



Geotecnologias para a escolha de um local para possível construção de um aterro sanitário em Bento Gonçalves, RS.

Glauco Rodrigo Bortolatto ¹, Siclério Ahlert ²

¹ Programa de Pós-Graduação Geografia e Meio Ambiente / UCS (glaucogeog@gmail.com)

² CCHE/ CARVI/ Universidade de Caxias do Sul(sahlert@ucs.br)

Resumo

Esse trabalho apresenta os resultados da investigação de áreas aptas para a construção de um aterro sanitário no município de Bento Gonçalves/RS. O geoprocessamento foi o recurso utilizado para a obtenção deste local na destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Conceitos de geoprocessamento e da legislação sobre os resíduos sólidos aparecem em uma breve discussão. Foram elaborados mapas onde pode ser observado e analisado alguns critérios utilizados na busca de um local adequado para a construção do aterro e diagnosticado os possíveis locais para essa construção.

Palavras-chave: Bento Gonçalves, geoprocessamento, aterro sanitário

Área Temática: Gestão Ambiental Pública

Abstract

This work presents the results of the investigation of possible areas for the construction of a landfill in Bento Gonçalves/RS. The GIS was used to obtain this site for the final disposal of urban solid waste. GIS concepts and solid waste legislation appear in a brief discussion. Maps were elaborated up which can be observed and analyzed several criteria used in the search for a possible site for the construction of the landfill and diagnosed the possible locations for this building.

Key words: Bento Gonçalves, geoprocessing, landfill

Theme Area: Public Environmental Management



1 Introdução

Vivemos em um período onde o consumo, a tecnologia e a informação ganham velocidades cada vez maiores e, nossa sociedade atual é baseada neste consumo diário de produtos, e grande parte deles rapidamente descartados como resíduos. Segundo Frasson (2001) perdemos inúmeras oportunidades (financeiras e ambientais) diante da péssima destinação final de nossos resíduos sólidos urbanos. E com o aumento da população, somado ao maior poder aquisitivo provindo de um maior acúmulo de capital de um país emergente, o município de Bento Gonçalves possui um grande problema ambiental, que é a destinação final de seus resíduos sólidos urbanos.

Atualmente o município gasta elevadas cifras com o transporte de seus resíduos sólidos para o município de Minas do Leão onde está situado um aterro sanitário da Empresa SIL Engenharia. Até o momento não temos no âmbito da prefeitura, informações a respeito de um planejamento futuro para os resíduos sólidos urbanos de Bento Gonçalves.

Os resíduos sólidos urbanos causam problemas gravíssimos ao ambiente, já que nossas cidades não estão preparadas e planejadas para o aumento populacional e a geração em massa de resíduos sólidos. Segundo Ferreira (2008) “A crescente urbanização mundial, vem acarretando um acúmulo de lixo, gerado a partir do consumo inconsciente por parte do ser humano, ocasionando sérios problemas para o meio ambiente.” Conforme Ribeiro (2001) antes da década de 1970, a consciência ambiental não existia, pois armazenávamos todos os resíduos produzidos em grandes lixões a céu aberto sem nenhuma preocupação com o meio ambiente.

Infelizmente, essa é uma realidade encontrada também na região e ainda continua sendo esse o cenário de grande parte dos municípios brasileiros. Quando se começou a pensar em meio ambiente e no destino final de nossos resíduos, foi percebido o quanto perdemos economicamente com a má destinação, ou a má gestão de nossos resíduos. Desde então surgiram várias legislações que tratam legalmente os resíduos sólidos urbanos. Vários critérios técnicos foram elaborados, no sentido de subsidiar os estudos a respeito da gestão e destinação desses resíduos. Dentre as diversas técnicas, destaca-se o geoprocessamento, como importante ferramenta para a definição de locais adequados para aterros sanitários.

O geoprocessamento é um procedimento de processamento de dados georeferenciados que engloba o processamento digital de imagens, a cartografia digital e os sistemas informativos geográficos (Moura, 2003).

O armazenamento dos dados e sua análise formam o que chamamos de geoprocessamento, termo utilizado globalmente que dentro dele existe o SIG. O Sistema Informativo Geográfico tem como sua principal característica a possibilidade de otimizar a atualização dos dados, já que a realidade observada se encontra em constante mutação, servindo para que possamos acompanhar as mudanças ocorridas no espaço geográfico e fazer sempre as devidas alterações que ocorrem ao longo dos anos. O SIG ao longo dos anos tem se tornado um instrumento fundamental no planejamento urbano e regional, já que é um recurso importante na elaboração e no controle das políticas públicas voltadas aos municípios (Silva, 2004).

Xavier da Silva *in* Moura (2003, p.17), ao falar das aplicações ambientais dessa ferramenta, define que o geoprocessamento “destina-se a tratar dos problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura” abordando uma interdisciplinaridade na projeção e nas ações de um planejamento.

A Geografia que tem como principal atividade o estudo, a análise e as propostas acerca do espaço geográfico, vêm a ser uma das principais ciências que conforme Souza (2004) usará essas técnicas modernas de mapeamento para o planejamento urbano e regional,



juntamente com outros profissionais de diversas áreas como engenheiros, arquitetos, entre outros que podem colaborar para que as cidades possam ser planejadas de uma maneira sustentável, não só com a sua população, mas também com seu meio ambiente. Neste sentido, a aplicação do geoprocessamento é importante para a definição de locais para aterros sanitários, visando o menor impacto socioambiental.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas em sua NBR 8419/1992, traz os critérios para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, fixando as condições mínimas para a apresentação de aterros sanitários. Traz também os documentos, as definições e as condições gerais e específicas para a construção de um aterro sanitário.

Nessa norma encontramos as informações sobre os resíduos a serem dispostos no aterro, onde devem ser fornecidas as informações sobre a origem, qualidade, quantidade diária e mensal, frequência e horário de recebimento dos resíduos, dentre outros. O local a ser escolhido para a construção de um aterro passa por critérios de seleção que vão desde o zoneamento, características topográficas, geológicas, climatológicas, hidrológicas e pedológicas. A vida útil do aterro sanitário, com seu plano de encerramento dos serviços e o planejamento do uso futuro, após a utilização máxima do aterro também são importantes fatores que devem prevalecer na escolha do local para um aterro sanitário e são legalmente orientados pela NBR 8849/85.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12.305/2010 cita especificamente o caso da destinação final dos resíduos em seu artigo 3º, incisos VII e VIII, contendo em seu texto a destinação final e a disposição final adequada para os resíduos sólidos urbanos. De forma prática, dentre outros objetivos, essa lei pretende acabar com os “lixões”, onde os resíduos são meramente acumulados e implantar os aterros sanitários, que são construções feitas adequadamente para a destinação final de resíduos.

2 Objetivos

O objetivo do presente trabalho é a investigação de possíveis áreas para a construção de um aterro sanitário no município de Bento Gonçalves, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Com o aumento da população do município e considerando os valores gastos pela prefeitura mensalmente, para que os resíduos sólidos urbanos do município possam ter uma destinação final adequada, foram feitas reflexões a respeito da destinação final. Com vistas a qualificar cada vez mais a questão ambiental, a pesquisa de algumas áreas para a construção de um aterro vem a um caminho para a destinação do resíduo produzido no município. Este trabalho visa à obtenção de um ou de vários locais legalmente adequados para a construção de um aterro sanitário e visando preservar o ambiente, causando o mínimo impacto ambiental.

3 Métodos, técnicas e dados

Neste trabalho foram utilizados vários recursos para o diagnóstico e a proposição de uma área para a construção de um aterro sanitário. Diversas bibliografias foram analisadas e consultadas para dar suporte para a pesquisa. A legislação deu suporte legal para análise, sendo utilizada a Política Nacional de Resíduos Sólidos em sua lei nº 12.305/2010, que alterou uma antiga legislação, deixando-a mais clara e de maior proveito para as ações legais. As Normas Técnicas consultadas e utilizadas foram a NBR 8419/1992 que trata de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e a NBR 8894/1985 que também apresenta as normas para projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos.

O geoprocessamento e o sensoriamento remoto foram utilizados como recurso principal na busca de um local adequado. Imagens do satélite Quickbird II, cedidas pela Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves, imagem do satélite LANDSAT 5/TM, obtida junto



ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), curvas de nível, sistema viário e rede hídrica da carta do exército constituem a base de dados (Hasenack *et. al.*, 2007). Foram usados programas de SIG, como o Idrisi 32, Cartalinx 1.2, Envi 4.1 e o programa CorelDraw X3 (todos disponíveis na Universidade de Caxias do Sul) para a análise dos dados e obtenção dos resultados. O uso dessas técnicas e a metodologia adotada foram essenciais para que se conseguisse determinar as áreas mais viáveis no município, para a construção de um aterro sanitário.

Os critérios estabelecidos para a identificação das áreas propícias para um aterro sanitário foram fundamentados em Xavier da Silva (2004) e Hasenack (2000), que utilizaram em seus trabalhos os critérios conforme o Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas (CPU/IBAM) e o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT/SP). Nesse trabalho, foi feita uma síntese de critérios adotados pelas instituições mencionadas, visando adaptarem-se os mesmos a realidade e as características da área de estudo.

Os critérios adotados foram: a distância mínima da rede hídrica de 200 metros, preservando os recursos hídricos da contaminação gerada em um aterro, em caso de acidentes ou vazamentos; o afastamento das vias de tráfego de 200 metros, mantendo a paisagem das rodovias sem uma poluição visual, já que o município possui uma economia voltada para o turismo (Importante destacar que esse critério é de caráter paisagístico, não sendo uma exigência no âmbito das normas técnicas ou de legislação); o limite político do município; a declividade do terreno, sendo que a declividade adequada é de no mínimo 1% e no máximo de 30%, sendo que a declividade não pode ser totalmente plana, para permitir o escoamento do chorume e também não pode ultrapassar o limite de 30% de inclinação, para garantir a estabilidade dos resíduos.

Outros critérios usados foram a distância mínima de 2000 metros a partir da mancha urbana consolidada, e máxima de 15000 metros; Os solos da classe Neossolos foram descartados, pois são solos muito pedregosos e de grande percolação. Apresentam baixa quantidade de argilas, sendo pouco adequados para receberem um aterro. E o último critério utilizado foi de caráter turístico, sendo descartadas duas áreas turísticas, referentes as indicações de procedência geográfica de Vinhos (Vale dos Vinhedos e Pinto Bandeira). Esse critério foi selecionado, pois o município possui pólos geradores de turismo e, não é compatível, regiões de belos atrativos naturais, paisagísticos e enológicos, serem “contaminadas” por um aterro sanitário, que recebe resíduos sólidos urbanos produzidos inclusive fora desse local de atrativos turísticos.

Foram utilizados dados sobre a produção de resíduos urbanos por habitante, sabendo que a produção de resíduo é de 0,8 kg/habitante/dia, conforme cálculo fundamentado em Xavier da Silva (2004), chegando a um total de 32.120 toneladas de resíduos sólidos urbanos gerados ao longo de um ano em Bento Gonçalves. Alguns dados da Prefeitura Municipal indicam que a geração de resíduos é inclusive superior a esse valor. No entanto, a série de dados obtida é muito curta para poder se afirmar isso com convicção, porém, dadas as características econômicas e culturais da região, a quantidade de resíduos per capita deve ser superior. Contudo, para fins de cálculo foi mantida a referência de 0,8 kg/habitante/dia.

A área para a construção de um aterro sanitário no município deve ter aproximadamente oito hectares, com células de no máximo 6 metros de altura e com uma vida útil de 10 anos, somando em sua vida útil projetada aproximadamente 321.200 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Para determinação da área mínima do aterro, foi considerada que a densidade do resíduo é de 700 kg/m³.

4 Resultados e discussões

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na determinação na determinação de



uma área, onde possa ser construído um aterro sanitário. Nesse estudo, todas as análises feitas são do tipo booleano, ou seja, a área é viável ou não é viável, segundo o critério analisado. Por limitação de espaço, não apresentamos aqui os mapas dos diferentes critérios analisados.

Sob o aspecto da declividade do terreno, somente as áreas entre 1% e 30% de inclinação foram consideradas. Podemos observar que sob este critério o município possui diversas áreas que podem ser futuros locais para um aterro. As áreas com maior exclusão estão associadas às íngremes encostas do rio Taquari-Antas e de seus afluentes, como o Rio Burati e o arroio Pedrinho, que drenam grande parte do município.

No contexto da rede hídrica todas as áreas numa faixa de até 200 metros foram consideradas inadequadas para a construção de aterro. A distância de 200 metros visa à preservação dos recursos hídricos da contaminação por efluentes do aterro que possam causar danos ambientais, em caso da ocorrência de vazamentos ou acidentes operacionais no aterro. Da mesma forma, as faixas de 200 metros no entorno das vias de circulação (rodovias pavimentadas, estradas e caminhos) que atravessam o município, foram excluídas da análise. Este critério foi utilizado por opção paisagística e turística, porém não é um dos critérios que está vinculado a normas técnicas. Este critério foi desenvolvido por Hasenack para a investigação de uma área de aterro sanitário no município de Osório – RS. A exclusão da proximidade das vias foi por causa da mutação bastante significativa na paisagem que esse tipo de obra ocasiona.

O município de Bento Gonçalves, sendo um pólo turístico regional em função de seus atrativos naturais, deve zelar pela preservação do aspecto visual das vias de circulação, por onde trafegam os turistas, e também a população residente. Esse critério, além de paisagístico, diminui também a intensidade dos odores exalados naturalmente do aterro, e assim evita, que o mesmo cause má impressão e desconforto aos turistas.

O afastamento mínimo de 2000 metros da mancha urbana consolidada do município foi considerado para evitar que odores do aterro chegassem às proximidades da cidade. Esse critério se torna mais relevante ainda, considerando a direção predominante dos ventos, que em Bento Gonçalves, são predominantes do quadrante norte (nordeste, norte e noroeste). Nesse sentido, estando o aterro localizado nessas direções, essa distância se constitui num critério bastante prudente.

Como afastamento máximo, foi considerada a distância de 15000 metros, para que o transporte desses resíduos até o aterro não padeça diante de custos elevados, mediante as grandes distâncias dos locais de produção até sua destinação final. A questão do transporte implica em elevados custos ao poder municipal na atualidade, devido à longa distância até Minas do Leão. Esse critério pode ser relativizado, pois atualmente, a distância percorrida até Minas do Leão e os gastos decorrentes desse transporte, superam em muito, qualquer custo dentro do município de Bento Gonçalves.

Importante destacar também que o limite da área urbana, foi baseado na interpretação de uma imagem de satélite e não foi considerado o limite da área urbana definida pelo plano diretor.

O município de Bento Gonçalves possui duas regiões bastante conhecidas no Brasil e no mundo, que são áreas reconhecidas pela excelência na produção de vinhos finos, que são o Vale dos Vinhedos e Pinto Bandeira.

Essas duas áreas turísticas possuem uma configuração especial no turismo, pois são regiões de produção de uva e de vinho, que possuem o selo de indicação geográfica em suas produções de vinho. Diante do turismo, especificamente o enoturismo, que é um dos principais meios de desenvolvimento do município essas áreas foram excluídas por critérios turísticos, evitando assim a construção de um aterro sanitário nessas áreas.

A existência de um aterro sanitário poderia comprometer inclusive a atividade econômica do entorno, além de causar má impressão aos turistas. Importante destacar que a



indicação geográfica, uma vez atribuída a uma região, deve ser preservada, como garantia da manutenção das características das atividades ali desenvolvidas e para garantir, inclusive a manutenção desse status adquirido.

Sob o contexto pedológico, foram descartadas as áreas classificadas como solos do tipo neossolos. As áreas com estes tipos de solo apresentam características de pedregosidade e de fácil percolação, ficando inviável a instalação de um aterro sanitário. Os neossolos também apresentam rochosidade e tem um percentual menor de argilas, material normalmente usado nas operações de um aterro.

Após a elaboração dos planos de informação das sete temáticas abordadas (limite municipal, hidrografia, sistema viário, solos, áreas turísticas, área urbana e declividade) foi feita a multiplicação dos mesmos, a fim de obter um mapa onde fossem apresentadas as áreas que seriam viáveis para a construção de um aterro sanitário, segundo todos esses critérios considerados. Após essa operação, foi determinada a área de cada polígono gerado e excluídos aqueles locais com área contínua inferior a 8,0 hectares.

O mapa da figura 1 mostra o resultado desse procedimento e a característica geral das áreas aptas no contexto de uma imagem do satélite LANDSAT 5/TM, datada do ano de 2009. Nesse mapa, podemos ponderar outros aspectos, como por exemplo, o uso e cobertura do solo, com destaque para a vegetação e o desenvolvimento de atividades agrícolas. Não é desejável, utilizar uma área de vegetação preservada ou em estágio avançado de regeneração ou ainda, uma área agrícola produtiva para a construção de um aterro sanitário.

Observamos que são duas regiões que se destacam com várias áreas aptas para a construção de um aterro sanitário, atingindo e atendendo todos os critérios até aqui utilizados, inclusive com áreas de mais de 200 hectares contíguos. É importante ressaltar que outros aspectos de natureza geotécnica, hidrogeológica ou socioeconômica, não foram analisados no presente estudo.

Das áreas aptas para a locação de um aterro, destacam-se aquelas localizadas no setor sudeste do município, próximo da divisa com o município de Farroupilha, e ao norte do município que engloba toda a região dos distritos de São Valentim e de Tuyuti. No sudoeste do município também temos espaços tecnicamente aptos, porém a produção agrícola neste local é expressiva e está localizada próximo do Vale dos Vinhedos, o que torna essa área menos favorável.

A área a sudeste também não é muito recomendada, pois é uma área de captação de água. No extremo norte do município, as poucas áreas viáveis, várias destas se constituem em áreas de preservação permanente (APP), pois são topos de morros, segundo a lei do Plano Diretor do município (veja figura 1).

Assim, as áreas mais aptas para a construção de um aterro estão ao norte da mancha urbana, que engloba a região de São Valentim e Tuyuti. Ao mesmo tempo, esses espaços são dos poucos locais de Bento Gonçalves, que apresentam condições boas e favoráveis para promover a expansão da cidade. Diante dessas características, a locação de espaços para um aterro sanitário nesses locais, restringiria os potenciais para expansão urbana nesses distritos.

A análise de outros aspectos de natureza social, econômica ou cultural, provavelmente agregaria argumentos contrários à instalação de um aterro sanitário nessas localidades.

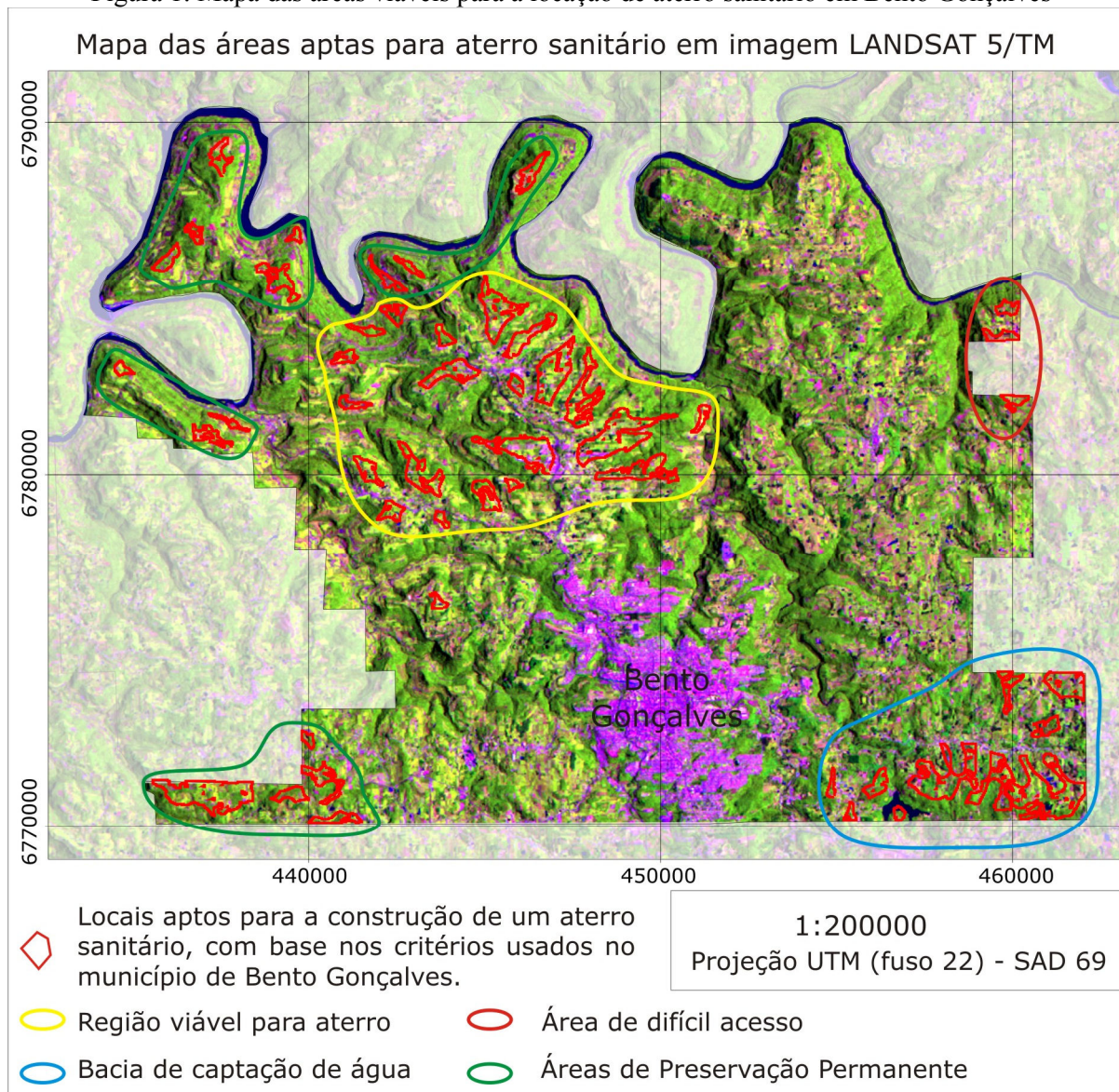
Diante disso, pode-se afirmar que ainda que existam áreas tecnicamente viáveis para construção de um aterro em Bento Gonçalves, não seria recomendado a destinação de áreas para esta finalidade, dadas outras características geográficas e potencialidades. Assim, a opção de transportar os resíduos para locais fora do município, procedimento hoje adotado, se constitui numa solução de razoável adequabilidade, considerando a falta de áreas que possam receber um aterro sanitário com poucas restrições.

Outras soluções como a reciclagem maior dos resíduos, reutilização, logística reversa, compostagem do resíduo orgânico, diminuição do resíduo gerado através de educação



ambiental da população para um consumo mais consciente, podem auxiliar a diminuir a quantidade de resíduo gerada diariamente. Ou seja, diante de limitações de área para construção de um aterro sanitário em condições de razoável adequabilidade, outras soluções devem ser buscadas na complementação do processo de gestão de resíduos.

Figura 1: Mapa das áreas viáveis para a locação de aterro sanitário em Bento Gonçalves



Fonte: Elaboração dos autores no contexto do trabalho de conclusão do curso do programa de especialização em Geografia e Meio Ambiente da Universidade de Caxias do Sul.

5 Considerações finais

A construção de um aterro sanitário não é a melhor das soluções para a destinação final de nossos resíduos sólidos urbanos, contudo em nosso país, que deposita grande parte de seus resíduos em lixões a céu aberto, a construção de um aterro sanitário aparece como uma das soluções socioambientais mais convenientes. Bento Gonçalves não possui aterro sanitário no presente, e mediante a limitação de áreas adequadas para tal, conforme indicado no presente estudo, o transporte e destinação para outro local aparece como uma solução, ainda que cara economicamente, mas tecnicamente coerente na questão da destinação dos resíduos.

O geoprocessamento é um importante recurso utilizado para a análise e pesquisa de



locais adequados para a construção de um aterro sanitário. Vários foram os critérios utilizados para a obtenção de um mapa final das áreas aptas para a construção.

Na análise fica claro que a melhor região para a construção de um aterro se encontra ao norte da área urbana, pois como notamos é a região onde mais ocorrem áreas aptas para esta finalidade, ainda que também essa área tenha outras atividades que podem ser conflituosas com a construção de um aterro.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos**. NBR 8849/ 1985.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. NBR 8419/ 1992.

BENTO GONÇALVES. **Plano Diretor de Bento Gonçalves**. Lei complementar Nº 103, de 26 de outubro de 2006.

BRASIL, Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei 12.305/2010**, de 02 de agosto de 2010.

FERREIRA, Juliana Martins de Bessa. **A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica**. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, vol III, nº 3, 2008. Disponível em: sare.unianhanguera.edu.br/index.php/rcext/article/.../417/413 Acesso em: 21/05/2010.

FRASSON, Artur Renato. **Avaliação de áreas propícias à instalação de aterros sanitários utilizando técnicas de geoprocessamento em sistemas eletroquímicos**. Revista Ciências Exatas e Naturais: vol. 3, nº 1, 2001.

HASENACK, Heinrich. **Avaliação de áreas para aterro sanitário através de análise em SIG com classificação contínua dos dados**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina, 6. Anais. Salvador: BA, 2000.

HASENACK, H. e WEBER, E. (Org.). **Base cartográfica digital da região da Serra Gaúcha**. Escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS-Centro de Ecologia, 2007. 1 CD-ROM. (Série Geoprocessamento, 2).

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 2º Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005.

RIBEIRO, Arnaldo de Souza. **Consciência ambiental: evolução histórica e legislativa**. I Curso de captação em Educação Ambiental. Arcos: Minas Gerais, 2001.

SILVA, Antonio Nelson Rodrigues da. **SIG: Uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes**. São Carlos, SP: Ed. dos Autores, 2004.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

XAVIER DA SILVA, J., ZAIDAN, RICARDO TAVARES. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.