Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II
Ministério do Meio Ambiente
Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM
Secretaria do Meio Ambiente

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 nº3

Projeto Integrado de
Aprimoramento do Licenciamento e
Do Sistema de Informações
Ambientais do RS – PNMA II

EQUIPE TÉCNICA

FEPAM
Geógr. Lilian Waquil Ferraro
Serviço de Geoprocessamento

Arq. Luciana Petry Anele
Serviço da Região do Litoral

Geól. Mattos'Alem Roxo
Divisão de Saneamento Ambiental

UFRGS - IB - CENTRO DE ECOLOGIA

Geógr. Heinrich Hasenack
Laboratório de Geoprocessamento

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO

Eng. Agr. Otávio Wachholz de Siqueira
Laboratório de Geoprocessamento

Eng. Agr. Carlos Alberto Flores

Porto Alegre, julho de 2003

Fepam, 2003

Ministério do Meio Ambiente

Governo do Estado do Rio Grande do Sul

Fundação Estadual de Proteção Ambiental

Projeto Integrado de Aprimoramento do Licenciamento
e do Sistema de Informações Ambientais do Rio Grande do Sul – PNMA II

IMPRESSO NO BRASIL
PRINTED IN BRAZIL

M293 Método para a seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso para o município de Pelotas, RS / Lilian Waquil Ferraro ...[et al] - Porto Alegre: FEPAM, 2003.
28p. : il. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, 3)

Projeto Integrado de Aprimoramento do Licenciamento e do Sistema de Informações Ambientais do Rio Grande - PNMA II

1. Resíduos sólidos urbanos – Disposição. I. Ferraro, Lílian Waquil. II. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. III. Título. IV. Série.

CDU 628.4

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sílvia Maria Jungblut CRB 10/644

Sumário

Prefácio **4**

Apresentação **5**

1 | Introdução **6**

2 | Objetivos **8**

3 | Material e Métodos **8**

4 | Procedimentos **9**

5 | Resultados **17**

6 | Conclusão **18**

7 | Recomendações **19**

8 | Referências Bibliográficas **20**

9 | Levantamento Fotográfico **21**

Prefácio

A coleção “Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental”, da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM que tem como objetivo maior contribuir para a construção da consciência ambiental da sociedade através da disseminação de informações técnicas, traz à público neste número 03 a experiência institucional com Resíduos Sólidos Urbanos, tema relevante e crítico na gestão Ambiental Municipal.

É com grande satisfação que damos continuidade à publicação dos cadernos, que teve seu início na Gestão 1999-2002, na expectativa que outras equipes venham a utilizar esse meio como veículo de divulgação dos seus trabalhos técnicos e atuações na área ambiental.

É também através da divulgação do conhecimento gerado na FEPAM, por seu corpo funcional, que estaremos mostrando nossa efetividade, cumprindo o papel que a sociedade gaúcha espera de nós.

Claudio Dilda
Diretor Presidente
Fundação Estadual de Proteção Ambiental
Henrique Luiz Roesseler

Apresentação

O trabalho desenvolvido pela FEPAM em conjunto com a UFRGS e a EMBRAPA reflete a preocupação constante na totalidade dos Municípios do Rio Grande do Sul com a questão da disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente em regiões ambientalmente frágeis em relação à absorção de impactos/poluentes gerados.

Tal é o caso da área Piloto do Projeto Integrado de Aprimoramento do Licenciamento e do Sistema de Informações Ambientais do Rio Grande do Sul – PNMA II, onde a questão dos RSU foi priorizada como significativa para controle da poluição na região.

Considerando as características específicas de controle ambiental dessa atividade, onde a questão da localização é determinante na minimização dos impactos e considerando que o usuário do licenciamento ambiental é o próprio Município, foi priorizada a ação preventiva, de orientação prévia à escolha de local, garantindo desta maneira as condições básicas iniciais para a emissão da Licença Prévia aos Municípios.

Acreditamos que o trabalho apresentado muito contribuirá para a melhoria do procedimento de licenciamento de aterros sanitários, pela disponibilidade de critérios orientadores aos Municípios, agilizando a avaliação técnica dos projetos.

Iara Ferrugem Velasques
Coordenadora
Projeto Integrado de Aprimoramento do Licenciamento
e do Sistema de Informações Ambientais do
Rio Grande do Sul – PNMA II

1 | Introdução

Tendo em vista as dificuldades enfrentadas pela grande maioria dos municípios do Estado na escolha de locais adequados para o manejo e a disposição do seu lixo e o grande potencial poluidor da disposição dos resíduos urbanos, a FEPAM, a Universidade Federal do Rio Grande de Sul e a EMBRAPA Clima Temperado estruturaram ações em parceria objetivando estabelecer uma metodologia que pudesse ser aplicada na seleção de áreas adequadas para este fim. Tomou-se como área teste o Município de Pelotas, situado na Área Piloto do Projeto de Licenciamento Ambiental do PNMA II. A existência na EMBRAPA Clima Temperado de uma base digital de dados cartográficos e ambientais e a situação crítica do Município de Pelotas quanto à gestão de resíduos urbanos, constituíram-se em fatores decisivos para a escolha desse Município para o estudo de caso.

Este trabalho volta-se à aplicação de uma metodologia para a seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), tendo selecionado o município de Pelotas como área piloto, para fins de planejamento. O Município selecionado, situa-se na região sul do Estado, na porção do no litoral médio oeste do Estado (Fepam-Gerco, 2000). Em conseqüência do seu alto contingente populacional, colocando-se em quarto lugar no Estado, o Município de Pelotas gera uma grande quantidade de resíduos sólidos urbanos. Conforme dados do Censo 2000, o Município Pelotas apresenta uma população de 323.034 habitantes, dos quais 93% concentram-se na área urbana (IBGE, 2001). Tendo por base a produção per capita de 1 kg/dia de lixo, sendo 54% orgânico e 46% seco, pode se estimar que sua população urbana produz cerca de 300.952 kg/dia de RSU, 162.514

kg/dia de resíduos orgânicos e 138.438 kg/dia de resíduos secos.

Atualmente, a disposição dos RSU no Município de Pelotas ocorre em área inadequada, excessivamente próxima do perímetro urbano, acarretando uma série de problemas sociais, econômicos e ambientais. Paralelamente, acrescenta-se o fato de que grande parte do seu território situa-se na área de contato entre a Planície Costeira e o Escudo Sul–riograndense, restringindo os locais tecnicamente adequados para depósito de RSU. Nas áreas baixas da Planície Costeira existe a probabilidade de contaminação das águas subterrâneas e nas áreas de maior declividade, no Escudo, são maiores os riscos de erosão e de desestabilização do terreno.

No presente trabalho, o uso do geoprocessamento como ferramenta de análise permitiu o cruzamento dos planos de informações com rapidez e precisão, possibilitando selecionar as áreas do Município mais indicadas para a disposição de RSU. Ao propiciar a representação espacial dos resultados, ampliaram-se as possibilidades de transferência dessas informações para ações de planejamento territorial.

A seleção de áreas favoráveis para a disposição dos RSU, segundo os critérios ambientais adotados pela FEPAM, aplicados e descritos no trabalho, assume extrema importância por minimizar as possibilidades de impactos ambientais decorrentes. O estudo abre a possibilidade de replicagem para outros municípios ensejando também novas oportunidades de empregos, tendo em vista os desdobramentos associados às diferentes fases do processo de tratamento do lixo urbano.

2 | Objetivos

• Elaborar e testar metodologia para a seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos urbanos com base em critérios ambientais, que possa servir de instrumento de gestão para os municípios;

• Identificar áreas ambientalmente viáveis para a disposição de RSU.

• Dar instrumentos técnicos para o Poder Público Municipal tomar decisões com base na hierarquização dos critérios ambientais adaptados às suas restrições locais.

3 | Material e Métodos

EQUIPAMENTOS E PROGRAMAS

Para a realização do trabalho foram utilizados vários equipamentos e softwares, dentre os quais:

- aparelho receptor GPS (Global Positioning System), modelo Garmin GPS 12, Personal Navigator.
- material auxiliar (bússola, máquina fotográfica, binóculo, etc.).
- hardwares: computadores PC/Windows
- softwares: sistemas de informações geográficas Idrisi 32, ArcView 3.2, Word e Excel.

DADOS CARTOGRÁFICOS

Foram utilizados os dados cartográficos digitais disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Clima Temperado, obtidos através dos Projetos Embrapa 14.2000.614/Fapergs 00/2345.3 (Siqueira, 2002), voltados à estruturação de banco de dados geográficos para o desenvolvimento de municípios do extremo Sul-RS, destacando-se:

- Base cartográfica digital obtida a partir das cartas do Exército na escala 1:50.000, contemplando hipsometria (curvas de nível e pontos cotados), rede de drenagem e sistema viário, entre outros componentes do terreno.
- Levantamento de solos do município de Pelotas, ao nível de reconhecimento de média intensidade, disponibilizado em meio digital através dos projetos referidos, a partir de originais de Cunha e Silveira (1996), produzidos em formato analógico, na escala 1:100.000.
- Modelo digital de elevação do terreno, gerado a partir de módulos do sistema Idrisi, interpolando curvas de nível e cotas de elevação, digitalizadas a partir de cartas do exército em escala 1:50.000 (1ª DL-Min. Exército).

4 | Procedimentos

ANÁLISE DOS DADOS EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Utilizando-se procedimentos de análise espacial do sistema de informação geográfica Idrisi 32, foram processadas informações digitais associadas aos tipos de solos e às características físicas do relevo e integradas à base cartográfica. Os critérios escolhidos pela equipe técnica para a identificação de áreas adequadas para a instalação de um depósito de RSU no município de Pelotas, RS (localização na Figura 1) orientaram também a elaboração dos mapas temáticos.

Para a identificação de áreas adequadas foram considerados os seguintes critérios, em uso na FEPAM:

1. As áreas deverão ser selecionadas, se possível, com base em interpretação de fotografias áreas e cartas topográficas, antes de qualquer levantamento de campo.

2. Deverão ser preservadas as florestas e demais formas de vegetação nativas conforme Lei Federal n.º 4771/65 e Lei Estadual n.º 9519/92 bem como a vegetação localizada dos cursos de água nascentes permanentes ou temporárias topo de morros estabelecidas no Art. 3º da Resolução 004/85 do CONAMA.

3. A área deverá estar de acordo com a legislação do uso do solo vigente municipal, estadual e federal.

4. O aterro deverá situar-se a mais de 200m de nascentes, arroios nos e outros mananciais de água, com a distância medida horizontalmente a partir da cota máxima de inundação.

5. O nível da água do lençol freático deverá situar-se no mínimo a 2m da base do aterro.

6. O aterro deverá situar-se no mínimo a 2km e, no máximo, a 15km de núcleos residenciais.

7. O aterro deverá manter uma distância mínima de 20m a partir da faixa de domínio de rodovias, estradas ou caminhos e de 10m das divisas com propriedades vizinhas.

8. A área deverá situar-se de forma que os ventos predominantes não soprem em direção a núcleos residenciais.

9. A área deverá ser estruturalmente sólida e permanente, não sujeita a inundações desmoronamento ou outros fenômenos similares.

10. A declividade da área deverá situar-se entre 2 e 20%.

11. A área deverá possuir jazidas de empréstimo próximas ou possuir no local material adequado e suficiente para cobertura dos resíduos, sendo que as jazidas e áreas de empréstimo deverão estar licenciadas.

12. O aterro deverá ter capacidade para receber os rejeitos pelo período mínimo de 10 anos.

13. A área deverá ter condições de acesso e de operação mesmo em época de chuva.

14. É aconselhável dispor de área suficientemente para ampliação de aterro.

15. Em regiões serranas, a área deverá situar-se a no mínimo de 100m da borda de patamar ou da linha de ruptura de relevo.

Figura 1: localização do município de Pelotas no RS

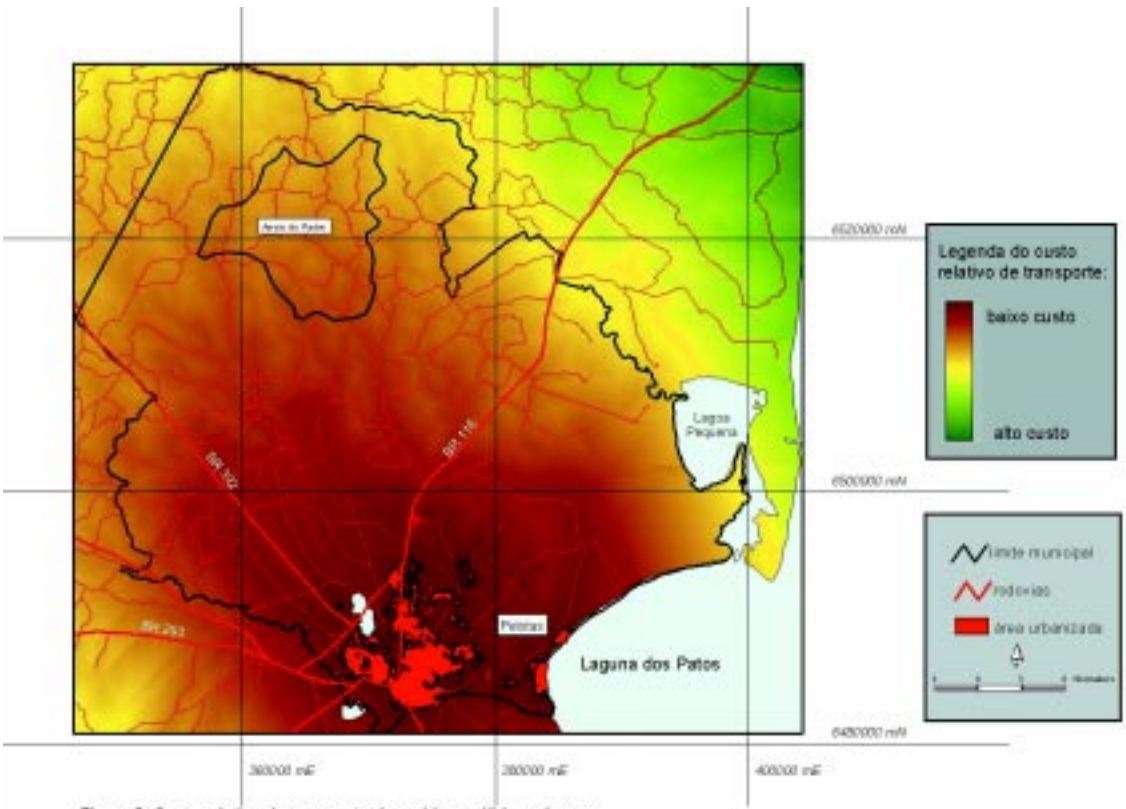

Figura 2: Custo relativo do transporte de resíduos sólidos urbanos

O primeiro passo consistiu na seleção daqueles critérios que permitissem comparar a adequabilidade das áreas para a disposição dos RSU, procurando contemplar simultaneamente aspectos ambientais abrangentes: físicos e sócio-econômicos. Foram priorizados os critérios que pudessem ser quantificados, tomando-se por base os dados cartográficos disponíveis e a possibilidade de derivação de novos dados. Também foi levada em consideração, como pré-requisito, a legislação ambiental relativa às áreas de preservação permanente. Os critérios foram, então, agrupados nas seguintes variáveis:

- A distância do centro urbano (critérios 6 e 8)
- A distância da rede de drenagem (critérios 4 e 9)
- Os tipos de solo (critérios 5,9 e 11)
- A declividade (critérios 10 e 15)

Pelas condições de fragilidade específicas da região, inserida na transição entre a Planície Costeira e o Planalto Rebaixado, foi adotada e priorizada a variável *tipo de solo*.

Além do reconhecimento das condições regionais, foi considerado importante definir para cada variável suas restrições relativas e absolutas.

São consideradas restrições relativas das variáveis, aquelas restrições identificadas por critérios que adquirem diferentes pesos na seleção das áreas, mudando com as especificidades locais. São consideradas restrições absolutas das variáveis, aquelas restrições de exclusão de áreas identificadas por critérios de ordem legal ou prioridades localmente definidas (critérios 2 e 3).

APLICAÇÕES DAS RESTRIÇÕES RELATIVAS

a) Distância do centro urbano: a partir da associação da mancha urbana da cidade de Pelotas com o sistema viário, gerou-se um mapa com distâncias progressivas a partir delas. Áreas de menor distância foram consideradas preferenciais, pela redução dos custos de transporte e dos períodos de deslocamento dos caminhões até o local de depósito do RSU (Figura 2).

b) Distância da drenagem: embora a legislação defina faixas específicas de proteção em relação às redes de drenagem, neste estudo foram estabelecidas como áreas mais aptas as progressivamente mais afastadas.

c) Declividade do terreno: as áreas de maior declividade foram consideradas menos aptas do

Tabela 1: Tipos de solo que ocorrem no município de Pelotas, RS. (Cunha & Silveira, 1996).

Código legenda	Código unidade mapeamento	Unidade de mapeamento
1	A	Solo Aluvial e Glei Húmico
2	Ae	Solo Aluvial e Glei Pouco Húmico
3	AQd	Areias Quartzosas
30	HGe2	Glei Húmico
36	Hge1	Glei Húmico, Solo Orgânico e Solo Aluvial
43	HGs	Glei Húmico e Glei Pouco Húmico solódicos, Solonetz e Solonchak
50	HGPe2	Glei Pouco Húmico, Solo Aluvial e Glei Húmico
53	HGPe1	Glei Pouco Húmico e Planossolo
60	HGPs	Glei Pouco Húmico solódico, Solonetz e Solonchak
82	HO	Solo Orgânico salino, Glei Húmico e Glei Tiomórfico
90	PBd2	Podzólico Bruno Acinzentado e Regossolo
91	PBd1	Podzólico Bruno Acinzentado, Regossolo e Afloramentos Rochosos
113	HPd1	Podzol Hidromórfico e Glei Húmico
112	HPd2	Podzol Hidromórfico, Areias Quartzosas, Glei Húmico e Solo Orgânico
127	PLe1/PLe2	Planossolo e Podzólico Vermelho-Amarelo planossólico
129	PLe3/PLe4/PLe5	Planossolo, Solonetz e Glei Pouco Húmico
149	PVd1	Podzólico Vermelho-Amarelo e Podzólico Verm.-Amarelo planossólico
167	PVd2	Podzólico Vermelho-Amarelo planossólico e Glei Húmico planossólico
179	Rd	Regossolo, Podzólico Bruno Acinzentado e Afloramentos Rochosos
199	SK	Solonchak Hidromórfico

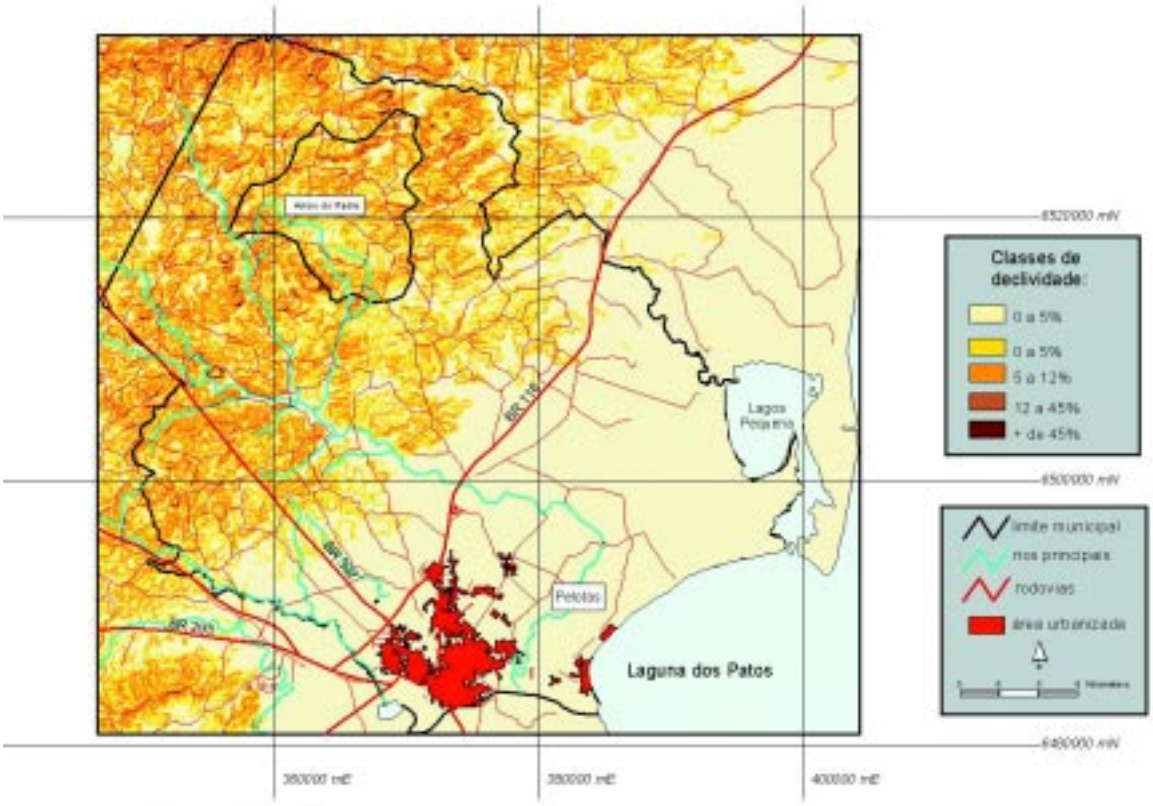

Figura 3: Declividades (%)

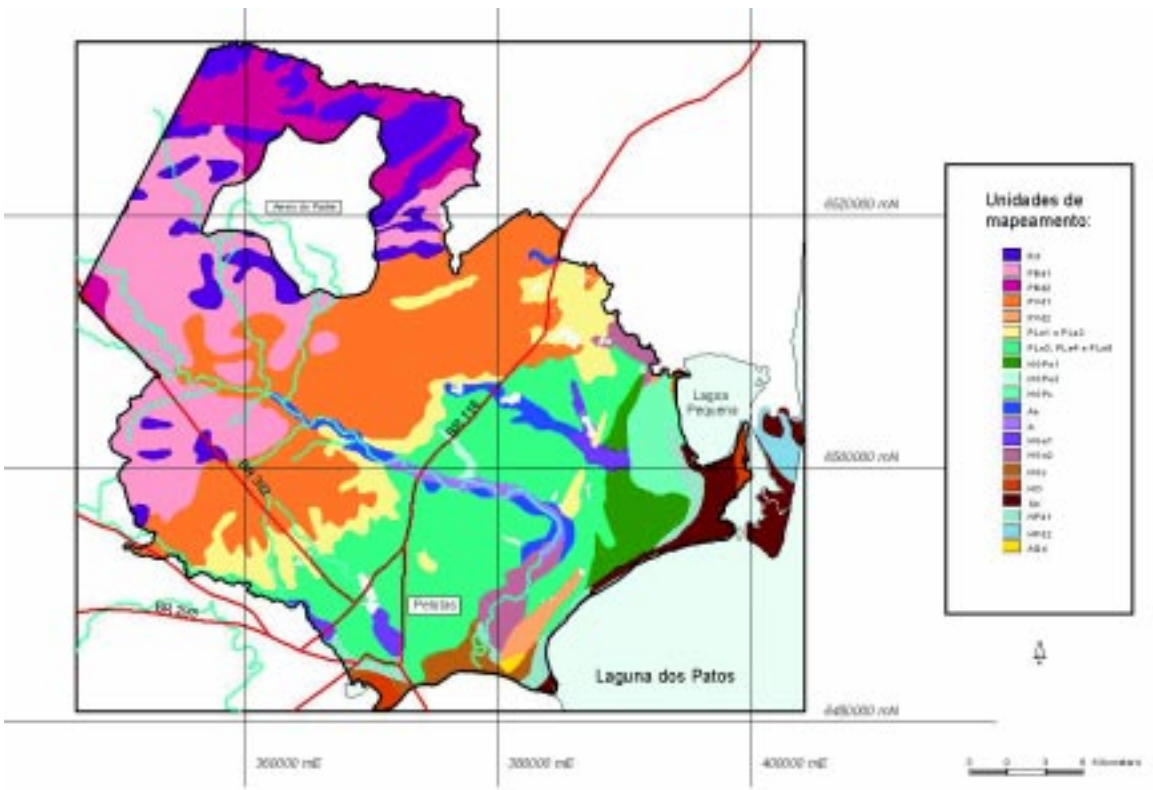

Figura 4: Solos do município de Pelotas, RS (Rocha e Silveira, 1998, modificado)

que aquelas com declividade mais baixa (Figura 3).

d) Tipo de solo: as unidades de mapeamento aptas para depósito de RSU devem contemplar solos não hidromórficos, profundos e sem pedregosidade. Os tipos de solo (Figura 4, Tabela 1) foram assim agrupados de acordo com sua aptidão para fins de disposição de RSU:

Cada uma das quatro variáveis listadas foram assim analisadas via aplicação geográfica, considerando suas restrições relativas, gerando uma composição temática específica. Dada a diversidade de unidades de medida de cada composição, houve a necessidade de transformação para uma escala padronizada que permitisse sintetizar estas informações. Usou-se o conceito probabilístico "fuzzy" nesse reescalonamento. Por este método os fatores são padronizados para uma escala contínua de aptidão de 0 (menos apto) até 255 (mais apto), permitindo a retenção de toda a escala de dados contínuos. Desta forma, a partir de cada critério é derivado um mapa com classes de aptidão de 0 a 255, o que permite que eles sejam comparados entre si.

a) Distância do centro urbano: Áreas mais indicadas do ponto de vista da acessibilidade incluem-se dentro de uma distância entre 5 e 15 km. Escalonou-se assim, este intervalo como o mais apto. Áreas fora deste intervalo foram consideradas menos aptas, usando-se uma função simétrica de distribuição dos valores.

b) Distância da drenagem: As distâncias da drenagem foram ajustadas ao padrão de intervalo entre 0 a 255 aplicando-se uma função exponencial. A aptidão mantém-se baixa até 200 m da drenagem, crescendo exponencialmente à medida que as áreas estejam mais afastadas dos cursos d'água, pois a chance de contaminação da água diminui.

c) Declividade do terreno: áreas com alta declividade representam menor aptidão para depósito de RSU do que áreas com pouco declive, pois dificultam o transporte e a acomodação dos resíduos. Os valores de declividade foram distribuídos na escala de 0 a 255 usando-se uma função sigmoidal. Até 10 % as declividades são consideradas baixas, portanto com ótima aptidão do ponto de vista deste critério. A partir de 50 % de declividade, independente do valor, todas as declividades são impróprias para RSU. Entre as declividades de 10% e 50% as notas de aptidão são decrescentes com o aumento da declividade.

d) Tipo de solo: Cada tipo de solo foi avaliado segundo sua aptidão em receber os RSU e valorado de acordo (Tabela 2):

APLICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES ABSOLUTAS

Áreas de preservação permanente: Foram consideradas restrições absolutas ao estabelecimento do depósito de RSU, as áreas definidas na legislação federal e estadual. O código Florestal Nacional, Lei Federal nº 4771 de 15/09/65 (Atualizado pela Lei Federal 7.803 de 20/7/89), considera como área de preservação permanente:

"Art. 2° Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja

Tabela 2: Notas relativas à aptidão dos solos ao recebimento de resíduos sólidos urbanos.

Unidade de mapeamento	Nota
A	10
Ae3 1	10
HGe2	10
HGe1	10
HGs	10
HGPe2	10
HGPe1	10
HGPe	10
HO	10
PBd2	110
PBd1	120
HPd1	10
HPd2	10
PLe1/PLe2	20
PLe3/PLe4/PLe5	10
PVd1	255
PVd2	100
Rd	80
SK	10

largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura (Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Número acrescentado pela Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

i) nas áreas metropolitanas definidas em lei (Lei nº 6.535, de 15.6.1978).

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. (Parágrafo acrescentado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989) ."

Além da legislação florestal, a lei 6.766 de 19/12/79, que dispõe do parcelamento do solo urbano, no seu artigo 4º, especifica a proibição de edificações ao longo de águas correntes e dormentes. É também vetado pelo Código Florestal Nacional o uso de áreas de restinga, com vegetação fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues. O mapa resultante indica as áreas que, independente de sua aptidão não podem ser utilizadas por razões de restrição legal.

Tabela 3: Matriz de comparação pareada entre os fatores usados na definição do grau de vulnerabilidade.

	Distância do centro urbano	Distância da drenagem	Declividade	Tipo de solo
Distância do centro urbano	1			
Distância da drenagem	9	1		
Declividade	7	1/3	1	
Tipo de solo	3	1/5	1	1

ATRIBUIÇÃO DE PESOS

Os pesos atribuídos aos fatores/variáveis utilizados basearam-se no grau de importância ambiental no contexto do Município de Pelotas. Deste modo, quando esta metodologia for replicada em outras localidades, os pesos devem ser revistos e adequados ao contexto da área de estudo.

Para gerar o conjunto de pesos a aplicar às variáveis utilizou-se a técnica de comparação pareada (Tabela 3). Nesta matriz identifica-se qual de duas variáveis é a mais importante e quão mais importante ela é (coluna da esquerda) em relação à outra variável (linha superior) com o qual está sendo comparado. Quando a matriz está preenchida é possível calcular os pesos resultantes da comparação pareada (Tabela 4).

O processo de agregação dos dados 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 correspondentes às áreas de preservação permanente e aos limites do município. O mapa resultante indica a distribuição contínua da aptidão para a instalação de um depósito de resíduos sólidos urbanos no município de Pelotas (Figura 5).

Tabela 4: Pesos calculados para cada fator usado na análise de vulnerabilidade

Fatores	Pesos
Distância do centro urbano	0,0424
Distância da drenagem	0,5283
Declividade	0,1878
Tipo de solo	0,2416

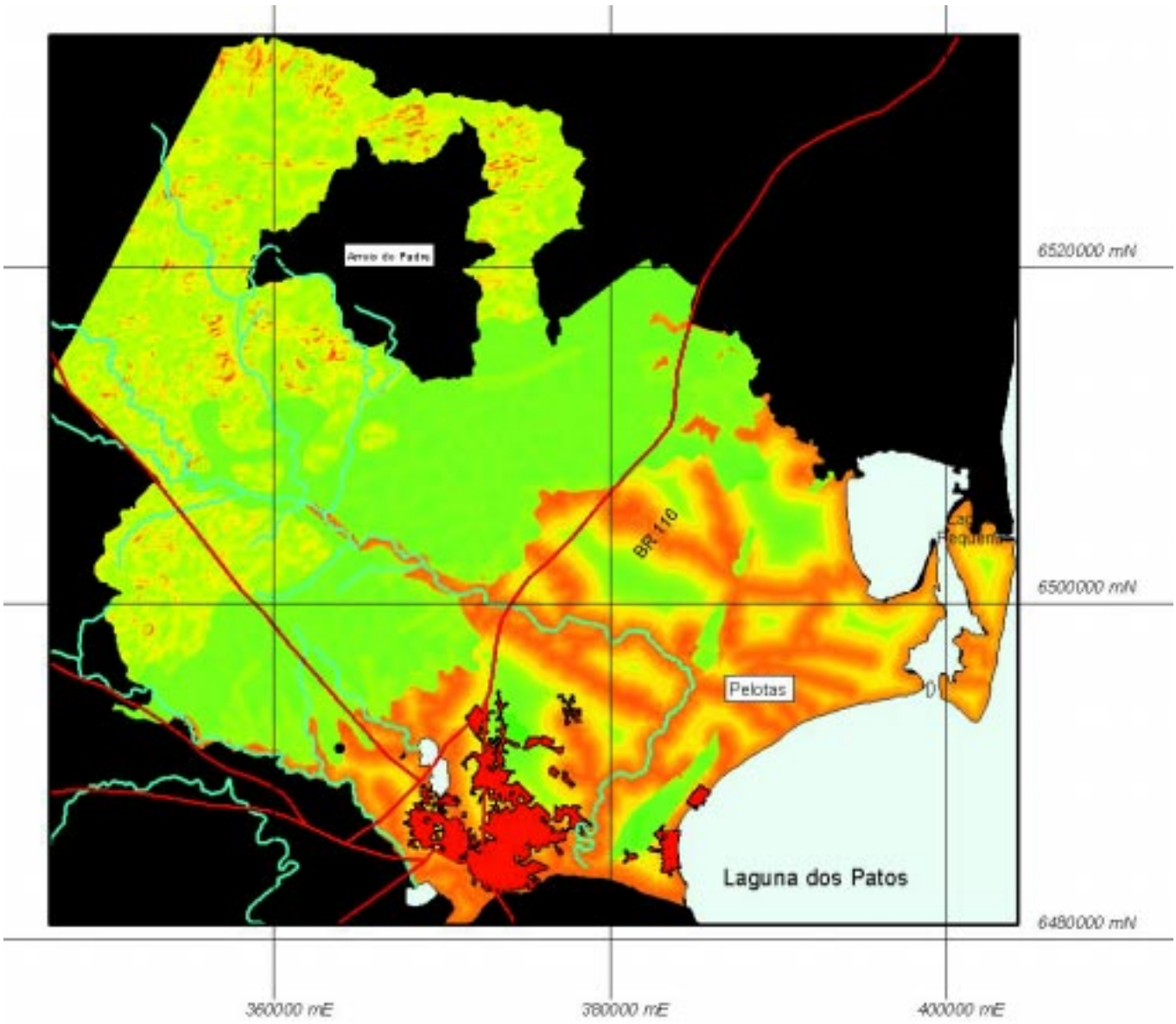

Figura 5: Aptidão para depósito de resíduos sólidos urbanos em Pelotas, RS

5 | Resultados

O produto gerado não pretendeu selecionar uma área específica para instalação de um depósito para RSU, mas direcionar a busca para aqueles de maior aptidão segundo critérios técnico-científicos objetivos.

Com base no mapeamento originado pelos cruzamentos que indicou as áreas aptas no município, foi realizado um levantamento de campo visando validar as informações obtidas e confirmar as indicações de aptidão para a disposição de resíduos sólidos urbanos.

As áreas selecionadas no estudo de caso, foram localizadas na porção central do Município, constituídas por ocorrência de declividades moderadas e solos profundos e bem drenados.

Os recursos hídricos superficiais restringem-se às drenagens principais alimentadas por um escoamento superficial difuso de baixa energia. Predomina a ocupação por campos e pastagens, sendo que a mata nativa distribui-se por núcleos remanescentes ou acompanha a rede de drenagem onde a declividade é maior. A ocupação urbana insere-se em três categorias:

1. pequenos núcleos urbanos (povoados);
2. habitat rural disperso;
3. grandes propriedades rurais.

Os núcleos urbanos estão dispersos ao longo das estradas, verificando-se a predominância das pequenas propriedades rurais com agricultura familiar na porção mais elevada da área de estudo. As grandes propriedades concentram-se nas cotas mais baixas, predominando lavouras de arroz, agricultura anual e pecuária.

O levantamento de campo permitiu concluir que o procedimento utilizado realmente indica a disponibilidade de áreas adequadas do ponto de vista ambiental, estrito senso, mas que outros critérios devem ser agregados pelo município, especialmente os referentes aos aspectos sócio-econômicos e culturais, representando no conjunto a visão ambiental integradora.

Dentre os critérios estritamente ambientais, deverão ainda ser contemplados os aspectos relacionados com as características hídricas e hidrogeológicas, tais como: a profundidade do lençol freático, vulnerabilidade e contaminação do aqüífero e áreas de recarga de aqüíferos.

6 | Conclusão

O presente trabalho mostrou-se eficiente na seleção de áreas para disposição de Resíduos Sólidos Urbanos, possibilitando restringir as decisões nas áreas com maior viabilidade ambiental. O trabalho técnico em âmbito local foi otimizado no tempo, permitindo, também, maior integração, credibilidade e transparência no procedimento de licenciamento.

A adoção de critérios técnicos preliminares, através de uma visão seletiva mais abrangente do território municipal, garante a escolha de áreas em condições de suporte ambiental para este tipo de uso. Esta orientação prévia permite que os Municípios apliquem os recursos públicos na aquisição de áreas com viabilidade ambiental para a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos, otimizando o uso de recursos financeiros.

A aplicação desta metodologia para o município de Pelotas demonstrou a investigação de áreas dentro de uma região previamente definida, concentrando esforços, minimizando significativamente a margem de erro, otimizando a aplicação dos investimentos públicos e, finalmente, agilizando todo o processo de escolha de uma área que garanta a manutenção da qualidade ambiental da região.

É importante ressaltar a importância de considerar de todas as restrições absolutas impostas pela legislação ambiental vigente, quando da definição de áreas para a disposição de RSU pelo Município.

7 | Recomendações

Para a utilização desta metodologia em outros municípios deve-se partir prioritariamente das suas características geográficas e físicas específicas, definindo a prioridade das variáveis.

Utilizando-se das recomendações técnicas para o licenciamento ambiental (critérios listados no item dos procedimentos) adotadas pela FEPAM , o Município deve priorizar os aspectos mais significativos (atribuição de pesos) para a implantação de unidades de disposição de RSU, de acordo com a sua realidade local, visando garantir a manutenção dos recursos ambientais. A partir da determinação de áreas do município ambientalmente mais adequadas, devem ser associados os aspectos sócio-econômicos e culturais, agregando-se temas como estrutura fundiária, uso e ocupação do solo, patrimônio cultural e valor econômico, de acordo com as características e prioridades de planejamento de cada município.

Este procedimento também auxilia na diminuição de custos, uma vez que a adoção de critérios técnico-ambientais previamente à aquisição das áreas permite maiores garantias na utilização dos recursos públicos.

Um dos fatores mais vantajosos desta metodologia é que ela possibilita que sejam atribuídos pesos diferenciados para cada recomendação utilizada, conduzindo a um resultado adaptado às necessidades locais.

8 | Referências Bibliográficas

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. *Estudos dos solos do município de Pelotas*. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1996. 50 p. (Doc. CPACT 12/96)

EASTMAN, J. R. *IDRISI for Windows user's guide*. Worcester: Clark University, 1995.

FEPAM. Programa de Gerenciamento Costeiro. *Diretrizes ambientais para o desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte*. Porto Alegre: FEPAM, 2000. 95p. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, n.1)

IBGE. 2000. Disponível em: <http:*//www.ibge.gov.br/censo>. Acesso em: outubro,2002.*

SIQUEIRA, O.J.W. de. *Sistematização de dados ambientais e sócio-econômicos, para o extremo Sul - RS, em base cartográfica digital georreferenciada*. Pelotas: EMBRAPA, 2002. np. (Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária, Pelotas, Embrapa Clima Temperado) Projeto em andamento.

9 | Levantamento fotográfico

Em primeiro plano, condições geomorfológicas adequadas para depósito de resíduos sólidos urbanos.

Perfil típico
do solo de origem granítica.

Paisagem típica de área de
pastagem intercalada com
vegetação de porte arbóreo.

Aspectos da paisagem característica de áreas aptas para deposição de resíduos sólidos urbanos.

Solos hidromórficos da Planície Costeira. Ao fundo, transição para a encosta da Serra do Sudoeste.

www. fepam.rs.gov.br
Rua Carlos Chagas, 55 - 5º andar - Centro - Fone (51) 3225.1588
Cep 90030-020 - Porto Alegre - RS - Brasil

www. sema.rs.gov.br
Rua Carlos Chagas, 55 - 9º andar - Centro - Fone (51) 3288.8100
Cep 90030-020 - Porto Alegre - RS - Brasil