam como características favoráveis à locação deste tipo de empreendimento uma baixa densidade populacional na vizinhança, baixo potencial de contaminação dos corpos d’água (superficiais e subterrâneos), assim como baixo índice de precipitação pluviométrica e alto de evapotranspiração, e subsolo constituído por extenso e homogêneo depósito de material argiloso insaturado. E destacam como condições a serem observadas as seguintes, assinaladas na tabela 4.

Atributos	Condições
Topografia	Declividade máxima de 20% no terreno, para aterro de resíduos sólidos perigosos
Geologia e Tipos de Solos	Subsolo constituído de material granular fino com $k < 10^{-5}$ cm/s
Corpos hídricos superficiais	Distância de 200 m
Residências	Distância de 500 m
Condição climática desejável	Evaporação potencial média anual excede a precipitação média anual em 500 mm

Tabela 4. Condições para implantação de aterros industriais. Fonte: Baseada em ROCCA et al (1993)

Uma informação interessante apresentada por ROCCA et al (1993) é um quadro das condições hidrogeológicas desejáveis e mínimas em aterros de resíduos sólidos industriais Classe I e Classe II, reproduzido abaixo na tabela 5.

	Condição Hidrogeológica Desejável		Condição Hidrogeológica Mínima	
	Espessura da camada insaturada L (m)	k (cm/s)	Espessura da camada insaturada L (m)	k (cm/s) máximo
Resíduos Classe I (Perigosos)	3	10^{-7}	1,5	$5 \times 10^{-5(30)}$
Resíduos Classe II (Não-Perigosos)	3	10^{-6}	1,5	5×10^{-5}

Tabela 5. Condições hidrogeológicas desejáveis e mínimas em aterros de resíduos sólidos industriais Classe I e Classe II. Fonte: Baseado em ROCCA et al (1993)

Os autores também recomendam como sistemática de escolha de áreas para aterro de resíduos industriais, a confecção de uma planta (em papel transparente) para cada uma das variáveis, mapeando a ocorrência da variável de interesse, dentro de cada região de estudo. A variável é identificada com uma determinada cor e, através de uma graduação dela, são atribuídos valores de qualidade à variável. Segundo ROCCA et al (1993), a graduação da cor pode ser atribuída como um índice de qualidade, cuja intensidade pode estar relacionada a uma melhor ou pior aptidão, devendo apenas ser estabelecido um único padrão para todas as variáveis. Após a confecção das plantas, essas devem ser sobrepostas e, conforme o padrão escolhido, as áreas mais escuras (ou claras) representarão as regiões mais aptas para aterros. Em geral, o procedimento mostra vários locais igualmente adequados. Para a escolha final, deve ser feita uma análise econômica, com avaliação dos

³⁰ Segundo NBR 10157 – Aterros de Resíduos Perigosos: Critérios para Projeto, Construção e Operação.

custos do terreno, de construção de acessos e de transportes, sendo escolhida aquela que apresentar o menor custo total.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT em suas normatizações sobre aterros estabelece que uma área para abrigar um aterro de resíduos deve ser tal que: seja atenuado o impacto ambiental a ser causado por este empreendimento; seja maximizado o consentimento da instalação pela população; esteja de acordo com o zoneamento da região; e possua vida útil longa, exigindo para o início da operação um mínimo de obras. Na tabela 6, a seguir, estão sintetizadas as considerações técnicas e critérios a serem observados na seleção de um local para implantação de aterros de resíduos perigosos e não-perigosos, segundo as normas da ABNT.

Atributos	Aterros de Resíduos Não-Perigosos (NBR 13896/1997)	Aterros de Resíduos Perigosos (NBR 10157/1987)
Topografia	Declividade superior a 1 % e inferior a 30 % .	Declividade superior a 1 % e inferior a 20 % .
Geologia e tipos de solos existentes	Desejável depósito natural extenso e homogêneo de materiais com $k < 10^{-5}$ cm/s. Zona insaturada com espessura superior a 1,5 m .	Desejável depósito natural extenso e homogêneo de materiais com $k < 10^{-5}$ cm/s. Zona insaturada com espessura superior a 1,5 m .
Recursos hídricos	À distância mínima de 200 m de corpos d'água (a critério do Órgão Estadual de Controle Ambiental).	À distância mínima de 200 m de corpos d'água (a critério do Órgão Estadual de Controle Ambiental).
Vegetação	Estudo macroscópico da vegetação	Estudo macroscópico da vegetação
Acessos	Utilização sob quaisquer condições climáticas.	Utilização sob quaisquer condições climáticas.
Tamanho e vida útil	Vida útil mínima de 10 anos .	Vida útil mínima de 10 anos .
Custos	Determinam a viabilidade econômica do empreendimento.	Determinam a viabilidade econômica do empreendimento.
Distância de núcleos Populacionais.	Superior a 500 m (a critério do Órgão Estadual de Controle Ambiental).	Superior a 500 m (a critério do Órgão Estadual de Controle Ambiental).
Áreas sujeitas à inundação.	Em períodos de recorrência de 100 anos .	Em períodos de recorrência de 100 anos .

Tabela 6. Atributos elencados pelas NBR 113896 e NBR 10157 para seleção de áreas para construção de aterros de resíduos não-perigosos e perigosos, respectivamente. Fonte: NBR 113896 (ABNT, 1997) e NBR 10157 (ABNT, 1987).

Na FEPAM³¹, embora seus técnicos baseiem-se nas normas da ABNT no procedimento de licenciamento de aterros de resíduos, afirma-se que a camada de espessura mínima de 1,5 m de solo insaturado entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático indicada pela NBR 10157 (ABNT, 1987), na prática, é

³¹ Informações fornecidas pela Eng.^a Carmem Níquel em entrevista por telefone.

insuficiente. Assim, é necessário que seja dada uma margem maior de proteção, definida caso a caso no processo de licenciamento. Visando a nortear essa e outras questões técnicas, a FEPAM elaborou um documento (ainda em fase de revisão, não publicado) que estabelece diretrizes e critérios gerais (muitos deles já em uso pelo referido órgão) para a seleção de áreas para a implantação de Centrais de Resíduos Sólidos Industriais com Disposição Final (Aterro) - CRSI.

Em linhas gerais, o documento aponta que a escolha de sítios para instalação de CRSI's deverá: basear-se previamente em interpretações de fotografias aéreas, imagens orbitais e cartas topográficas; atender às determinações legais vigentes sobre uso do solo (municipal, estadual e federal); considerar parâmetros técnicos referentes à pedologia, geomorfologia, climatologia, hidrogeologia, geotecnia e hidrografia (distância dos recursos hídricos); preservar a flora local e respeitar as áreas de preservação permanente (APP's), estando vedada a implantação de CRSI's em Áreas de Proteção Ambiental (APA's); considerar a viabilidade de compra da área, seu uso atual e futuro (inclusive a do seu entorno), sua acessibilidade, bem como o tamanho e vida útil mínima de 10 anos.

Cabe ressaltar que esse documento foi a base para a seleção dos critérios adotados na presente pesquisa. Todavia, dentre os critérios apresentados no referido documento, priorizou-se aqueles quantificáveis, levando em consideração os dados cartográficos disponíveis e a possibilidade de derivação de novos dados. Esses critérios estão compilados na tabela 7, abaixo.

Critérios	Centrais de Resíduos Sólidos Industriais com Disposição Final (Aterro)
Topografia	Declividades entre 2 e 20 % no local de implantação das valas de disposição.
Geologia e tipos de solos existentes	Substrato com maior presença de argilas e mais baixa a permeabilidade em profundidade suficiente. Solos mais indicados são os não hidromórficos, profundos, argilosos e sem pedregosidade.
Distância da Rede de Drenagem.	Obrigatoriamente a mais de 200 m de arroios, rios e outros mananciais de água.
Distância do Sistema Viário	A mais de 50 m das rodovias.
Distância das Manchas Urbanas	Superior a 1500 m de núcleos populacionais.
Áreas de Preservação Ambiental (APAs)	Vedada a instalação dentro dos limites dessas áreas.

Tabela 7. Critérios selecionados com base no documento da FEPAM para a seleção de áreas para a implantação de Centrais de Resíduos Sólidos Industriais com Disposição Final (Aterro) - CRSI.

4.2. Análise de Métodos para Seleção de Áreas para Aterro de Resíduos Sólidos.

Nos últimos anos, pesquisadores e instituições vêm desenvolvendo métodos de seleção de áreas para aterros de resíduos sólidos, impulsionados especialmente pelo uso de técnicas de geoprocessamento. Geralmente, os estudos seguem três níveis de abordagens de análise em detalhamento progressivo: avaliação regional, preferencialmente na escala 1:100.000 ou menor; semi-regional, elaborado na escala 1:25.000; e local ou de detalhe, cuja escala de trabalho indicada varia de 1:10.000 a 1:5.000 (LINO 2007; BROLLO 2001).

ROCHA (2000) define geoprocessamento como sendo uma tecnologia transdisciplinar, que, através da localização e do processamento de dados geográficos, integra diversas disciplinas, *softwares*, equipamentos, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas a fim de coletar, tratar, analisar e apresentar informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

Segundo a revista FatorGIS (1998, apud BROLLO, 2001) o geoprocessamento envolve quatro categorias de técnicas: as para coleta de informação espacial; as de armazenamento de informação espacial; as de tratamento e análise de informação espacial e as para o uso integrado de informação espacial.

Os sistemas de informações geográficas (SIGs), enquadrados nas técnicas de uso integrado, têm sido um dos instrumentos mais utilizados na gestão ambiental, pois permitem combinações complexas de fatores por meio do uso de geoestatística e geomatemática. Um SIG, conforme DOMINGOS (2007):

... é um sistema de informação baseado em computador que permite relacionar um banco de dados à representação física de um território referenciado espacialmente de modo a facilitar o armazenamento, a manipulação, o cruzamento e a verificação dos dados relativos à área graficamente representada. Cada tema é associado a uma tabela de um banco de dados, onde cada entidade individual é representada por uma linha e os atributos das entidades são representados por colunas. O estabelecimento dessa relação entre as entidades do modelo de dados e seus atributos permite a geração de consultas para a produção de mapas temáticos e relatórios a partir da sobreposição de outros pré-existentes, bem como através do cruzamento de informações de um banco de dados... (DOMINGOS, 2007, p. 49)

Portanto, a utilização de um SIG permite, segundo CÂMARA e MEDEIROS (1998), a integração (numa única base de dados) das informações provenientes de dados cartográficos, de censo e cadastro urbano e rural, de imagens de satélite, etc. Da mesma forma que esse conjunto poderoso de ferramentas oferece mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, também permite consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Alguns autores têm feito referência à utilização de SIGs na busca por áreas aptas à instalação de aterros (WEBER e HASENACK, 2000; FERRARO et al, 2003; SAMIZAVA, 2006; NUNES et al, 2008), preponderantemente sanitários, mas perfeitamente aplicável para aterros industriais. Grande parte utiliza como métodos de análise espacial basicamente (e geralmente associados), o modelo *booleano* e a lógica *fuzzy*, diferindo na ordem de aplicação dessas rotinas, nos *softwares* usados, nos critérios adotados e nos pesos atribuídos aos mesmos. Selecionou-se os trabalhos de WEBER e HASENACK (2000) e NUNES et al (2008), pela grande contribuição à presente pesquisa, os quais estão descritos adiante.

Cabe antes esclarecer que o modelo *booleano* é o mais simples para aplicação, pois os resultados possíveis são apenas dois para as áreas analisadas: adequadas e não-adequadas. Não há escalas intermediárias entre um nível e outro. Trata-se de um modelo exato, mas justamente por isso é o mais distante da realidade, que, muitas vezes se apresenta em condições adversas à rigidez dos parâmetros avaliados. (LINO 2007). Já a

lógica *fuzzy* contraria estas suposições, uma vantagem em relação ao modelo *booleano*, pois confere maior flexibilidade à análise. Essa lógica objetiva modelar, de maneira aproximada, o raciocínio humano, manejando dados em um ambiente de incerteza, disponibilizando resposta aproximada para uma questão fundamentada em conhecimento inexato, incompleto ou que não é em sua totalidade confiável (BÖNISCH et al 2004, apud NUNES et al, 2008).

WEBER e HASENACK (2000) mostram a aplicação de SIG na avaliação de áreas mais adequadas à instalação de um aterro sanitário no município de Osório/RS. Os autores utilizaram técnicas avançadas de geoprocessamento do *software* IDRISI para integrar variáveis de diferentes tipos, através da classificação contínua dos dados com base em lógica *fuzzy* de pertinência a conjunto, pretendendo obter uma superfície de aptidão para a instalação de um aterro sanitário.

O trabalho constou de quatro etapas, tendo início na vistoria a campo, com o objetivo de contatar a realidade do município e de levantar ou complementar dados indisponíveis no banco digital de informações espaciais. A seguir foram definidos os critérios (tabela 8) para a seleção de locais para aterro sanitário, com base nos normalmente adotados na seleção destes locais.

Critérios Restritivos (restrições)	Distância mínima dos cursos d'água.	> de 200m – Aptas < de 200m – Inaptas (excluídas da análise)
	Distância das áreas de preservação permanente (corpos d'água)	Somente áreas com distância de cursos d'água maior que a da legislação e em locais com inclinação < 45° são aptas.
	Limites do município de Osório	Somente as áreas dentro do município.
Critérios Escalonados (fatores)	Distâncias de rodovias	Mais próximo de uma rodovia, mais apta.
	Declividades	Menor a declividade, mais apta a área.
	Distância de áreas urbanas	Mais próxima da malha urbana, mais apta.
	Geologia e solos	Mais favoráveis a permeabilidade do terreno, disponibilidade de material de recobrimento e profundidade do lençol freático, maior a aptidão da área.

Tabela 8. Critérios restritivos e os fatores. Fonte: Baseado em WEBER e HASENACK (2000).

Na terceira etapa foi realizada a padronização das variáveis para geração dos mapas de aptidão individuais. Nesse procedimento basicamente foi feita a conversão dos valores dos dados originais (percentagens, metros, etc) em escores de aptidão (escalonados para o intervalo de 0 a 255), a fim de transformar as unidades das variáveis (classes) numa única base, possibilitando a agregação dos mesmos em um mapa final de aptidão à instalação de um aterro sanitário. A padronização também foi utilizada para hierarquizar internamente cada variável. Para tanto foram utilizadas as funções *fuzzy* de pertinência a conjunto

específicas para cada variável, de acordo com os critérios citados acima, no *software* Idrisi. Os autores salientam que, como os critérios restritivos são restrições absolutas à implantação de aterro, foram aplicados como máscaras para descartar todas as áreas que não atendiam a alguma das restrições.

Na última etapa foi feita a atribuição de pesos diferenciados às variáveis (tabela 9), conforme a importância de cada uma na decisão sobre a aptidão para aterro, através da rotina *Weight* do Idrisi, que “auxilia o estabelecimento dos pesos finais através da comparação da importância relativa das variáveis duas a duas, diminuindo a subjetividade na decisão.” (WEBER e HASENACK, 2000, p.7).

	Solos	geologia	uso do solo	declividade	dist. de rodovias	dist de áreas urb.
Solos	1					
Geologia	1/2	1				
Uso do solo	1/3	1/3	1			
Declividade	2	2	5	1		
Dist de rodovias	1/5	1/5	1/3	1/5	1	
Dist de áreas urb.	1/5	1/5	1/4	1/5	1	1

Tabela 9. Comparação pareada das variáveis. Fonte: WEBER e HASENACK (2000, p.7)

Para estimar o peso final de cada variável, os autores aplicaram o método AHP (*Analytical Hierarchy Process*) à matriz de comparação pareada, cujo resultado pode ser visualizado na tabela 10, a seguir.

Variável	Peso
Solos	0.2532
Geologia	0.2009
Uso do solo	0.1018
Declividade	0.3544
Dist. de rodovias	0.0456
Dist. de áreas urbanas	0.0442

Tabela 10. Pesos finais das variáveis obtidos da comparação pareada. Fonte: WEBER e HASENACK (2000, p.7)

Por fim, fazendo uso da rotina MCE (*Multi Criteria Evaluation*) e do método de combinação linear ponderada, foram aplicados os pesos às variáveis padronizadas. O resultado foi um mapa de superfície de aptidão em que todos os pixels têm uma nota de 0 (menor aptidão) a 255 (maior aptidão), possibilitando uma visão geral da aptidão para aterro sanitário de todo o município, bem como a escolha dos sítios dentro de áreas mais aptas que merecem estudo detalhado (nível de análise não atingido pelos autores).

NUNES et al (2008), assim como WEBER e HASENACK (op.cit.), utilizaram geoprocessamento e aplicaram as funções *fuzzy*, a técnica AHP e a inferência booleana. O objetivo era o de demonstrar a contribuição e a importância da geomorfologia (critério de

maior valor para os autores) em análises SIG, no caso da análise espacial de áreas para aterros sanitários no perímetro urbano e adjacências da cidade de Presidente Prudente/SP.

Primeiramente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os critérios mais relevantes na seleção de áreas para aterros sanitários, identificando os relativos: à geomorfologia, solos/geologia, profundidade do nível d'água, declividade, distância dos cursos d'água, da rede viária e da área urbana. Na sequência, foi feito um inventário cartográfico, para compilação e/ou produção posterior de mapas temáticos e superfícies necessárias para o cruzamento e geração do mapa síntese de aptidão. Cada critério analisado deu origem a um mapa, representando os seus atributos no espaço. Para a geração do mapa geomorfológico foi feita fotointerpretação em material na escala 1:25.000. Para apontar a profundidade do nível d'água foram usados métodos geoestatísticos, e utilizada a interpolação TIN das curvas de nível (pelo critério *Delaunay*) para gerar o mapa de declividade. Já as distâncias da rede viária, dos cursos d'água, da malha urbana foram geradas através de rotina que computa a distância mínima de cada célula em relação à feição de interesse.

Após a produção dos mapas supracitados, estes foram incluídos num banco de dados geográficos, para posteriores análises espaciais no SIG Spring, versão 3.3. Como método de análise espacial foi utilizada a padronização por funções *fuzzy*, resultando numa escala de medida padronizada para todos os mapas, de 0 a 255 (como no trabalho anterior). A seguir, foi feita a ponderação das variáveis conforme a importância relativa entre os fatores, através do método AHP. A matriz de comparação está exposta na tabela 11 a seguir.

	Geomorfologia	Solos/ geologia	Prof. Nível d'água	Declividade	Dist. Cursos d'água	Dist. Rede viária	Dist. área urbana
Geomorfologia	1						
Solos/geologia	1/3	1					
Prof. Nível d'água	2	3	1				
Declividade	2	3	1	1			
Dist. Cursos d'água	2	2	1	2	1		
Dist. rede viária	1/4	1/3	1/4	1/4	1/4	1	
Dist. Área urbana	1/2	1	1/2	1/2	1/2	3	1

Tabela 11. Matriz de comparação pareada das variáveis. Fonte: NUNES et al (2008).

O mapa síntese foi gerado por meio de uma combinação linear, entre variáveis e seus pesos (tabela 12). Por fim, foi aplicado o modelo *booleano*, para eliminar áreas consideradas totalmente inadequadas. Os autores destacam ainda a importância de estudos detalhados *in loco*, para verificar a coerência dos cenários gerados em análises SIG com o mundo real, principalmente quanto aos critérios de geologia, solos e, particularmente, geomorfologia.

Variável	Peso
Geomorfologia	0,1477
Solos/geologia	0,0765
Prof. Nível d'água	0,2079
Declividade	0,2116
Dist. Cursos d'água	0,2275
Dist. rede viária	0,0394
Dist. Malha urbana	0,0894

Tabela 12. Pesos finais das variáveis obtidos da matriz de comparação pareada. Fonte: NUNES et al (2008, p.52).

4.3. Os Procedimentos Metodológicos Adotados para Geração do Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterros de RSI.

Os procedimentos basearam-se nas metodologias de WEBER e HASENACK (2000) e NUNES et al (2008), para localizar num produto cartográfico áreas potenciais à implantação de aterros de resíduos sólidos industriais no município de Osório. Tarefa essa que constou de três etapas: levantamento das bases cartográficas; elaboração dos mapas temáticos a partir dos critérios e diretrizes sugeridos pela FEPAM; e aplicação do método de agregação por critérios múltiplos. Essas etapas estão detalhadas a seguir.

4.3.1. Levantamento das Bases Cartográficas

A fim de analisar os **critérios de ocupação para o destino final de resíduos sólidos industriais no município** trabalhou-se com os dados cartográficos nas escalas 1:50.000 e 1:100.000, abaixo discriminados:

- Base cartográfica digital na escala 1:50.000 (escala exigida pela FEPAM no documento de instruções técnicas para licenciamento prévio de aterros de resíduos sólidos industriais), disponibilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Labgeo, contemplando: rede de drenagem, sistema viário, limite municipal, manchas urbanas.

- Mapeamentos de geologia e pedologia do Litoral Norte, na escala 1:100.000 (escala de maior detalhe disponível sobre os temas, envolvendo a totalidade da área objeto de estudo), produtos gerados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul para o Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO-RS). O mapa de geologia foi disponibilizado em meio analógico e digital pelo Serviço de Geoprocessamento da FEPAM. O levantamento de solos foi cedido em meio digital pelo Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Modelo Digital de Elevação do Rio Grande do Sul a partir de dados da SRTM³², com resolução de 90m, processado e organizado pelo Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponível para *download* já no formato *Idrisi* no *website* do referido laboratório.

4.3.2. Elaboração dos mapas temáticos e das superfícies necessárias para o cruzamento e geração do mapa final de aptidão.

De posse dos dados supracitados, utilizou-se os *softwares* SPRING 5.1.5³³ e IDRISI 15.0³⁴, que são Sistemas de Informações Geográficas – SIGs. O *software* SPRING 5.1.5 foi usado para a confecção do mapa digital de geologia. Os demais mapas temáticos (de declividades e pedológico) e de superfícies (das distâncias do sistema viário, das distâncias

³² A SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foi uma operação projetada e financiada pela Agência Espacial Americana (NASA), Agência Americana de Inteligência Aeroespacial (NGA), em colaboração com a Agência Espacial Italiana (ASI) e o Centro Aeroespacial Alemão (DLR). Realizada pelo ônibus espacial *Endeavour* em fevereiro de 2000, a missão tinha como objetivo adquirir dados altimétricos de todo o globo terrestre nas resoluções de 30 e 90m a partir de sensores ativos – radar. Para o continente Sul Americano foram disponibilizados dados apenas na resolução de 90m. (ALVES, 2010)

³³ O SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas) é um banco de dados geográfico de 2º geração, ou seja, concebido para uso em conjunto com ambientes cliente-servidor. Desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE para ambientes UNIX e Windows, é muito atrativo na área de geoprocessamento por ser um software de domínio público, podendo ser adquirido no *website* do INPE, mediante cadastro do interessado. (Sistema de ajuda on-line do SPRING 5.1.5., 2006)

³⁴ O IDRISI é um Sistema de Informação Geográfica e de Processamento de Imagens comercial criado pela *Graduate School of Geography* da *Clark University* para servir de instrumento para pesquisa geográfica profissional baseado no baixo custo e sem fins lucrativos. Trata-se de um *software* líder na funcionalidade analítica *raster*, possibilitando desde a consulta a banco de dados e modelagem espacial até a classificação de imagens (EASTMAN, 1998)

da rede de drenagem e das distâncias das manchas urbanas) adotados no processo de análise espacial foram elaborados no *software* IDRISI 15.0.

Diante da dificuldade encontrada nas etapas de geração dos mapas e de aplicação do método de análise espacial, devido principalmente à ausência de trabalhos que esmiuçassem os procedimentos utilizados para tanto, optou-se pela apresentação detalhada de cada processo. Tais processos podem ser verificados na sequência.

4.3.2.1. Mapa Geológico

O mapa geológico (figura 60) na escala 1:100.000 foi inicialmente disponibilizado pelo Serviço de Geoprocessamento da FEPAM apenas em meio digital. Como o arquivo digital apresentava algumas inconsistências (unidades de mapeamentos incompletas ou ausentes, entre outras), solicitou-se também o mapa em formato analógico.

O mapa analógico foi então digitalizado ou “escanerizado” na resolução digital de 300 dpi, resolução mínima recomendada. Procedeu-se aos ajustes necessários de brilho, contraste e tamanho da imagem, sendo salva (ou gravada) como arquivo TIFF (Tagged-Image File Format). Esse formato permite comprimir a imagem sem perda de qualidade, não exige muito espaço na memória do computador, se comparado com outros formatos e é utilizado pela maioria dos *softwares* de geoprocessamento. (FITZ, 2008)

Na sequência utilizou-se o módulo IMPIMA do *software* SPRING para leitura da imagem matricial ou *raster* TIFF gerada na digitalização e conversão para SGB (Spring Gridded binary), formato das imagens armazenadas pelo SPRING.

Para a entrada dessa imagem no SPRING e geração do mapa geológico digital georreferenciado, primeiramente foi necessário criar um **Banco de Dados**, ativá-lo, gerar um **Projeto** (com suas coordenadas e sistema de projeção³⁵) e definir o **Modelo de Dados** do banco (estabelecer os diferentes dados que seriam manipulados, especificando as suas **categorias, planos de informação – PI’s e classes temáticas**).

Como o objetivo era gerar um mapa temático, criou-se as categorias do tipo **Imagem** e **Temático**, bem como seus respectivos planos de informação – PI’s (formados por conjuntos de dados que têm características básicas em comum). O PI da categoria **Imagem** foi criado para receber a imagem *raster* registrada (o mapa geológico digital georreferenciado); já o PI da categoria **Temático**, para conter a representação vetorial (os

³⁵ Optou-se pelo sistema de coordenadas planas e projeção UTM 22/Sad69, porque a base cartográfica digital disponibilizada já se encontrava nesses parâmetros.

polígonos) das unidades geológicas geradas sobre a imagem *raster* supracitada. Para a categoria de dados do modelo **Temático** também foi necessário determinar as **Classes Temáticas**, ou seja, criar para cada uma das unidades geológicas uma classe temática.

Cabe salientar que em um SIG há basicamente duas formas distintas de representação dos dados espaciais: Vetorial (*Vector*) e Matricial (*Raster*). Segundo ROCHA (2000), no formato matricial:

... tem-se uma matriz de células, as quais estão associados valores, que permitem reconhecer os objetos sob a forma de imagem digital. Cada uma das células, denominada pixel, é endereçável por meio de suas coordenadas (linha, coluna). (ROCHA, 2000, p. 55)

Já na representação vetorial “o mundo real é dividido em elementos com sua própria geometria de pontos, linhas ou áreas, permitindo assim que todas as posições, comprimentos e dimensões possam ser definidos exatamente”. (MIRANDA, 2005, p. 131)

Definido o modelo de dados, pode-se realizar o procedimento de registro, também conhecido como georreferenciamento ou geocodificação, que compreende segundo o Sistema de ajuda on-line do SPRING 5.1.5. (2006):

...uma transformação geométrica que relaciona coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência. No SPRING este sistema de referência é, em última instância, o sistema de coordenadas planas de uma certa projeção cartográfica. Como qualquer projeção cartográfica guarda um vínculo bem definido com um sistema de coordenadas geográficas, pode-se dizer então que o registro estabelece uma relação entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas.

Realizou-se essa operação no SPRING através da rotina **Registro** e foram utilizadas as coordenadas dos extremos do mapa de geologia analógico como pontos de controle.

Na sequência, efetuou-se o processo de vetorização ou digitalização em tela das unidades geológicas sobre a imagem georreferenciada. Através da rotina **Edição Vetorial** (agora dentro da categoria **Temático**) foram criados polígonos para cada uma das unidades geológicas constantes da imagem digital *rasterizada* apresentada na tela do computador, fazendo uso de um *mouse*.

Executada a vetorização, cada polígono foi associado a sua respectiva classe temática (em **Edição Vetorial/Classes**), resultando no mapa geológico vetorial. Esse mapa foi exportado no formato SHAPEFILE (SHP), para importação no IDRISI, onde o trabalho de análise espacial foi realizado, visando ao mapa de aptidão de áreas para aterro de resíduos sólidos industriais.

Para trabalhar no IDRISI, assim como no SPRING, foi preciso inicialmente criar um projeto e informar seu sistema geodésico de referência (no caso, *BR_utm22sad_s*), os mesmos dos dados da base cartográfica digital disponível. O passo seguinte foi importar esse mapa, aproveitando para fazer o mesmo com os demais dados da base cartográfica digital, que foram utilizados para a geração das superfícies de distâncias em etapa posterior.

Após a importação no IDRISI, o mapa geológico vetorial foi *rasterizado* através da rotina ***Create Idrisi Raster Image*** (em ***Idrisi Database Workshop***). Isso porque, as análises nesse *software* são realizadas apenas com dados no formato matricial ou *raster*, sendo preciso converter todos os dados vetoriais. No processo de conversão vetor para matriz, “cada célula que pertença a um polígono recebe um valor igual ao atributo do polígono” (MIRANDA, 2005).

A resolução espacial adotada no presente trabalho para *rasterizar* o mapa geológico e os demais dados vetoriais foi de 25m, pois é equivalente à unidade mínima mapeável para dados na escala 1:50.000 (escala numérica da base cartográfica digital utilizada). Conforme SAMIZAVA (2006):

... no momento da retirada de feições de um mapa, é inerente do processo o erro visual, motor, e a própria linha desta feição possui uma variação de espessura, ocasionando um deslocamento gráfico nas informações retiradas do mapa. Admite-se, então, que este erro na escala gráfica do mapa seja no máximo de 0,5 mm. Dessa forma, esse erro está implicitamente ligado ao grau de detalhamento das informações que se quer retirar do mapa, uma vez que, se torna desnecessária a utilização de uma escala de resolução espacial menor que a incerteza da informação. (SAMIZAVA, 2006, p.92)

Então, sendo a escala numérica da base cartográfica adotada de 1:50.000 e o grau de incerteza da informação do mapa de 0.5 mm, multiplicou-se esse valor incerto pela escala dos mapas base, obtendo-se o valor de 25 metros de resolução espacial no terreno.

Por fim, elaborou-se uma paleta de cores similar a do mapa analógico (em ***Symbol Workshop/ New/Palette***) para as unidades geológicas constantes do mapa digital, bem como a sua respectiva legenda (através da rotina ***Metadata/ Categories***). O mapa geológico está apresentado na figura 60, a seguir.

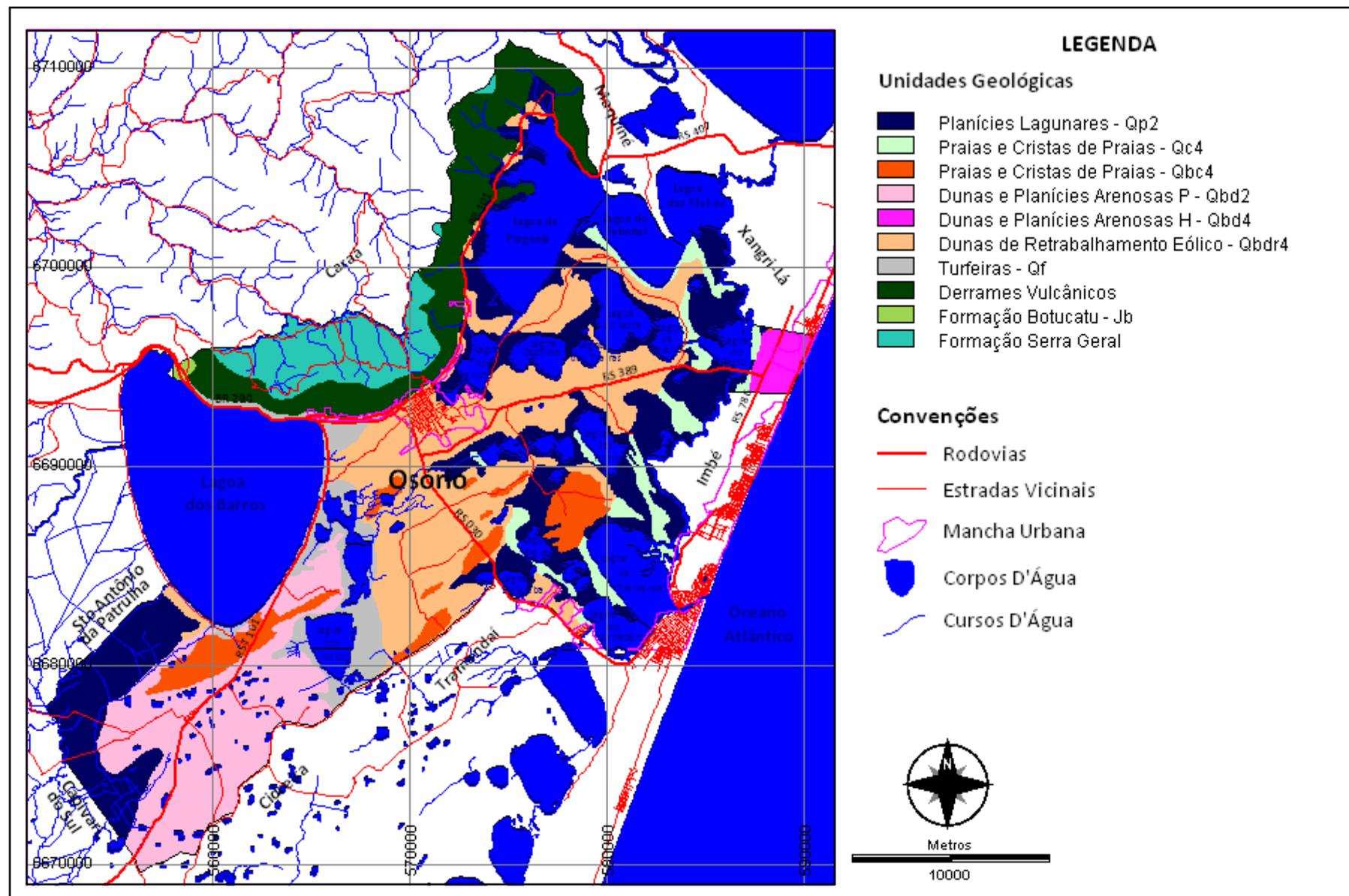


Figura 60. Mapa das unidades geológicas do município de Osório/RS.

De acordo com o mapa anterior (figura 60), predominam no município de Osório as unidades geológicas (fácies sedimentares) pertencentes aos sistemas deposicionais transgressivos – regressivos do tipo laguna-barreira I, II e IV (figura 61), datados do Quaternário, que formam a Planície Costeira do Rio Grande do Sul: Dunas de Retrabalhamento Eólico - Qbdr4, Dunas e Planícies Arenosas P - Qbd2, Dunas e Planícies Arenosas H - Qbd4 e Praias e Cristas de Praias - Qbc4; Planícies Lagunares - Qp2, Tufeiras – Qf e Praias e Cristas de Praias - Qc4. Segundo TOMAZELLI e VILLWOCK (2005), “cada barreira provavelmente se originou no limite atingido por uma transgressão e foi preservada devido à regressão da linha de costa forçada por uma queda glacio-eustática do nível do mar.”

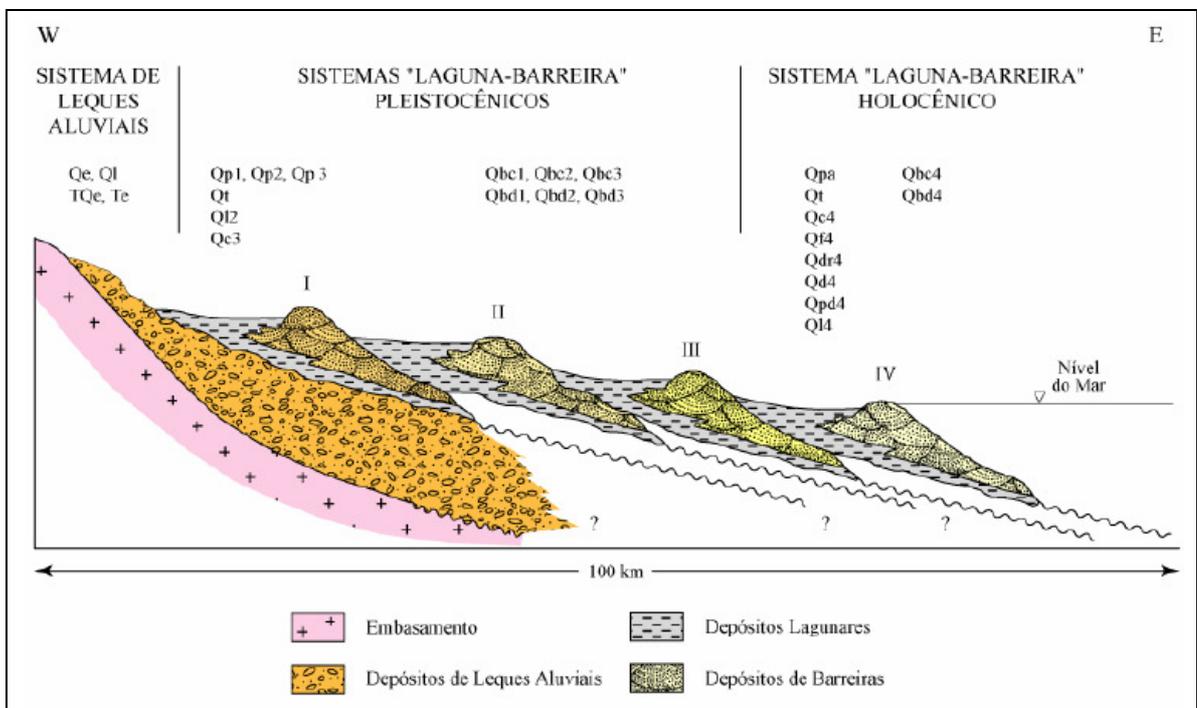


Figura 61. Perfil esquemático (W-E) transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul com suas fácies sedimentares associadas. Fonte: TOMAZELLI e VILLWOCK (2005).

O restante das áreas do município é ocupado majoritariamente por corpos d’água, sendo uma pequena parcela (no Planalto Meridional) composta por formações pré-cenozóicas, datadas da era Mesozóica: Derrames Vulcânicos, Formação Serra Geral e Formação Botucatu – Jb.

A tabela 13, a seguir, sintetiza as características das unidades geológicas pertencentes aos depósitos de ocorrência no município.

		Depósitos de Barreiras		
		Unidades Geológicas	Descrição	
Planície Costeira	Barreira II	Dunas e Planícies Arenosas P - Qbd2	Areias quartzosas finas e médias, castanho-avermelhadas, bem selecionadas, bem arredondadas, raras laminações paralelas e cruzadas de alto ângulo. Depósitos eólicos de dunas litorâneas. Datadas do Pleistoceno.	
		Dunas e Planícies Arenosas H - Qbd4	Areias quartzosas finas e médias, castanho-avermelhadas, bem selecionadas, bem arredondadas, raras laminações paralelas e cruzadas de alto ângulo. Depósitos eólicos de dunas litorâneas. Datam do período Holoceno.	
	Barreira IV	Dunas de Retrabalimento Eólico - Qbdr4	Formação teve início no final do Pleistoceno.	
		Praias e Cristas de Praias - Qbc4	Areias quartzosas finas, claras, bem selecionadas, laminação plano paralelas e cruzadas, mutua tubos fósseis de "Ophiomorpha". Datadas do Holoceno.	
			Depósitos Lagunares	
			Unidades Geológicas	Descrição
	Sistema Lagunar	Sistema Lagunar II	Planícies Lagunares - Qp2	Areias siltico-argilosas, mal selecionadas, de cor creme, laminação plano-paralela incipiente, concreções carbonáticas e ferro manganíferas. A formação da unidade teve início no final do Pleistoceno.
			Tufeiras - Qf	Turfas heterogêneas intercaladas com areias, siltes e argilas. Depósitos lagunares e paludais. Datadas do período Holoceno.
		Sistema Lagunar IV	Praias e Cristas de Praias - Qc4	Areias quartzosas finas e muito finas bem selecionadas, cordões paralelos mais ou menos paralela a linha de costa. Depósitos de cristais de praias lagunares. Datam do Holoceno.
			Formações Pré-Cenozóicas	
		Unidades Geológicas	Descrição	
Planalto Meridional	Derrames Vulcânicos		Basaltos, feno-basaltos toleíticos, sequência ácida, riolitos, riodacitos e dacitos felsíticos. Datados do Cretáceo.	
	Formação Serra Geral		Basaltos, sequência básica. Datados do período Cretáceo	
	Formação Botucatu - Jb		Arenitos feldspáticos endurecidos com ferrificações e silificações, estratificação eólica. Datados do período Jurássico.	

Tabela 13. Descrição das unidades geológicas pertencentes aos depósitos de ocorrência no município de Osório/RS. Fonte: Mapa geológico do Litoral Norte, escala 1:100.000/ Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO-RS)/ FEPAM.

No gráfico abaixo (figura 62) é possível visualizar o percentual de distribuição das unidades geológicas no município de Osório. Tal informação foi gerada no *software* Microsoft Office Excel 2007, a partir dos dados de área das unidades presentes no mapa, calculados no Idrisi (*Database Query/ Area*).

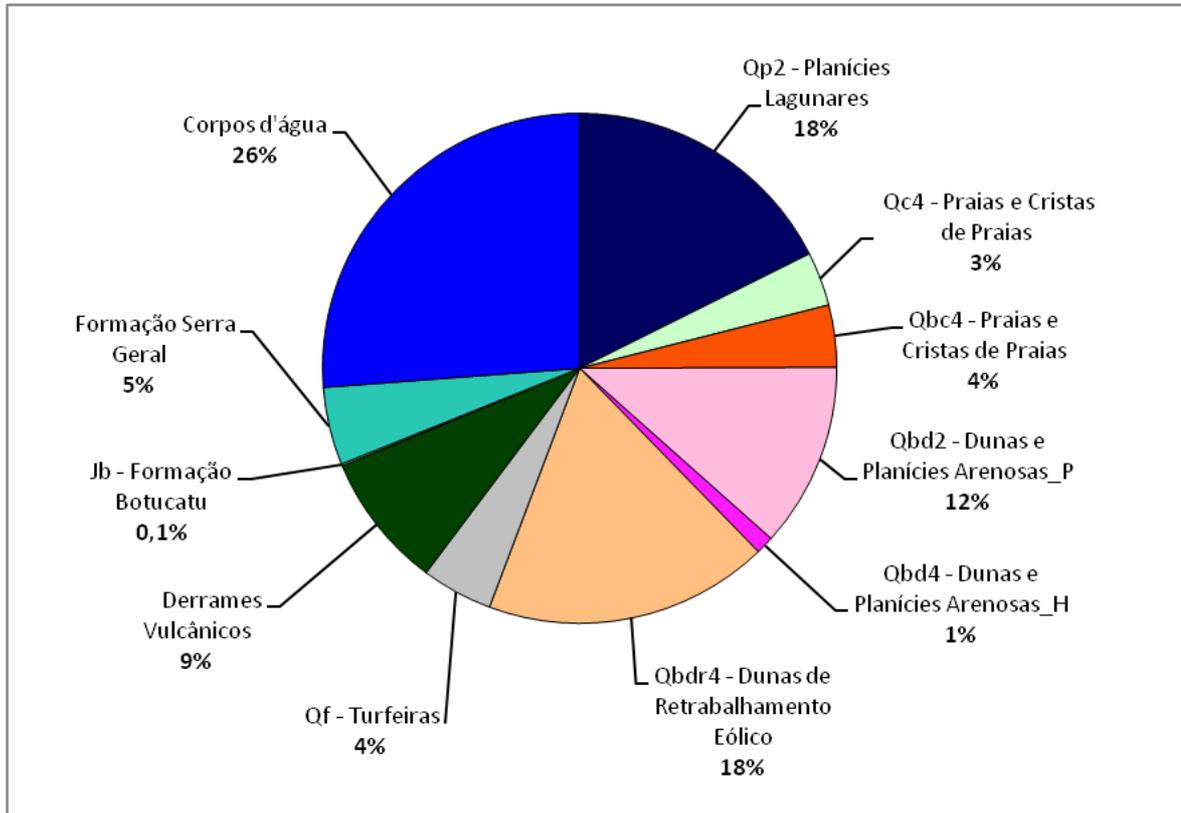


Figura 62. Percentual de distribuição das unidades geológicas no município de Osório/ RS, incluindo os corpos d'água.

Nota-se que as unidades geológicas relacionadas aos depósitos de barreiras somadas às unidades dos depósitos lagunares totalizam 60% do total do município. Já as unidades de formação pré-cenozóica, em sua maioria compostas por basaltos, perfazem apenas cerca de 14% do referido município. Esses dados confirmam a composição predominantemente arenosa das áreas pertencentes ao município de Osório. Vale destacar, também, a quantidade de corpos d'água mapeados, 26%, dado este importante no que se refere à proteção dos mananciais hídricos e disposição de resíduos sólidos.

4.3.2.2. Mapa de Solos

O mapa de solos do Litoral Norte (1978), cedido em meio digital pelo Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no formato SHP, foi importado no IDRISI e transformado de vetorial para *raster*, utilizando as mesmas rotinas e parâmetros de referência usados no mapa geológico supracitado.

Igualmente foram atribuídas cores para cada uma das unidades de solos, baseando-se (dentro do possível) na legenda do Mapa de Solos do Rio Grande do Sul de STRECK et al (2002), que foi “adaptada para a padronização das cores das classes de primeiro nível categórico para uso em mapas de solos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – Embrapa, 1999” (STRECK et al, 2002, p. 108). Para finalizar, associou-se uma legenda ao mapa de solos, cujo resultado está apresentado na figura 63.

Analisando o mapa (figura 63), a seguir, verifica-se que as classes de solos (1º nível – ordens do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SBCS³⁶) encontradas em ocorrência simples ou associadas no município de Osório são: os **Planossolos**, cuja designação lembra áreas planas, característica do relevo onde ocorrem; os **Neossolos**, solos novos, de pouco desenvolvimento; os **Argissolos**, cujo termo origina-se da presença de argila em horizonte subsuperficial; os **Chernossolos**, para lembrar solos escuros com alta fertilidade química; e os **Cambissolos**, denominação que recorda solos em processo inicial de formação. (STRECK, 2002).

As unidades de mapeamento de solos predominantes no município de Osório são: Associação Planossolo Hidromórfico Distrófico plúntico - SGd + Planossolo Nátrico Órtico típico – SNo; Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico – PVAd; e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico - RQg1. Cabe ressaltar que a unidade intitulada “Lagoas - Tipo de terreno – lagoas”, de grande representatividade no mapa, não é uma unidade de mapeamento de solos. As características gerais das unidades de solos de ocorrência no município, apontadas pela FEE (1980), estão descritas na sequência.

A Associação Planossolo Hidromórfico Distrófico plúntico - SGd + Planossolo Nátrico Órtico típico - SNo, pode ser encontrada principalmente nas porções central, sul e nordeste do município de Osório. A unidade Planossolo Hidromórfico Distrófico plúntico é constituída por perfis profundos, pouco permeáveis e mal drenados, desenvolvida de sedimentos argilosos e arenosos de origem marinha e eólica. Localiza-se em relevo suavemente ondulado. A unidade Planossolo Nátrico Órtico típico apresenta igualmente perfis profundos e pouco permeáveis, só que imperfeitamente a mal drenados, com

³⁶ O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS (Embrapa, 1999) está estruturado em seis níveis categóricos (NC), do geral ao mais específico, quais sejam: 1º Nível – ordens (14 no total): identificadas por atributos e horizontes diagnósticos; 2º Nível – subordens: características que representam processos secundários na formação dos solos, relacionadas ao uso agrícola ou não-agrícola; 3º Nível – grandes grupos: segundo características morfológicas, químicas ou físicas; 4º Nível - subgrupos: variações relacionadas às categorias superiores ou características extraordinárias ou típicas; 5º Nível – famílias: diz respeito a condições ambientais do solo; e 6º Nível – séries: características atinentes ao desenvolvimento de plantas para finalidade de engenharia e geotécnica (STRECK, 2002). No presente trabalho está representado até o 4º NC de classificação, por exemplo: Planossolo (1ºNC) Hidromórfico (2ºNC) Distrófico (3ºNC) distrófico (4ºNC).

predominância de cores cinzentas, desenvolvidos a partir de sedimentos lagunares e marinhos, com recobrimento eólico de espessura variável. Situa-se próxima das várzeas imperfeitamente a mal drenadas de relevo plano das lagoas do município, com destaque para: lagoas dos Barros e da Ilhota (a oeste); do Peixoto, Caconde, das Traíras, do Lessa, da Caieira, da Pinguela, do Palmital, e das Malvas (no centro-nordeste), lagoa do Passo (a leste); do Horácio, do Inácio, do Rincão e das Pombas (no centro-leste); dos Índios, Emboaba, Biguá, de Tramandaí e do Armazém (ao sul-sudoeste). No período de inverno, há uma saturação do solo pela elevação do lençol freático e ausência do gradiente hidráulico.

O Argissolo de ocorrência no município (encontrado preponderantemente nas porções central, norte e leste) é o Vermelho-Amarelo Distrófico arênico – PVAd, cujos perfis são profundos, podzolizados, arenosos, bem drenados, com cores claras na superfície, passando a bruno avermelhado com a profundidade, desenvolvidos a partir de arenitos. A unidade localiza-se em relevo suavemente ondulado a ondulado, com coxilhas convexas, formando depressões fechadas onde ocorrem solos hidromórficos.

O Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico - RQg1 é encontrado principalmente na porção sudoeste do município, ao sul da Lagoa dos Barros. Essa unidade, de perfis pouco profundos, arenosos, mal drenados, desenvolvidos de sedimentos marinhos e eólicos (com fragmentos de conchas), apresenta-se em relevo suavemente ondulado com pequenas depressões alongadas mal drenadas e pequenas elevações devido ao recobrimento arenoso eólico. No período de inverno, pode haver saturação com água em todo o perfil.

O Chernosolo Argilúvico Férrico típico - MTf1 apresenta perfis medianamente profundos, bem drenados, de coloração bruno avermelhado escuro e textura argilosa, formados de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Sua ocorrência se dá em relevo forte ondulado e montanhoso, compreendido pelas encostas e pedimentos da Serra Geral (porção norte-noroeste do município) e dos morros-testemunho da região do litoral, além dos vales em V dissecados pelos cursos d'água.

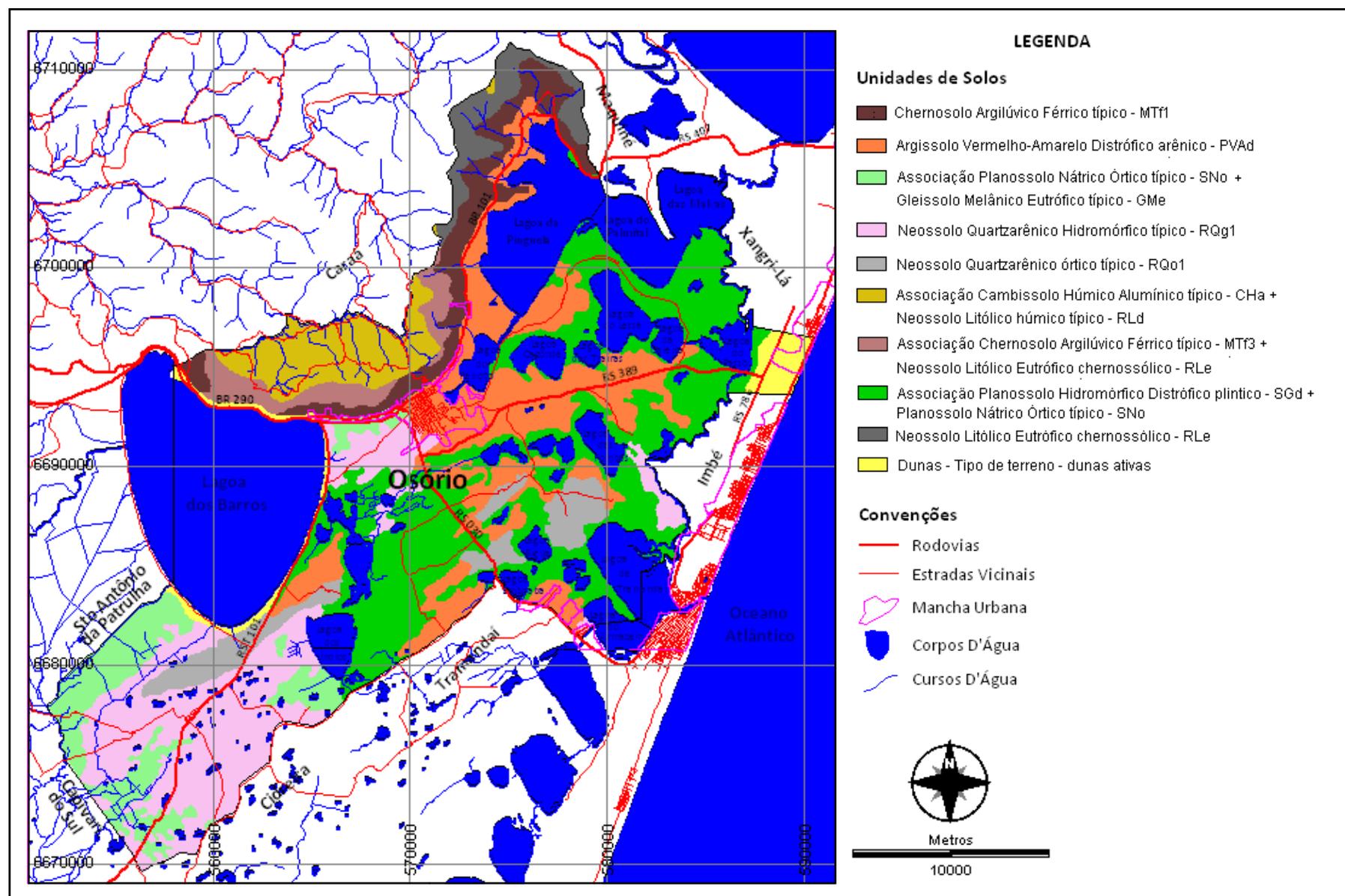


Figura 63. Mapa das unidades de solos do município de Osório/ RS

A Associação Planossolo Nátrico Órtico típico - SNo e Gleissolo Melânico eutrófico típico – GMe predomina na porção sudoeste do município. Como já foi colocado acima, o referido planossolo, localizado em várzeas e originado de sedimentos lagunares e marinhos com recobrimento eólico de espessura variável, apresenta perfis profundos, pouco permeáveis e imperfeitamente a mal drenados, predominando cores cinzentas. O Gleissolo Melânico eutrófico típico – Gme apresenta perfis medianamente profundos, mal drenados com cores escuras no horizonte A e horizonte C gleizado. São arenosos, desenvolvidos de sedimentos fluviais e lacustres recentes. Assim como o planossolo associado, situa-se em várzeas mal drenadas com relevo plano.

O Neossolo Quartzarênico órtico típico - RQo1 está localizado na área central do município e nas proximidades da Lagoa dos Barros, em relevo suavemente ondulado. Apresenta perfis profundos, bem permeáveis e excessivamente drenados. Formado de sedimentos arenosos de origem eólica, não apresenta problemas de excesso de água em função da boa permeabilidade das areias.

A unidade Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico – RLe, de solos pouco desenvolvidos, rasos, bem drenados, pedregosos, desenvolveu-se de rochas básicas da Formação Serra Geral. É encontrado na porção norte do município, em relevo forte ondulado a montanhoso, geralmente nas encostas de vales profundos em V. Esse tipo de relevo favorece o livre escoamento da água excedente.

A unidade Dunas - Tipo de terreno - dunas ativas está localizada ao longo da faixa costeira na porção leste do município (balneários de Atlântida Sul e de Mariápolis) e no entorno da Lagoa dos Barros. É constituída pela planície arenosa, formando linhas de praias e, principalmente, por campos de dunas com faixas de restinga. O deslocamento das dunas pelo vento é constante, ocasionando sérios problemas para os solos adjacentes.

A Associação Cambissolo Húmico Alumínico típico - CHa e Neossolo Litólico húmico típico – RLd apresenta cambissolo com perfis profundos, de coloração preta a bruno amarelada, pouco porosos e moderadamente drenados, de textura argilosa, derivados de colúvios de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Localiza-se predominantemente na porção oeste do município (no Morro da Borússia) em relevo ondulado, com encostas curtas e abruptas. Os solos da unidade Neossolo Litólico húmico típico – RLd são rasos, litólicos, com horizonte A de coloração preta, moderadamente drenados, igualmente derivados de rochas basálticas da Formação Serra Geral, ocupando relevo ondulado a fortemente ondulado com declives em dezenas de metros. Nas partes de relevo mais acidentado, ocorrem afloramentos de rochas.

Por fim, na Associação Chernossolo Argilúvico Férrico típico - MTf3 e Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico – RLe, o Chernossolo Argilúvico Férrico típico apresenta perfis medianamente profundos, bem drenados, de coloração bruno avermelhado escuro e textura argilosa, formados de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Sua ocorrência se dá na parte sudoeste de Osório, em relevo forte ondulado e montanhoso, compreendido pelas encostas e pedimentos da Serra Geral (especificamente do Morro da Borússia), além dos vales em V dissecados pelos cursos d’água. E a unidade Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico, a que já se fez referência anteriormente, apresenta solos rasos, pedregosos, bem drenados, com declividade acidentada.

No gráfico abaixo (figura 64), gerado através dos mesmos procedimentos que o gráfico das unidades geológicas, está representado o percentual de distribuição das unidades de mapeamento de solos no município de Osório.

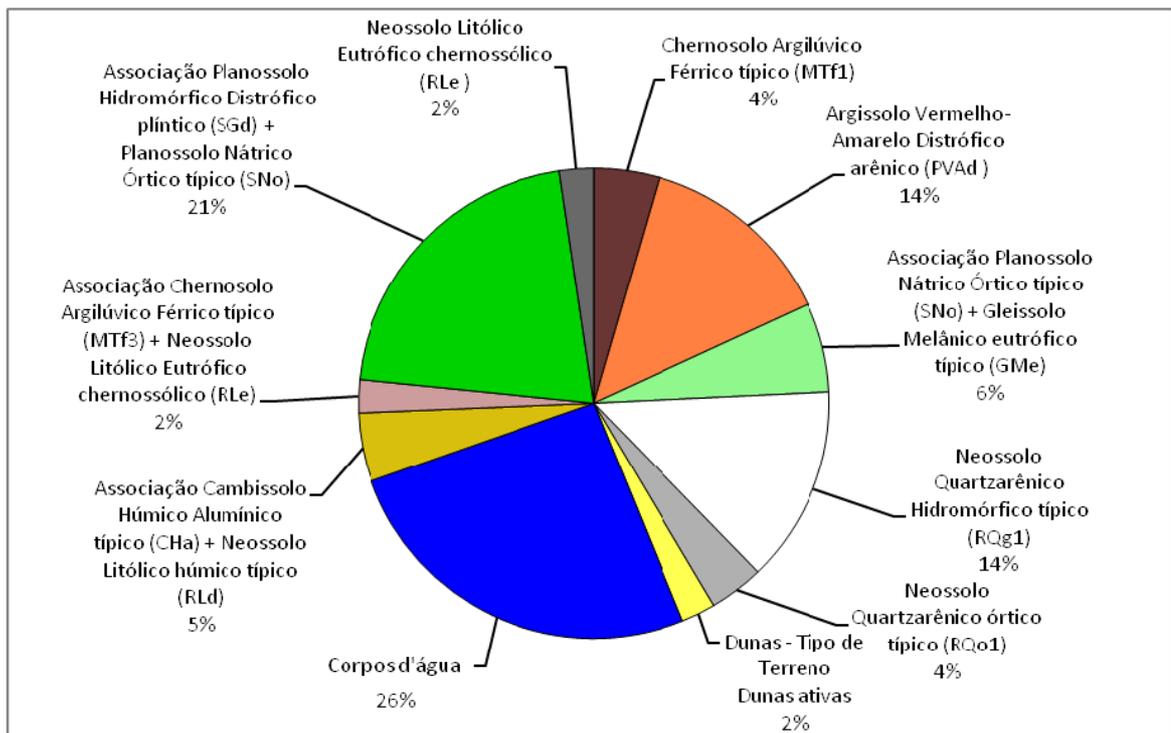


Figura 64. Percentual de distribuição das unidades de mapeamento de solos no município de Osório/ RS, incluindo os corpos d’água.

4.3.2.3. Mapa de Declividade

Grande parte do município de Osório situa-se no Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares, na região geomorfológica Planície Costeira, apresentando terras predominantemente planas, baixas, cujas cotas altimétricas variam de 0 (zero) a aproximadamente 40 metros. Todavia também possui uma pequena parcela de áreas (na sua porção noroeste) sobre o Domínio Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares e

Vulcânicas, região geomorfológica Planalto das Araucárias, unidade Encosta e Patamares da Serra Geral, de relevo mais movimentado e com altitudes que alcançam aproximadamente 800 metros no referido município. (IBGE, 1986).

Essa amplitude altimétrica de 800m, bem como a predominância de terras planas dificultou a geração de um mapa de declividade (a partir da interpolação das curvas de nível e dos pontos cotados extraídos das cartas topográficas na escala 1:50.000) que contemplasse satisfatoriamente a realidade da área. Embora se tenha testado diferentes métodos de interpolação, não foram obtidos bons resultados. Até porque, conforme MIRANDA (2005, p. 267), “a qualidade do resultado da interpolação depende da precisão, número e distribuição dos pontos amostrados e de quão bem a função matemática corretamente modele o fenômeno”.

Alguns estudos (SANTOS, 2006; VALERIANO, 2004) têm concluído como pertinente a utilização de modelos digitais de elevação (MDE) a partir de dados de sensores orbitais (após processos de pré-tratamento) na obtenção de variáveis derivadas da altimetria (como a declividade). Não esquecendo, entretanto, de reforçarem que os produtos gerados estarão limitados ao detalhamento possível sob uma resolução de 90m (resolução original das imagens SRTM).

SANTOS (2006), por exemplo, após avaliar a precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia, afirma que:

A principal conclusão deste estudo foi a pertinência da idéia de utilização dos modelos SRTM para áreas com características de baixa variação de altitude, tornando-se portanto interessante a continuidade da pesquisa em outras áreas, juntamente com um maior tratamento estatístico aplicado à análise dos resultados. (SANTOS, 2006, p. 106)

VALERIANO (2004), ao comparar mapas de declividade da área de Ubatuba/SP elaborados a partir de dados SRTM e de dados digitalizados de cartas 1:50.000 (IGC), constata que:

... os dados SRTM permitem o registro de variações (1m) que ocorrem dentro de um mesmo intervalo de equidistância vertical. Desse modo, a declividade das áreas planas, como o caso da planície litorânea, foi melhor estimada com estes dados do que com dados cartografados em curvas de nível. (VALERIANO, 2004, p.3600)

Diante do exposto, e pela facilidade de ter disponível para *download* (no *website* do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio

Grande do Sul - Labgeo) um MDE para o estado do Rio Grande do Sul já no formato IDRISI, optou-se por gerar o mapa de declividade a partir de dados de bases topográficas digitais obtidas por sensores orbitais. Cabe ressaltar que o MDE foi organizado pelo Labgeo após o processamento (correção de falhas por meio de interpolação, conversão para valores inteiros, transformação ao Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 - SAD 69) dos dados altimétricos provenientes da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

Após a inserção do referido MDE no software IDRISI, transformou-se o sistema de coordenadas geográficas (Latitude/ Longitude) - WGS84 (sistema de origem dos dados) para UTM 22/Sad69, usando uma reamostragem bilinear para redimensionar o pixel de 90m para 25m, a fim de coincidir com os demais mapas temáticos e de superfícies. Depois disso foi calculada a declividade em porcentagem, através da rotina *Surface* do IDRISI, obtendo-se assim o produto com valores contínuos de declividade usado na análise espacial, que resultou no mapa síntese de aptidão.

Apenas para efeito ilustrativo, visando facilitar a identificação das áreas com declividades entre 2 e 20% (intervalo permitido pela FEPAM para instalação de aterros de resíduos industriais), esse produto foi reclassificado, de forma a ser dividido em diferentes intervalos percentuais, equivalentes às seguintes classes de declividade: 0 a 2%; 2 a 5%; 5 a 10%; 10 a 20%; e maiores que 20%. Para cada uma dessas classes foi associada uma cor, resultando no mapa de declividade apresentado na figura 65.

Ao calcular o percentual de distribuição das classes de declividade no município de Osório a partir do mapa (figura 65), constatou-se que predominam as áreas com declividades inferiores a 5%, ocupando 77% da superfície do município. Ressalta-se que as áreas com declividades dentro do intervalo considerado apto pela FEPAM para instalação de aterros de resíduos sólidos industriais (entre 2 e 20%) mostram-se bastante representativas, totalizando 63% da área do município. Cabe ressaltar que as superfícies d'água constantes do mapa (figura 65), não foram consideradas no cálculo.

4.3.2.4. Mapas de distâncias do sistema viário, da rede de drenagem e das manchas urbanas

Os mapas de distâncias do sistema viário, da rede de drenagem e das manchas urbanas foram gerados individualmente através da rotina *Distance* do IDRISI, que computou a distância mínima (em metros) de cada célula em relação à feição de interesse, a partir dos dados vetoriais convertidos para o modo matricial.

Antes disso, porém, foi necessário atualizar os vetoriais do sistema viário e das manchas urbanas pertencentes ao município de Osório. Ao sistema viário foram acrescentadas estradas inexistentes na base cartográfica digital disponível, através do procedimento de digitalização ou vetorização executado no *software* Cartalinx sobre mosaico georreferenciado (RGB 543) de imagens de satélite Landsat (compatível com a escala 1:50.000), elaborado pelo Labgeo para o mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa³⁷. Quanto às manchas urbanas, optou-se por excluir os vetoriais da base digital antiga e adotar o arquivo com os polígonos extraídos do mosaico de imagens supracitado, devido ao significativo crescimento dessas manchas registrado no mosaico.

Nas figuras 66, 67 e 68, a seguir, estão representados respectivamente os mapas de distâncias do sistema viário, da rede de drenagem e das manchas urbanas.

³⁷ O mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa foi desenvolvido pelo Labgeo entre os anos de 2004 e 2006, com financiamento do Ministério do Meio Ambiente - MMA por meio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. A cena que cobre o município de Osório data de 16/04/2002.

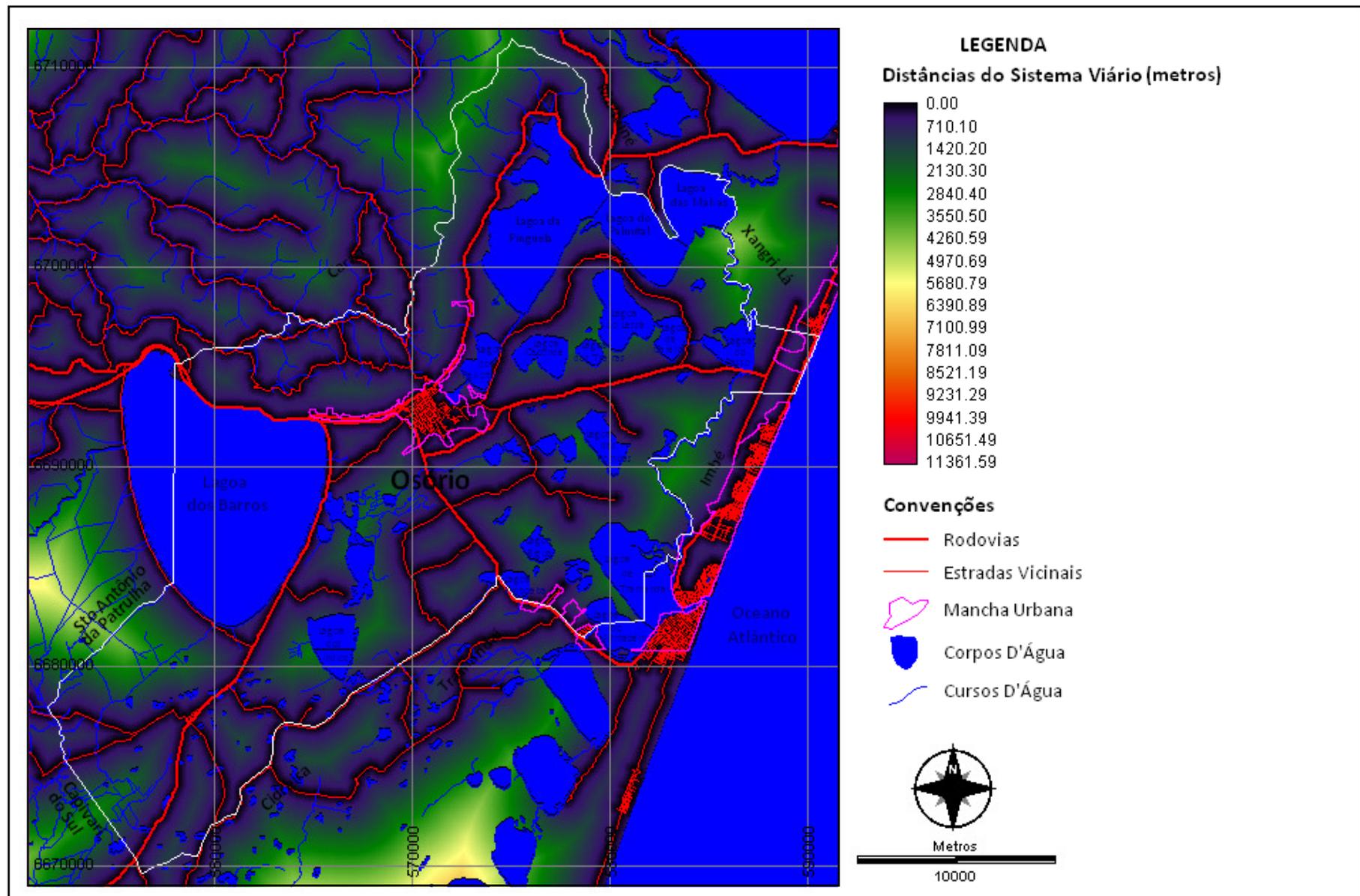


Figura 66. Mapa de distâncias do sistema viário, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.

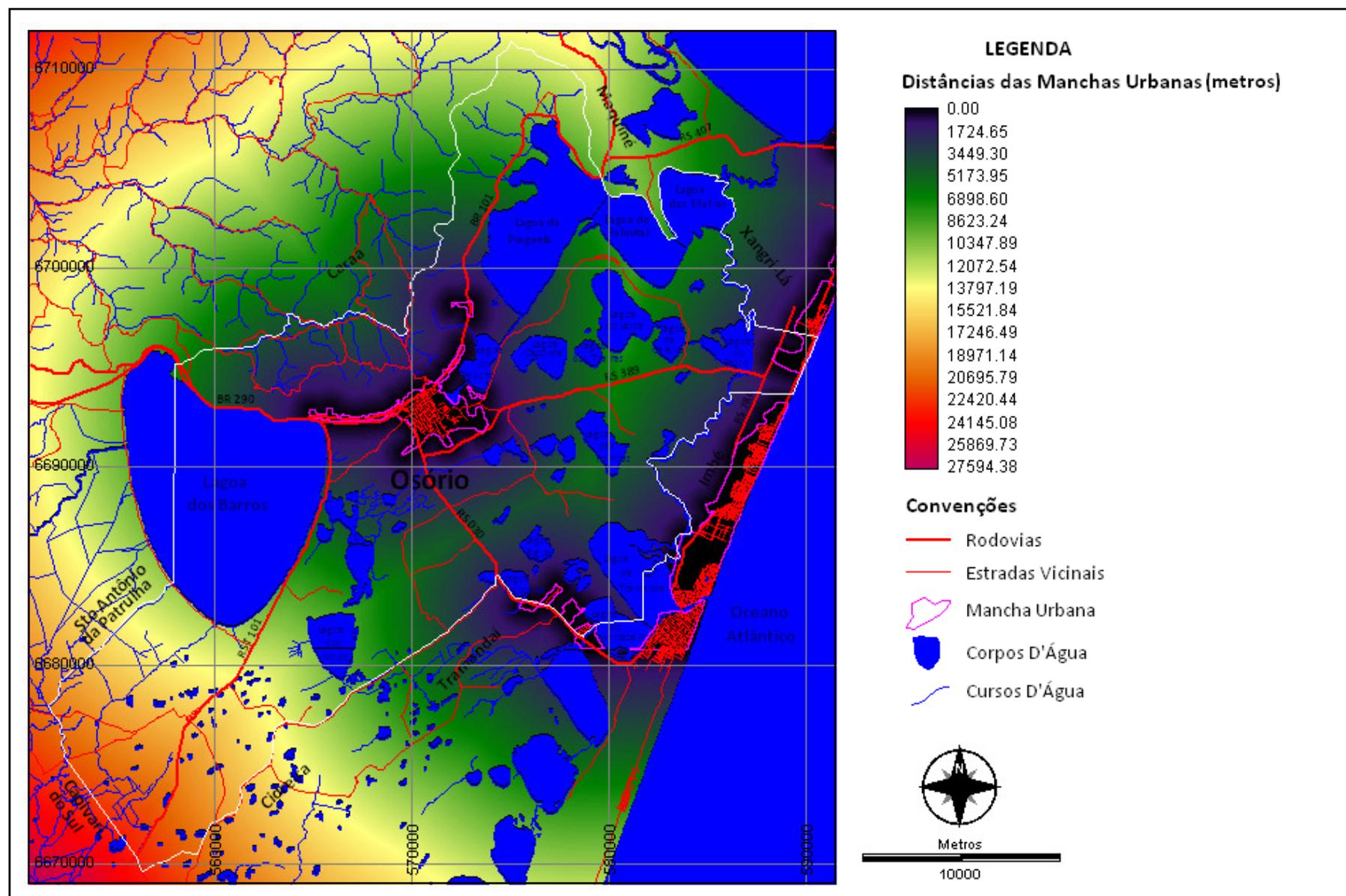


Figura 68. Mapa de distâncias das manchas urbanas, com o limite do município de Osório/ RS na cor branca.

4.3.3. Aplicação da Análise Multicritério

A análise multicritério - AMC³⁸, um dos modelos de auxílio à decisão com SIG, “consiste em fazer uma escolha entre alternativas levando em conta vários critérios” (MIRANDA, 2005, p. 316). A opção pela AMC deu-se pela sua capacidade de avaliar e agregar muitos critérios, tanto qualitativos (tipos de solos e unidades geológicas, por exemplo) como quantitativos (declividades, distâncias, etc.), o que “resulta num mapa síntese que fornece a informação em grau de potencialidade”. (SAMIZAVA, 2006, p.123)

Dentre as técnicas classificadas para utilização na análise multicritério (AMC), escolheu-se aplicar conjuntamente duas delas: a combinação linear ponderada (*Weighted Linear Combination – WLC*), baseada em lógica difusa ou *fuzzy logic* (usualmente denominada lógica *fuzzy*, termo adotado nesse trabalho), para avaliação de graus contínuos de aptidão à instalação de aterro de RSI; e a lógica booleana, para a exclusão de regiões absolutamente inadequadas a tal propósito.

Cabe esclarecer que, na teoria da decisão, um critério é algo mensurável e avaliável para uma decisão, podendo constituir um fator ou uma restrição. As restrições são critérios que limitam a análise em questão a regiões geográficas determinadas, constituindo geralmente mapas com classes do tipo apto/não-aptos (lógica booleana). Já fatores são os critérios que definem áreas em termos de uma medida contínua de aptidão (lógica *fuzzy*), ressaltando ou minimizando a importância de uma alternativa nas áreas fora das restrições absolutas. (WEBER e HASENACK, 2000).

No presente trabalho, a classificação dos critérios eleitos em fatores ou restrições deu-se com base na forma como esses influenciam na aptidão de uma área à instalação de um aterro de RSI, segundo as diretrizes da FEPAM. A tabela 14, abaixo, reúne os fatores e restrições (especializados a partir dos mapas temáticos e de superfícies apresentados anteriormente) que foram combinados nessa pesquisa, visando à obtenção do mapa final de aptidão.

³⁸ A manipulação de muitos critérios nesse método tornou usual o termo “multicritério”. No software IDRISI recebe a denominação de avaliação por critérios múltiplos (*Multi Criteria Evaluation – MCE*).

Fatores (Critérios Escalonados)	Descrição
Distância Mínima da Rede de Drenagem	Obrigatoriamente a mais de 200m de arroios, rios e outros mananciais. Quanto maior a distância da rede de drenagem, maior a aptidão da área.
Distância Mínima das Manchas Urbanas	Áreas situadas a mais de 1500m de núcleos habitacionais. Áreas mais distantes das manchas urbanas, mais aptas.
Distância Mínima do Sistema Viário	Áreas aptas a partir de 50m até 1000m de rodovias, segundo a FEPAM. Todavia, resolveu-se estender para todo o sistema viário do município, exceto para os caminhos e trilhas.
Declividade	As áreas aptas devem possuir declividades entre 2 e 20% no local de implantação das valas de disposição. A aptidão aumenta com o decréscimo da declividade.
Solos	Mais favoráveis as áreas constituídas por solos não hidromórficos, profundos, argilosos e sem pedregosidade.
Geologia	Maior presença de argilas, mais baixa a permeabilidade em profundidade suficiente, maior aptidão.
Restrições (Critérios Restritivos)	Descrição
Distância da Rede de Drenagem	Áreas até 200m, inaptas.
Distância das Manchas Urbanas	Até 1500m, áreas com restrição absoluta.
Distância do Sistema Viário	Até 50m e a mais de 1000m, inaptas.
Áreas de Preservação Ambiental (APAs)	As APAs de Osório foram consideradas restrições absolutas, já que a FEPAM veda a implantação de aterro de RSI dentro dessas áreas.
Limite do Município de Osório	Considerou-se apenas as áreas situadas dentro do limite municipal, as demais foram excluídas da análise.

Tabela 14. Fatores e restrições combinados para a obtenção do mapa final de aptidão.

Contudo, para tornar possível a combinação desses critérios (através da rotina *MCE- Multi Criteria Evaluation*, no IDRISI) foi necessário executar algumas etapas, descritas a seguir.

4.3.3.1. Padronização dos fatores

Quando se trabalha com diversos critérios (mapas) é comum a existência de incompatibilidade entre os mesmos, uma vez que as unidades de medidas diferem uma das outras. Então, a primeira etapa executada para viabilizar a combinação dos mapas foi o

procedimento chamado de normalização ou padronização. Trata-se da transformação das unidades originais (metros, porcentagens, unidades geológicas e de solos) dos diferentes mapeamentos (critérios) para uma base única de mensuração, a fim de gerar os mapas de aptidão individuais. Conforme MIRANDA (2005, p. 318), “a vantagem da padronização é que todos os critérios são medidos em unidades adimensionais, facilitando a comparação entre os diferentes atributos.”

Através da rotina *Fuzzy* do IDRISI, os fatores foram reescalados no intervalo real de 0 (menor aptidão) a 1 (maior aptidão) de acordo com alguma função *fuzzy* de pertinência a conjunto específica para cada fator. Dentre as funções que definem os conjuntos *fuzzy*, optou-se pelas funções lineares, amplamente utilizadas e as mais simples de serem implementadas. Para a função de pertinência de cada fator, escolheu-se os pontos de controle (ou pontos de inflexão) da curva, que melhor refletiam o que se pretendia representar. Tais pontos de controle foram representados pelas letras “a”, “b”, “c” e “d”, essas duas últimas foram utilizadas apenas na padronização do fator distância do sistema viário.

Na sequência estão detalhados os fatores, bem como suas respectivas padronizações e mapas inferidos:

a. Fator Distância da Rede de Drenagem

Conforme as diretrizes da FEPAM, os aterros de RSI só podem ser instalados a mais de 200 metros de qualquer curso ou corpo d’água. Quanto mais distante estiver o aterro da rede de drenagem, menores são os riscos de contaminação e, portanto, mais apta é a área para instalação de um aterro de RSI. Utilizou-se a função linear crescente (figura 69) para a padronização na escala de medida adotada, desse que é considerado (juntamente com os solos e a geologia) um dos mais importantes critérios na avaliação de áreas para o fim pretendido. Assim, o ponto de controle “a” foi atribuído para a distância de 200 m e o “b” para o valor 3.731 m, o maior valor de distância registrado em todo o mapa de distâncias da rede de drenagem. Para distâncias menores que 200 m, inferiu-se o valor “0” (aptidão nula), e “1” (aptidão máxima) para as maiores que 3.731 m, crescendo linearmente entre 200 e 3.731 m. O **mapa de distância da rede de drenagem padronizado** pode ser visto na figura 70.

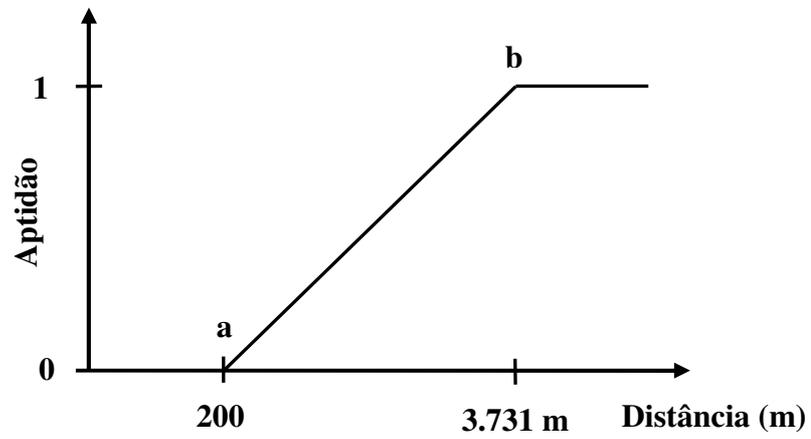


Figura 69. Função linear crescente utilizada para padronizar as distâncias da rede de drenagem.

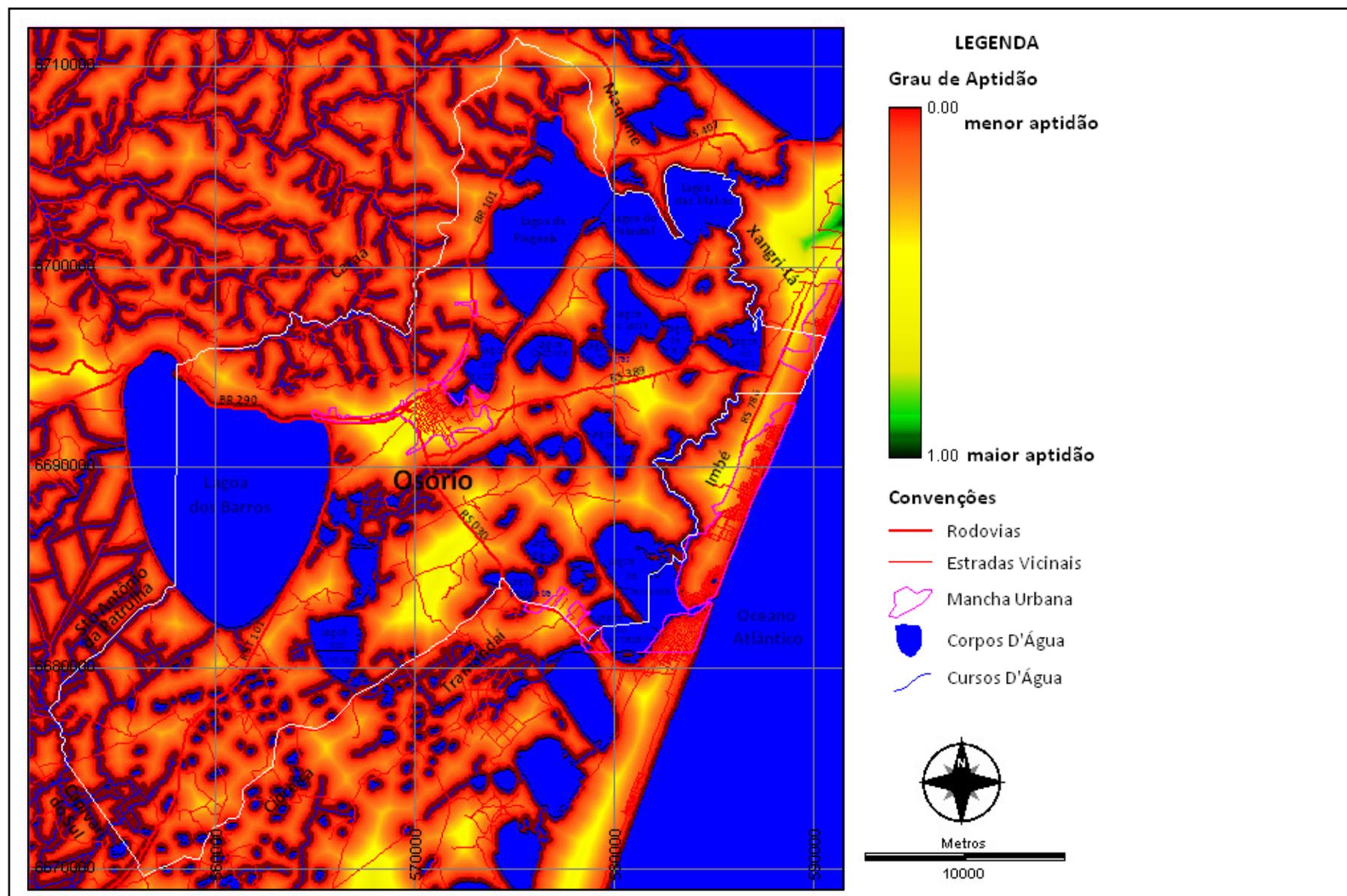


Figura 70. Mapa de distâncias da rede de drenagem padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor branca.

b. Fator Distância do Sistema Viário

A distância do sistema viário, igualmente à distância da rede drenagem, é um fator contínuo a ser reescalonado de 0 a 1. Só que na padronização dos valores do fator distância do sistema viário, foi usada a função linear simétrica (figura 71). Para a distância de 50m (ponto de controle “a”), atribuiu-se o valor nulo, já que até os 50 m da faixa de domínio das estradas não é permitido instalar empreendimento do tipo aterro de RSI. Para áreas a uma distância de 200 m de uma via (ponto de controle “b”) foi atribuído o valor 1 (máxima aptidão), por se tratar de uma distância que não prejudica os usuários e nem onera muito a implantação e utilização do aterro (SAMIZAVA, 2006). A máxima aptidão é mantida até o ponto de controle “c”, distante 500 m das vias. E, a partir do ponto de controle “d” (a 1000 m distantes das vias), a aptidão volta a decrescer, atingindo o valor 0 (aptidão nula). Conforme SAMIZAVA (2006, p. 135), a partir da distância de 1000 m “a viabilidade econômica para a implantação do aterro fica prejudicada pela necessidade de construção de uma estrada muito extensa”. Em suma, nessa função linear simétrica, têm-se um valor crescente da distância de 50 até 200 m. A partir de 200 m até 500 m, mantém-se constante com valor máximo de 1 e, enfim, decresce de 500 m até os 1000 m, assumindo aptidão mínima (valor nulo) a partir dessa última distância. O **mapa de distância do sistema viário** normalizado pode ser visualizado na figura 72.

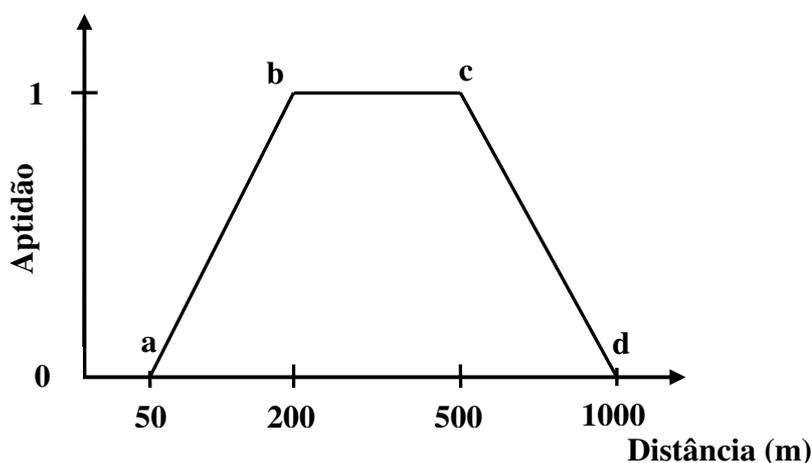


Figura 71. Função linear simétrica utilizada para padronização das distâncias do sistema viário.

c. Fator Distância das Manchas Urbanas

A distância mínima que um aterro deve estar dos núcleos populacionais é de 1500 m, conforme as diretrizes da FEPAM. Para padronizar esse fator, adotou-se uma função linear crescente (figura 73), uma vez que a aptidão das áreas aumenta com o aumento da distância das manchas urbanas. Foi atribuído valor nulo para áreas até 1500 m das manchas urbanas. Para áreas que distam mais que 2000 m do fator em análise, atribuiu-se o valor máximo (1), já que “a partir dessa distância o aterro não causa nenhum impacto em áreas urbanizadas” (JARDIM et al, 1995 apud SAMIZAVA, 2006, p. 135). O **mapa de distância das manchas urbanas** resultante da padronização desse fator encontra-se na figura 74.

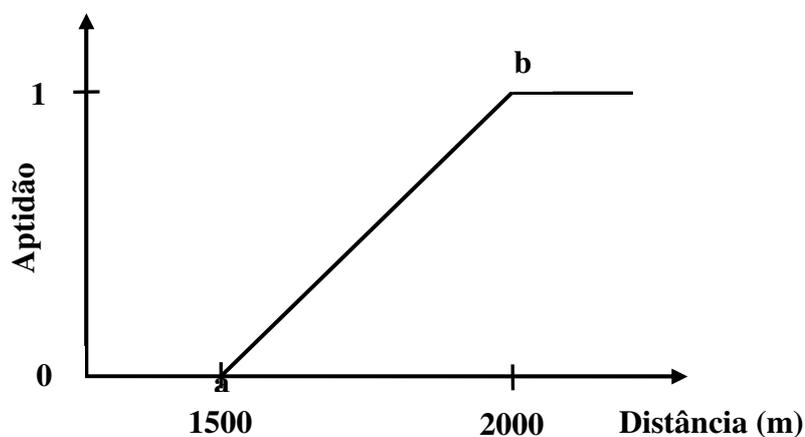


Figura 73. Função linear crescente utilizada para padronização das distâncias das manchas urbanas.

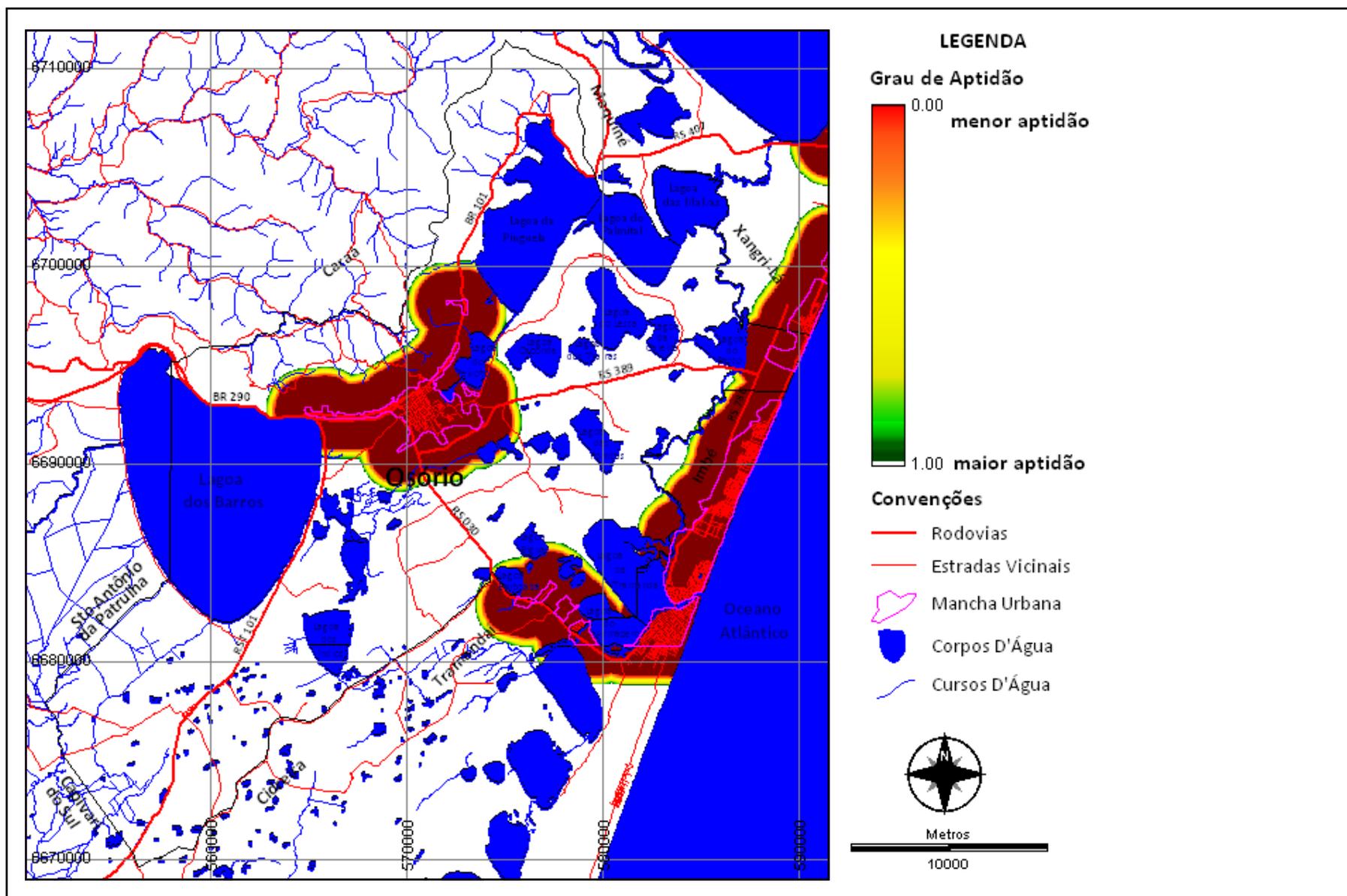


Figura 74. Mapa de distâncias das manchas urbanas padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor preta.

d. Fator Declividades

Os aterros de RSI, de acordo com a FEPAM, só podem ser construídos em áreas cujas declividades variam entre 2 a 20%. Assim, a padronização desse fator se deu pela utilização da função linear decrescente (figura 75), porque à medida que a declividade diminui, a aptidão aumenta. Atribuiu-se ao ponto de controle “a” (com declividade de 2%) o valor 1 (máximo na escala de saída) e ao “b”, com declividade de 20%, o valor de potencial nulo para instalação de aterro de RSI.

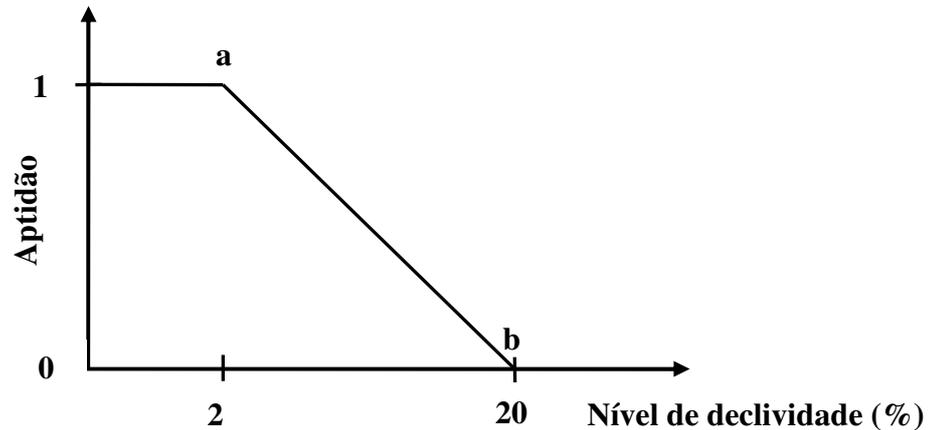


Figura 75. Função linear decrescente utilizada para padronização das declividades.

O mapa de declividades padronizado através da função linear decrescente citada acima é apresentado na figura 76, a seguir.

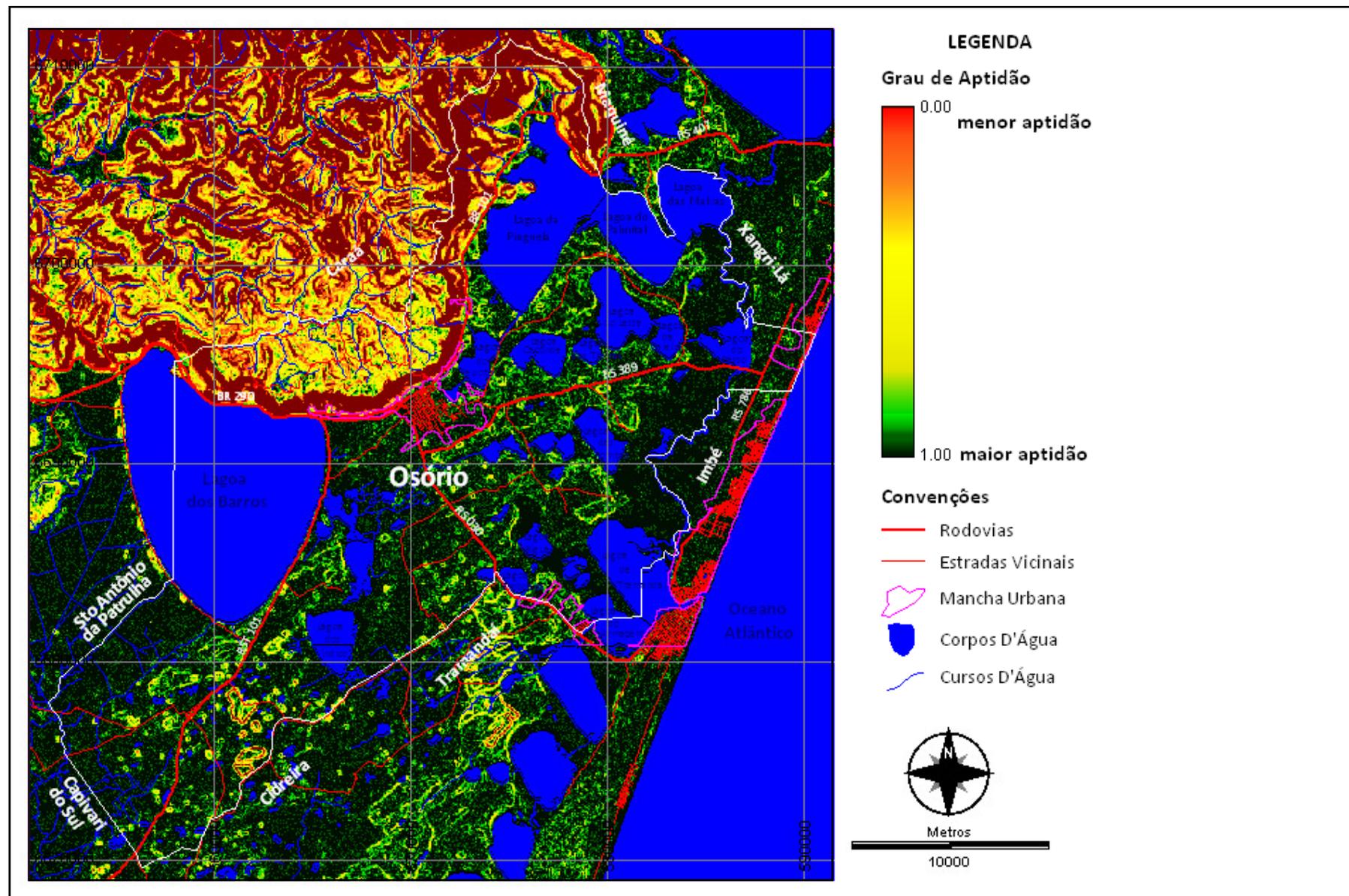


Figura 76. Mapa de declividades padronizado, com o limite do município de Osório/RS na cor branca.

e. Fator Solos

Ao contrário dos fatores até agora tratados, que puderam ser reescalados automaticamente através de alguma função matemática, o reescalamento de dados discretos ou qualitativos (no caso dos fatores solos e geologia) demanda obrigatoriamente o conhecimento especializado para atribuir um determinado índice subjetivo para cada categoria (EASTMAN, 2001). No presente trabalho, a ordem hierárquica de aptidão das unidades de solos existentes no município de Osório foi estabelecida com o apoio de um especialista em pedologia, o pesquisador Carlos Alberto Flores da Embrapa Clima Temperado (Pelotas).

As unidades de mapeamento de solos receberam notas de 0 (menos apto) a 1 (mais apto), levando em consideração que os solos mais apropriados, segundo o documento da FEPAM sobre diretrizes para seleção de áreas para Centrais de Resíduos Sólidos Industriais com disposição final (Aterro) devem ser: constituídos predominantemente por argila; não hidromórficos; profundos e sem pedregosidade. Adianta-se que nenhuma das unidades de solos encontradas no município de Osório ganhou a nota máxima 1, pois não reúnem as características ideais para receberem empreendimentos desse tipo.

O resultado desses julgamentos está compilado na tabela 15 abaixo.

Unidades de Mapeamento de Solos de Osório	Nota
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico - PVAd	0,7
Chernosolo Argilúvico Férrico típico - MTf1	0,5
Neossolo Quartzarênico órtico típico - RQo1	0,5
Associação Chernosolo Argilúvico Férrico típico - MTf3 + Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico - RLe	0,4
Associação Planossolo Hidromórfico Distrófico plúntico - SGd + Planossolo Nátrico Órtico típico - SNo	0,4
Associação Planossolo Nátrico Órtico típico - SNo + Gleissolo Melânico Eutrófico típico - GMe	0,3
Associação Cambissolo Húmico Alumínico típico - CHa + Neossolo Litólico húmico típico - RLd	0,3
Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico - RQg1	0
Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico - RLe	0
Dunas - Tipo de terreno - dunas ativas	0
Lagoas - Tipo de terreno – lagoas	0

Tabela 15. Notas relativas à aptidão dos solos ao recebimento de aterro de resíduos sólidos industriais.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico – PVAd foi a unidade de solos que recebeu a melhor nota (0,7), em função da presença de um subhorizonte B textural (Bt), de apresentar perfis de maior profundidade, serem bem drenados (não-hidromórficos) e não estarem sujeitos à inundação, bem como por se localizarem em relevo mais plano.

As unidades Chernosolo Argilúvico Férrico típico (MTf1) e Neossolo Quartzarênico órtico típico (RQo1) receberam a segunda melhor nota (0,5). Essa nota foi atribuída ao Chernosolo por ele apresentar perfis medianamente profundos, de textura argilosa, bem drenados, sem risco de inundação. O Neossolo recebeu igual nota, por possuir perfis profundos, ser excessivamente drenados e não apresentar risco de inundação. Essas unidades de solos receberam nota inferior ao Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico por serem menos profundas e apresentarem classe de drenagem inferior a esse. Em contrapartida, são mais bem drenadas que a associação abaixo citada, o que lhes rendeu uma nota maior.

A Associação Chernosolo Argilúvico Férrico típico (MTf3) e Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico (RLe) recebeu a nota 0,4 por se tratar de uma associação. Embora seja o mesmo Chernosolo Argilúvico Férrico típico (MTf1) de perfis medianamente profundos e textura argilosa, bem drenados e sem risco de inundação, citado acima, ele está associado ao Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico (RLe), que é um solo pouco desenvolvido, raso e pedregoso.

Assim como na associação citada acima, foi atribuída a nota 0,4 à associação Planossolo Hidromórfico Distrófico plúntico (SGd) e Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo). Essa nota está relacionada principalmente aos perfis profundos, desenvolvidos de sedimentos argilosos e arenosos de origem lagunar, marinha e eólica, característicos da associação, embora mal drenados.

A associação Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo) e Gleissolo Melânico eutrófico típico (GMe) recebeu nota 0,3 em função de apresentar solos de perfis profundos (SNo) a medianamente profundos (GMe), localizados em várzeas mal drenadas com relevo plano, sujeitas à inundação durante a maior parte do ano.

Também se atribuiu a nota 0,3 à Associação Cambissolo Húmico Alumínico típico - CHa e Neossolo Litólico húmico típico – RLd. A unidade Cambissolo apresenta perfis profundos, de textura argilosa, moderadamente drenados ou com risco permanente de inundação ocasional. Já os solos da unidade Neossolo são rasos, imperfeitamente drenados ou com risco permanente de inundações frequentes, ocupando relevo ondulado a

fortemente ondulado com declives em dezenas de metros, formando vales de fundo chato onde ocorrem os solos hidromórficos.

As demais unidades de solos (Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico - RQg1, Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico – RLe e Dunas - Tipo de terreno - dunas ativas) foram consideradas inaptas (nota 0) à instalação de aterro de RSI, em razão de apresentarem textura mais arenosa, relevo plano e lençol freático elevado, com risco permanente de inundação ocasional.

As Lagoas - Tipo de terreno – lagoas, como não são unidades de solos, também receberam valor nulo, a fim de ser totalmente excluídas da análise.

Para estabelecer as notas a cada uma das unidades de solos, utilizou-se a rotina *Database Workshop* no IDRISI. Acionou-se a tabela das unidades de mapeamento de solos do litoral norte, inseriu-se uma nova coluna, na qual foram atribuídas para cada unidade as notas arroladas acima. Na sequência, foi criada uma imagem raster (rotina *Create Idrisi Raster Image*) a partir dessa nova coluna com as notas, resultando no **mapa de unidades de solos** (figura 77) apresentado a seguir.

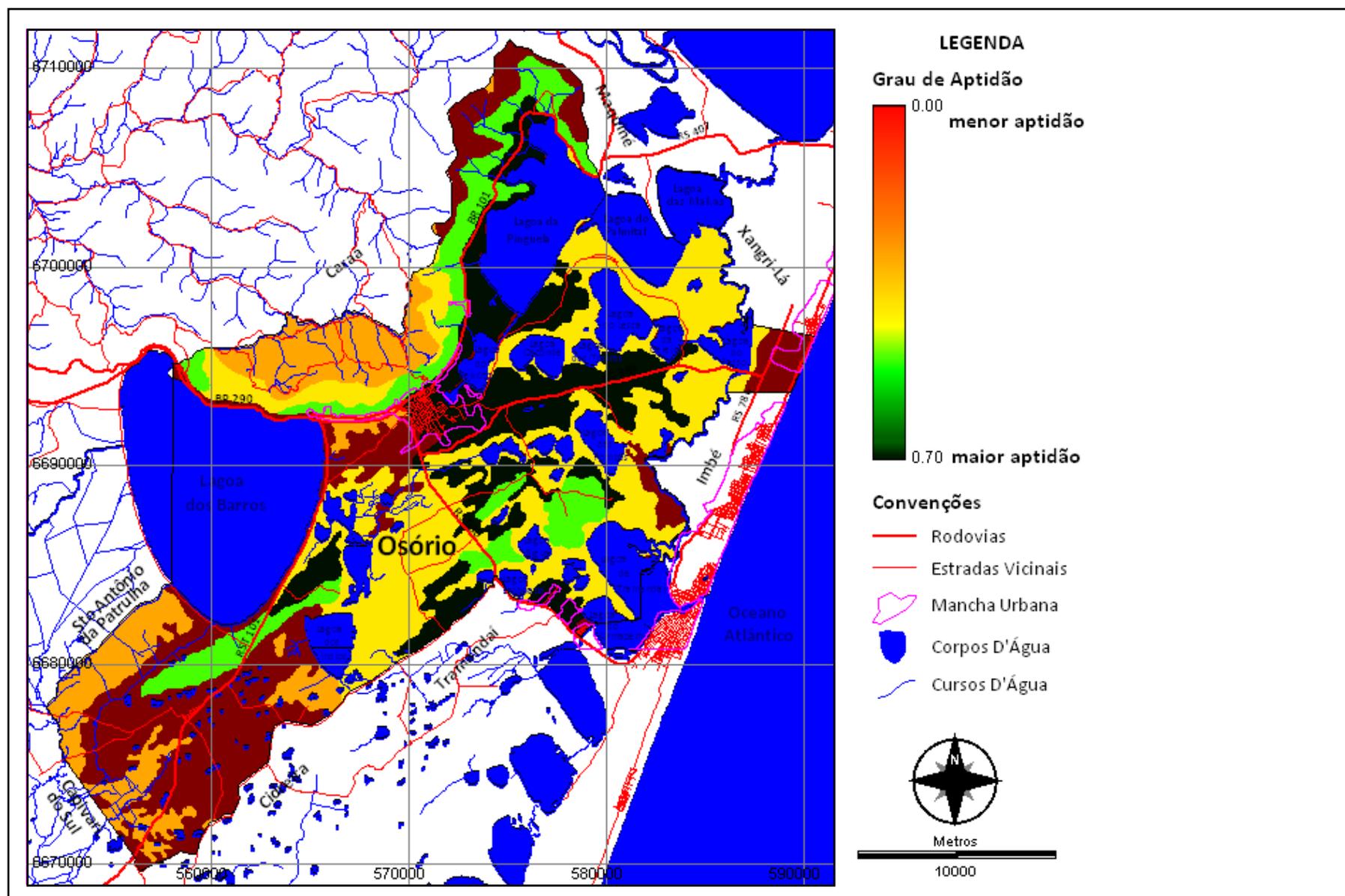


Figura 77. Mapa de unidades de solos padronizado do município de Osório/ RS.

f. Fator Geologia

Da mesma forma que os solos, as unidades geológicas receberam notas de 0 (menos apto) a 1 (mais apto), considerando que as diretrizes da FEPAM apontam as áreas mais aptas como sendo aquelas onde há maior presença de argilas e baixa permeabilidade em profundidade suficiente (tabela 16) . A nenhuma das unidades geológicas de ocorrência no município de Osório foi atribuída a nota máxima de aptidão (1), porque nenhuma delas preenche todos os requisitos para instalação de um aterro de RSI.

Unidades Geológicas de Osório	Nota
Derrames Vulcânicos	0,7
Formação Serra Geral	0,7
Formação Botucatu - Jb	0,5
Planícies Lagunares - Qp2	0,3
Praias e Cristas de Praias - Qc4	0,2
Praias e Cristas de Praias - Qbc4	0,2
Dunas e Planícies Arenosas P - Qbd2	0
Dunas e Planícies Arenosas H - Qbd4	0
Dunas de Retrabalimento Eólico - Qbdr4	0
Turfeiras - Qf -	0
Água	0

Tabela 16. Notas relativas à aptidão das unidades geológicas ao recebimento de resíduos sólidos industriais.

As unidades geológicas Derrames Vulcânicos e Formação Serra Geral, localizadas no Planalto Meridional, foram as mais bem pontuadas (0,7). Em razão de sua composição basáltica, porém com a existência de fraturamento da rocha que a torna permeável em termos de escoamento subterrâneo.

A Formação Botucatu (Jb) recebeu a nota 0,5 em razão de ser composta por arenitos feldspáticos endurecidos com ferrificações e silificações, com permeabilidade elevada em função de sua textura arenosa de fina a média, essencialmente composta de quartzo, o que a caracteriza como um aquífero em potencial.

À unidade Planícies Lagunares (Qp2) foi atribuída a nota 0,3. Isso em função da presença de argilas em sua composição, porém ocorre associada aos corpos e cursos d'água.

As unidades Praias e Cristas de Praias Qc4 e Qbc4 receberam a nota 0,2, porque são compostas de areias quartzosas finas e muito finas bem selecionadas, e por sua ocorrência estar bastante associada às margens dos corpos e aos cursos d'água.

As unidades Dunas e Planícies Arenosas Qbd2 e Qbd4, bem como a unidade Dunas de Retrabalimento Eólico - Qbdr4 foram consideradas totalmente inaptas (nota zero) para

instalação de aterro de RSI. Trata-se de depósitos eólicos de dunas litorâneas passíveis de preservação pela legislação vigente.

Igualmente foi atribuído valor nulo à unidade Tufeiras (Qf). Apesar de apresentarem em sua composição siltes e argilas, são depósitos lagunares e paludais, ambientes onde o elemento água está muito presente. A classe água também recebeu nota zero, pela necessidade de ser excluída da análise geológica.

O procedimento para a geração do **mapa das unidades geológicas padronizado** (figura 78) foi o mesmo adotado para o fator solos.

4.3.3.2. Ponderação dos fatores

O passo seguinte à padronização dos critérios foi a atribuição de pesos (ponderação) diferenciados aos mesmos, conforme a importância relativa ou prioridade de cada um dos fatores na decisão sobre a aptidão para o aterro de resíduos sólidos industriais.

Segundo as diretrizes da FEPAM para centrais de resíduos sólidos industriais com disposição final (aterro), a adequabilidade de um sítio deve considerar especialmente a **geologia** e o **tipo de solo** existente, determinantes para a capacidade de depuração do solo e a velocidade de infiltração. Igualmente, deve levar em conta a influência sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Diante disso, os fatores considerados como os de maior importância nesse estudo e que, portanto, receberam maiores pesos (em ordem decrescente) foram: os **solos**, as **distâncias da rede de drenagem** e a **geologia**.

O fator **solos** foi priorizado, pelas condições de estrutura, textura, permeabilidade e fragilidade específicas da área, inserida na transição entre a Planície Costeira e o Planalto Meridional.

Outro fator considerado quase tão relevante quanto os solos para a análise foi a **distâncias da rede de drenagem**, em razão de algumas características da área como: as águas subterrâneas muito elevadas; uma circulação complexa superficial e subterrânea, em função da diversidade de conexões entre cursos e corpos d'água, em cada compartimento do relevo, assim como na conexão entre eles relacionada a circulação hídrica; e pela quantidade e qualidade desse recurso, tanto no compartimento do planalto como no da planície. Soma-se às questões tocantes aos fatores solos e distâncias da rede de drenagem, o potencial de contaminação e degradação que é elevado tanto na fase de instalação como de operação de um aterro, mesmo sendo consideradas todas as técnicas de isolamento da área a ser utilizada.

As **unidades geológicas** igualmente são fatores potenciais, em função dos tipos de rochas e depósitos sedimentares, associados às características estruturais e granulométricas.

Além desses fatores citados, anteriormente, outros também são considerados: declividade, distâncias das manchas urbanas e distâncias do sistema viário, do mais ao menos relevante para o estudo.

Após estabelecer os fatores prioritários ou de maior importância relativa na análise, mediu-se as preferências entre os critérios escalonados (fatores). Para tanto, utilizou-se o método de Saaty ou também chamado de “comparação pareada” ou “processo analítico hierárquico (Analytical hierarchical process – AHP)”, um dos mais usados nesse tipo de

análise. Conforme MIRANDA (2005, p. 319), o princípio desse método é “perguntar para tomadores de decisão apenas se um certo critério é mais importante do que outro. Os pesos são gerados por atribuições qualitativas sobre a diferença para cada par de critério”.

O método AHP possui uma escala de nove pontos (figura 79) para expressar diferentes importâncias entre os critérios. Valores intermediários (2, 4, 6 e 8) podem ser utilizados caso seja complicado escolher entre dois fatores de diferente relevância. (MIRANDA, 2005)

Extremamente		Fortemente		Igualmente		Fortemente		Extremamente
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Muito Fortemente		Moderadamente			Moderadamente		Muito Fortemente	
Menos Importante							Mais Importante	

Figura 79. Escala de valores (pesos) de Saaty, para comparação pareada. Fonte: MIRANDA, 2005.

Definida a importância de cada critério de maneira pareada (dois a dois) com base na escala de Saaty, preencheu-se a tabela 17 abaixo, utilizando a rotina *Weight – AHP weight derivation* do IDRISI.

	Distâncias da Rede de Drenagem	Declividade	Distâncias do Sistema Viário	Distâncias das Manchas Urbanas	Solos	Geologia
Distâncias da Rede de Drenagem	1					
Declividade	1/5	1				
Distâncias do Sistema Viário	1/9	1/3	1			
Distâncias das Manchas Urbanas	1/7	1/3	3	1		
Solos	3	5	9	7	1	
Geologia	1/3	5	9	7	1/3	1

Tabela 17. Matriz de comparação pareada dos fatores.

Para se saber qual critério (fator) é mais importante, faz-se a leitura da tabela 17 a partir das linhas. Por exemplo, o fator declividade, localizado na segunda linha da tabela, é considerado fortemente menos importante (1/5) que o fator distâncias da rede de drenagem, situado na primeira coluna. O fator distâncias do sistema viário (na terceira linha) é extremamente menos importante (1/9) que o mesmo fator distâncias da rede de drenagem. Já o fator solos (na linha cinco) é moderadamente mais importante que o fator distâncias da rede de drenagem, e assim por diante.

Sequencialmente ao preenchimento da tabela (comparação pareada) foi calculado o peso final de cada variável, através da mesma rotina do IDRISI (*Weight – AHP weight derivation*). O resultado pode ser visto na tabela 18, a seguir.

Fator	Peso
Solos	0,4032
Distâncias da Rede de Drenagem	0,2770
Geologia	0,1902
Declividades	0,0661
Distâncias das Manchas Urbanas	0,0395
Distâncias do Sistema Viário	0,0239

Tabela 18. Pesos finais dos fatores obtidos da matriz de comparação pareada.

Além dos pesos acima arrolados, a rotina *Weight* do IDRISI ainda avalia o “índice de consistência” (IC) da matriz de comparação. Conforme MIRANDA (2005, p. 323), “este índice indica a probabilidade que os valores da matriz tenham sido gerados de forma

aleatória”. Saaty admite que o IC assumira valor até 0,1. No presente trabalho, a matriz de comparação pareada apresentou IC = 0,08, portanto, considerada aceitável.

Por fim, aplicou-se os pesos finais aos fatores padronizados em intervalo de conjuntos *fuzzy* através da utilização da rotina **MCE - multi-criteria evaluation** e do **método de combinação linear ponderada**. Como na pesquisa de FERRARO (2003), o processo de agregação dos dados (aplicação da análise multicritério) por combinação linear ponderada:

... consistiu na multiplicação das notas presentes em cada critério pelo seu respectivo peso. A adição das imagens após a multiplicação dos pesos resulta na imagem síntese do conjunto das restrições relativas. A última etapa do processo foi a multiplicação deste resultado com as restrições absolutas... (FERRARO et al, 2003, p. 15)

Ressalta-se que as espacializações das restrições absolutas (critérios restritivos) foram obtidas aplicando a lógica booleana. Utilizou-se para tanto a rotina *Reclass* do IDRISI, através da qual as restrições foram ponderadas com o valor de atributo nulo (para a exclusão de regiões absolutamente inadequadas, inaptas) e as demais áreas com valor 1 (áreas aptas a receberem aterros de RSI). As restrições mapeadas foram igualmente inseridas no módulo MCE no IDRISI, para serem computadas ao resultado final.

Na tabela 19, abaixo, são apresentadas as restrições, bem como as ponderações utilizadas para espacialização das mesmas.

Restrições (critérios restritivos)	Ponderação
Distâncias da Rede de Drenagem	Áreas até 200m, inaptas (atribuído o valor 0). Acima de 200 m, aptas (valor 1)
Distâncias das Manchas Urbanas	Até 1500m, áreas com restrição absoluta (valor 0), acima dessa distância, aptas (valor 1).
Distâncias do Sistema Viário	Até 50m, inaptas (valor 0). O que excede essa distância, as áreas foram consideradas aptas (valor 1).
Declividades	Até 2% e mais e 20%, inaptas (valor 0). Entre 2 e 20%, aptas (valor 1).
Áreas de Preservação Ambiental (APAs)	As APAs de Osório (compreendem o Bioma Mata Atlântica) foram consideradas restrições absolutas, já que a FEPAM veda a implantação de aterro de RSI dentro dessas áreas. Atribuiu-se valor 0 (inapta) para a área interna dos perímetros das APAs e valor 1(apta), para o restante.
Limite do Município de Osório	Considerou-se apenas as áreas situadas dentro do limite municipal (valor 1). As demais foram excluídas da análise (valor 0).

Tabela 19. Ponderação das restrições para a obtenção do mapa final de aptidão.

Assim, obteve-se como resultado final um mapa que indica a **distribuição contínua da aptidão para a instalação de aterro de resíduos sólidos industriais** no município de Osório (figura 80).

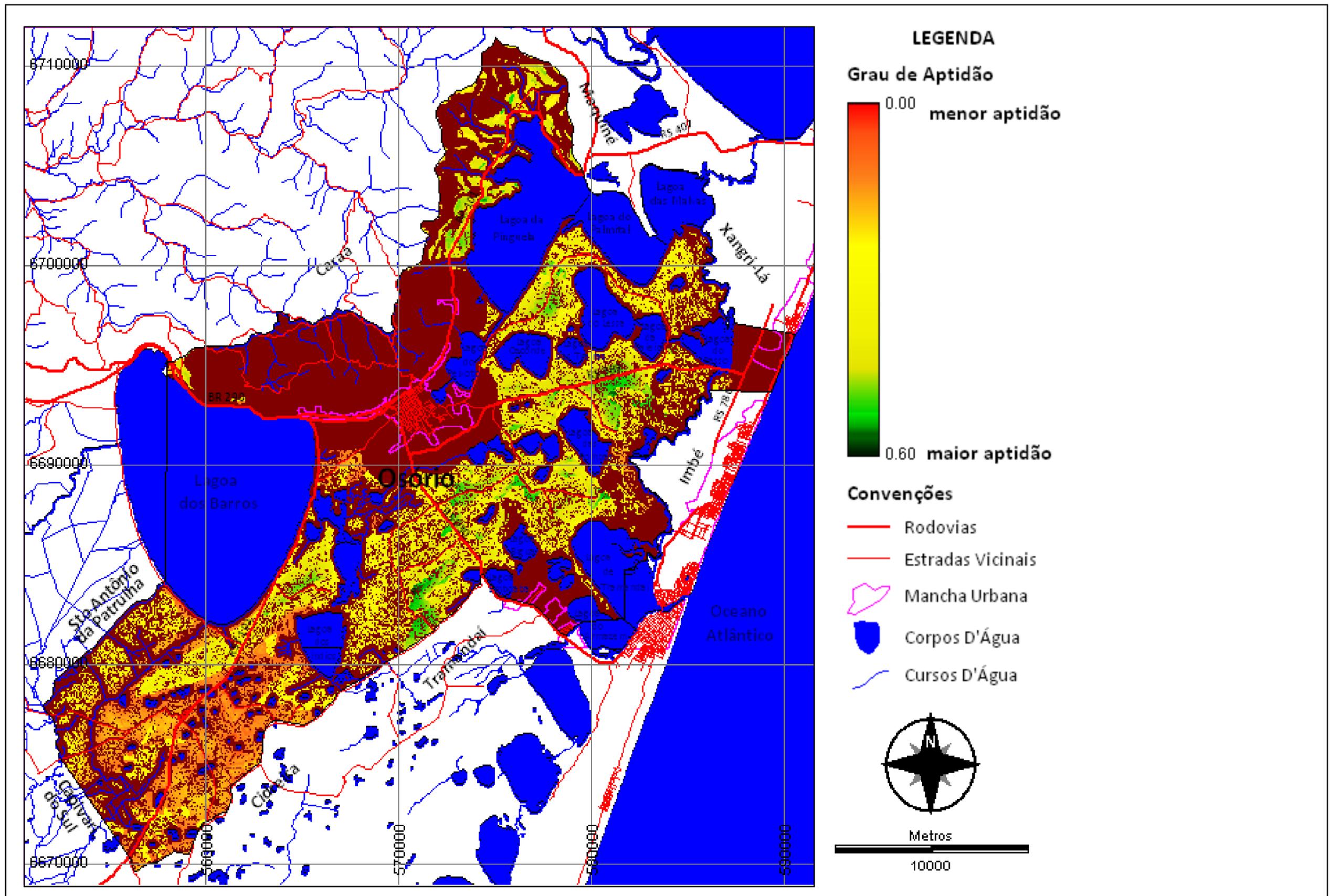


Figura 80. Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterros de Resíduos Sólidos Industriais no município de Osório/ RS.

4.3.3.3. Análises do Mapa Final de Aptidão à Instalação de Aterro de RSI

O **mapa final de aptidão à instalação de aterros de RSI** (figura 80) simula uma superfície de aptidão em que todos os pixels da imagem possuem uma nota de 0 (aptidão nula) a 0,60 (maior aptidão), em consequência dos critérios aplicados, bem como da análise ponderada feita dos mesmos. Salienta-se que o grau máximo de aptidão (0,60) alcançado no município distancia-se da condição ideal (1). Isso demonstra que, apesar de terem sido encontradas áreas passíveis de receberem aterros de RSI no município, o seu **potencial para tal fim não é muito alto**.

Ao analisar o referido mapa, verifica-se que as áreas de maior aptidão do município estão distribuídas preponderantemente nas porções nordeste (principalmente às margens da RS 389, em direção aos balneários de Atlântida Sul e Mariápolis), norte (às margens da BR 101) e **centro-sul** (nas proximidades da sede do município, em direção ao município de Tramandaí), sendo essa última a que registra o mais alto escore de aptidão ponderado (0,60) encontrado no município. Tal escore decorre dos altos valores individuais de aptidão apresentados pelos fatores distâncias das manchas urbanas, distâncias do sistema viário, declividade, solos e distância da rede de drenagem (esse fator apresentou o menor valor em relação aos demais), ou seja, deve-se principalmente às áreas localizarem-se a mais de 2000 m dos centros urbanos, apresentarem declividades mais baixas (em torno de 2%), por estarem situadas de 200 a 500 m do sistema viário, possuírem solos do tipo argissolos e estarem a bem mais de 200 m dos cursos e corpos d'água.

Na porção **nordeste** do município, os fatores determinantes na obtenção dos maiores escores de aptidão foram os mesmos que na porção centro-sul, com exceção do fator distâncias da rede de drenagem, que apresentou escores menores devido à grande presença de cursos e corpos d'água na região. Já nas áreas mais aptas encontradas na porção norte do município os fatores que melhor pontuaram foram as distâncias das manchas urbanas (a mais de 2000 m), as distâncias do sistema viário (entre 200 e 500 m), a geologia (unidade derrames vulcânicos) e os solos (do tipo argissolos).

Comparando visualmente o mapa final supracitado (figura 80) e o zoneamento do Plano Diretor do município³⁹ (figura 81), as áreas de maior aptidão podem ser encontradas principalmente em seis das 25 zonas de uso (anexo A) apontadas pelo

³⁹ Lei n° 3.902/2006, alterado pela Lei n° 4213/2008.

referido Plano. Conforme o Art. 15 do Plano Diretor, para fins de planejamento, o município está subdividido em nove zonas não urbanas e 16 zonas urbanas (um total de 25 zonas de uso), correspondentes a parcelas do território com uso e ocupação cujas características são comuns e as quais está aplicado um Regime Urbanístico⁴⁰(anexo B). Esse zoneamento “teve como elementos estruturadores as potencialidades, fragilidades e restrições do Meio Ambiente, identificados a partir do Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral Norte⁴¹.” (Art.15, Capítulo II – Do Zoneamento Ambiental, do Plano Diretor do Município de Osório/RS).

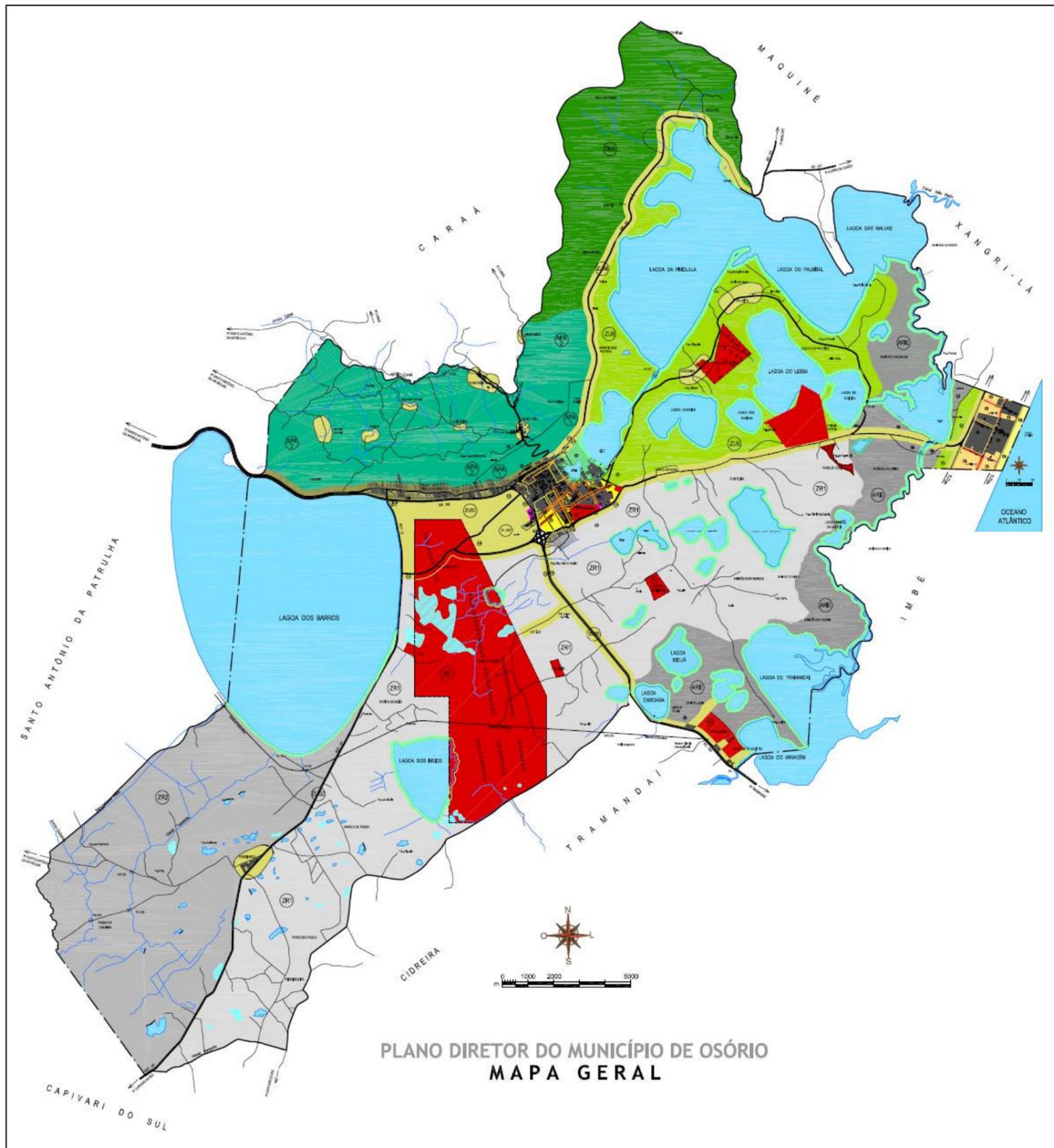
Na porção **norte** do município, à esquerda da BR 101 (em direção ao município de Maquiné), as áreas de maior aptidão encontram-se na zona classificada no Plano Diretor como não urbana denominada **Zona de Mata Atlântica – ZMA**. Embora situada fora dos limites das APAs do município (outras zonas de uso), também compreende o Bioma Mata Atlântica, considerado pela Constituição Federal um Patrimônio Nacional e reconhecido internacionalmente como Área de proteção Ambiental. Dessa forma, é uma área com algumas restrições de uso, sendo permitidas as seguintes atividades, conforme a classificação dos usos urbanos⁴² apresentada pelo plano regulador, constante do Art. 131 (OSÓRIO, 2006a): turísticas e recreacionais; artesanais; agroindústria de baixo potencial poluidor; agropecuária. As edificações nessa zona devem ser de baixa altura e bastante esparsas, baixíssima densidade.

Ainda na porção **norte**, as áreas mais aptas à direita da BR 101 situam-se na **Zona Urbana Extensiva – ZUE**, compreendida entre a **Zona Urbana Semi-Extensiva – ZUSE** da referida rodovia (zona com urbanizações lineares ao longo do eixo rodoviário, em faixa de aproximadamente 400 metros de largura), e os **setores de lagoas** (área de transição das APPs das lagoas, uma faixa de 100 metros nas margens

⁴⁰Para construir, implantar qualquer atividade (comércio, serviços, moradias ou indústrias) e parcelar o solo de um município são estabelecidas normas. O conjunto dessas normas recebe a denominação de Regime Urbanístico. Fonte: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?reg=1&p_secao=22

⁴¹ O Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do Litoral Norte é um instrumento de planejamento e gerenciamento elaborado pela FEPAM como parte do Programa de Gerenciamento Costeiro (Gerco-RS).

⁴² Essa classificação é composta por 11 categorias de uso (grupos), às quais estão vinculadas diversas atividades (lista completa em anexo).



ZONAS NÃO URBANAS		ZONAS URBANAS		
<ul style="list-style-type: none"> APA 1 - ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (núcleo) APA 2 - ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (expansão) ZMA - ZONA DE MATA ATLÂNTICA ARIE - ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO SL1 - SETOR DE LAGOA - APP SOM - SETOR DE ORLA MARÍTIMA - APP ZR1 - ZONA RURAL 1 ZR2 - ZONA RURAL 2 EE - EQUIPAMENTOS ESPECIAIS 	<ul style="list-style-type: none"> ZUE - ZONA URBANA EXTENSIVA 	<p>EXTENSIVAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> SL2 - SETOR DE LAGOA - PARQUE 	
		SEMI-EXTENSIVAS	<ul style="list-style-type: none"> ZUSE A - ZONA URBANA SEMI-EXTENSIVA (núcleos) ZUSE B - ZONA URBANA SEMI-EXTENSIVA (elcos) 	
		INTENSIVAS	MISTAS	<ul style="list-style-type: none"> SEAE - SETOR ESPECIAL DE AUTO-ESTRADA SC - SETOR CENTRAL EC1 - EIXO COMERCIAL 1 EC2 - EIXO COMERCIAL 2 EC3 - EIXO COMERCIAL 3 EC4 - EIXO COMERCIAL 4 AEIS - ÁREA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL
			RESIDENCIAIS	<ul style="list-style-type: none"> SL3 - SETOR DE LAGOA SR1 - SETOR RESIDENCIAL 1 SR2 - SETOR RESIDENCIAL 2 SR3 - SETOR RESIDENCIAL 3

Figura 81. Zoneamento do Plano Diretor do município de Osório/RS. Adaptado do Mapa Geral do Plano Diretor do Município de Osório/RS (Lei n.º. 3.902/ 2006, alterada pela Lei n.º. 4.213/2008)

OBS.: Setores INTENSIVOS - os regimes se aplicam aos lotes de fronteira.

das lagoas a partir das APPs). Os usos permitidos na **ZUE** são os seguintes: habitacional; comércio e serviços perigosos; recreacional e turístico; algumas atividades de uso especial (cemitérios, capelas mortuárias e funerárias, terminais de transporte rodoviário coletivo, bombeiros e quartéis, hospitais e sanatórios, estádios e ginásios); industrial (indústria e agroindústria de baixo e médio potencial poluidor) e agropecuário (sustentável, florestamento com espécies nativas e habitação vinculada). Trata-se de glebas e lotes grandes, com edificações esparsas de baixa altura, onde predomina baixa densidade.

Os sítios de maior aptidão da porção **nordeste** situados à direita da RS 389 (em direção aos balneários) pertencem à **Zona Rural 1 – ZR1**. De acordo com o Plano Diretor, essa zona é considerada uma zona rural tradicional, na qual estão permitidas as atividades recreacionais e turísticas, agroindustriais de baixo e médio potencial poluidor, agropecuária e extração mineral controlada. As edificações são de baixa altura e distribuídas de forma bastante esparsa. Trata-se de uma zona de baixíssima densidade. Os sítios à esquerda da RS 389 encontram-se sobre a zona não urbana denominada de **Equipamentos Especiais – EE**, área onde estão ou serão implantados os equipamentos e edificações estruturadoras do município e da região, nesse caso específico, está projetado para o local um parque eólico. Os usos atuais ou previstos para essa zona são industriais, institucionais, produtivos e infraestruturais. Permite a instalação de atividades exclusivas pré-determinadas de grande porte, afastadas das urbanizações. Outra mancha de áreas mais aptas é encontrada entre as lagoas da Pinguela, Caconde, das Traíras e do Lessa. Igualmente essas áreas situam-se em zona projetada para receber outro parque eólico. (zona de **Equipamentos Especiais – EE**).

Quanto às áreas de maior aptidão para aterro de RSI do **centro-sul**, essas estão sobre zonas enquadradas pelo Plano Diretor como não urbanas. Grande parte delas localiza-se sobre a **Zona Rural 1 – ZR1**, cujos usos e restrições foram mencionados acima. Algumas dessas áreas mais aptas, circundam o sítio do aterro sanitário do município (classificado como zona de **Equipamentos Especiais – EE**), evidenciando que o mesmo não se encontra nos melhores locais para esse fim. Ressalta-se que as áreas que apresentaram o maior escore de aptidão (0,60) do município são encontradas na zona **Equipamentos Especiais – EE** (à direita da RS 30, nas proximidades do município de Tramandaí), área onde está instalado o parque eólico do município. Uma pequena parcela dessas melhores áreas para aterro situa-se sobre a zona **Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE**, uma unidade de conservação municipal

destinada à habitação, turismo e recreação de baixíssimo impacto. As edificações permitidas são de baixa altura, bastante esparsas, prevalecendo baixíssima densidade. Ainda é interessante destacar algumas áreas ao sul da Lagoa dos Barros, sobre a **Zona Rural 2 – ZR2**, zonas rurais tradicionais em que é admitida a produção agropecuária, a extração mineral controlada e habitação vinculada. Edificações de baixa altura bastante esparsas. Baixíssima densidade.

Diante do exposto, constata-se que das seis zonas de uso do Plano Diretor que abrigam áreas de maior aptidão para a instalação de aterro de RSI, apenas a de **Equipamentos Especiais – EE**, na porção centro-sul do município, parece apresentar alguma possibilidade de uso para esse fim, porque não restringe nem abona usos específicos, vinculando apenas à apresentação de projeto específico, sob análise de viabilidade. Casualmente é a zona onde foram detectadas, conforme o mapa final (figura xx), várias áreas com alto potencial (inclusive as de maior escore do município) para instalação desse tipo de empreendimento, com exceção do local onde se situa o aterro sanitário em funcionamento, que está circundado por áreas mais aptas. Apesar disso, o zoneamento do Plano Diretor não prevê a implantação de qualquer tipo de aterro de resíduos sólidos (sanitário ou industrial) em áreas classificadas como zona de **Equipamentos Especiais – EE**, projetando para as mesmas a instalação de outros parques eólicos. Aliás, não existe qualquer previsão de novas áreas com esse fim em nenhuma das zonas do Plano Diretor, apesar de o mesmo instrumento apontar como ações estratégicas para a política dos resíduos sólidos “reservar áreas para a implantação de novos aterros sanitários e de resíduos inertes de construção civil e ecopontos de pneumáticos inservíveis e usados” (Art. 48, inciso I), bem como “prever as áreas adequadas para implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos” (Art. 48, inciso III).

Os representantes da SMAGU, ao serem indagados sobre essas questões, afirmam que, a princípio, não existem atividades totalmente proibidas em nenhuma zona. No processo de licenciamento analisar-se-á os estudos de viabilidade, podendo ou não autorizar a instalação do empreendimento. Quanto, especificamente, a não previsão de novas áreas para aterro, os representantes da SMAGU parecem não demonstrar muita preocupação quando alegam que ao esgotar a capacidade do atual aterro sanitário, provavelmente, os resíduos serão destinados para o aterro localizado no município de Minas do Leão, a mais de 200 km de Osório.

A fim de restringir ainda mais a busca pelas áreas mais aptas, efetuou-se uma hierarquização das células da superfície de aptidão (do mapa final), através do módulo *Rank* do IDRISI, de maneira a selecionar os 50 melhores hectares para a instalação de um aterro de RSI no município. Para isso, foi necessário calcular o número de pixels correspondentes a 50 ha. Aplicando uma regra de três simples, tem-se que um pixel de 25m (utilizado nos demais mapas) equivale a 625 m², então 10.000 m² (um ha) equivale a 16 pixels. Dessa forma, um ha corresponde a 16 pixels, que multiplicados pelos 50 ha resulta em 800 pixels. Na sequência, reclassificou-se a superfície ordenada de forma a selecionar apenas os 800 melhores pixels, ou seja, os 50 melhores hectares, resultando no mapa (figura 82) a seguir.

Reforça-se que o maior número de áreas contíguas de **melhor aptidão** encontra-se, principalmente, na **porção centro-sul do município**, nas proximidades do município de Tramandaí, sobre a área onde hoje está localizado o parque eólico de Osório. O procedimento possibilitou destacar sobre esses melhores hectares uma ou mais áreas contíguas da dimensão mínima desejada (a ser definida em projeto de implantação), que merecem um estudo detalhado, o qual ficará como sugestão para outras pesquisas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A produção de resíduos é inerente à condição da vida humana, não sendo, portanto, um problema dos dias de hoje. É fato, porém, que as quantidades geradas de resíduos sólidos - sobretudo os resíduos urbanos - têm aumentado sobremaneira na sociedade atual, baseada em modelos de industrialização dos processos de produção e de uma lógica crescente de consumo nos quais são registradas elevadas taxas de desperdício. Tão preocupante quanto essa realidade é constatar que as iniciativas de radiografar a situação dos resíduos sólidos no país apresentam significativos problemas, que vão desde a grande lacuna temporal em que essas iniciativas são realizadas até algumas incoerências nos dados apresentados.

Esses problemas ficam mais evidentes, ainda, ao se analisar os dados relacionados aos resíduos sólidos industriais, devido à ausência de informações precisas sobre as quantidades, os tipos e os destinos dos resíduos gerados no parque industrial do país. Os levantamentos (inventários, diagnósticos, etc.) sobre esse tipo de resíduo, quando existentes, são pontuais e esparsos. O único controle específico que se tem sobre a geração desses resíduos se dá como parte integrante do processo de licenciamento ambiental, através do preenchimento de planilhas pelos próprios geradores (indústrias), não havendo, em muitos casos, uma efetiva fiscalização dos órgãos competentes.

Apesar desses limitantes, os dados apontam que o Brasil parece caminhar para uma melhora na gestão dos seus resíduos sólidos. A começar pelos serviços de coleta e destinação final, bem como de limpeza pública, que em 2008, segundo a PNSB, atingiram a totalidade dos municípios brasileiros. Infelizmente, os vazadouros a céu aberto (lixões) ainda são o destino final dos resíduos sólidos em metade dos municípios do país. Realidade, também, dos resíduos da saúde, dos oriundos da construção e demolição e dos provenientes da atividade industrial, cuja disposição final só poderia se dar em locais projetados especificamente para o recebimento desses tipos de resíduos, tendo em vista o seu potencial de contaminação. O Rio Grande do Sul, particularmente quanto à destinação dos seus RSI, foge à regra nacional, já que destina grande parte desses resíduos a aterros ou centrais construídos especificamente para esse fim.

Todas essas questões que permeiam a gestão dos resíduos sólidos têm suscitado uma série de discussões, tanto em nível local como no global, resultando num consenso de que não é mais possível trabalhar o tema de forma compartimentada. Estratégias, ações e procedimentos devem ser estabelecidos, visando ao consumo responsável, à minimização da geração de resíduos e à promoção do trabalho dentro de princípios que

orientem para um gerenciamento adequado e sustentável, com a participação dos diversos segmentos da sociedade de forma articulada provendo, assim, a gestão integrada dos resíduos sólidos.

O município de Osório/RS parece estar no caminho da gestão integrada dos seus resíduos sólidos. Apesar da diversidade de programas e projetos sobre a temática, a municipalidade tem trabalhado para a unificação dos mesmos. E vai além da sua responsabilidade legal restrita à gestão dos resíduos sólidos urbanos, ao apresentar soluções para os resíduos oriundos da construção e demolição, de pneumáticos, da suinocultura, das lâmpadas fluorescentes, das pilhas e baterias e das embalagens de agrotóxico. Infelizmente, nenhuma iniciativa envolve os resíduos provenientes das atividades industriais, daí a plena justificativa da realização do presente estudo e da contribuição técnico-científica que o conhecimento geográfico pode aportar nesse tema.

Especificamente, quanto à realidade encontrada no tocante à gestão dos resíduos industriais, de produção considerável no município (sobretudo os de classe II – não perigosos), comprovou-se ser essa bastante preocupante. Problemas foram constatados em basicamente todas as fases de gerenciamento desse tipo de resíduo (coleta, transporte e destinação e/ou disposição final), particularmente, nas empresas cujo licenciamento ambiental se deu localmente.

Nessas empresas, verificou-se desde a dificuldade em classificar os resíduos gerados (se perigosos ou não perigosos), resultando no acondicionamento e transporte indiscriminado dos mesmos, até em preencher as tabelas de controle de resíduos gerados, exigidas no processo de licenciamento pelo órgão ambiental. Aliás, controle esse que se mostrou falho por parte do órgão ambiental do município, uma vez que nem todas as indústrias licenciadas e com a obrigatoriedade de apresentar semestralmente as planilhas de registros de resíduos gerados o haviam feito.

Neste sentido, avalia-se criticamente que essas constatações feitas no decorrer da pesquisa demonstram, ainda, a ineficiência das ações do poder público no que se refere à única obrigação legal que lhe é exigida no tocante a esse tipo de resíduo, ou seja, a de estabelecer mecanismos de controle e fiscalização. Contrariando, inclusive, um dos objetivos relativos à política de resíduos sólidos elencados no seu Plano Diretor, o de controlar a disposição inadequada de resíduos pela educação ambiental, a oferta de instalações para disposição de resíduos sólidos e a fiscalização efetiva.

Também, foram identificados problemas quanto à destinação e/ou disposição dos RSI no município quando realizadas as visitas nas indústrias, em alguns casos até

permitidos pelo próprio poder público ao disponibilizar área (Horto Florestal Municipal) sem as devidas medidas de proteção ambiental, nem licenciada para tal fim. O ente público alega que age dessa forma por entender que se trata de pequeno volume gerado desses resíduos, e que não compensa financeiramente tais indústrias destinarem para aterros ou centrais especiais, somada a isso a ausência de local apropriado dentro do município para tais ações.

Contudo, independente da quantidade gerada desses resíduos, pelas suas prováveis características (potencialmente perigosos, devido a problemas no enquadramento e classificação na fonte geradora), pressupõe procedimentos operacionais a serem exercidos pelo poder público municipal, diferentes daqueles necessários para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. No mínimo, a avaliação de compatibilidade e de aceitabilidade de resíduos deve ser considerada ao se tratar de resíduos sólidos industriais. Além disso, em hipótese alguma esse tipo de resíduo (aliás, qualquer que seja a natureza do resíduo!) deve ser disposto diretamente sobre o solo sem a existência de sistemas de controle operacional adequado que evite a contaminação do meio. Tais fatos só reforçaram a necessidade de se buscar áreas aptas para aterro industrial no município de Osório/RS, sendo este o objetivo geral desse estudo.

A complexidade intrínseca desse tipo de análise, isto é, da seleção de áreas para aterro de resíduos sólidos, vem sendo minimizada com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Trata-se de ferramenta extremamente útil, ágil e capaz de combinar uma variedade de critérios para a discriminação de áreas potenciais para a implantação de aterros de resíduos sólidos em geral e, especialmente, os industriais. Nesse sentido, o método de inferência espacial (análise multicritério) utilizado no presente trabalho demonstrou capacidade de agregar e avaliar os critérios (sociais e do meio) escolhidos a partir das diretrizes da FEPAM, tanto os qualitativos (tipos de solos e unidades geológicas) como os quantitativos (declividades, distâncias da rede de drenagem, do sistema viário e das manchas urbanas).

A análise multicriterial, ao integrar as operações da lógica booleana (para a exclusão de regiões absolutamente inadequadas) às da lógica fuzzy (para avaliação de graus contínuos de aptidão), aliadas à rotina de suporte à decisão AHP (comparação pareada dos fatores em relação ao grau de importância relativa entre eles), possibilitou alcançar como resultado final um mapa que indica a **distribuição contínua da aptidão para a instalação de aterro de resíduos sólidos industriais no município de**

Osório/RS. Cada pixel que compõe essa superfície representa o escore obtido através da combinação de todos os fatores e os pesos atribuídos a eles na análise conjunta, excluídas as restrições absolutas.

Tal produto permite não só identificar quais são as áreas aptas, mas quais dentre essas possuem maior aptidão para a instalação de aterros de resíduos sólidos industriais (RSI). Além disso, também mostra quais os locais menos aptos ou com restrição de receberem esse tipo de empreendimento. O que comprovou a eficiência do método na identificação de alternativas locais mais e menos adequadas à disposição de resíduos sólidos industriais, permitindo restringir as decisões nas áreas com maior aptidão para esse fim.

Contatou-se a partir do mapa final que existem áreas passíveis de receberem aterros de RSI no município, no entanto o seu potencial para tal fim não é muito alto, tendo em vista que o maior escore de aptidão ponderado alcançado (0,60), localizado na porção centro-sul do município, distanciou-se da condição ideal (1). Principalmente, em função das características naturais encontradas no município, localizado em planície predominantemente arenosa entremeada por um rosário de lagoas conectadas entre si, que desembocam no mar através dos canais fluviais que drenam a área costeira.

Ao comparar esse produto ao Plano Diretor do município verificou-se que as áreas de melhor aptidão localizam-se sobre uma zona onde estão ou serão implantados equipamentos especiais do tipo parques eólicos. Não há, porém, objeção explícita por parte desse instrumento legal, quanto à instalação de aterro de resíduos sólidos (sanitário ou industrial) nessas áreas. Somente vincula a apresentação de projeto específico, a ser analisado em processo de licenciamento ambiental. Essas são as áreas que segundo as avaliações preliminares executadas nesse trabalho, merecem estudo detalhado numa eventual implantação futura de aterros de resíduos sólidos no município de Osório.

Enfim, consideradas as limitações das escalas adotadas (1:50.000 e 1:100.000) que não são as ideais quando se trata de mapeamentos em nível de município, bem como a redução das análises a determinados critérios e diretrizes (que mesmo assim se mostraram eficazes na busca pela aptidão de áreas para aterro de resíduos), o mapa final produzido pode ser utilizado para fins de planejamento e gestão ambiental. Tal documento possui caráter orientativo na escolha de áreas com sensíveis ganhos de tempo e racionalização de recursos financeiros, proporcionando àqueles que devem

realizar a tomada de decisão, auxílio nas análises preliminares de locais para instalação de aterros de resíduos sólidos.

É importante que se diga que esse estudo não se limita à identificação de áreas para implantação de aterros exclusivamente industriais, uma vez que os critérios adotados são semelhantes aos utilizados na escolha de áreas para aterros sanitários. Aqueles diferenciam-se destes quanto à exigência de elementos adicionais de proteção ambiental, como um maior distanciamento do lençol freático, particularmente os aterros perigosos. Ressalta-se que esses dados referentes à profundidade do nível do lençol freático não foram considerados nessa análise preliminar, ficando como uma obrigatoriedade, no momento da escolha final da área em que será implementado o aterro, o detalhamento geotécnico e hidrogeológico nos sítios dentre os apontados no mapa final de aptidão do presente trabalho. Detalhamento esse que será fundamental na definição do tipo de aterro a ser implementado - industrial, sanitário ou a co-disposição de ambos. Essa última opção revela-se talvez a mais indicada no caso do município de Osório/RS, já que resolveria tanto a problemática da reduzida vida útil do aterro sanitário em operação, quanto à ausência de local adequado para a recepção de resíduos de origem industrial. Cabe lembrar que, segundo a legislação estadual (Resolução CONSEMA nº 073/2004), o recebimento de resíduos sólidos industriais em áreas de empreendimentos caracterizados como Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos somente poderão ser objeto de licenciamento ambiental quando feito em células específicas.

Por fim, o presente estudo não teve a pretensão de esgotar o assunto referente à escolha de áreas para instalação de aterros de resíduos sólidos industriais no município de Osório, mas de gerar como produto a indicação de áreas potenciais para esse fim. Assim como apresentar metodologia e técnicas detalhadas na perspectiva da análise geográfica, que possam subsidiar tecnicamente outros municípios na busca por áreas mais adequadas para a implantação de seus próprios aterros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10157**: Aterros de Resíduos Perigosos – Critérios para Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 13896**: Aterro de resíduos não-perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABRELPE. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007**. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/panorama_2007.php>. Acesso em: 20 jan. de 2009.

_____. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil 2003**. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/arquivos/panrma2003.pdf>>. Acesso em: 20 jan. de 2009.

_____. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil 2009**. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/panorama_2009.php>. Acesso em: 15 jul. de 2010.

ALVES, O. A. **Tutorial Criando Mapa de Declividade a partir de dados SRTM**. Disponível em <www.comunidadespring.com.br>. Acesso em: 12 nov. de 2010.

ARGENTO, M. S.F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 368.

BIDONE, F. R. A.; POLVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 248p.

BRAGA, M. C. B.. Gestão de Resíduos Sólidos para a Sustentabilidade. In: POLETO, C. (Org). **Introdução ao Gerenciamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010, p. 269-336.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 2 out. de 2007.

_____. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 4 jul. de 2010.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 19 set. de 2009.

_____. **Resolução CONAMA nº. 313, de 29 de outubro de 2002**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>> Acesso em: 30 nov. de 2009.

_____. **Resolução CONAMA 275, de 25 de abril de 2001**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>> Acesso em: 15 abr. de 2010.

BROLLO, M. J. **Metodologia Automatizada para Seleção de Áreas para Disposição de Resíduos Sólidos**. Aplicação na Região Metropolitana de Campinas (SP). Tese (Doutorado em Saúde Pública). Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Saúde Pública (FSP) - Área de Concentração em Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em <http://www.teses.usp.br>. Acesso em janeiro de 2009.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa – CPAC, 1998. 2. ed.

CAMARGO, A. O. ... [et al.]. **Atlas Eólico: Rio Grande do Sul**. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. Porto Alegre: SEMC, 2002. 70 p.

CARVALHO, D. D. (a) **Gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais.** Disponível em http://www.eq.ufrj.br/graduacao/aulas/eqb481_denizedias/aulaema1.pdf. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. Acesso em fevereiro de 2009.

CARVALHO, D. D. (b) **Disposição Final.** Disponível em http://www.eq.ufrj.br/graduacao/aulas/eqb481_denizedias/aterro.pdf. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. Acesso em fevereiro de 2009.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE. **Agenda 21.**
^a
3 ed. Brasília: Senado Federal, 2000.

CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AIGUA, URBANISME I HABITATGE.
Directrices. Disponível em http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/pir/directiva_general/revpir10.html.
Acesso em: 13 fev. de 2009.

DOMINGOS, C. S. **Geoprocessamento na Escolha de Sistemas Ambientais para Aterros Sanitários na Região Metropolitana de Fortaleza – CE.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp053924.pdf>. Acesso em: 25 jan. de 2009.

EASTMAN, J. R. **Idrisi guide to GIS and image processing.** Worcester, USA: Clark Labs, Clark University, 2001. v.2, 151p.

EPA. **MSW Landfill Criteria Technical Manual.** Disponível em <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/landfill/techman/index.htm>. Acesso em: 15 fev. de 2009.

_____. **Landfills.** Disponível em <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/landfill.htm>. Acesso em: 9 fev. de 2009.

FEE. Plano Integrado para o Desenvolvimento do Litoral Norte. **Adequação de Uso do Solo: pedologia, capacidade e uso atual do solo.** Porto Alegre: FEE, 1980. V.4, t2. 238p.

FEPAM. **Relatório Sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul 2003.** Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br>. Acesso em: 13 mar. de 2009.

_____. **Diretrizes Ambientais para o desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte.** Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental - n°1. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/zee>. Acesso em: 23 mar. de 2009.

_____. **Diretrizes e Critérios Gerais para a Seleção de Áreas para a Implantação de Centrais de Resíduos Sólidos Industriais com Disposição Final (Aterro) - CRSI.** Trabalho não publicado.

FERRARO, L. W.. [et al.]. **Método para a seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso para o município de Pelotas, RS.** Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental - n°3. Porto Alegre: FEPAM, 2003.

FERREIRA, J. A. Resíduos Sólidos: Perspectivas Atuais. In: SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. (Orgs). **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar.** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. 142p

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; STROHAECKER, T. M.; KUNST, A. V.; FERREIRA, A. H. **Uso e Ocupação do Uso no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil.** X

Encontro de Geógrafos da América. **Anais...** São Paulo/SP, 2005. Disponível em <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Usode recursos/17.pdf>>. Acesso em: 3 dez. de 2010.

GUERRA, A.J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Impactos Ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 416p.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 26 ago. de 2008.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB 2008.pdf>>. Acesso em: 10 nov. de 2010.

_____. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SH:22 Porto Alegre e Parte das Folhas SH.11 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1986. 790 p. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 33).

INPE. **Sistema de ajuda on-line do SPRING 5.1.5**. São José dos Campos: INPE, 2006.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Curso Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/9349.pdf>>. Acesso em: 9 jul. de 2010.

KLAMT, E.; KAMPF, N.; SCHNEIDER, P.; ARAÚJO, J.; SANTOS, M.C.L.. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos do Litoral Norte, RS**. Porto Alegre: FEE-RS, 1978. 238 p. (Plano Integrado para o Desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Adequação do Uso do Solo, v.4)

KOUAME K. J.; DEH S. K.; ANANI A. T.; JOURDA J. P.; BIEMI J. **Gestion des déchets solides dans le District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire): Apports d'un SIG et des méthodes d'analyse multicritère. SIG 2007: Conférence Francophone ESRI**, Versailles, 10-11 outubro de 2007. Disponível em http://www.esrifrance.fr/SIG2007/cocody_kouame.htm>. Acesso em: 4 jan. de 2009.

LINO, I. C. **Seleção de Áreas Para Implantação de Aterros Sanitários: Análise Comparativa de Métodos**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente - Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007. Disponível em http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brc/33004137036P9/2007/lino_ic_m_e_rcla.pdf>. Acesso em: 23 jan. de 2009.

MACHADO, J. L. F; FREITAS, A. M. **Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final**. Porto Alegre: CPRM, 2005. Disponível em <http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/hidrogeologico/RelatorioFinal.pdf>>. Acesso em: 10 jan. de 2009.

MARTÍNEZ-ALEGRÍA, R.; TABOADA, J.; ORDÓÑEZ, C.; LANAJA, J. M.. Análisis Multicriterio para la Selección de Emplazamientos de Vertederos de Residuos Sólidos en el Entorno de Valladolid. In: **Mapping Interactivo: Revista Internacional de Ciencias de la Tierra**, n° 60, marzo/abril de 2000. Disponível em http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=677>. Acesso em: 5 fev. de 2009.

MESQUITA Jr., J. M. **Gestão integrada de resíduos sólidos: Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2007**. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2009. Disponível em <http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. de 2010.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425 p.

MONTEIRO, J. H. P... [et al.]. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

NAIME, R.. **Gestão de Resíduos Sólidos: uma abordagem prática**. Novo Hamburgo: Feevale, 2005. 136p.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada à escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente – SP**. Tese (Doutorado em Geografia). Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002. Disponível em
<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bpp/33004129042P3/2002/nunes_jo_r_dr_prud.pdf>. Acesso em: 15 nov. de 2007.

NUNES, J. O. R.; SAMIZAVA, T. M.; IMAI, N. N.; KAIDA, R. H.; M, E. S. Contribuição do conhecimento geomorfológico para as análises em SIG: seleção de áreas para construção de aterro sanitário - Presidente Prudente – SP – Brasil. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. (Orgs). **Geomorfologia: Aplicação e Metodologias**. São Paulo: Expressão Popular – UNESP, 2008, p. 77-94.

OSÓRIO (a). **Plano Diretor do Município de Osório/RS**. Lei nº 3.902/2006, alterado pela Lei nº 4213/2008. Osório: Câmara Municipal de Vereadores de Osório. Disponível em <<http://www.osorio.rs.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. de 2009.

_____ (b). **Plano Ambiental Municipal de Osório/RS**. Osório: Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente, 2006. Disponível em <<http://www.osorio.rs.gov.br/web/upload/PIAmbOsorio.PDF>>. Acesso em: 3 nov. de 2008.

_____ (c). **Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde da Sociedade Beneficente São Vicente de Paulo - Osório/Rs – Agosto de 2006**. Disponível em <<http://www.osorio.rs.gov.br/>>. Acesso em: 12 jun de 2010.

PFLEGER, C. **Resíduos da indústria moveleira**. Disponível em <<http://gramadosite.com.br/economiaenegocios/artigos/cibele/id:15561>>. Acesso em: 19 jan. de 2011.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos: Problema ou Oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009, 158p.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 38.356, de 01 de abril de 1998**. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/leg0000000029.pdf>>. Acesso em: 16 jan. de 2011.

_____. **Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000**. Disponível em <<http://www.al.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

_____. **Resolução CONSEMA nº 073, 20 de agosto de 2004**. Disponível em <http://sema.rs.gov.br/sema/html/res_c073_2004.htm>. Acesso em: 19 ago. de 2009.

_____. **Resolução CONSEMA nº102, 24 de maio de 2005**. Disponível em <http://sema.rs.gov.br/sema/html/res_c102_2005.htm>. Acesso em: 22 mar. de 2009.

ROCCA, A. C. C.; IACOVONE, A. M. M. B.; BARROTTI, A. J... [et al.]. **Resíduos Sólidos Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

ROCHA, C.H.B.; FILHO, L. F. B.; SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para a implantação de aterros sanitários: o caso de Mangaratiba/RJ. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.) **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 259-299.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

ROSA, M. L. S.; FERRARO, L. M.; SARAIVA, M. R.M.. Distribuição Espacial das Centrais e Aterros de Resíduos sólidos industriais na Bacia do Guaíba. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Alegre/RS,

3-8 dezembro de 2000, ABES/RS, p. 1-8. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-084.pdf>>. Acesso em: 7 set. de 2008.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 2003. 84p.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. Disponível em <http://www.uc.pt/mhidro/edicoes_antigas/tratamento_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 23 dez. de 2008.

SAMIZAVA, T. M. **SIG aplicado à avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário: estudo de caso no município de Presidente Prudente – SP**. Monografia (Graduação em Ciências e Tecnologia). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2006.

SANTOS, P. R. A.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L.C.. Avaliação da Precisão Vertical dos Modelos SRTM para a Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 58/01, p. 101-107, 2006. Disponível em <http://www.rbc.ufrj.br/pdf_58_2006/58_01_11.pdf>. Acesso em: 18 jan. de 2011.

SAROLDI, M. J. L. A. **Termo de Ajustamento de Conduta na Gestão de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Ed. Lumen Júris, 2005. 187p.

SEHADUR/RS; METROPLAN/RS **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares nos Municípios do RS: Documento Preliminar 2008**. Disponível em <<http://www.habitacao.rs.gov.br/portal/index.php?acao=documentos&sessao=corsan&categoria=biblioteca&codsessao=2&codcategoria=2&codsubcategoria=39>>. Acesso em: 2 jul. de 2010.

SISINNO, C. L. S. **Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não-inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana**. Disponível em <<http://www.scielosp.org/pdf/csp/v19n2/15402.pdf>>. Acesso em: 6 fev. de 2009.

SISINNO, C. L. S. Resíduos Sólidos e Saúde Pública. In: SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. (Orgs). **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. 142p

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Urbanos e Industriais. In: SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. (Orgs). **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. 142p

STRECK, E. V. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107p.

TENÓRIO, A.; S. ESPINOSA, D. C.R. Controle Ambiental de Resíduos. In: Philipp Jr., A. et al. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2004. 1045p.

TOMAZELLI, L. J; VILLWOCK, J.A. Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras: o Exemplo da Costa do Rio Grande do Sul. **Gravel**. N°3, 2005, p.109-115. Disponível em <http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/3/CD/docs/Gravel_3_11.pdf>. Acesso em: 2 dez. de 2010.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756), 2004. 72p. Disponível em <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/SRTM/publicacao.pdf>>. Acesso em: 23 jan. de 2011.

_____. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII SBSR, Goiânia, 2005. **Anais**, 2005. Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>>. Acesso em: 5 jan. de 2011.

ZIGLIO, L. **A Convenção de Basiléia e o Destino dos Resíduos Industriais no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Programa de Pós-graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Presidente Prudente, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-17032006-171602/>>. Acesso em: 30 jan. de 2009.

WEBER, E.; HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina, 6. **Anais...** Salvador/BA, 2000.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. 2004. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2010.

ANEXO A

Fragmentos do Plano Diretor do Município de Osório/RS - Lei nº 3.902/2006, alterado pela Lei nº 4213/2008.

TÍTULO III- DA ESTRUTURAÇÃO URBANA **CAPÍTULO II- DO ZONEAMENTO AMBIENTAL**

Art. 16 – Para efeitos de planejamento, o Município de Osório fica subdividido nas seguintes Zonas que correspondem a parcelas do território com uso e ocupação com características comuns e às quais aplica-se o Regime Urbanístico apresentado nos anexos I e II.

A- ZONAS NÃO URBANAS: As zonas não urbanas dividem-se em:

I – Área de Proteção Ambiental 1 – APA 1 – esta situada na área de Mata Atlântica, e delimitada pela Lei Municipal nº 2.665/94, sendo permitido o uso turístico e recreacional de baixo impacto, com edificações de baixa altura e bastante esparsas, baixíssima densidade, devendo ser obedecido o Plano de Manejo da APA;

II - Área de Proteção Ambiental 2 – APA 2 – esta situada na área de Mata Atlântica, e delimitada pela Lei Municipal nº 2.665/94, sendo permitido o uso turístico e recreacional de baixo impacto, com edificações de baixa altura e bastante esparsas, baixíssima densidade, devendo ser obedecido o Plano de Manejo da APA;

III - Zona de Mata Atlântica – ZMA – é zona de Mata Atlântica compreendida fora dos limites das APA 1 e 2, sendo permitido o uso turístico e recreacional de baixo impacto e produção primária controlada, com edificações de baixa altura e bastante esparsas, baixíssima densidade;

IV – Setor de Lagoa 1 – SL1 – Área de Preservação Permanente das Lagoas – APP, faixa de 50 metros nas margens das lagoas a partir da cota de cheia máxima, exceto nas lagoas do Marcelino e área pública denominada “Prainha” existente na Lagoa do Peixoto;

V – Setor de Orla Marítima – SOM – Área de Preservação Permanente da Orla Marítima. Sem usos ou construções em conformidade com a legislação ambiental, densidade zero.

VI – Zona Rural 1 – ZR1 – Zonas rurais tradicionais. Produção agropecuária, extração mineral controlada e habitação vinculada. Edificações de baixa altura bastante esparsas. Baixíssima densidade.

VII – Zona Rural 2 – ZR2 – Zonas rurais tradicionais. Produção agropecuária, extração mineral controlada e habitação vinculada. Edificações de baixa altura bastante esparsas. Baixíssima densidade.

VIII – Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE – Unidade de Conservação Municipal. Habitação, usos turísticos e recreacionais de baixíssimo impacto. Edificações de baixa altura bastante esparsas. Baixíssima densidade.

IX – Equipamentos Especiais – EE – Área onde estão ou serão implantados os equipamentos e edificações estruturadoras do Município e da Região. Grande Porte, afastamento das urbanizações. Usos industriais, institucionais, produtivos e infraestruturais. Atividades exclusivas pré-determinadas.

B- ZONAS URBANAS: As zonas urbanas dividem-se em:

I – Zona Urbana Extensiva – ZUE – Compreendida entre as ZUSE B da RS 030 e BR 101, zonas intensivas da sede do município e balneários de Atlântida Sul e Marápolis, limitada pelos limites da ARIE e setores de lagoas 2 - SL2. Uso predominantemente residencial, recreacional, turístico e agrário. Glebas e lotes grandes. Edificações de baixa altura esparsas. Baixa densidade.

II – Setor de Lagoa 2 – SL2 – Área de Transição das APPs das Lagoas, faixa de 100 metros nas margens das lagoas a partir das Áreas de Preservação Permanente - APPs, exceto na lagoa do Marcelino. Sem parcelamento, apoio ao aproveitamento recreacional e turístico das lagoas, com uso restrito, baixíssima densidade;

III – Zona Urbana Semi-Extensiva A – ZUSE A – Zonas com núcleos e povoados consolidados. Uso predominantemente residencial, recreacional, turístico e agrário. Lotes grandes e médios. Edificações de baixa altura esparsas. Baixa densidade.

IV – Zona Urbana Semi-Extensiva B – ZUSE B – Zonas com urbanizações lineares ao longo dos eixos rodoviários, faixa de 400 metros de largura a partir do eixo da rodovia, podendo ter variações de acordo com cotas ou inclinações de morros e da presença de corpos hídricos e banhados. Uso residencial, comercial, industrial, recreacional, turístico e agrário. Lotes grandes e médios. Edificações de baixa altura esparsas. Baixa densidade.

V – Setor Especial da Auto-Estrada – SEAE – Zonas com urbanização consolidada ao longo dos eixos rodoviários das BRs 101/290 e RS 030. Uso residencial e misto diversificado. Lotes médios e pequenos. Edificações de baixa altura. Densidade média-baixa.

VI – Setor Central – SC – O setor central é formado pela Avenida Getúlio Vargas (trecho entre a RS 030 e a Rua Sete de Setembro) e pelo perímetro delimitado pela Avenida Getúlio Vargas, Rua João Sarmiento, Avenida Jorge Dariva e Rua Sete de Setembro, sendo que na Rua Sete de Setembro e Avenida Getúlio Vargas, o mesmo pode se estender até 50 metros ou metade do quarteirão (o menor), medidas a partir do alinhamento. Definido pelo Centro principal da Sede do Município. Urbanidade e animação. Uso residencial e misto diversificado. Lotes médios e pequenos. Verticalização e compactação das edificações. Densidade alta.

VII – Eixo Comercial 1 – EC1 – É formado pela Rua Costa Gama (trecho entre a RS 030 e Avenida Brasil), Rua Major João Marques (trecho entre a Rua Costa Gama e o setor central), Rua Santos Dumont (trecho entre a Rua Costa Gama e o setor central) e a Rua João Sarmiento (trecho entre a Rua Costa Gama e o prolongamento da Avenida Jorge Dariva), sendo seus regimes aplicados aos dois lados do eixo viários, limitados a uma profundidade de 50 metros ou metade do quarteirão (o menor), medidas a partir do alinhamento. Zonas Urbanas intensivas vinculadas aos logradouros estruturadores. Urbanidade e animação controlada. Uso residencial e misto diversificados. Lotes médios e pequenos. Com relativa verticalização e compactação das edificações. Densidade média-alta.

VIII – Eixo Comercial 2 – EC2 – (alterado pela Lei 4.213/2008) (alteração) - É formado pela projeção da Avenida Marcílio Dias (em toda sua extensão, inclusive sua projeção até a RS 030); Avenida Brasil (trecho entre as ruas Voluntários da Pátria e Marcílio Dias), Rua Ildefonso Simões Lopes (Trecho entre a Rua da Lagoa até a Rua Independência); Rua Independência (Trecho entre as Ruas General Osório e Ildefonso Simões Lopes); Rua General Osório (Trecho entre a Rua Santos Dumont e a RS 030); Rua José Vieira de Souza em toda a sua extensão); Rua Sete de Setembro (Trecho entre a RS 389- Estrada do Mar e o limite do Setor Central) Rua Santos Dumont (trecho entre a RS 389-Estrada do Mar e a Rua Costa Gama) e a Rua Garibaldi (trecho entre a RS 030 e a Rua Reduzino Pacheco), Rua Reduzino Pacheco (trecho entre a Avenida Ildefonso Simões Lopes e o setor central) e a Rua João Sarmiento (trecho entre a Rua Costa Gama e a Rua Marcílio Dias), sendo seus regimes aplicados aos dois lados dos

eixos viários, limitados a uma profundidade de 50 metros ou metade do quarteirão (o menor), medidos a partir do alinhamento. Zonas urbanas intensivas vinculadas aos logradouros estruturadores. Urbanidade e animação controlada. Uso residencial e misto diversificado. Lotes médios e pequenos. Com relativa verticalização e compactação das edificações. Densidade média-alta.

IX – Eixo Comercial 3 – EC3 – É formado pela Avenida A (trecho entre a RS 786 até a Avenida Paraguassu), Avenida Saquarema (trecho entre a RS 389 até a Avenida Paraguassu), Avenida Brasil e seu prolongamento (trecho entre a RS 389 até a Avenida Paraguassu), Avenida Paraguassu e seu prolongamento (trecho entre a divisa com o município de Xangri-lá, até avenida A), sendo seus regimes aplicados aos dois lados dos eixos viários, limitados a uma profundidade de 50 metros ou metade do quarteirão (o menor), medidos a partir do alinhamento. Zonas urbanas intensivas vinculadas aos logradouros estruturadores. Urbanidade e animação controlada. Uso residencial e misto diversificado. Lotes médios. Edificações de baixa altura. Densidade média.

X – Eixo Comercial 4 – EC4 – É formado pela Avenida A (trecho entre a Avenida Paraguassu e a Avenida Beira Mar), Avenida Saquarema (trecho entre a Avenida Paraguassu até a Avenida Beira-Mar), Avenida Brasil (trecho entre a Avenida Paraguassu e a Avenida Beira-Mar), Avenida Beira-Mar e seu prolongamento – lado Oeste (trecho entre a Avenida Conceição do Arroio e a divisa com o loteamento de Atlântida Sul; trecho entre a rua Arpoador e a Avenida Leme; trecho entre rua Araruama até a divisa com o município de Imbé), sendo seus regimes aplicados aos dois lados dos eixos viários, limitados a uma profundidade de 50 metros ou metade do quarteirão (o menor), medidos a partir do alinhamento. Zonas urbanas intensivas vinculadas aos logradouros estruturadores. Urbanidade e animação controlada. Uso residencial e misto diversificado. Lotes médios. Edificações de baixa altura. Densidade média-baixa.

XI – Áreas Especiais de Interesse Social – AEIS – São três áreas: a primeira ao longo da Rua Tolentino Gonçalves, lado Sul, até o limite da área do aeroclube (trecho entre a Avenida Marcílio Dias e a Rua José Vieira de Souza). A segunda é delimitada pelo perímetro formado pela Rua Jose Vieira de Souza, Avenida Marcílio Dias, limite de área de propriedade do Município e a Estrada do Mar (RS 389) e a terceira é o chamado Loteamento Popular, localizado entre área de propriedade do Sindicato Rural de Osório, área do Horto Florestal Municipal e área de propriedade de Osvaldo Bastos Filho. Áreas destinadas prioritariamente à habitação popular. Uso residencial e misto de baixo

impacto. Flexibilidade das normas de ocupação e parcelamento do solo, viabilizando processos de regularização fundiária e implantação de projetos habitacionais. Densidade média.

XII – Setor de Lagoa Especial – Faixa de 50 metros nas margens das lagoas do Marcelino. Será executado projeto específico para a recuperação e preservação dessas Lagoas;

XIII – Setor de Lagoa 3 – Delimitado pela rua Marechal Floriano (e seguindo seu prolongamento até a Lagoa do Peixoto), rua Mario Silveira, rua da Lagoa, Estrada Municipal OS-20, e estrada Municipal do Caconde (até o início do canal de ligação das Lagoas Peixoto e Pinguela). Margens das Lagoas do Marcelino e Peixoto. Área de Transição das APPs das Lagoas do Marcelino e Peixoto para as zonas intensivas da sede. Usos residenciais, comerciais, recreacionais, turísticos e agrários. Lotes médios, com edificações de baixa altura. Densidade média-baixa;

XIV – Setor Residencial 1 – SR1 – Delimitado pelo perímetro formado pela RS 030, RS 389 (Estrada do Mar), área do aeroclube, avenida Marcílio Dias, rua Tolentino Gonçalves, rua Jose Vieira de Souza, Avenida Marcílio Dias, OS-20, rua da Lagoa, avenida Brasil, rua Mario Silveira, rua Jorge Dariva, rua João Sarmento e rua Garibaldi, excluindo-se as vias dos eixos comerciais 1 e 2 que situam-se no perímetro descrito. Zonas dedicadas prioritariamente a habitação. Uso residencial e misto de baixíssimo impacto. Lotes médios e pequenos. Edificações de baixa altura. Densidade média.

XV – Setor Residencial 2 – SR2 – Delimitado pelo perímetro formado pelas ruas Costa Gama, João Sarmento, prolongamento da avenida Jorge Dariva, rua Jorge Dariva, rua Joanim Gamba, BRs 101/290, rodovia de acesso a BR 290, área do Loteamento da Sr^a Cecília Arboite e RS 030, excluindo-se o setor central e vias dos eixos comerciais 1 e 2 que situam-se no perímetro descrito. Zonas dedicadas prioritariamente a habitação. Uso residencial e misto de baixíssimo impacto. Lotes médios e pequenos. Edificações de baixa altura. Densidade média.

XVI – Setor Residencial 3 – SR3 – Delimitado pelo perímetro formado pela RS 389 (Estrada do Mar), divisa do Município de Osório com o Município de Imbé, setor de orla marítima e divisa do Município de Osório com o Município de Xangri-lá, excluindo-se as vias dos eixos comerciais 3 e 4. Zonas dedicadas prioritariamente a habitação. Uso residencial e misto de baixíssimo impacto. Lotes médios e pequenos. Edificações de baixa altura. Densidade baixa.

TÍTULO V - DO PLANO REGULADOR

Art. 129 – O Plano Regulador é o instrumento para a execução da Estratégia de Uso do Solo Privado do Município de Osório, cujos objetivos são disciplinar e ordenar a ocupação do solo privado, através dos instrumentos de regulação que definem a distribuição espacial das atividades, a densificação e a configuração da paisagem urbana no que se refere à edificação e ao parcelamento do solo.

CAPÍTULO II – DA CLASSIFICAÇÃO DOS USOS URBANOS

Art. 131 - Para efeito desta Lei, ficam instituídas as seguintes categorias de uso:

(alterado pela Lei 4.213/2008)

GRUPO 1 – G1 – Habitação

- 1.1. Residências unifamiliares isoladas
- 1.2. Residências agrupadas horizontalmente
- 1.3. Residências multifamiliares
- 1.4. Habitações coletivas de permanência prolongada (asilos, internatos, casas de repouso)
- 1.5. Conjuntos habitacionais edificados em quarteirões resultantes de parcelamento do solo para fins urbanos
- 1.6. Condomínios residenciais por unidades autônomas
- 1.7. Habitações para zeladoria

GRUPO 2 – G2 – Comércio e Serviços Perigosos

- 2.1. Depósitos de explosivos.
- 2.2. Depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP) em área superior a 100 m²
- 2.3. Depósitos de produtos tóxicos ou inflamáveis em área construída superior a 100 m²
- 2.4. Empresas de dedetização, desinfecção, aplicação de Sinteko e pintura de móveis

GRUPO 3 – G3 – Comércio e Serviços Geradores de Ruídos

- 3.1. Carpintarias ou marcenarias
- 3.2. Serralharias
- 3.3. Oficinas mecânicas
- 3.4. Serrarias
- 3.5. Funilarias

GRUPO 4 – G4 – Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos

- 4.1. Salões de baile e de festas
- 4.2. Clubes noturnos, discotecas e boates
- 4.3. Bilhares e boliches

GRUPO 5 – G5 – Comércio e Serviços Geradores de Tráfego Pesado

- 5.1. Agências e garagens de Cias. transportadoras, de mudanças e outras que operem com frotas de caminhões
- 5.2. Postos de abastecimento de veículos com bomba diesel
- 5.3. Entrepostos, depósitos, armazéns de estocagem de matérias-primas, estabelecimentos atacadistas ou varejistas de materiais grosseiros, tais como: insumos para agricultura e pecuária
- 5.4. Comércio ou aluguel de veículos pesados ou máquinas de grande porte
- 5.5. Comércio de produtos agropecuários

GRUPO 6 – G6 – Comércio e Serviços Diversificados

- 6.1. Comércio de abastecimento da habitação
- 6.2. Comércio varejista sem tráfego pesado nem geração de ruído
- 6.3. Serviços profissionais
- 6.4. Serviços pessoais
- 6.5. Serviços de manutenção sem tráfego pesado nem geração de ruído
- 6.6. Serviços de comunicação
- 6.7. Serviços financeiros administrativos
- 6.8. Serviços de segurança sem tráfego pesado nem geração de ruído
- 6.9. Serviços de saúde
- 6.10. Serviços educacionais e culturais
- 6.11. Postos de abastecimento de veículos
- 6.12. Feiras livres - fixas

GRUPO 7 – G7 – Recreacional e Turístico

- 7.1. Hotéis
- 7.2. Motéis
- 7.3. Hotéis fazenda e “spas”
- 7.4. Pousadas
- 7.5. Sítios de lazer
- 7.6. Campings

7.7. Restaurantes

7.8. Clubes de campo e congêneres

7.9. Associações recreativas, esportivas e de lazer

7.10. Mirantes, teleférico e instalações vinculadas

7.11. Atividades educacionais e científicas relacionadas à proteção da flora, da fauna e paisagem

GRUPO 8 – G8 – Uso Especial

8.1. Cemitérios

8.2. Capelas mortuárias, crematórios e funerárias

8.3. Terminais de transporte rodoviário coletivo

8.4. Bombeiros e quartéis

8.5. Presídios, albergues para presidiários e instituições para menores

8.6. Hospitais, prontos-socorros e sanatórios

8.7. Estádios e ginásios

8.8. Aterros sanitários

8.9. Terminal de combustíveis (Petrobrás)

8.10. Estação de tratamento de esgotos

8.11. Parques eólicos

GRUPO 9 – G9 – Indústria

9.1. Baixo potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.2. Médio potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.3. Alto potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.4. Agroindústria Baixo potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.5. Agroindústria Médio potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.6. Agroindústria Alto potencial poluidor (conforme tabela ANEXA)

9.7. Artesanato

GRUPO 10 – G10 – Agropecuária

10.1. Agropecuária sustentável / Florestamento com espécies nativas

10.2. Habitação vinculada à atividade agropecuária

GRUPO 11 – G11 – Mineração

11.1. Extração controlada

Atividades com Estudo de Viabilidade obrigatório (mesmo quando permitidas no Quadro de Regimes Urbanísticos 2)

- Restaurante com área superior a 200m²;

- Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos;
- Centro comercial e *shopping Center*;
- Supermercado e hortomercado;
- Centro cultural;
- Clubes, associações recreativas, esportivas e de lazer;
- Comércio atacadista e depósitos com área superior a 2.000 m²;
- Comércio varejista e serviços com área superior a 2.500 m²;
- Estabelecimentos de ensino formal e informal; 1º, 2º e 3º graus; creches, escolas maternas, centro de cuidados, jardim de infância ou pré-escolar;
- Depósitos e revendas de gás;
- Equipamentos públicos, administrativos e segurança pública;
- Equipamentos de saúde (hospitais, asilos e clínicas para repouso e geriatria);
- Estações de radiodifusão, telefonia e televisão;
- Garagem comercial para mais de 100 carros;
- Garagens de veículos pesados;
- Templos, igrejas e locais de culto;
- Indústria e agroindústria com médio e alto potencial poluidor;
- Postos de abastecimento de veículos;
- Equipamentos especiais de lazer; autódromos; estádios; hipódromos; local para camping e velódromos;
- Instalação de Antenas receptoras e/ou transmissoras com mais de 10 metros de altura;
- Grupo 3 – G3 – Comércio e serviços geradores de ruídos.

Atividades existentes indesejadas nas áreas urbanas Intensivas (sujeitas a prazo para desativação).

- Albergue penal;
- Matadouro;
- Cemitério.

(acréscimo pela Lei 4.213/2008)

§ 1º - Os empreendimentos que não se enquadram em índices e/ou zoneamento estabelecidos, mas que sejam **comprovadamente de interesse público**, poderão ser **tratados como excepcionalidade**. E, para serem aprovados, deverão, anteriormente,

obter aprovação do Prefeito Municipal, do Órgão Técnico do Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal - PDDM, do Conselho do PDDM, da população em audiência pública e da Câmara de Vereadores.

§ 2º - Análises que podem ser exigidas no Estudo de viabilidade obrigatório e nos casos de excepcionalidade:

- Adensamento Populacional;
- Uso e ocupação do solo;
- Valorização imobiliária;
- Geração de tráfego e demanda por transporte público;
- Geração de ruídos;
- Geração de resíduos;
- Ventilação e insolação;
- Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

ANEXO B

ANEXO II - Quadro de Regimes Urbanísticos 2											
ATIVIDADES											
ZONAS NÃO URBANAS - Usos Permitidos (conforme artigo 129)											
APA 1 área de proteção ambiental	1.1 ¹	-	-	-	-	6.1 ¹	G7 ¹	-	9.4 ¹	G10 ¹	-
APA 2 área de proteção ambiental	1.1 ¹	-	-	-	-	6.1 ¹	G7 ¹	-	9.4 ¹	G10 ¹	-
ZMA zona de mata atlântica	1.1	-	-	-	5.3	6.1 / 6.2 6.3 / 6.4	G7	-	9.4 / 9.7	G10	-
SL1 setor das lagoas 1	APP - Área de Preservação Permanente										
SOM setor da orla marítima	APP - Área de Preservação Permanente, conforme Projeto Orla										
ZR1 zona rural 1	1.1	-	-	-	-	-	7.3 / 7.5 / 7.8 7.11	-	9.4 / 9.5 / 9.7	G10	G11
ZR2 zona rural 2	1.1	-	-	-	-	-	7.3 / 7.5 / 7.8 7.11	-	9.4 / 9.5 / 9.7	G10	G11
ARIE área de relevante interesse ecológico	1.1 ¹	-	-	-	-	-	7.10 ¹ / 7.11 ¹	-	-	G10 ¹	-
EE equipamentos especiais	Conforme projeto específico, sob análise de viabilidade										
ZONAS URBANAS – Usos Permitidos (conforme artigo 129)											
ZUE zona urbana extensiva	G1	-	G3	G4	5.3 / 5.5	G6	G7	8.1 / 8.2 / 8.3 8.4 / 8.6 / 8.7	9.1 / 9.2 / 9.4 9.5	G10	-
SL2 setor das lagoas 2	-	-	-	-	-	-	G7	-	-	-	-

Fonte: Plano Diretor – Lei n° 3.902/2006, alterado pela Lei n° 4213/2008.

ZUSE A - núcleos zona urbana semi-extensiva	G1	-	G3	G4	G5	G6	G7	8.1/8.2/8.7	9.1/9.4/9.7	G10	-
ZUSE B - eixos zona urbana semi-extensiva	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	8.1/8.2/8.3 8.4/8.6/8.7	G9	G10	G11
SC setor central	G1	-	-	-	5.2/5.5	G6	7.1/7.4/7.7	-	9.1/9.4/9.7	-	-
EC1 eixos centrais 1	G1	-	3.1/3.2 3.3/3.5	G4	5.2/5.3 5.5	G6	7.1/7.4/7.7 7.9	8.3/8.4/8.6 8.7	9.1/9.4/9.7	-	-
EC2 eixos centrais 2	G1	-	3.1/3.2 3.3/3.5	G4	G5	G6	7.1/7.4/7.7 7.9	8.3/8.4/8.6 8.7	9.1/9.4/9.7	-	-
EC3 eixos centrais 3	G1	-	G3	G4	G5	G6	G7	8.3/8.4/8.6 8.7	9.1/9.4/9.7	-	-
EC4 eixos centrais 4	G1	-	-	-	-	G6	7.1/7.2/7.4 7.7/7.9	8.3	9.7	-	-
SL3 setor das lagoas 3	G1	-	-	-	-	-	G7	-	9.1/9.4/9.7	G10	-
SR1 setor residencial 1	G1	-	-	-	-	G6	-	-	9.1/9.4/9.7	-	-
SR2 setor residencial 2	G1	-	G3	-	-	G6	7.1/7.2/7.4 7.7/7.9	8.4	9.1/9.4/9.7	-	-
SR3 setor residencial 3	G1	-	-	-	-	G6	-	8.4/8.7	-	-	-
SEAE setor especial auto-estrada	G1	-	G3	G4	-	G6	G7	8.4	9.1/9.4	G10	-
AEIS área especial de interesse social	G1	-	G3	G4	-	G6	G7	8.4	9.1/9.4	G10	-

¹ Obedecendo ao definido no Plano de Manejo.

Fonte: Plano Diretor – Lei n° 3.902/2006, alterado pela Lei n° 4213/200

