

## **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia**

Bernarda de Souza Gregório<sup>1</sup>

Geide Moreira de Azevedo<sup>2</sup>

Jacqueline Lopes de Souza<sup>2</sup>

Pablo Santana Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS  
Caixa Postal 44036-900 - Feira de Santana - BA, Brasil  
bernardasogreg@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia – UFBA/ICADS  
Caixa Postal 47805-100 - Barreiras – BA, Brasil  
{geiddemoreira, jackllopes}@hotmail.com, pablosantos@ufba.br

**Abstract.** The increasing amount of waste generated by urban areas is becoming worrying, especially as regards the conservation of the environment and public health of the population, which requires some care needed for the construction of sanitary landfills. For installation of this enterprise are needed technical studies, environmental and socioeconomic used to evaluate a number of criteria for the selection of suitable areas deploying the sanitary landfill in order to minimize impacts. This study aims to demonstrate some weaknesses in the sanitary landfill Barreiras city, Bahia, Brazil. The vicinity to the highway (BR-242) of general circulation was the main irregularity found in the current sanitary landfill, which may facilitate disease transmission through locomotors vehicles that travel near the area. We performed a proposed new sanitary landfill, based on the ratio of distances between some important variables in this process. The identification of this new proposal, it was observed that there is no restriction regarding the proximity to roads, slope flat, away from rivers, the urban and protected areas. The Geographic Information System demonstrated to be a practical, economical and reliable, which can contribute to the selection of the areas appropriate the installation to sanitary landfill because it integrates a number of physical, biotic and social analysis in computational media, which minimize the environmental impacts caused by the project and avoid unnecessary costs.

**Palavras-chave:** geoprocessing, algebraic operators, trash, geoprocessamento, operadores algébricos, lixo.

### **1. Introdução**

A crescente quantidade de lixo produzida nas áreas urbanas é preocupante no que tange a saúde pública e a conservação do meio ambiente. No Brasil, 50,8% dos municípios brasileiros destinam seus resíduos sólidos em lixões (IBGE, 2008) que, expostos a céu aberto sem nenhuma forma de tratamento, comprometem a saúde coletiva através da transmissão de doenças por micro ou macro vetores e oferecem maior risco de contaminação dos solos, águas e ar de áreas adjacentes. Atualmente, a destinação final dos resíduos urbanos de forma econômica e segura é um dos desafios da administração pública. Segundo o CONDER (2009), os aterros sanitários são uma alternativa eficaz e de baixo custo, definidos como “equipamentos projetados para receber e tratar o lixo produzido pelos habitantes de uma cidade, com base em estudos de engenharia, para reduzir ao máximo os impactos causados ao meio ambiente”.

Nos últimos anos houve um aumento no número de estudos relacionados à identificação de áreas para a instalação de aterros sanitários nos municípios brasileiros (Frasson et al., 2001; Calijuri et al., 2002; Silva et al., 2005; Santos e Girardi, 2007; Schueler e Mahler, 2009), constatando-se a preocupação socioambiental e apontando o aterro sanitário como a opção atual mais viável para a destinação dos resíduos urbanos. Para a instalação desse empreendimento são necessários estudos técnicos, ambientais e socioeconômicos que permitem avaliar uma série de critérios para a seleção das áreas aptas a implantação do aterro

sanitário, a fim de minimizar os impactos ambientais. No Brasil, os critérios para localização de aterros sanitários estão sistematizados na NBR 13896, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Esses critérios incluem: distâncias de rios, estradas, perímetro urbano, unidades de conservação e aeroportos, pouca ou nenhuma declividade do terreno, tamanho da área e vias de acesso em perfeitas condições, dentre outros (ABNT, 1997).

Nesse sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta importante para a seleção de áreas para a implantação do aterro porque possibilita o monitoramento e gerenciamento deste ao permitir a combinação das diversas informações georreferenciadas, conjugando a área ideal para a possível instalação de aterros sanitários de forma rápida e confiável. Este estudo é o resultado de um trabalho desenvolvido em conjunto por alunos de Ciências Biológicas e Geografia da Universidade Federal da Bahia, tendo por objetivos avaliar e selecionar áreas mais adequadas para a implantação de um aterro sanitário no município de Barreiras (BA), com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1. Localização e caracterização da área de estudo**

A área de estudo compreende o município de Barreiras, principal polo político-econômico da região Oeste do Estado da Bahia, situa-se entre as coordenadas 12°15' S e 44° 99' W, abrangendo uma área de 7.859,128 km<sup>2</sup> de extensão e constituída por 137.427 habitantes (IBGE, 2010).

O clima do município é classificado como úmido, úmido a subúmido e subúmido a seco, caracterizado por apresentar inverno seco e verão chuvoso (SEI, 2010). O bioma predominante é o Cerrado e as principais fitofisionomias são cerrado arbóreo aberto, sem formação de floresta de galeria e cerrado parque (SEI, 2010). Possui relevo acidentado e circundado por duas serras, Serra da Bandeira, a oeste do município, e pela Serra do Mimo, a leste.

### **2.2. Materiais e coleta de dados**

O estudo foi realizado no período de 20 de março a 15 de junho de 2009, onde os procedimentos metodológicos adotados foram baseados na manipulação de informações técnicas, ambientais e socioeconômicas no ambiente de SIG, a fim de otimizar o processo de avaliação da adequação do local onde se encontra o lixão e, quando comprovada alguma irregularidade, posterior identificação de outras áreas para implantação do aterro sanitário.

Foram realizadas visitas ao lixão de Barreiras para a coleta das coordenadas geográficas em UTM (X: 517183 e Y: 8656088) e para a análise dos aspectos geográficos não disponíveis no conjunto de dados espaciais digitais, como por exemplo, o tipo de solo. O exame dos dados coletados e tratamentos digitais concentraram-se no laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal da Bahia, com a utilização dos materiais necessários e disponíveis levantados.

Inicialmente, o material cartográfico analógico foi digitalizado por meio de scanner e, posteriormente esse arquivo foi georreferenciado. Desse modo, foram obtidos os seguintes mapas: mapa da cobertura vegetal da APA do Rio de Janeiro, das redes viárias e hidrográficas, com escala de 1:100.000, elevação (SRTM), dos limites municipais (IBGE, 2007) e do perímetro urbano (PDU, 2003). Com o SIG foi montado o banco de informações digital e foram estabelecidos critérios restritivos considerados mais relevantes para a realização deste trabalho: declividade, estradas, áreas de drenagem, unidades de conservação e perímetro urbano. A imagem do município usada para a verificação de uso do solo foi a de satélite *Landsat.tiff* 5. Em seguida, foi criado um mapa para cada plano de informação a fim de delimitar as áreas restritas do município.

### 2.3. Critérios restritivos

*Declividade* – Segundo Moreira et al. (2008 apud Leite e Zuquette, 1996), em áreas com declividade superior a 20%, o material inconsolidado torna-se instável e propenso à infiltrações do percolado. Assim, considerando-se que altas declividades não são apropriadas para a implantação de um aterro sanitário foi estabelecida restrição para declividades superiores a 10%, visto que dificultaria o escoamento de resíduos líquidos (Figura 1).

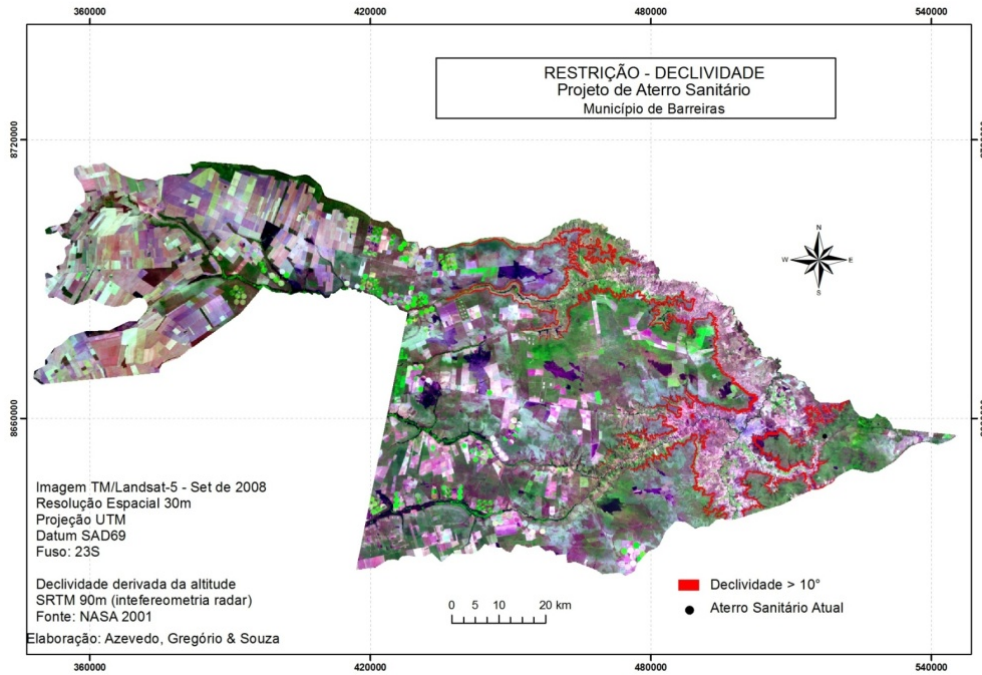


Figura 1: Restrição de declividade.

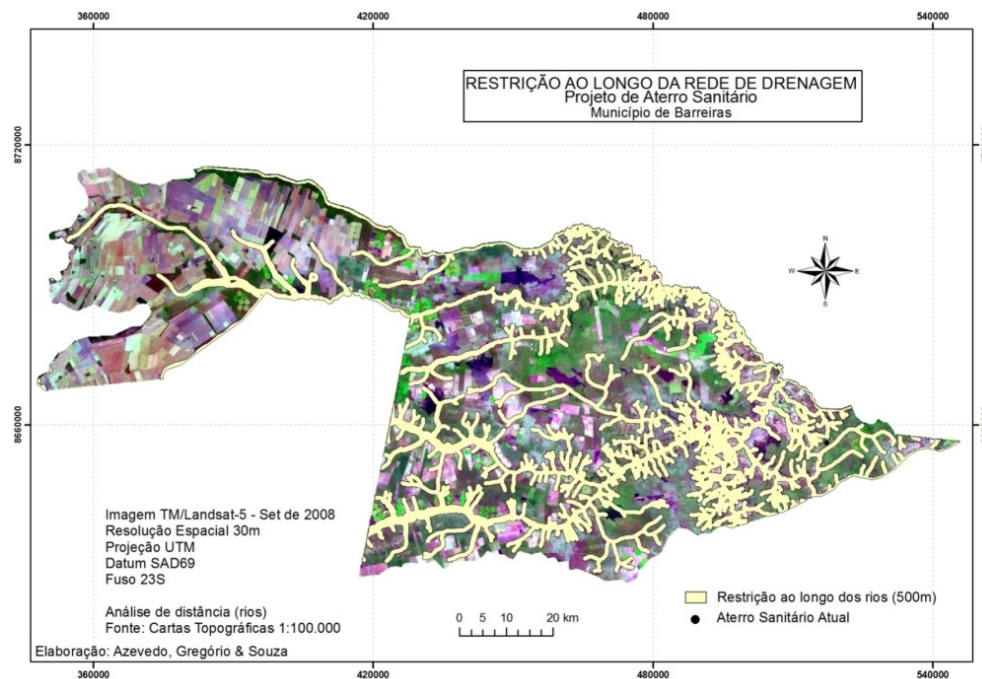


Figura 2: Restrição de áreas de drenagem.

*Distância de áreas de drenagem* – A Portaria nº 124 de 20/08/80 do Ministério do Interior recomenda a distância mínima de 200 m dos corpos d’água como segura para a instalação de aterros sanitários. Procurando preservar os recursos hídricos de possíveis contaminações por efluentes, foram estabelecidas como inviáveis as áreas com uma distância inferior a 500 metros dos rios (Figura 2).

*Distância das estradas* – Buscando preservar as rodovias dos impactos visuais e do odor transmitido pelos resíduos sólidos dos aterros sanitários, como também de evitar o transporte para outras localidades através de veículos locomotores que trafegam próximos ao aterro, foi estabelecido que áreas com menos de 300 metros das rodovias são consideradas restritas a implantação de um aterro sanitário (Figura 3).

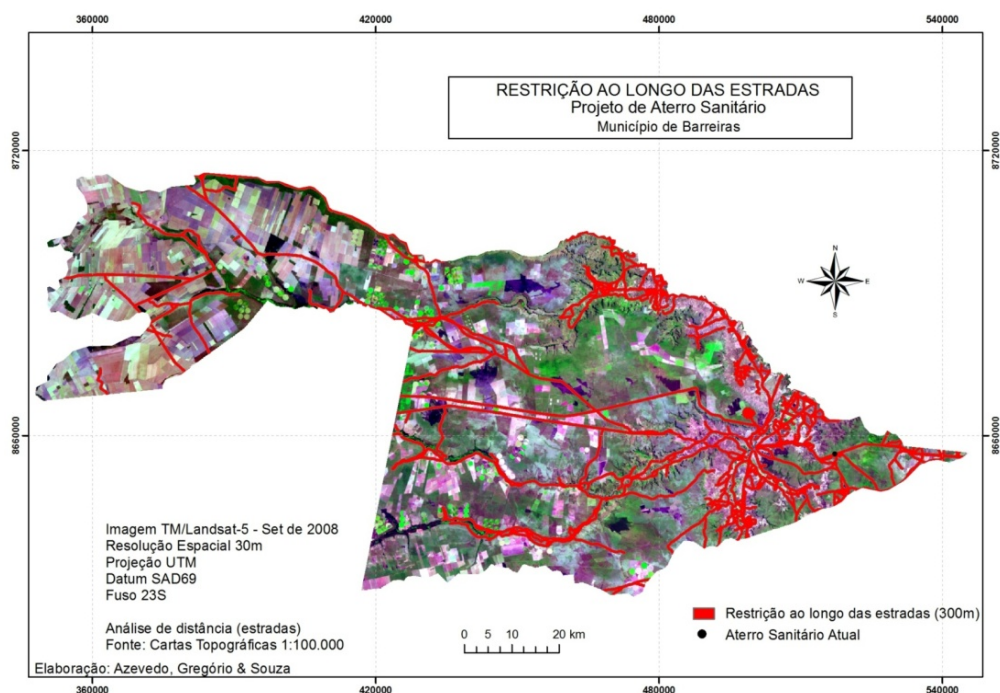


Figura 3: Restrição de estradas.

*Distância do perímetro urbano* – Quanto maior a distância da mancha urbana, mais apta estará a área para a implantação de um aterro, pois a população estará distante dos odores, assim como dos insetos e demais vetores de doenças encontrados no local (Figura 4). Segundo Rafael e Witold (2007), a distância dos aterros sanitários do perímetro urbanos visa afastar os impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos na natureza.

*Distância de unidades de conservação* – O SNUC (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000) em seu Art. 25 estabelece diretrizes para a criação de zonas de amortecimentos em unidades de conservação, exceto para Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, entretanto com o propósito de minimizar possíveis impactos negativos do aterro sanitário sobre a APA do Rio de Janeiro, foram adotadas como restrição as distâncias inferiores a 10 km do limite da unidade de conservação (Figura 5).



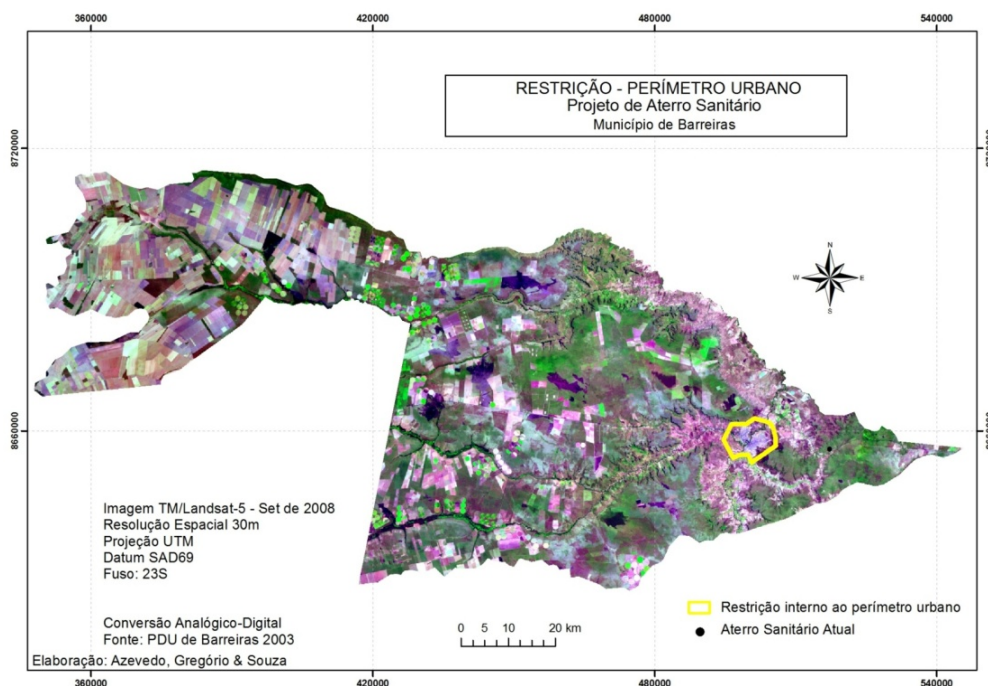


Figura 4: Restrição de perímetro urbano.

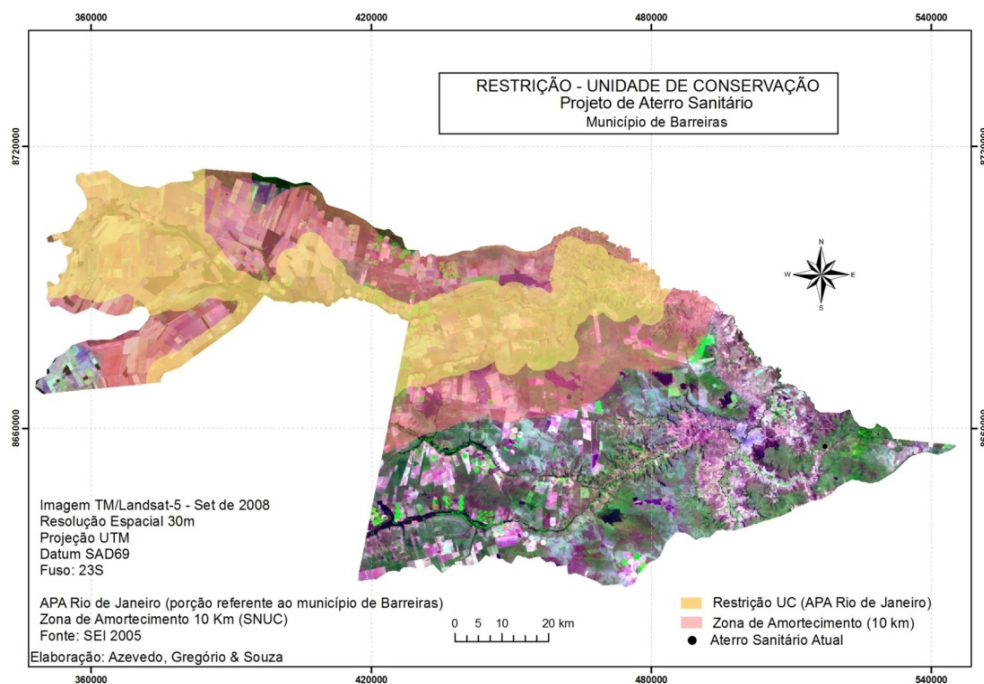


Figura 5: Restrição de unidade de conservação.

## 2.4. Álgebra de mapas

O cruzamento dos mapas com restrições foi realizado utilizando o SIG e ao final, foi gerado um mapa que englobava todas as restrições, a partir do qual foi possível visualizar as áreas adequadas para a construção do aterro (Figura 6). Posteriormente, foi adicionada a localização do lixão no mapa.

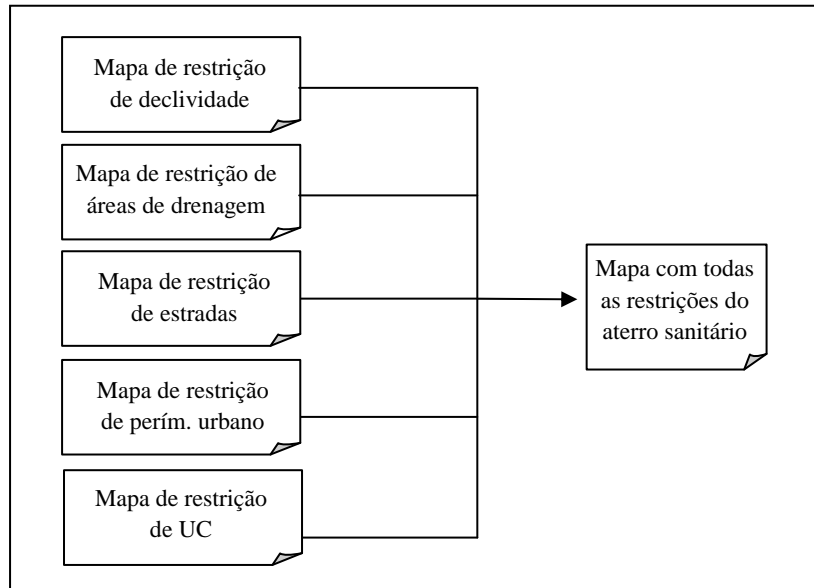


Figura 6: Esquema representando o cruzamento dos mapas temáticos.

### 3. Resultados e Discussões

Com as restrições identificadas, foi proposta uma área para a implantação do aterro sanitário (Figura 7), seguindo todas as normas estabelecidas necessárias. O novo local está situado entre as Coordenadas Cilíndricas UTM (X: 521443 e Y: 8656616), o solo é da classe Latossolo, relevo plano, características que dificultam o escoamento superficial dos resíduos. Com a integração dos dados observando os critérios anteriores, obteve-se o mapa restritivo que apresentam algum empecilho a implantação deste tipo de empreendimento.

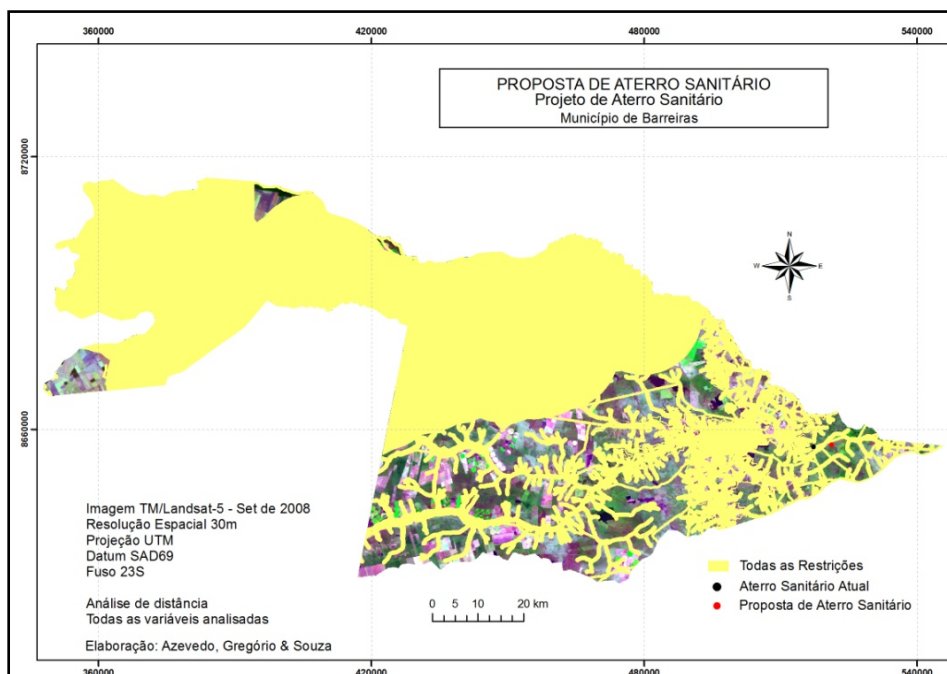


Figura 7: Proposta de aterro sanitário.

Após a análise das informações verificou-se que da área total do município de Barreiras, 789.232,34 Km<sup>2</sup>, as áreas de restrição à implantação de um aterro sanitário correspondem a 788.275,55 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 99,88%, ou seja, somente 947,08 km<sup>2</sup> de áreas adequadas.

Dos atributos restritivos estudados, somente a restrição estradas impede a implantação de um aterro no mesmo local do lixão. A localização atual do lixão é imprópria porque está situado na margem da BR 242, Km 774, saída para Salvador, a cerca de 20 km da área urbana, desrespeitando a determinação de distância mínima de 300 metros de rodovias federais e estaduais, que poderiam implicar na contaminação de outras localidades ou mesmo do próprio município, através de resíduos que podem ser transportados pelos veículos que trafegam na rodovia.

Na identificação de uma nova área para instalação do aterro sanitário observou-se que as áreas situadas ao longo da BR 242 não possuem nenhuma restrição, sendo portanto, as mais recomendadas porque são planas e altas, constituídas por solos do tipo latossolo, ou seja, trata-se de solos profundos, bem desenvolvidos e velhos, que não correm o risco de serem erodidos facilmente. O novo local proposto também possui duas vias de acesso, facilitando o transporte dos resíduos sólidos, critério importante para a instalação de um aterro (CPU, 1998).

Assim, a nova proposta para a localização do aterro sanitário é na direção da saída para Salvador, estando situado mais à frente do atual lixão e do sentido oposto a este, contando com solos compactados, distante de estradas, lençóis freáticos, perímetro urbano, unidade de conservação e com declividade adequada, enfim o local escolhido está em conformidade com os parâmetros legais para instalação de um aterro sanitário. Todavia, sabe-se a importância da pesquisa *in locu* para a análise das características geológicas, litológicas e pedológicas para confirmação da adequação do local, por isso recomenda-se que estudos futuros sejam destinados a esse fim.

#### 4. Conclusão

O SIG demonstrou ser uma ferramenta prática, econômica e confiável para a seleção de áreas mais adequadas à instalação de aterro sanitário porque integra uma série de componentes físicos, bióticos e sociais, analisados em meio computacionais, que minimizam os impactos ambientais causados pelo empreendimento e evitam custos desnecessários. Nesse contexto, os objetivos propostos no presente trabalho foram alcançados e seus resultados fornecem informações importantes que podem auxiliar e orientar a administração municipal de Barreiras quanto à implantação de um aterro sanitário, uma vez que as informações deste trabalho foram processadas com objetividade e em conformidade com as leis.

#### Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997

Calijuri, L. M.; Melo, A. L. de O.; Lorentz, F. J. Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. **Informação pública**, v. 4, n. 2, p. 231-250, 2002.

Centro de Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana – tratamento e disposição final do lixo**. 1998. 18 p.

Frasson, A. R.; Watzlawick, L. F.; Madruga, P. R. de A.; Schoeninger, E. R. Avaliação de áreas propícias à instalação de aterros sanitários utilizando técnicas de geoprocessamento em sistemas eletroquímicos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. v. 3, n. 1, 88 p., 2001.

Governo do Estado da Bahia. Companhia de Desenvolvimento da Bahia - CONDER. Manual de operação de aterros sanitários. Disponível em: < [www.conder.ba.gov.br](http://www.conder.ba.gov.br) >. Acesso em: 01 de novembro de 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa **nacional de saneamento básico**, 1989/2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf>> Acesso em: 17 de novembro de 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em: 17 de novembro de 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal Digital**. 2007. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TERRIT](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TERRIT)>. Acesso em 15 maio de 2009.

Ministério do Interior. **Portaria nº 124 de 20 de agosto de 1980**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2010.

Ministério do Interior. **Portaria nº 53 de 1º de março de 1979**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2010

Moreira, M. A. A.; Lorandi, R.; Moraes, M. E. B. de. Caracterização de áreas preferenciais para a instalação de aterros sanitários no município de Descalvado (sp), na escala 1:50.000. **Revista Brasileira de Cartografia**, n 60/02. p 177-194, 2008.

Plano Diretor Urbano da Cidade de Barreiras. **Prefeitura Municipal de Barreiras (BA)**. 2003.

Rafael, L. F. A.; Witold, Z. Incorporação de aterros a áreas urbanas. **Boletim técnico da escola Politécnica da USP**, Departamento de engenharia de construção civil. BT/PCC/466, p. 28. 2007. ISSN 0103-9830.

Santos, J. S. dos; Girardi, G. A. Utilização de geoprocessamento para localização de áreas para aterro sanitário no município de Alegrete-RS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. Artigos, p. 5491-5498.

Schueler, A. S. de; Mahler, C. Avaliação de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 13, 2009.

Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Superintendência de Clima**. 2010. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>> Acesso em: 16/11/2010.

Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Superintendência de Vegetação**. 2010. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>> Acesso em: 16/11/2010.

Silva, R. F. da; Cançado, J. C.; Lorandi, R.; Galiano, V. A.; Moreira, M. A. A. Aplicação metodológica para seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos industriais cerâmicos. Estudo de caso: Porto Ferreira – SP. **Geociências**, v.24, n. 3, p. 305-317, 2005.

Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.