

# ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA VERIFICAÇÃO DE ÁREAS APTAS PARA ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – SP

Juliana Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Jhannes Alberto Vaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Santos, Avenida Conselheiro Nébias, 300, 11015-002, Santos – SP, juliana.ferreira@unisantos.br;

<sup>2</sup> Universidade Católica de Santos, Avenida Conselheiro Nébias, 300, 11015-002, Santos – SP, jhannes.vaz@unisantos.br.

## RESUMO

A produção de resíduos sólidos é presente principalmente nas áreas demograficamente ocupadas. Sendo considerados grandes expressões da poluição ambiental, os resíduos surgem como grande problemática nos municípios. Com a destinação cada vez mais incerta, a Região Metropolitana da Baixada Santista tem como desafio encontrar uma nova solução para o resíduo da região, já que o aterro atual “Sítio das Neves” tem até 2020 como expectativa de funcionamento. Sendo assim, este presente estudo tem como objetivo geral verificar a informação de que não há área disponível para implantação de um novo aterro sanitário. Para isso foi calculada uma estimativa de resíduos produzidos na região entre 2020 e 2030 para estimar a área ocupada por um novo aterro. Foi utilizado o SIG para realizar uma análise multicritério e verificar que, principalmente, devido aos aeroportos e Unidades de Conservação da região não existe área apta para receber um novo aterro sanitário na região.

**Palavras-chave** — resíduos sólidos, geoprocessamento, aterro sanitário, multicritério, meio ambiente.

## ABSTRACT

*The production of solid waste is present mainly in the demographically habited areas. They are being considered large expressions of environmental pollution, the waste appear as large problematic in the municipalities. With the destination becoming increasingly uncertain, the metropolitan region of Baixada Santista has the challenge of finding a new solution for the local waste, as the current site "Sítio das Neves" has until 2020 as an expected operation. Therefore, the present study aims to verify the information that there is no available area for implantation of a new landfill site. For this, an estimate of the waste produced in the region between 2020 and 2030 was calculated to estimate the area that would be occupied by a new landfill. The GIS system was used to perform a multicriteria analysis and it was verified that there is no suitable area to receive a new landfill in the region, mainly due to the presence of airports and conservation units around this area.*

**Key words** — solid waste, geoprocessing, landfill, multicriteria, environment.

## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são vistos como a forma mais clara e expressa da poluição ambiental e assim ocupando um grande papel no saneamento dos municípios, além de ser uma problemática na saúde pública [1]. A disposição final dos resíduos sólidos, em aterros sanitários ou lixões é uma preocupação cada vez mais frequente nas administrações públicas, visto que as áreas adequadas estão cada vez mais escassas, ocasionadas pelos avanços imobiliários observados na urbanização e custos mais altos [2][3].

Dados de 2015 mostram que a geração de resíduos sólidos urbanos chegou a 79,9 milhões de toneladas no país e boa parte das cidades brasileiras fazem disposição final dos resíduos de maneira inadequada e sem controle, prática que põe em risco a saúde da população e impactando o meio ambiente, como a contaminação do solo, do ar, da vegetação e dos recursos hídricos. As consequências estão se tornando cada vez mais graves devido a disposição de resíduos industriais e hospitalares juntamente com os resíduos urbanos [1][4].

Na Baixada Santista, grande parte dos municípios (Santos, Guarujá, São Vicente, Cubatão, Bertioga e Mongaguá) destinam seus resíduos sólidos para o aterro sanitário Sítio das Neves, localizado na área continental de Santos. Dados de 2017 afirmam que o aterro recebe em torno de 2 mil toneladas diárias [5].

Veículos de imprensa vêm noticiando o eminente esgotamento da capacidade do aterro sanitário Sítio das Neves, o que gera preocupação para a busca de uma nova solução para os resíduos da região. A escolha de uma área para a construção de aterro sanitário tem que levar em consideração diferentes parâmetros, como a geologia do local, hidrologia, vegetação, fauna, distância dos centros produtores, até a aceitação da população local. O Geoprocessamento é uma ferramenta amplamente empregada nesta busca por um local adequado, já que utiliza todos os dados de forma simultânea para encontrar um local apropriado para a instalação [6].

Assim, o objetivo deste estudo é empregar os conhecimentos e as tecnologias do geoprocessamento para verificar a afirmação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) que não há área disponível para a implantação de aterro sanitário na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do trabalho compreende análises baseadas em referências bibliográficas e cartográficas. O geoprocessamento foi empregado para a verificação de uma possível área disponível para a implantação de um novo aterro sanitário na RMBS, considerando todas as variáveis impostas pelos órgãos regularizadores e a vida útil de 10 anos.

Considerando que um novo aterro seria operacional de 2020 até 2030, calculou-se a projeção do total de produção de resíduo sólido diário em 2030 resultando em 2.078.983,94 kg/dia, o que geraria um volume diário de 2.969,977 m<sup>3</sup>/dia. Utilizando essa projeção para calcular o volume total de resíduo no período de operação do aterro chegou-se que a área mínima a ser ocupada por um novo aterro sanitário na RMBS seria de 234,876 hectares.

Quanto aos critérios restritivos para a construção de um aterro sanitário foram utilizadas como base a legislação, normas e referências da área conforme quadro 1.

**Quadro 1. Critérios Restritivos**

Restrição	Distância	Fonte
Declividade	Acima do nível original do terreno é considerado aconselhável uma topografia de 1 a 30%; em aterros sanitários abaixo do nível original do terreno a inclinação máxima será por volta de 10%	[7]
Drenagem	Distância mínima de 200 m	[7]
Acesso rodoviário	Distância mínima de 300 m	[8]
Aeroportos	Para evitar problemas com aves circulantes já existentes no atual aterro sanitário – Sítio das Neves, será adotado a distância de 20 km.	[9]
Perímetro urbano	Distância de 2.000 m de áreas urbanizadas	[7]
Unidades de Conservação	Distância mínima de 10 km	[10] [11]

Finalizando a metodologia, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica através da geração de *buffers* (áreas de influência) e da utilização de dados disponibilizados pelos órgãos oficiais foram criados mapas de análise para cada critério restritivo e também um mapa sobrepondo todos os critérios analisados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com todas as restrições já colocadas no mapa, foi possível constatar que a Região Metropolitana da Baixada Santista não

possui uma área apta para receber a implantação de um novo aterro sanitário. Com um raio de 10 km de área de amortecimento definida pela NBR 18.986 [10], a presença da Unidade de Conservação na região da Mata Atlântica é responsável pela total exclusão da região para receber um novo empreendimento sanitário (Figura 1)



**Figura 1. Áreas de Restrição pelas Unidades de Conservação segundo a NBR 18986**

A resolução CONAMA n°428/2010 [11] estabelece uma zona de amortecimento de 3 km para empreendimentos com potencial de impacto significativo perto de Unidades de Conservação sem uma definição própria. Diferentemente da NBR 18.986 [10], a utilização de um raio de 3 km de amortecimento deixa espaços para a colocação do empreendimento do aterro sanitário (Figura 2).



**Figura 2. Áreas de Restrição pelas Unidades de Conservação segundo a CONAMA n°428/2010**

Além das Unidades de Conservação foram criados mapas para os demais critérios de restrição, como drenagem (Figura 3), Rodovias (Figura 4), Aeroportos (Figura 5) e Mancha Urbana (Figura 6).

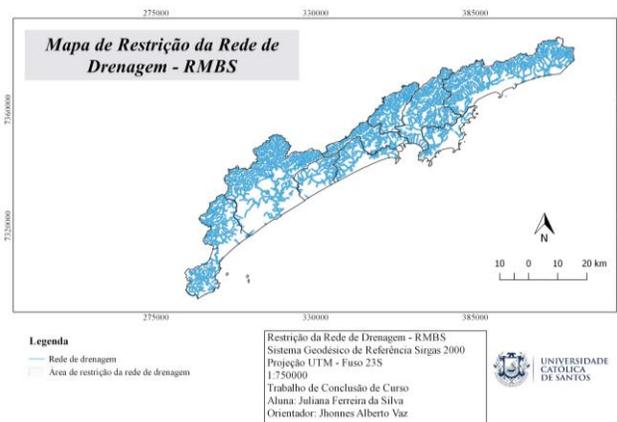


Figura 3. Áreas de Restrição pela rede de drenagem

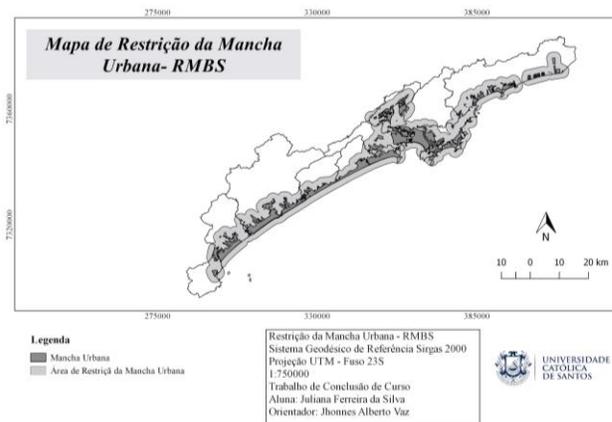


Figura 6. Áreas de Restrição pela Mancha Urbana

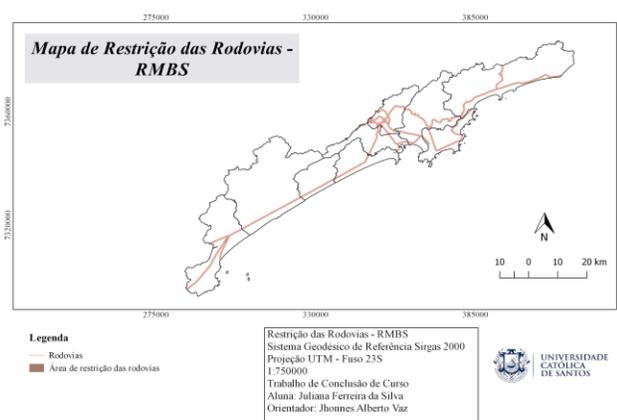


Figura 4. Áreas de Restrição pela rede rodoviária

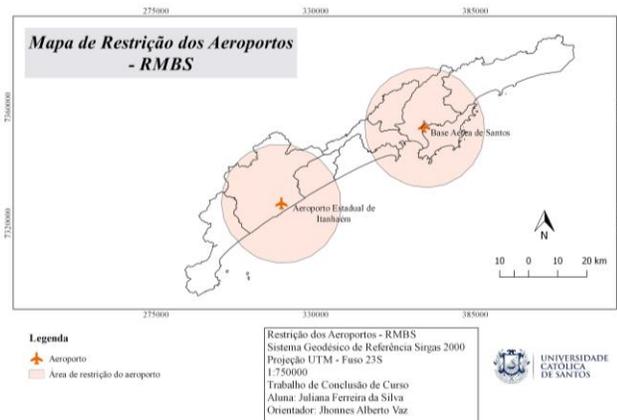


Figura 5. Áreas de Restrição pelos Aeroportos



Figura 7. Áreas de Restrição pela Análise Multicritério

Ao realizar a sobreposição de todas as camadas em um mapa (Figura 7) gerando assim a análise multicritério, optou-se por utilizar as definições vigentes na legislação do CONAMA nº428/2010 [11], pois além de ser menos restritivo que a NBR 18986 [10], corresponde ao regimento legal ambiental brasileiro.

Com a realização da sobreposição de todos os critérios foi possível verificar que não restou área livre e apta para receber um novo aterro sanitário na RMBS, sendo assim não houve necessidade de realizar as próximas duas etapas do trabalho que seriam verificar os espaços aptos que possuem no mínimo 235 hectares, e por fim verificar a declividade, outro critério limitante para a implantação de um aterro sanitário.

## 5. CONCLUSÕES

Como é possível constatar, a Região Metropolitana da Baixada Santista necessita procurar outras tecnologias para o tratamento de seus resíduos domésticos. Várias formas de tratamento de resíduos são conhecidas atualmente, como os incineradores de grande porte, reatores de digestão anaeróbica e usinas de compostagem. E a maioria dessas tecnologias visam buscar a energia alocada nos resíduos sólidos

Porém, é discutido na literatura que as soluções mais interessantes são aquelas que contam com a conscientização da população como a redução da geração de resíduos, a reciclagem e a compostagem.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [12] ressalta a importância da reciclagem e da recuperação de energia derivada dos resíduos para a economia, já que essas atividades se tornam cada vez mais lucrativas e valiosas. É estimado que a reciclagem gere mais de US\$ 2 milhões e evita que mais de 10 milhões de toneladas de gases de efeito estufa sejam lançados para atmosfera. Contudo, apenas 3% é reciclado dos 80 milhões de toneladas de rejeitos produzidos e, assim, a economia brasileira perde cerca de R\$ 120 bilhões por ano [13].

A utilização do geoprocessamento se mostrou adequada para buscar uma área que possa receber a implantação de um novo aterro sanitário na Região Metropolitana da Baixada Santista. Dessa forma, pode-se considerar o SIG como uma ferramenta ágil e econômica na busca por uma área ideal.

Os parâmetros de restrição são necessários na busca de uma área para a construção de um novo aterro sanitário, já que este é considerado uma obra de grande impacto ambiental. A zona de amortecimento da Unidade de Conservação se mostrou a restrição de maior influência na RMBS, sendo este o parâmetro que exclui totalmente a probabilidade de um novo aterro sanitário.

## 6. REFERÊNCIAS

[1] MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M.; Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na co-geração de energia. Estudo para região metropolitana de Goiânia. 18 f. Universidade Católica de Goiânia, Goiânia. 2006.

[2] CAIXETA, D.M. Geração de energia elétrica a partir da incineração de lixo urbano: o caso de Campo Grande/ MS. 2005. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

[3] ABBAS, J. E. A problemática econômica e geográfica em que se inserem a gestão de resíduos sólidos domiciliares e os modernos métodos para sua incineração. 2008. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia Física, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

[4] SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A.; JÚNIOR, J. L. F.; CASTRO, M. C. A. A. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 97f. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2002.

[5] MIRANDA, G. T. Aterro para lixo não será ampliado. *Jornal A Tribuna*, Santos, p. A-3, 3 mar. 2017.

[6] BIANA, S. M. S. Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários no município de Campina Grande - PB. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 2007.

[7] CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de licenciamento para o setor de resíduos sólidos. São Paulo: CETESB, 1997. Apostilas ambientais.

[8] GREGÓRIO, B. S.; AZEVEDO, G. M.; SOUZA, J. L.; SANTOS, P.S. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Foz do Iguaçu, Paraná: INPE, 2013.

[9] BRASIL, Resolução 004 do Conselho Nacional de Meio Ambiente –CONAMA de 9 de outubro de 1995. Dispõe sobre Área de Segurança Aeroportuária – ASA. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, DF, p. 20.388, data 11/12/1995.

[10] ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 18.986: Aterros de resíduos sólidos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

[11] BRASIL, Resolução 004 do Conselho Nacional de Meio Ambiente –CONAMA de 17 de dezembro de 2010. Dispõe no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC). Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, DF, p. 805, data 20/12/2010.

[12] PNUMA. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão. 52 p. 2011.

[13] PIZARRO, L. Brasil perde R\$ 120 bilhões por ano ao não reciclar lixo. *Jornal O Tempo*. 2017. Disponível em: <http://www.otempo.com.br/capa/economia/brasil-perde-r-120-bilh%C3%B5es-por-ano-ao-n%C3%A3o-reciclar-lixo-1.1423628>. Acesso em: 29 Out. 2017.