



Análise Regional para Implantação de Aterro Sanitário Utilizando Software Livre
Regional Analysis for Landfill Deployment Using Free Software

Carina Barbosa Colman¹; Diego Lanza Lima ¹;
Normandes Matos da Silva² & Antonio Conceição Paranhos Filho¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais,
Unidade 7A, Av Costa e Silva s/nº 79002-970, Campo Grande, Mato Grosso do Sul

² Universidade Federal de Mato Grosso, Laboratório de Geoprocessamento,

Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, 78735-901, Rondonópolis, Mato Grosso

E-mails: carinacolman@gmail.com; normandes@pq.cnpq.br; lanzalima@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Recebido em: 27/05/2016 Aprovado em: 29/07/2016

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2016_3_98_104

Resumo

Áreas com aptidão para implantação de aterro sanitário na região Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, foram identificadas por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) utilizando análise multicritério. Atribuíram-se pesos diferenciados para a determinação de áreas consideradas com ou sem restrição para instalação do referido aterro. As classes mais propícias para a instalação do aterro apresentam as maiores áreas (220.800 hectares), representando 78% da área de estudo, nos municípios de Tacuru e Iguatemi. As classes com maior restrição apresentaram-se pouco representativas na área estudada, cabendo ao município de Coronel Sapucaia, o maior quantitativo com cerca de 47 hectares. Fez-se aqui uma primeira aproximação desse tipo de estudo, pois a inclusão de outras variáveis de ordem socioambiental (opinião dos moradores locais, e normas como o Código Florestal e Zoneamento Ecológico Econômico), pode implicar em mais restrições e potencialidades para a localização desse tipo de empreendimento.

Palavras-chave: Geotecnologias; planejamento ambiental; Política Nacional de Resíduos Sólidos

Abstract

Areas with potential for creating landfill in the southern state of Mato Grosso do Sul (Brazil), were identified by means of Geographic Information Systems (GIS) using multi-criteria analysis. They are assigned different weights for determining areas considered with or without restriction for the landfill facility. The most favorable classes for landfill installation have the largest areas (220.800 ha), representing 78% of the study area, in the municipalities of Tacuru and Iguatemi. The classes with the highest restriction showed up unrepresentative in the study area, being the city of Coronel Sapucaia, the largest quantity of about 47 ha. We did here a first approximation of this type of study because the inclusion of other variables of social and environmental (opinion of the locals and standards such as the Forest Code and Zoning Ecological Economic), may result in more restrictions and potential for location this type of infrastructure.

Keywords: Geotechnology; environmental planning; National Solid Waste Policy

1 Introdução

Existem fatores que podem influenciar nas características e volume dos resíduos, tais como o nível de renda da população e a própria natureza das atividades econômicas na área onde o mesmo é gerado (Braga *et al.*, 2005).

De acordo com pesquisa realizada pelo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, em 2014, a geração total de resíduos sólidos urbanos no país foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, sendo que o dado de geração nacional per capita foi de 387,63 quilogramas por habitante, nesse mesmo ano (ABRELPE, 2014).

Quando destinados de forma inadequada, os resíduos tornam-se uma fonte de proliferação de insetos e roedores, com consequentes riscos à saúde pública, além de causar incômodos estéticos e mau cheiro. O saneamento básico deve contemplar a gestão e o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, conforme as Leis Federais 12.305/10 (BRASIL, 2010) e 11.445/07 (BRASIL, 2007).

Está definido pelo Artigo nº 10 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que a responsabilidade sobre a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em determinado território cabe ao Distrito Federal, municípios e ao próprio gerador. Há então, responsabilidade dos municípios para com a gestão dos resíduos sólidos produzidos em seu território.

As várias técnicas de seleção de áreas adequadas para a instalação de aterros sanitários, via de regra, se valem das geotecnologias, por meio da utilização de produtos de sensoriamento remoto e de Sistema de Informações Geográficas (SIG) nas diversas etapas de gestão.

A pesquisa teve como objetivo utilizar rotinas de geoprocessamento para identificar as áreas com aptidão para implantação de aterro sanitário na região Sul do Estado de Mato Grosso do Sul.

2 Metodologia

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo foi a região Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo 9.595,823 km², estando inserida no bioma Mata Atlântica, contemplando dez municípios: Amambai, Coronel Sapucaia, Eldorado, Iguatemi, Itaquiraí, Japorã, Mundo Novo, Paranhos, Sete Quedas e Tacuru,

sendo que Amambai, Coronel Sapucaia, Iguatemi e Itaquiraí possuem áreas parciais e os demais municípios estão inseridos integralmente na área de estudo. O clima predominante na região é o tropical, sendo encontrado também o clima subtropical úmido. As chuvas são regulares ao longo do ano, com os maiores valores ocorrendo em dezembro e janeiro, quando a precipitação fica em torno de 150 mm. Os menores valores ocorrem nos meses de julho e agosto, ficando em torno de 50 mm (Esquerdo *et al.*, 2014).

2.2 Obtenção de Dados Secundários

Foram utilizados dados vetoriais e matriciais provenientes de instituições públicas nacionais e internacionais (Tabela 1).

FORMATO	FONTE	DETALHE	APLICAÇÃO
Dados Vetoriais	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) (http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina_inicial.php)	Dados de assentamentos, hidrografia, geologia, solo, unidades de conservação, unidades de planejamento e gerenciamento.	Parâmetros utilizados na álgebra de mapas e definição da área de estudo
	Fundação Nacional do Índio (FUNAI) (http://www.funai.gov.br/index.php/shape)	Dados de terras indígenas	
	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/datadownload.htm)	Dados de assentamentos, quilombolas, terra indígena	
	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (http://mapas.ibge.gov.br/interativos/arquivos/downloads.html)	Dados dos setores censitários (2010), limites políticos administrativos.	
Dados Matriciais	Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) (http://earthexplorer.usgs.gov/)	Cinco cenas de 30 m de imagens SRTM, que compõe a área de estudo.	Elaboração de mapa temático de declividade

Tabela 1 Acervo de dados secundários utilizados para identificar as áreas com aptidão para implantação de aterro sanitário, obtidos de instituições governamentais.

Os arquivos obtidos foram padronizados para o Sistema de Referência de Coordenadas Projetadas (ou Planas). Pelo fato da área de estudo estar entre os fusos 21 e 22, foi adotada a Projeção Policônica e o datum SIRGAS 2000. O procedimento foi realizado no *software* Qgis, versão 2.8.1, e os dados foram gerados com unidades em metros, o que auxiliou na quantificação de áreas.

Alguns arquivos vetoriais foram editados para atualização dos limites das áreas urbanas, utilizando como base as imagens de satélite hospedadas na plataforma *Google Earth Pro* (Google, 2015).

2.3 Análise Multicritério

Os critérios considerados para verificação da adequabilidade de um local para instalação de um aterro sanitário foram baseados na NBR 13.896 (ABNT, 1997), (Quadro 1), que mostra também os critérios não considerados, sendo que levou-se em conta também outros critérios adotados que não constam na referida norma.

Critérios Considerados	Critérios não Considerados
Topografia	Cobertura Vegetal
Unidades de conservação	
Distância favorável para transporte	
Geologia	Acessos
Tipos de Solo	Tamanho disponível e vida útil
Recursos Hídricos	Custos
Núcleos Populacionais (Área Urbana, Assentamentos, Quilombolas, Terra Indígena)	

Quadro 1 Critérios ambientais e socioeconômicos selecionados para determinação de localização do aterro sanitário.

Cada critério foi analisado separadamente e conforme suas restrições de adequabilidade, foi atribuído o valor 0 (zero) ou o valor 1 (um) (Tabela 2). O valor zero foi atribuído àquelas restrições que impossibilitam a instalação do aterro sanitário, como por exemplo, a distância mínima de um perímetro urbano ou núcleos populacionais, ou a distância mínima de cursos d'água. Já o valor 1 (um) foi aplicado àquelas restrições que podem, de alguma forma, serem adaptadas.

CRITÉRIO	RESTRIÇÃO	PESO PARA APTIDÃO
DECLIVIDADE	0 - 30%	1
	Maior que 30%	0
TIPOS DE SOLO	Solos favoráveis	1
	Solos desfavoráveis	0
GEOLOGIA	Geologia favorável	1
	Geologia desfavorável	0
DISTÂNCIA FAVORÁVEL	Até 30.000 m	1
	Maior que 30.000 m	0
DISTÂNCIA NÚCLEO POPULACIONAL	Maior que 500 m	1
	Menor que 500 m	0
DISTÂNCIA HIDROGRAFIA	Maior que 200 m	1
	Menor que 200 m	0
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	Área sem restrição	1
	Área com restrição	0
SOMATÓRIA		7

Tabela 2 Pesos de cada restrição adotados por critério, para determinação da alternativa locacional mais adequada para implantação de aterro sanitário.

Assim que todos os vetores receberam seus valores de pesos, os mesmos foram convertidos para o formato *raster*, pelo processo chamado rasterização (Qgis). Os critérios rasterizados foram: Área Urbana, Núcleo Populacional, Hidrografia, Geologia, Solos e Unidade de Conservação.

As áreas foram classificadas conforme a somatória dos pesos realizada anteriormente. Cada área recebeu notas variando entre 0 a 7 (Tabela 3), sendo que o valor 0 (zero) correspondeu à ausência de adequabilidade, não apresentando critérios sem restrição. O valor 1 (um) indicou que a área apresentou um critério sem restrição, o valor 2 (dois) que a área apresentou dois critérios sem restrição e assim por diante, até chegar ao valor máximo 7 (sete), que representou total aptidão para instalação de aterro sanitário, não somando critério com restrição ou considerado desfavorável.

2.4 Meio Físico

O mapa de declividade foi gerado a partir da aplicação do algoritmo *Slope* (Qgis), por meio dos dados do SRTM. As informações foram

Somatório/ Classes	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	Critério E	Critério F	Critério G
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	0	0
6	1	1	1	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 3 Organização dos critérios para subsidiar a elaboração de mapas temáticos para identificação de áreas com aptidão para implantação de aterro sanitário.

reclassificadas em dois grupos: a) entre 0 e 30% e b) superior a 30% de declividade. As áreas da unidade de planejamento e gerenciamento (UPG) com declividade entre 0 e 30%, foram consideradas adequadas e receberam peso 1. As áreas com declividade maior que 30%, atribuiu-se peso zero.

Os dados de geologia foram provenientes do IMASUL (2015), sendo que três unidades geológicas foram encontradas na UPG Iguatemi: Depósitos Aluvionares, Formação Serra Geral e Grupo Caiuá.

Os arquivos vetoriais referente ao mapa de solos foram obtidos do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (IMASUL, 2015), constantes no Macrozoneamento do Estado de Mato Grosso do Sul (1984/1985), com escala de 1:250.000.

O arquivo vetorial referente aos recursos hídricos, como rios perenes (rios estáveis) e temporários (rios instáveis) estavam na escala 1:100.000. A partir desses arquivos criou-se um buffer de 200m, para se definir a distância recomendada pela norma NBR/ABNT 13.896/97 (ABNT, 1997).

2.5 Socioeconomia

Fez-se um buffer com a distância recomendada de 500 metros (NBR/ABNT 13.896/97) no entorno de áreas urbanas (escala de trabalho de 1:250:000), e nos assentamentos e terras indígenas, com escala de 1:100.000.

Os dados vetoriais dos assentamentos foram obtidos na página eletrônica do IMASUL

e do INCRA, pois nem todos os Projetos de Assentamentos constavam em ambos os Institutos.

As terras indígenas encontradas dentro da UPG foram obtidas na página eletrônica da FUNAI. Foram consideradas na pesquisa os limites de Terras Indígenas consideradas regularizadas, delimitadas, declaradas ou homologadas.

Em termos de unidades de conservação foram consideradas regiões inaptas para implantação de aterros, o Parque Nacional Ilha Grande e o Parque Natural Municipal Sete Quedas (Unidades de Proteção Integral) e suas zonas de amortecimento (BRASIL, 2000).

2.6 Distância Viável para o Transporte até o Aterro Sanitário

Foi definida uma área de distância máxima de 30.000 metros a partir do perímetro urbano, pois é preferível que os veículos de coleta percorram o menor percurso, por meio das ruas e estradas, até o aterro, de modo a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte dos resíduos sólidos (Monteiro *et al.*, 2001).

Os fatores desconsiderados são apresentados a seguir (Quadro 1). Por isso, o presente estudo propõe aqui uma primeira aproximação do planejamento para instalação de aterro sanitário.

3 Resultados e Discussão

Para a instalação de aterro sanitário são preferíveis ambientes com relevo pouco acidentado. O solo adequado para um aterro sanitário é aquele de fácil manejo e de textura argilo-arenosa, que apresentem baixa capacidade de infiltração, combinando boa capacidade de depuração da argila e resistência de carga de areia (Lima & Guimarães, 2001).

Silva (1995) explica que quando um solo for originalmente “mole” (<0,5 Kgf/cm) poderá ser melhorado por meio de técnicas de compactação adequadas. Assim como o material nativo, que pode ser melhorado na adição de outros tipos de solo. A norma ABNT 13.896/97 (ABNT, 1997) considera desejável um material com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s.

Critérios não Considerados	Justificativa
Cobertura Vegetal	Esse item será abordado numa segunda aproximação do estudo, considerando inclusive o mapeamento das fisionomias vegetais do bioma e de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.
Acessos	A avaliação dos acessos pode ser realizada futuramente, caso haja interesse em escolher uma área entre as indicadas
Tamanho disponível e vida útil	De acordo com a norma ABNT 13.896/97 (ABNT, 1997) a área para implantar o aterro deve ser construída com vida útil mínima de 10 anos, por isso é importante realizar uma projeção futura da quantidade de resíduos gerados que serão destinados ao aterro.
Custos	A avaliação dos custos pode ser realizada futuramente, caso haja interesse em escolher uma área entre as indicadas
Quilombolas	Não foram identificados quilombolas dentro da área de estudo
Clima	Condições climáticas podem ser consideradas numa segunda aproximação do estudo, caso haja interesse em escolher uma área entre as indicadas.
Aeroportos	Neste estudo a existência de aeroportos ou aeródromos foram desconsiderados, para serem analisados de forma detalhada.

Quadro 1 Variáveis ambientais e socioeconômicas não consideradas na identificação das áreas com aptidão para implantação de aterro sanitário e as respectivas justificativas.

A declividade do terreno é um fator relevante na escolha de áreas de aterro sanitário, pois vai interferir na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. De acordo com a NBR/ABNT 13.896/97 (ABNT, 1997), a declividade adequada é de no mínimo 1% e no máximo 30% de inclinação.

Em relação aos corpos d'água a NBR/ABNT 13.896/97 (ABNT, 1997) recomenda distância mínima de 200 metros para que sejam preservados os recursos hídricos de possíveis contaminações geradas pelo aterro, em caso de acidentes ou vazamentos, por exemplo. A mesma norma exige que seja avaliada a distância mínima do limite da área do aterro aos núcleos populacionais existentes na região, recomendando que essa distância seja maior que 500 metros,

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as zonas de amortecimento são entendidas como o entorno da UC, onde serão impostas normas e restrições para as atividades humanas, com a finalidade de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Por isso o interior e o entorno das UCs de proteção integral são consideradas áreas com restrição para instalação de aterro sanitário.

As áreas urbanas, com exceção do Município de Amambai, que não possui seu perímetro urbano dentro da UPG Iguatemi, encontraram-se próximas as áreas que receberam nota 5, 6 ou 7, podendo ser consideradas adequadas para instalação de aterro sanitário.

As classes 6 e 7 apresentaram as maiores quantidades de áreas disponíveis. Isso é fator positivo, pois indica mais disponibilidade para instalação de aterro sanitário, ficando para responsabilidade dos tomadores de decisão juntamente com a comunidade local, a definição de tais áreas antes de sua escolha definitiva, incluindo nesse contexto outras variáveis ambientais, econômicas e sociais.

Mesmo inserindo as variáveis de restrição para instalação do aterro sanitário, percebe-se que as classes mais propícias para a instalação do aterro sanitário ainda apresentam as maiores áreas (Figura 1).

Os municípios de Tacuru e Iguatemi, possuem as maiores áreas com as classes mais propícias para instalação do aterro sanitário (classes 6 e 7), totalizando em torno de 220.800 hectares. As classes com maior restrição (0, 1 e 2) apresentaram-se pouco representativas na área estudada, cabendo ao município de Coronel Sapucaia, o maior quantitativo com cerca de 47 hectares (Tabela 5).

Além dos critérios acima apresentados, deve-se considerar que a identificação de locação ideal para instalação e funcionamento de aterro sanitário, passa também pela opção da gestão consorciada dos resíduos, como uma forma de diminuir os custos de construção e reduzir o impacto ambiental da instalação e operação de aterros sanitários na região.

Cabe destacar a importância em se fomentar a participação comunitária nesse processo, visando à gestão adequada dos resíduos sólidos no espaço urbano, para com isso valorizar a inclusão social

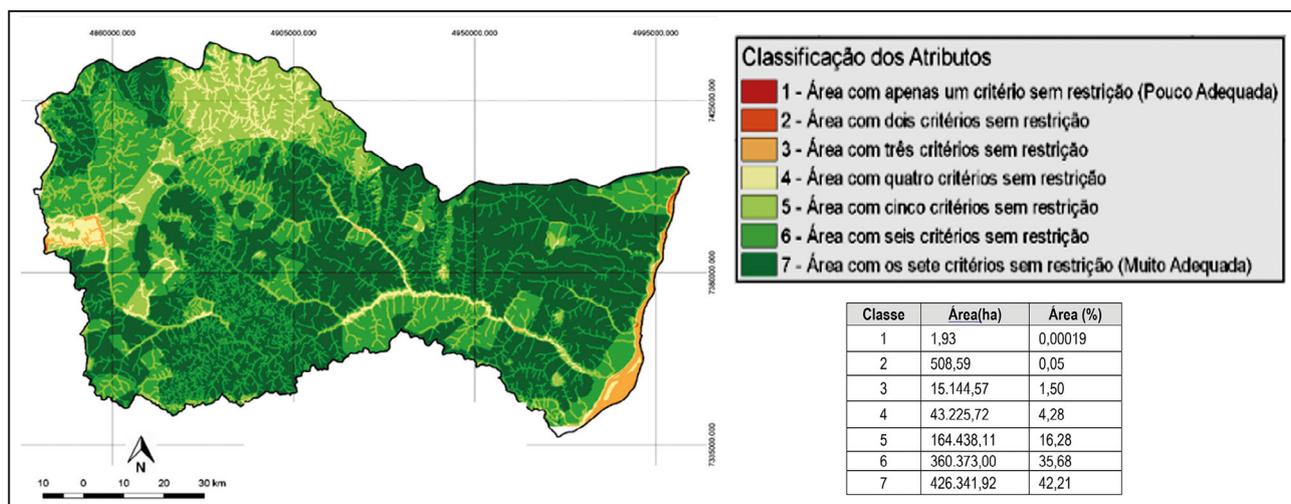


Figura 1 UPG Iguatemi classificada de acordo com a somatória dos critérios, incluindo a quantificação de cada classe estudada.

NOTA	AMAMBAL (ha)	NOTA	CORONEL SAPUCAIA (ha)	NOTA	ELDORADO (ha)
0	0	0	0	0	0
1	0,08	1	0,32	1	0
2	0	2	46,75	2	0
3	0,24	3	0	3	0
4	470,7	4	46,75	4	4,62
5	51.776,43	5	8.045,49	5	171,55
6	20.877,64	6	39.845,53	6	9.653,59
7	31.742,83	7	17.199,07	7	62.485,45

NOTA	ITAQUIRAÍ (ha)	NOTA	IGUATEMI (ha)	NOTA	JAPORÃ (ha)
0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0,24
2	0	2	0	2	1,32
3	0	3	0,08	3	0
4	0	4	8,48	4	1,74
5	14,27	5	2.439,28	5	298,27
6	696,93	6	19.516,12	6	1.262,19
7	23.071,10	7	88.704,81	7	11.507,25

NOTA	MUNDO NOVO (ha)	NOTA	PARANHOS (ha)	NOTA	SETE QUEDAS (ha)
0	0	0	0	0	0
1	0,25	1	0,08	1	0
2	0,16	2	0,08	2	0,58
3	0,08	3	1	3	0
4	22,55	4	109,65	4	1,71
5	1.232,91	5	7.547,12	5	232,46
6	6.493,79	6	25.579,69	6	2.943,93
7	18.143,08	7	37.497,26	7	38.456,16

NOTA	TACURU (ha)
0	0
1	0
2	0
3	0
4	9,32
5	859,68
6	18.730,31
7	93.853,92

Tabela 5 Quantificação das classes de adequabilidade para instalação de aterro sanitário por município na região Sul de Mato Grosso do Sul.

nessa temática (Gouveia, 2012). Nesse cenário os mapas gerados e outros dados da pesquisa poderiam ser apresentados à comunidade, por exemplo, em uma audiência pública, para que se desse andamento na tomada de decisão quanto à escolha do local considerado ideal para instalação de aterro sanitário.

4 Conclusões

A utilização de SIG livre mostra-se cada vez mais como uma ferramenta imprescindível nas análises ambientais, bem como para este estudo, onde foram apontadas áreas favoráveis disponíveis para instalação de aterro sanitário.

Os resultados apresentados fornecem informações que poderão auxiliar e orientar tomadores de decisões quanto à escolha do local para implementação de um aterro sanitário na UPG Iguatemi, não sendo descartado a necessidade da realização de estudos ambientais e técnicos detalhados do local escolhido.

5 Agradecimentos

Ao CNPq pelas Bolsas de Produtividade em Pesquisa de A.C. Paranhos Filho e Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora de N. M. da Silva.

6 Referências

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. *NBR 13.896 que dispõe sobre aterros de resíduos não perigosos – Critérios para o projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, ABNT, 12p.
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2014. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*, Brasília, 120p.
- Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J.L.; Mierzwa, J.C.; Barros, M.T.; Spencer, M. & Eiger, S. 2005. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo,

Pearson Prentice Hall, 336p.

- BRASIL. 2000. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. *Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm.
- BRASIL. 2007. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978*. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm.
- BRASIL. 2010. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.
- Esquerdo, J.C.; Neves, R.J. & Souza, V.F. 2014. Caracterização de aspectos físicos e socioeconômicos da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. *GeoPantanal*, 16:91-108.
- Google. 2015. *Google Earth Pro*. Disponível em: <http://maps.google.com>.
- Gouveia, N. 2012. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1503-1510.
- IMASUL- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. 2015. *Geoprocessamento*. Disponível em: Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul: http://sisla.imasul.ms.gov.br/Downloads/dados_complementares/.
- Lima, G.S. & Guimarães, L.T. 2001. Metodologia para seleção de áreas para implantação de aterro sanitário municipal. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 21. Volta Redonda, ABES, p. 1-10.
- Monteiro, J.H.; Figueiredo, C.E.; Magalhães, A.F.; Melo, M.A.; Brito, J.C.; Almeida, T.P. & Mansur, G.L. 2001. *Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, IBAM, 204p.
- Silva, H.V. 1995. Critérios geológicos básicos para a seleção de áreas para aterros sanitários. *Boletim de Geografia UEM*. 13(13): 63-67.