

Geoprocessamento aplicado a seleção de áreas para implantação de aterro sanitário: estudo de caso, consórcio Brejo Madre de Deus e Juatuba- PE

GIS applied to selecting areas for the implementation of the landfill: case study, Fen consortium Mother of God and Juatuba- PE

Paula Germana Oliveira Rocha¹, Tiana Cibele Fagundes Ximenes², Sérgio Montethezuma Santoianni Guerra³.

^{1,2,3}Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

¹Email: paularoch_@hotmail.com.

RESUMO:

Esse trabalho é baseado na investigação de áreas aptas para a construção de um aterro sanitário no município de Brejo da Madre de Deus - PE. Ultimamente, poucos estudos teóricos têm sido realizados sobre esse recorte espacial objetivando identificar, mapear e analisar os componentes geotécnicos, geoambientais e a biodiversidade dessa importante região geográfica do Estado, e tampouco tem sido atualizada suas informações geográficas, nas mais diversas dimensões. Dessa maneira, é importante fazer um estudo, abordando os conceitos do geoprocessamento e as características do meio físico com vistas à geração de instrumentos para a prevenção de contaminações do solo superficial, do subsolo e das águas superficiais e subterrâneas, tanto quanto estabelecer critérios geotécnicos e geoambientais para o planejamento de uso e ocupação do solo para a implantação de aterro sanitário de acordo com a lei nº 12.305/10, da Política Nacional de Resíduos sólidos.

Palavras-chave: Brejo da Madre de Deus, geoprocessamento, aterro sanitário.

ABSTRACT:

This work is based on research areas suitable for the construction of a landfill in the municipality of Brejo da Madre de Deus - PE. Lately, few theoretical studies have been conducted on this spatial area aiming to identify, map and analyze the geotechnical components, geo-environmental and biodiversity of this important geographic region of the state, and neither has been updated their geographical information in several dimensions. Thus, it is important to do a study, addressing the concepts of GIS and the characteristics of the physical environment with a view to generating instruments to prevent contamination of topsoil, subsoil, surface and groundwater, as well as establish geotechnical criteria and geoenvironmental for planning land use and occupation for the implementation of landfill according to law No. 12,305 / 10, the National Policy on solid Waste.

Keywords: marsh Mother of God, geoprocessing, the landfill.

INTRODUÇÃO

Para Candemil (2012), após a Revolução Industrial, com a chegada de corporações e de empresas multinacionais, resultado da globalização e da Economia de Mercado, a sociedade contemporânea transformou-se em totalmente subordinada à prática do maior consumo, onde a indústria elabora inúmeras necessidades para as pessoas, estas

influenciadas, principalmente, pelos meios de publicidade e do marketing. A Revolução Industrial acentuou também a degradação ambiental, máxime no que se refere ao processo de poluição, tanto do ar atmosférico, com o lançamento de gases, quanto do solo e das águas, em razão dos esgotos e o despejo de detritos, muitas vezes tóxicos, sem salubridade. A sociedade do consumo deu importância ao homem que adquire produtos proporcionados pela produção em larga escala. Aliado a isso, o desenvolvimento tecnológico proporcionou a produção crescente de artigos em geral, gerando na mentalidade das pessoas a importância do ter em relação ao ser.

O crescimento demográfico e os hábitos de consumo vêm contribuindo no aumento do volume de resíduos gerados, que implica em desafios para uma gestão adequada. A grande preocupação está na capacidade e disponibilidade de áreas para de aterros sanitários, no qual deveria receber o mínimo possível de resíduos, garantido mais vida útil e minimizando impactos ambientais (CONSONI; PERES, 1995). Aterros sanitários bem construídos são impermeabilizados, com drenos de coleta de lixiviados e operados com eficiência, devido à cobertura de solo ao final de cada período de serviço, em localização correta onde a vulnerabilidade do aquífero subjacente não tenha índices altos são alternativas seguras para muitos resíduos, mas não para todos (OLIVEIRA; PASQUAL, 2004).

No âmbito infraconstitucional, como resultado da crescente preocupação com a preservação do meio ambiente, associada ao aumento da geração de resíduos sólidos, foi sancionada em agosto e regulamentada em dezembro de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sua realização está atrelada a lei nº 12.305, na qual contém ferramentas importantes para permitir o avanço nacional no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Dessa forma, foram criadas metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e instituir instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal (BRASIL, 2010).

De acordo com a Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC, ano base 2013, 1.865 municípios declararam possuir planos de gestão integrada de resíduos sólidos nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (IBGE, 2010). Conforme a Associação Brasileira de Empresas Públicas de Limpeza e Resíduos Especiais - ABRELPE

(2013), a geração total de Resíduo Sólido Urbano (RSU) no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas, o que representa um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 3,7%. A comparação entre a quantidade de RSU gerada e a coletada em 2013, mostra que diariamente mais de 20.000 toneladas deixaram de ser coletadas no país e, por consequência, tiveram destino impróprio. Já no estado de Pernambuco no mesmo ano foi gerado 8.561 t/dia de RSU.

Jucá (2002) afirma que os principais problemas na área de resíduos sólidos no Estado de Pernambuco podem ser divididos nos aspectos sociais, limpeza urbana (operação e gestão), destinação final e composição gravimétrica dos resíduos são importantes indicadores do desenvolvimento social e econômico. O uso do geoprocessamento facilita o processamento de dados georeferenciados, da digital de imagens, da cartografia digital e os sistemas informativos geográficos, no qual compõe o termo de Sistema Informativo Geográfico – SIG (MOURA, 2005).

Para Silva (2004), o SIG tem como principal característica a possibilidade de otimizar a atualização dos dados, já que a realidade se encontra em constante mutação, servindo para acompanhar estas mudanças ocorridas no espaço geográfico e fazer as devidas alterações que ocorrem ao longo dos anos. O SIG tem se tornado um instrumento fundamental no planejamento urbano e regional, já que é uma ferramenta importante na elaboração e no controle das políticas públicas voltadas aos municípios. Nas questões ambientais a ferramenta “é destinada a tratar dos problemas encontrados levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, contribuindo e acompanhamento à evolução passada e futura de um determinado local de estudo” abordando uma interdisciplinaridade na projeção e nas ações de um planejamento (MOURA, 2005).

Conforme Souza (2004) a geografia que tem como finalidade o estudo, a análise e as propostas acerca do espaço geográfico vêm a ser uma das principais ciências que 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 poderão colaborar para que as cidades possam ser planejadas de uma maneira sustentável, não só com a sua população, mas também com seu meio ambiente.

Portanto, o estudo é de suma importância no contexto municipal, uma vez que há carência de estudos referentes à disposição dos resíduos sólidos urbanos e também serve de projeto piloto para a implantação do empreendimento cumprindo as obrigações legais da lei nº 12.305/2010. Desta forma, o objetivo do trabalho é desenvolver um modelo teórico de comportamento e investigação de possíveis áreas para a construção de um aterro sanitário, com vistas a reduzir os impactos ambientais, no município de Brejo da Madre de Deus, utilizando ferramentas de geoprocessamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área base deste estudo consiste em vários recursos para o diagnóstico e a proposição de uma área para a construção de um aterro sanitário. Diversas referências foram analisadas e consultadas para dar suporte para a pesquisa: a Política Nacional de Resíduos Sólidos na lei nº 12.305/2010, as Normas Técnicas NBR 8419/1992 que se 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 foi utilizado como recurso principal na busca de um local adequado, com imagens do satélite LANDSAT 8 obtida junto ao Earth Resources Observation & Science Center (EROS) do U.S. Geological Survey (USGS), foram usados programas SIG, como o ArcGIS 10 e o programa AutoCAD 2014 (todos disponíveis na Universidade Federal Rural de Pernambuco) para a análise dos dados e obtenção dos resultados.

O uso dessa técnica e a metodologia adotada com o geoprocessamento possibilita resolver as questões e ganhos em tempo e qualidade dos resultados, permitindo a realização de avaliações complexas em grandes extensões territoriais (WEBER; HASENACK, 2000).

Para Frigo et al. (2013) as análises devem ser baseadas no conceito booleano convencional, disponíveis nos SIG, que caracteriza as áreas aptas ou não aptas ao fim pretendido. A análise booleana utiliza uma aptidão baixa em qualquer variável que leva à exclusão do local, mesmo que todas as demais sejam satisfeitas.

Foi realizada uma síntese de critérios adotados pelas instituições mencionadas, visando adaptarem-se os mesmos à realidade e as características da área de estudo. Os critérios adotados foram: A Portaria nº 124 de 20/08/80 do Ministério do Interior- MI recomenda a distância mínima de 200 m dos corpos d'água como segura para a instalação de aterros sanitários, para o caso de acidentes ou vazamentos, a fim de preservar os recursos hídricos de possíveis contaminações geradas e também estabelecidas como inviáveis áreas com distância inferior a 500 metros dos rios.

Segundo Rafael et al. (2007), a distância dos aterros sanitários do perímetro urbanos visa afastar os impactos ambientais gerados e manter a paisagem das rodovias sem uma poluição visual, já que o município possui uma economia voltada para o turismo. Que deverá ter o afastamento das vias de tráfego de 300 metros. Portanto, quanto maior for a distância da mancha urbana, mais apta estará a área para a implantação, pois a população estará distante dos odores, assim como dos insetos e demais vetores de doenças encontrados no local.

Segundo Moreira et al. (2008), em áreas com declividade superior a 20%, o material inconsolidado torna-se instável e propenso à infiltrações do percolado. Assim, sendo que a declividade não pode ser totalmente plana, para permitir o escoamento do chorume e também não podendo ultrapassar de 30% de inclinação, para garantir a estabilidade dos resíduos.

O último critério utilizado foi de caráter ambiental. Para a Lei nº 9.985/00 o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, abordando diretrizes e criações de zonas de unidades de conservação, adotando restrições com distâncias inferiores a 10 km do limite da unidade, exceto para Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, que são intocáveis apenas sob autorização dos órgãos competentes, para educação ambiental ou pesquisa.

1. Características gerais da área de estudo

1.1. Localização e Acesso

O município de Brejo da Madre de Deus está localizado na mesorregião Agreste Central, na Microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, limitando-se ao norte

com Santa Cruz Capibaribe e Taquaritinga do Norte, a sul com Belo Jardim, Tacaimbó e São Caetano, a leste Caruaru e a oeste Jataúba. A altitude da sede com relação ao mar é 627m, com bacia hidrográfica sendo construída pelo rio Capibaribe e os principais açudes da cidade são: Machado (1.228.340m³) e Oitís (3.020.159m³).

A área municipal ocupa 762,345 km² e representa 0.79 % do Estado de Pernambuco. A sede do município tem uma altitude aproximada de 627 metros e coordenadas geográficas de 08°08'45''S e o meridiano 36°22'16''W, distando 202,2 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232, BR-104 e PE-145 (Figura 1).

Figura 1- Localização da área de estudo (Google, 2015).



1.2. Aspectos Socioeconômicos

O povoamento do território do Município do Brejo da Madre de Deus iniciou por volta de 1710, quando o português André Cordeiro dos Santos chamou o local de Tabocas, por existir ali um tabocal, fazendo então erguer um engenho de açúcar. O mesmo nome foi dado a um rio que passava nas extremidades, o Rio Tabocas. No entanto, a vila se tornou município apenas em 20 de junho de 1893, pela Lei Estadual nº 52, sendo formado pelos distritos: Sede e Fazenda Nova e pelos povoados: Barra do Farias, Caldeirões, Logradouro, Mandaçaia, São Domingos e Fazenda Velha (IBGE, 2015).

De acordo com o censo demográfico 2010 do IBGE, a população residente total é de 45.192 habitantes sendo 35.135 (77,7%) na zona urbana e 10.057 (22,25%) na zona rural. Os habitantes do sexo masculino totalizam 22.150 (49,01%), enquanto que do feminino totalizam 23.042 (50,98%), resultando numa densidade demográfica de 59,28 hab/km² e com estimativa para 2014 com 48.541 habitantes. Os estabelecimentos de saúde (SUS) compõem de 19 estabelecimentos. Na área de educação, o município em 2012 possui 57 escolas de ensino fundamental com 8.496 alunos matriculados, 3 escolas de ensino médio com 1.334 alunos matriculados. Com o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) é de 0,562.

Para Brasil (2010), afirma que o levantamento elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS foi calculado pelo percentual de habitantes atendidos com serviços de coleta regular de resíduos domiciliares atende 99,74% dos domicílios correspondentes a 45.073 habitantes, no ano vigente de 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, todas as análises feitas são do tipo booleano (DIAS, 1994), 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, foram consideradas as áreas abaixo de 30% de inclinação, que sob este critério observar quais áreas que podem ser futuros locais para um aterro.

No contexto da rede hídrica, todas as áreas numa faixa de até 300 metros visam 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 300 metros para as vias de circulação (rodovias pavimentadas, estradas e caminhos) que atravessam o município, foram excluídas da análise.

Importante destacar também que o limite da área urbana, foi baseado na interpretação de uma imagem de satélite.

Após a elaboração dos planos de informação das sete temáticas abordadas (limite municipal, hidrografia, sistema viário, solos, áreas de preservação, área urbana e declividade, os mapeamentos dos mesmos, a fim de obter um único mapa onde irá apresentar

as áreas viáveis para a construção de um aterro sanitário, segundo todos esses critérios considerados.

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.

Após a elaboração do mapa, poderemos ponderar outros aspectos, como: o uso e cobertura do solo, a vegetação e o desenvolvimento de atividades agrícolas.

CONCLUSÕES

A construção de um aterro sanitário não é a melhor solução para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, mas aparece como uma solução socioambiental, já que no Brasil ainda deposita grande parte de seus resíduos em lixões a céu aberto.

No município de Brejo da Madre de Deus não possui aterro sanitário e mediante a limitação de áreas adequadas e conforme o decorrer do presente estudo, o transporte e a destinação final aparecem como soluções, ainda que economicamente caras, mas tecnicamente coerente na questão da destinação dos resíduos sólidos urbanos.

E que o geoprocessamento se faz importante como recurso para esta análise, pesquisa de locais e diversos critérios foram utilizados para a obtenção de um mapa final com áreas adequadas para tal construção.

Na análise final ficou claro que a melhor região para a construção de um aterro se encontra nas quais não foram excluídas pelos devidos critérios e serão as mais aptas para esta finalidade, ainda que também essa área tenha outras atividades que podem ser conflituosas com a construção de um aterro.

Outras soluções podem auxiliar a reduzir quantitativamente os resíduos gerados, como a reciclagem dos resíduos, reutilização, logística reversa, compostagem do resíduo orgânico, através da educação ambiental para um consumo mais consciente. Ou seja, diante de limitações de áreas para a construção do aterro sanitário, outras soluções complementares devem ser realizadas para o processo de gestão de resíduos.

As Conclusões devem responder os questionamentos do objetivo de forma simples e concisa. As Referências devem conter *preferencialmente* no mínimo 70% de citações artigos em periódicos científicos e *preferencialmente* no máximo 5 anos de publicação. Os outros 30% devem ser *preferencialmente* de dissertações, teses, páginas de internet (somente dados numéricos e não algo escrito), como por exemplo, FAO e livros.

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.

ABRELPE, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo-SP, p. 28, 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>> Acessado em: Mai. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, CXLVII, n. 147, 03 ago. 2010. Seção 1, p. 3-7. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: Abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS - Coleta de Lixo: Moradores por Coleta de lixo segundo Município**. Pernambuco, PE, 2010. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/lixpe.htm>> Acessado em: Abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política de Resíduos Sólidos apresenta resultados em 4 anos**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos>> Acessado em: Abr. 2015.

BREJO DA MADRE DE DEUS (PE). **Projeto Básico de Limpeza Urbana no Município Brejo da Madre de Deus**. Julho de 2009.

CANDEMIL, Renata. Mudanças de Paradigmas Para Uma Sociedade Sustentável: Um novo desafio para o direito brasileiro? **Revista de Direito Ambiental**. vol. 68. São Paulo: Ed RT, 2012.

CEMPRE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Agora é lei.** São Paulo-SP. p.2, 2010.
CONSONI, A. J.; PERES, C. **Origem e composição do lixo. In: Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. Capítulo II.

DIAS, C. M. C. **Álgebra booleana e lógica digital: Uma aplicação da lógica matemática. Revista Acadêmica,** Fundamentos de Matemática e de Cálculo Diferencial e Integral do Departamento de Matemática e Física da PUC, Curitiba: PR, 1994.

FRIGO, et al. **Identificação de áreas aptas à implantação de aterro sanitário no município de Cascavel –PR.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, Abril, 2013.

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brejo da Madre de Deus: histórico.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=260260&se arch=pernambuco|brejo-da-madre-de-deus|infograficos:-historico>> Acessado em: Mai. 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260260&search=pernambuco|brejo-da-madre-de-deus|infograficos:-informacoes-completas>> Acessado em: Mai. 2015.

JUCÁ, J.F.T. et al. **Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco.** In: XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, p.1-11. 2002

LIMA, L.M.Q. **Tratamento do Lixo.** 2ª ed., São Paulo (SP), Editora Hemus, 1991, 240p.

MINTER, MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Portaria nº 124 de 20 de agosto de 1980.** Disponível em: <<http://www.legislacaoambiental.com.br/system/files/lglLegislacao/2010/01/13/543D7C9C-D8E2-4871-BB5F-83624DA6E575.pdf>> Acessado em: 08 Mai. 2015.

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.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 2º Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005.

MPPE, Ministério Público de Pernambuco. **MPPE publica novas orientações para promotores ambientais após emendas parlamentares na Medida Provisória nº 651/2014. Prorrogação de prazo para encerramento dos lixões.** Recife, PE, 2014. Disponível em: <http://www.mppe.mp.br/mppe/index.php/comunicacao/noticias/ultimas-noticias-noticias/3216-mppe-publica-novas-orientacoes-para-promotores-ambientais-apos-emendas-parlamentares-na-medida-provisoria-n-651-2014-prorrogacao-de-prazos-para-encerramento-dos-lixoes>> Acessado em: 08 Mai. 2015.

OLIVEIRA, S.; PASQUAL, A. **Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário.** Engenharia Sanitária e Ambiental, vol 9, n 3, pp. 240-249, 2004.

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.

SILVA, D.G. et al. **A Influência da Densidade de Drenagem na Interpretação da Evolução Geomorfológica do Complexo de Tanques do Município de Brejo da Madre de Deus** – Pernambuco, Nordeste do Brasil. Revista de Geografia, vol. 26, n 3, 2009.

SILVA, A.N.R. **SIG: Uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes.** São Carlos, SP: Ed. dos Autores, 2004.

SILVA, J.X., Zaidan, R.T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm> Acessado em: 08 Mai 2015.

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

WEBER, E. ; HASENACK, H. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0430.pdf>> Acessado em: 08. Mai. 2015.