

III-547 - GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À SELEÇÃO PRELIMINAR DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Érica Cristine Medeiros Machado⁽¹⁾

Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. Doutora em Recursos Naturais pela UFCG. Professor Adjunto II da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG (UACTA/CCTA/UFCG).

Camilo Allyson Simões de Farias

Doutor em Engenharia pela Ehime University, Japão. Professor Adjunto III da UACTA/CCTA/UFCG

Jussamara Rodrigues Noé

Engenheira Ambiental pela UACTA/CCTA/UFCG

Endereço⁽¹⁾: Rua Jario Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros - Pombal - PB - CEP: 58840-000 - Brasil - Tel: (83) 34311307 - e-mail: erica@ccta.ufcg.edu.br

RESUMO

Os municípios da Paraíba que compõem o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Médio Piranhas (CODEMP) buscam instalar um aterro sanitário consorciado para dispor seus rejeitos, de forma técnica e ambientalmente adequada, no município de Pombal-PB. O presente trabalho objetiva delimitar áreas propícias para a instalação deste aterro, utilizando critérios técnicos estabelecidos pelas leis e normas vigentes. Foi utilizado o software livre gvSIG versão 1.12 na análise espacial dos critérios adotados e na delimitação das áreas viáveis. Observou-se que, dos critérios analisados, os critérios de “Vegetação” e “Distância de cursos d’água” foram os mais restritivos na delimitação das áreas propícias, mesmo assim foi possível definir diversas áreas, as quais são propícias por possuir solo com característica argilosa; vegetação adequada do tipo atividade agrícola e atenderem às distâncias mínimas estabelecidas para cursos d’água, vias e núcleos residenciais urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Seleção de área, Sistemas de informações geográficas, Implantação de aterro sanitário.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos ocorre diariamente em quantidades e composições que variam de acordo com o tamanho da população e de seu desenvolvimento econômico, constituindo-se em um processo contínuo e inevitável, pois toda atividade humana gera resíduos. Tais resíduos, quando dispostos de forma inadequada, podem ocasionar sérios impactos ambientais, sanitários e sociais, necessitando, portanto, de especial atenção por parte tanto da população quanto de seus governantes. Segundo Brito (2009), fatores como o crescimento da população, os hábitos de consumo da sociedade moderna e o curto ciclo de vida dos produtos contribuem para o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos e, consequentemente, para o agravamento dos problemas relacionados com o gerenciamento dos mesmos.

No Brasil, apresentam-se três formas usuais de disposição final dos resíduos sólidos. Uma delas é o lixão ou vazadouro a céu aberto, que é bastante utilizado em municípios onde os recursos financeiros são escassos. Outra forma é o aterro controlado, que é uma maneira de se confinar tecnicamente o lixo coletado sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta e o tratamento do chorume e do biogás (MONTEIRO et al., 2001). Tem-se também o aterro sanitário, que é uma forma para dispor os resíduos sólidos no solo baseada em técnicas de engenharia e normas operacionais específicas, permitindo o confinamento seguro dos resíduos e promovendo a proteção da saúde pública e do meio ambiente. No aterro sanitário há a coleta e o tratamento do chorume e biogás (ReCESA, 2008).

A Lei 12.305 de 02 de Agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), determinou o fechamento dos lixões no Brasil até dia 02 de agosto de 2014. Assim sendo, os municípios

brasileiros que ainda não atenderam tal determinação, devem buscar implantar aterro sanitário para dispor seus resíduos de forma técnica e ambientalmente adequada.

A seleção de áreas propícias para a instalação de um aterro sanitário torna-se difícil devido ao alto grau de urbanização e da intensa ocupação do solo, o que limita a disponibilidade de áreas próximas aos centros de geração de lixo e com dimensões requeridas para atender às necessidades do município. Por ser uma tarefa complexa e envolver critérios técnicos, político-sociais e econômico-financeiros, considera-se adequado o emprego de geotecnologias para facilitar e acelerar o processo de escolha de áreas adequadas à instalação de aterros sanitários (SPERB et al., 2010; SANTOS e GIRARDI, 2007; CALIJURI et al, 2002).

No estado da Paraíba, vinte municípios compõem o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Médio Piranhas (CODEMP), o qual possui, em fase de aprovação, um projeto para implantação de um aterro sanitário consorciado, a ser implantado no município de Pombal - PB. O presente estudo tem como objetivo geral delimitar, utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e considerando critérios técnicos, áreas propícias para instalação do aterro sanitário do CODEMP no município de Pombal-PB

REVISÃO DE LITERATURA

Geotecnologia é o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica, sendo apontada em 2004 pela revista britânica Nature como um dos três mercados emergentes mais importantes da atualidade, junto com a nanotecnologia e a biotecnologia. São exemplos destas geotecnologias os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os Sistemas de Posicionamento Global (GPS), a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto por Satélites, entre outros. Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, tais geotecnologias oferecem uma grande potencialidade, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA e DAVIS, 2001).

Um exemplo de aplicação do geoprocessamento na gestão urbana pode ser visto no trabalho desenvolvido por Carvalho e Leite (2009) nos municípios de Sabará e Nova Lima - MG, no qual os autores concluíram que o geoprocessamento apresenta-se como uma ferramenta incontestavelmente poderosa nas questões que lidam com dados espaciais, onde foi possível verificar que inúmeras são as vantagens que este recurso pode proporcionar para a gestão pública. Outro exemplo foi o de Figueiredo et al. (2004), que desenvolveram um trabalho sobre a utilização do geoprocessamento nos serviços oferecidos pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba – SUDEMA/PB, no qual foi destacado uma mudança bastante significativa nas atividades como fiscalização e licenciamento ambiental, uma vez que as técnicas de geoprocessamento proporcionam uma visão integrada da realidade.

Para Moura (2003 apud ARRUDA, 2007), uma das principais características dos SIG's é a possibilidade de aperfeiçoar a atualização de dados, pois a realidade está sujeita a contínuas mudanças que alteram rapidamente a projeção territorial dos fenômenos econômicos e sociais. Desta maneira, o SIG pode ser considerado como o principal instrumento de planejamento urbano, por possibilitar uma representação mais fiel de sua complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas.

O SIG é utilizado como ferramenta de apoio à decisão devido a sua capacidade de manipular grandes volumes de dados, integrar imagens orbitais, e possuir potencial para realizar grande diversidade de análises com eficiência. Dentro do planejamento ambiental, podem-se apontar uso do SIG no mapeamento temático, diagnóstico ambiental e avaliação de impacto ambiental. Nesse contexto, a utilização do SIG para avaliação de áreas propícias a instalação de aterros sanitários, por exemplo, se apresenta como alternativa que minimiza custos e racionaliza tempo (NETO, 2009).

De acordo com Lupatini (2002 apud PROSAB, 2003), o local escolhido deve reunir uma série de características ao encontro de vários objetivos, entre os quais se destacam: minimizar a possibilidade de existência de impactos ambientais negativos aos meios físico, biótico e antrópico; minimizar os custos envolvidos; minimizar a complexidade técnica para viabilização do aterro; e, maximizar a aceitação pública ao encontro dos interesses da comunidade.

Pfeiffer (2002 apud SILVA, 2011) afirma que a seleção de áreas para implantação de aterros sanitários geralmente constitui um processo lento e oneroso, pois envolve exigências legais e resistência por parte da população. Porém, o emprego de ferramentas modernas, como as ferramentas de geoprocessamento, pode propiciar uma importante melhora na qualidade dos resultados e uma maior facilidade em toda a operação, pois estas ferramentas oferecem agilidade e precisão no resultado.

Sperb et al. (2010) desenvolveram um trabalho de identificação de áreas adequadas a instalação de aterro sanitário através da utilização de software livre para análise geoespacial nos municípios de Itajaí, Itapema, Camboriú e Balneário Camboriú (SC), no qual objetivava identificar áreas adequadas em cada um dos municípios e ainda áreas para implantação de aterro consorciado para os quatro municípios. O resultado obtido demonstrou que é possível realizar análises geoespaciais de natureza complexa (i.e. englobando vários critérios, fatores), com o uso de uma dessas ferramentas SIG livres disponíveis, no caso, o gvSIG.

Os pesquisadores Santos e Girardi (2007) também desenvolveram um trabalho para localização de áreas para aterro sanitário no município de Alegrete-RS utilizando geoprocessamento. Os autores concluíram que com a utilização de metodologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens é possível localizar áreas propícias à implantação de aterro sanitário, sendo uma maneira rápida e de baixo custo.

Outro exemplo foi o de Weberl e Hasenack (2002) que desenvolveram um trabalho para avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises no SIG IDRISI, no qual mostra uma aplicação para um zoneamento de aptidão à instalação de um aterro sanitário no município de Osório. O resultado obtido ratifica o geoprocessamento como uma ferramenta extremamente útil e ágil na integração de informações espaciais para gestão do uso do solo. Os autores concluíram ainda que os SIG's constituem uma ferramenta muito importante no apoio à decisão, devendo estar acessível ao administrador/tomador de decisão, pois facultam uma percepção da realidade muito além da avaliação subjetiva a que todos estão sujeitos.

Calijuri (2000), por sua vez, em um trabalho desenvolvido no município de Cachoeira de Itapemirim-ES conseguiu identificar 15 áreas potenciais para instalação de aterros sanitários utilizando o SIG IDRISI. A autora concluiu que, o método permite a integração de informações espaciais para tomada de decisão no processo de avaliação e seleção de áreas para a implantação de empreendimentos impactantes.

ÁREA DE ESTUDO

Os vinte municípios da Paraíba que compõem o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Médio Piranhas (CODEMP), os quais possuem, em fase de aprovação, um projeto para instalação de um aterro sanitário consorciado a ser instalado no município de Pombal-PB, estão inseridos na Mesorregião do Sertão Paraibano, como pode ser visto na Figura 1.

O município de Pombal-PB localiza-se na Microrregião de Sousa, distando aproximadamente 371 km da capital João Pessoa. Pombal-PB encontra-se a aproximadamente 175 m de altitude, com coordenadas geográficas de 06° 46' 08" Sul e 37° 47' 45" Oeste, e possui área total de 889 km². Atualmente os resíduos sólidos do município são dispostos no lixão municipal (Figura 2), que está em funcionamento neste local há aproximadamente 14 anos. Tal lixão possui uma área de 293.723,51 m² e localiza-se na BR 230 no trecho que liga Pombal à Sousa, especificamente no km 410. A localização da área encontra-se representada na Figura 3, na qual percebe-se que o lixão está localizado próximo da área urbana, cerca de 3,4 km do centro da cidade.

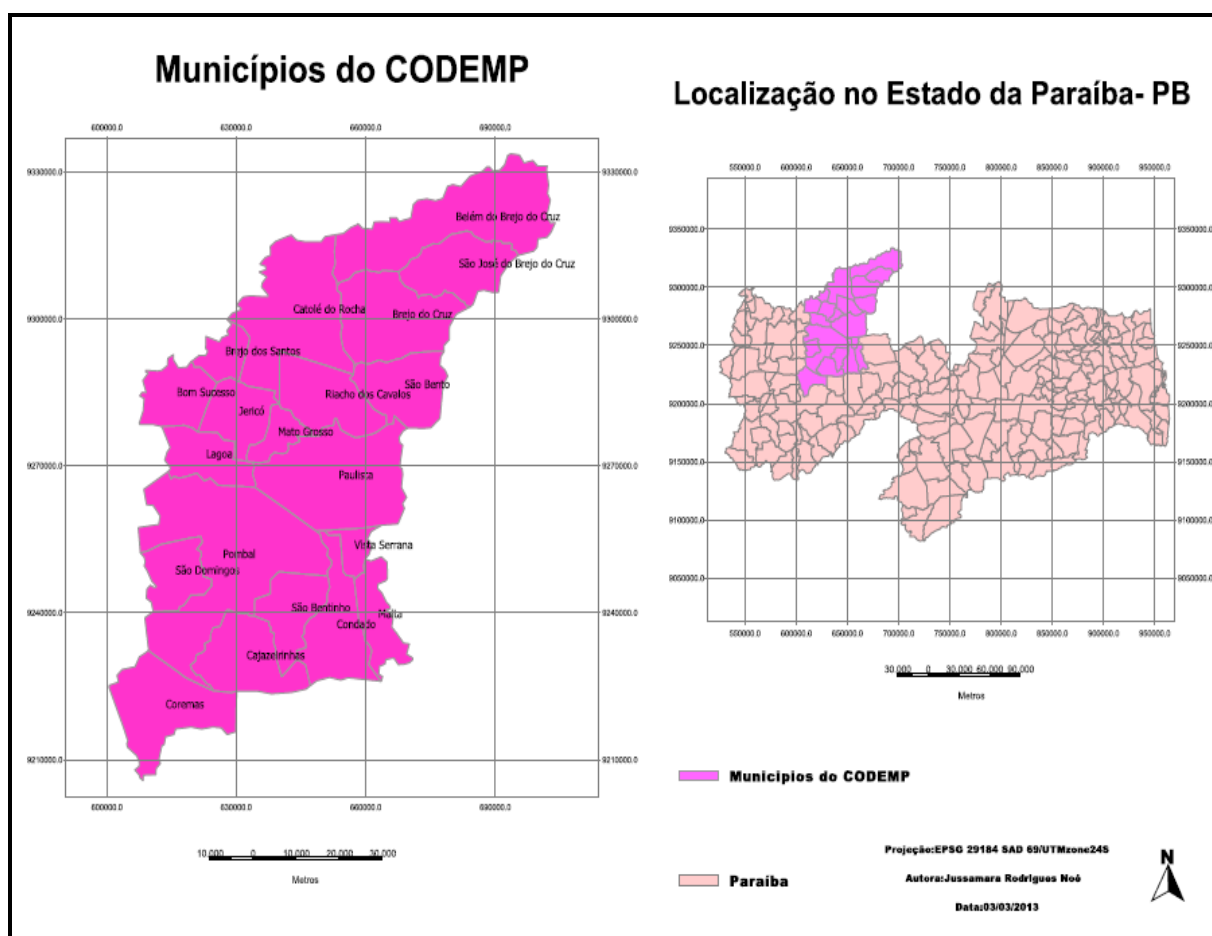


Figura 1 - Localização dos municípios do Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Médio Piranhas (CODEMP) em relação ao estado da Paraíba. Fonte: Arquivos shapefile de AESA (2012).



Figura 2 - Lixão do município de Pombal-PB. Fonte: Arquivo pessoal (2013).

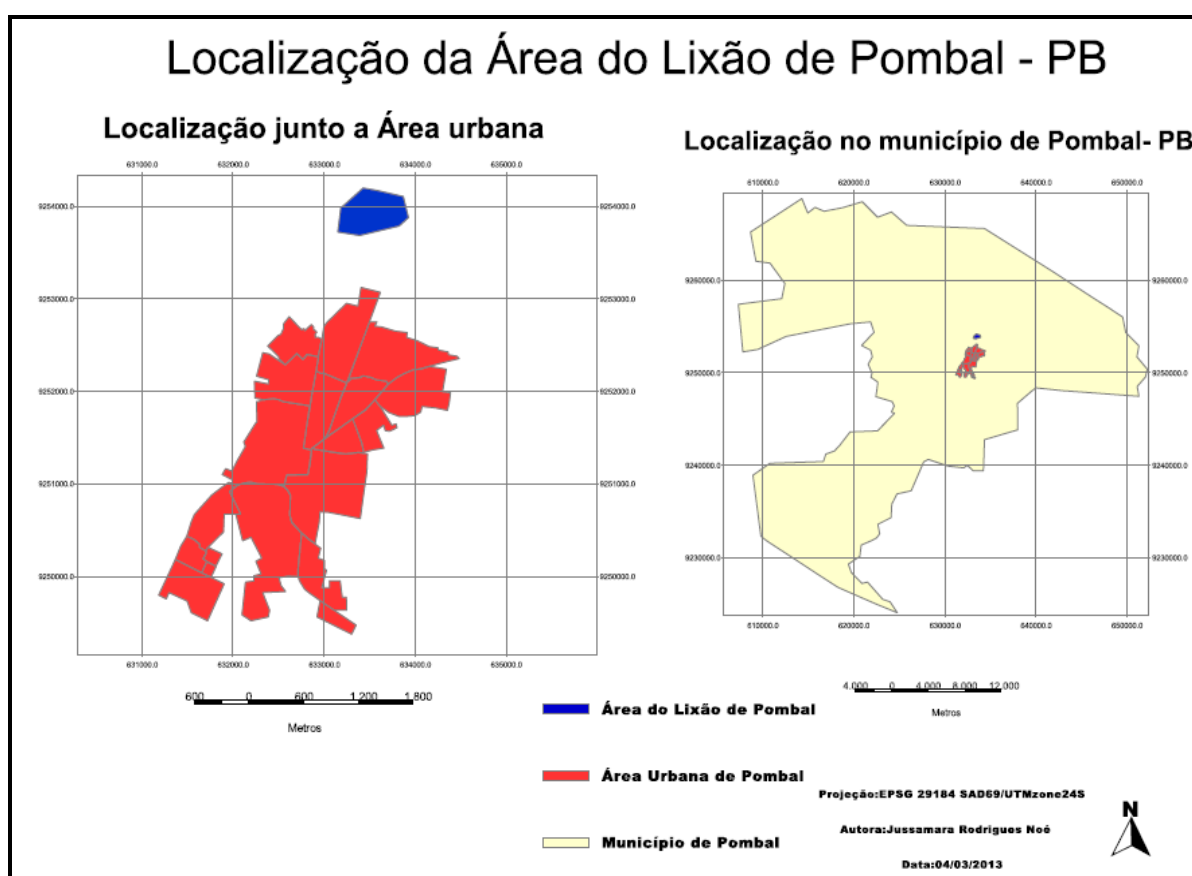


Figura 3 - Localização da área do lixão em relação ao município de Pombal-PB.
Fontes: Arquivos shapefile de AESA (2012); Lucena (2013).

METODOLOGIA

Os dados georreferenciados necessários à geração de mapas temáticos utilizando o software livre gvSIG foram obtidos junto à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, por meio de arquivos no formato shapefile referentes a: vegetação, delimitação dos municípios, hidrografia, altimetria, solo e rodovias. Além disso, foi realizada uma visita de campo ao lixão municipal, com a finalidade de se coletar as coordenadas geográficas de localização do lixão e de um açude situado próximo a este. Como tais dados são oriundos de fontes distintas, foi necessário padronizar tais informações vetoriais em uma mesma projeção geográfica, sendo definida para este trabalho a projeção EPSG 29184 SAD69/UTMzone24S.

Na literatura existem algumas metodologias de seleção de áreas para implantação de aterro sanitário, como por exemplo, a estratégia descrita em Monteiro et al. (2001) e a citada em ReCESA (2008). Nas duas metodologias é necessário estimar o volume total, ano a ano, dos resíduos que serão dispostos no aterro, assim como o volume útil total do aterro sanitário para receber os resíduos durante a vida útil desejada.

Neste trabalho, a estimativa deste volume foi realizada a partir da estimativa da população da Paraíba do ano de 2011 até 2030, realizada pelo IBGE (2013), da qual obteve-se a taxa de crescimento geométrico que foi utilizada para prever o crescimento da população para os vinte anos adotados de vida útil para o aterro. Uma vez definida esta taxa e sendo conhecida a população do ano de 2011 de cada município que compõem o CODEMP realizou-se a previsão da população para vinte anos previstos de vida útil do aterro (2013 a 2032), sendo repetidas nos anos de 2031 e 2032 a mesma taxa de crescimento do ano de 2030. Para calcular a taxa de crescimento geométrico e a previsão da população foram utilizadas as Equações (1) e (2).

$$g = \frac{\Delta t \sqrt{P_n}}{\sqrt{P_{n-1}}} \quad \text{equação (1)}$$

$$P_n = P_{n-1} (1 + g)^{\Delta t} \quad \text{equação (2)}$$

Onde: g = Taxa de crescimento geométrico; Δt = Variação do tempo; P_n = População no ano "n"; P_{n-1} = População atual.

Como não se tem disponível informações sobre a geração per capita dos resíduos sólidos urbanos dos municípios, utilizou-se as faixas de geração per capita de Monteiro et al. (2001). Logo, para os municípios com população até 30 mil habitantes adotou-se a geração per capita de 0,5 kg/hab./dia, e para aqueles com população de 30 a 500 mil habitantes realizou-se interpolação dos valores 0,50 e 0,80 kg/hab./dia para obter a geração per capita em função da população prevista para cada ano da vida útil.

Para estimar a área necessária para implantação do aterro sanitário, determinou-se o volume total dos resíduos compactados no aterro de acordo com o modelo de ReCESA (2008), considerando: a projeção da população e da geração per capita para os vinte anos; a taxa da cobertura da coleta dos resíduos do município de Pombal-PB de 80,2 % para os dez primeiros anos e de 100% para os anos subsequentes. O valor de 80,2% refere-se a atual taxa de coleta realizada no município de Pombal-PB, no qual a coleta é realizada apenas na zona urbana, e foi mantida para os demais municípios. A massa do lixo foi obtida pela multiplicação da população, geração per capita e cobertura de coleta; e o peso específico do lixo compactado estimado em 700 kg/m³, valor médio da faixa sugerida por Carmo Junior (2010).

Com estes dados calculou-se o volume anual dos resíduos compactados no aterro, e também o volume acumulado previsto para o período de vinte anos. Por fim, calculou-se o volume útil total do aterro já considerando o volume que será ocupado pelo solo de cobertura intermediária e final, onde adotou-se uma taxa 15% de material de cobertura. Para encontrar a área necessária para o aterro somou-se o volume acumulado previsto para os vinte anos de cada município, e dividiu-se este volume pela altura média das células adotada como padrões do aterro sanitário, três metros, para isto utilizou-se a equação (3).

$$\text{Área} = \frac{\text{Volume total acumulado}}{\text{Altura média das células}} \quad \text{equação (3)}$$

Após a estimativa da área necessária para implantação do aterro, selecionou-se alguns dos critérios técnicos estabelecidos em Monteiro et al. (2001), ReCESA (2008) e NBR nº 13.896/1997, cujo procedimento de avaliação está descrito a seguir:

- Primeiro passo: avaliação do critério “Uso do solo”: realizada a partir da geração de um mapa temático do município de Pombal contendo informações de vegetação e do tipo de solo contido no município. A sobreposição destas duas informações e a análise dos critérios encontrados na literatura permitiram delimitar a área do município adequada para implantação de um aterro sanitário, segundo o critério uso do solo. Desta área, foram subtraídas as áreas restritas, conforme critérios a seguir;
- Segundo passo: avaliação do critério “Proximidade a cursos d’água”: realizada a partir da utilização da função *buffer*, no gvSIG, determinando uma faixa restrita de 200 m no entorno da hidrografia do município de Pombal-PB;
- Terceiro passo: avaliação do critério “Distância de vias”: realizada a partir da utilização da função *buffer*, no gvSIG, determinando uma faixa restrita de 100 m no entorno das vias que cortam o município de Pombal-PB;
- Quarto passo: Avaliação do critério “Proximidade a núcleos residenciais urbanos”: realizada a partir da utilização da função *buffer*, no gvSIG, determinando uma faixa restrita de 500 m no entorno da área urbana do município de Pombal-PB;
- Quinto passo: Delimitação das áreas propícias à instalação do aterro, a partir da subtração das áreas dos critérios Proximidade a cursos d’água, Distância de vias e Proximidade a núcleos residenciais urbanos da área propícia segundo o Uso do solo encontrada no primeiro passo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os volumes acumulados para os vinte anos de cada município do CODEMP, cujo total é de 1.017.577,30 m³. Adicionando a este valor 15% do material de cobertura dos resíduos, obtém-se um volume de 1.170.213,89 m³. Logo, considerando uma altura média de 3,0 metros, a área necessária para o aterro sanitário é de 390.071,30 m².

Tabela 1 - Volume de resíduos gerados durante vinte anos (2013 - 2032).

Municípios	Volume acumulado (m ³)
Belém do Brejo do Cruz	36.120,33
Bom Sucesso	25.329,14
Brejo do Cruz	66.751,60
Brejo dos Santos	31394,04
Cajazeirinhas	15.386,58
Catolé do Rocha	146.208,21
Condado	33.282,72
Coremas	76.502,60
Jericó	38.110,05
Lagoa	23.571,68
Malta	28.313,65
Mato Grosso	13.749,25
Paulista	59.727,04
Pombal	163.076,24
Riacho dos Cavalos	42.078,92
São Bento	158.387,47
São Bentinho	18.583,02
São Domingos	14.553,71
São José do Brejo do Cruz	8.564,78
Vista Serrana	17.886,17
Total	1.017.577,30

Para Monteiro et al. (2001), o solo da área escolhida para instalação de aterro sanitário deve apresentar uma impermeabilidade natural a fim de reduzir a possibilidade de contaminação do lençol freático. Portanto, a área selecionada deve, de preferência, possuir características argilosas. Por meio da Figura 4, observa-se que o município de Pombal-PB possui dois tipos de solo, o primeiro é o argilossolo vermelho-amarelo que são profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável, mas com predomínio de textura média na superfície, e argilosa, em subsuperfície, com presença ou não de cascalhos. Tal tipo de solo apresenta porosidade total baixa a média e densidade aparente com valores compreendidos entre 1,32 g/cm³ e 1,63 g/cm³. O segundo tipo de solo é o Luvisolo crômico, o qual caracteriza-se como sendo solo com argila de alta atividade, pouco profundo (60 - 120 cm), e ainda pode apresentar pedregosidade na parte superficial e caráter sódico na parte subsuperficial. Deste modo, os dois tipos de solo presentes no município de Pombal-PB apresentam característica argilosa, estando assim adequado à instalação de um aterro sanitário

Contudo, segundo Monteiro et al. (2001), as áreas para instalação de um aterro sanitário têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental. A Figura 5 apresenta o uso de solo para vegetação no município de Pombal, na qual se observa um predomínio de áreas de atividades agrícolas, ao norte do município, e de vegetação arbórea aberta, ao sul. Dessa forma, elege-se a área ao norte do município como propícia para a instalação do aterro sanitário no quesito uso do solo, pois, apresenta-se viável tanto na sua permeabilidade quanto na sua utilização.

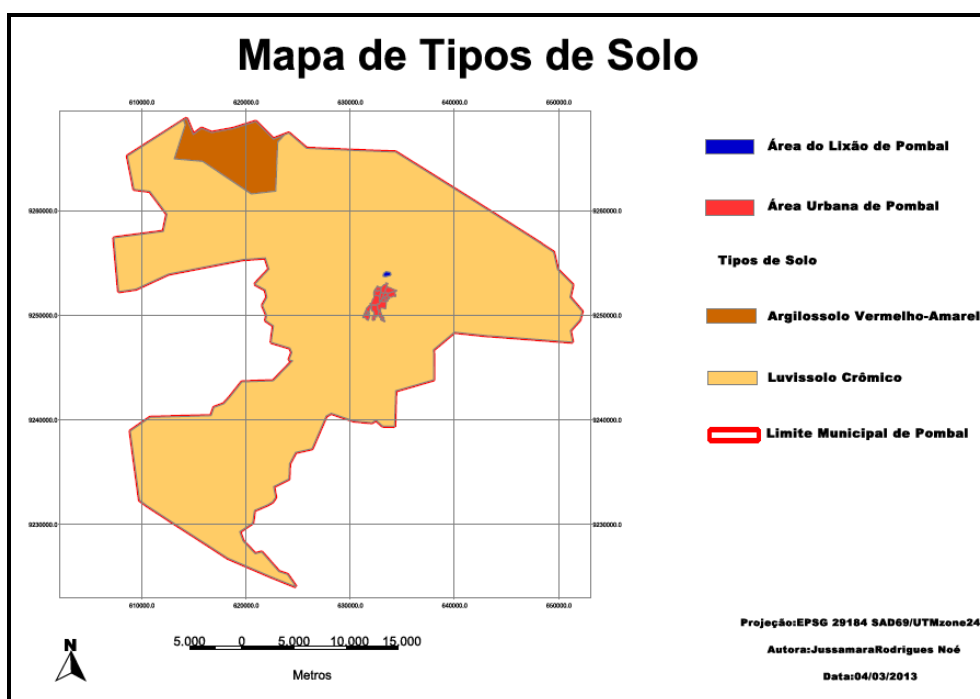


Figura 4 – Tipos de solo do município de Pombal-PB.
Fontes: Arquivos shapefile de AESA (2012); IBGE (2012), Lucena (2013).

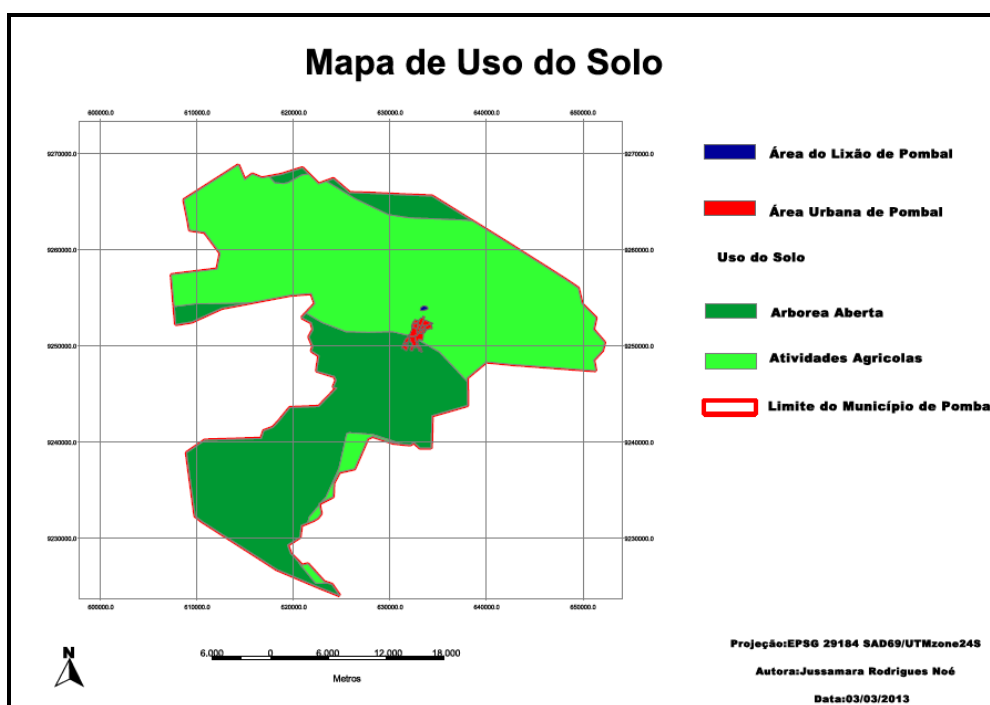


Figura 5 – Vegetação no município de Pombal-PB.

Fontes: Arquivos shapefile de AESA (2012); IBGE (2012), Lucena (2013).

Após delimitação preliminar das áreas propícias segundo o critério “Uso do solo”, realizada pela sobreposição das camadas de Vegetação e Tipo de solo, foram adicionadas ao mapa as camadas resultantes do *buffer* realizado na Hidrografia, na Área Urbana e nas Vias que cortam os municípios. A subtração destas restrições à área preliminarmente gerada permitiu delimitar as áreas propícias para instalação do aterro sanitário segundo todos os critérios avaliados, apresentadas na Figura 6, na cor amarela. Tais áreas são propícias por possuir solo com característica argilosa; vegetação adequada do tipo atividade agrícola e atenderem as distâncias mínimas estabelecidas para cursos d’água, vias e núcleos residências urbanos.

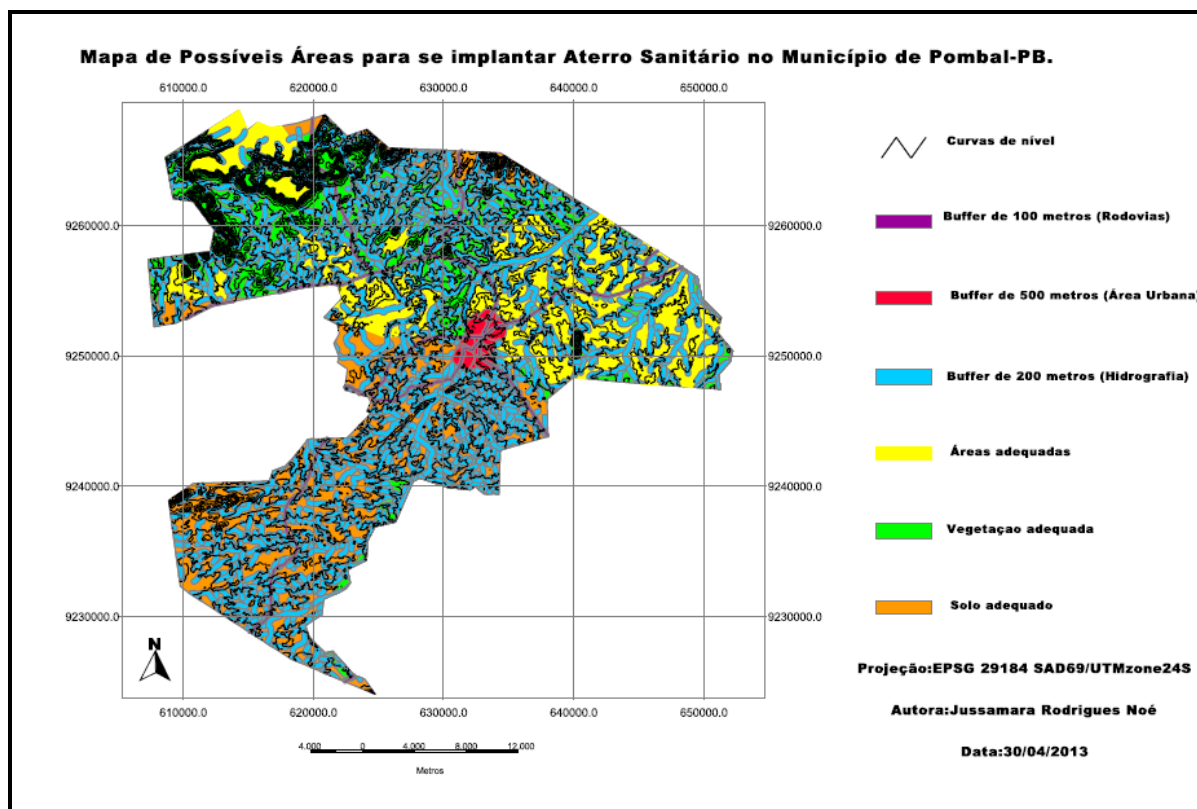


Figura 6 – Possíveis áreas para implantação do aterro sanitário no município de Pombal-PB
Fontes: Arquivos shapefile de AESA (2012); IBGE (2012), Lucena (2013).

Observa-se que após o fator limitador do tipo de “Vegetação”, excluindo-se a vegetação do tipo Arborea Aberta por ser área de preservação permanente, dos demais critérios avaliados um grande limitador na definição da área é a hidrografia do município. Mesmo assim há muitas possibilidades de áreas para a construção do aterro consorciado, algumas próximas ao centro urbano e a rodovias, mas respeitando-se a distância mínima, o que facilitaria o processo de construção e administração. Vale destacar que tal análise é preliminar, não sendo computado na delimitação destas áreas, por exemplo, a área mínima necessária ao aterro e já determinada neste trabalho.

CONCLUSÕES

A geração do mapa temático com indicação de áreas propícias, juntamente com a estimativa da área necessária para a implantação do aterro sanitário, fornecem subsídios importantes para auxiliar o Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Médio Piranhas na escolha de uma área adequada para se implantar o aterro em consórcio intermunicipal. Ressalta-se que, na geração do mapa foram utilizados unicamente critérios técnicos e, uma vez preliminarmente definida esta área, ou estas áreas, outros critérios econômicos-financeiro e políticos-sociais devem ser avaliados, tais como: custo de investimento em construção e infraestrutura, custo com manutenção do sistema de drenagem, distância ao centro geométrico de coleta, entre outros. Bem como deve ser observado o que dispõe o sistema de licenciamento de atividade poluidoras e as legislações ambientais em vigor, e definidas priorização dos critérios de seleção.

Por fim, destaca-se que a utilização de geotecnologias, em especial os SIGs livres, tem se mostrado como uma alternativa viável e prática em muitas situações relacionadas à análises ambientais, proporcionando maior agilidade na análise de múltiplas variáveis simultaneamente e um alto grau de liberdade ao usuário quando comparado com os SIG comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 13.896 (1997) - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projetos, implantação e operação. Rio de Janeiro, 12 p.
2. AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>>. Acesso em 27 de novembro de 2012.
3. ARRUDA, P. L. SIG como ambiente de análise e avaliação da implementação do centro de tratamento de resíduos sólidos urbanos do município do Rio de Janeiro - CTR-RIO. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Centro de Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.
4. BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.
5. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.
6. BRITO, A. S. Diagnóstico e avaliação de áreas de destino final para resíduos sólidos urbanos no estado do Rio Grande do Norte. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) - Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
7. CALIJURI, M. L.; OLIVEIRA MELO, A. L.; LORENTZ, J. F. Identificação de áreas para implantação de Aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. Informática Pública, Viçosa - MG, v.04, p.231-250, set, 2002.
8. CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE: São José dos Campos, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 22 de setembro de 2012.
9. CARMO JUNIOR, G. N. R. Resíduos sólidos: origem, formação, classificação, caracterização e impactos. Disponível em: <http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/Res%20Solidos%20_Aula%2001_2010.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2012.
10. CARVALHO, G. A.; LEITE, D. V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal-RN, 2009.
11. FIGUEIREDO, A. L. F.; FIGUEIREDO, L. M.; VASCONCELOS, T. L. F.C.; BORGES, U. N.; PEDROSA, E. C. T. Geoprocessamento no apoio à gestão ambiental no estado da Paraíba: o caso da SUDEMA-PB. II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju- SE, 2004.
12. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08/02/2013.
13. LUCENA, K. P. Diagnóstico ambiental simplificado da área do lixão no município de Pombal – PB. Pombal-PB, 2013. 22 p.
14. MONTEIRO, J. H. P. [et al.]. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos / José Henrique Penido Monteiro...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil; elaborado pelo IBAM- Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
15. NETO, J. V. R. Banco de dados georreferenciado para aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos (AS-RSU) no estado da Bahia. Salvador- BA, 2009. Disponível em: <<http://www.meau.ufba.br/site/publicacoes/banco-de-dados-georeferenciados-para-aterros-sanitarios-de-residuos-solidos-urbanos-rsu->>. Acesso em: 19 de Dezembro de 2012.
16. PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Armando Borges de Castilhos Junior (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. 294 p. ISBN 85-86552-70-4.
17. ReCESA- Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Esgotamento sanitário: Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte - MG, 2008.
18. SANTOS, J. S.; GIRARDI, A. G. Utilização de geoprocessamento para localização de áreas para aterro sanitário no município de Alegrete-RS. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-SC, 2007.
19. SPERB, R. C.; SPERB, R.M.; BUGHI, C. H.; SOUZA, L. V. M. P. Utilização de software livre para análise geoespacial –estudo de caso: seleção de área para instalação de aterro sanitário. Geosul, Florianópolis, v. 25, n. 49, p 159-177, jan./jul. 2010.
20. SILVA, N. L. da S. Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos - RSU– Matriz para Seleção da Área de Implantação. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Colegiado de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.
21. WEBER, E; HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação pata aterro sanitária através de análises em SIG com classificação contínua de dados. Canoas- RS, 2002. Disponível em:<

http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=23 >.
Acesso em: 15 de novembro de 2012.