



## Avaliação da localização dos pontos de disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Recôncavo Baiano

**Priscila Freitas Santos<sup>1</sup>; Anderson Carneiro de Souza<sup>2</sup>; Cláudia Bloisi Vaz Sampaio<sup>3</sup>**

1 Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) (priscilafreitas\_esa@outlook.com)

2 Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana (UNEF) e Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia (INEMA) (andersoncs@outlook.com)

3 Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) (claudiabloisi@gmail.com)

### **Resumo:**

As principais modalidades de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) utilizadas no Brasil são: lixão, Aterro controlado e Aterro Sanitário, entretanto somente a última está de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O local selecionado para funcionar um Aterro Sanitário deverá atender aos critérios técnicos e ambientais, assim como as restrições legais, preservando o meio ambiente e a saúde pública. O objetivo deste estudo foi avaliar se os pontos de disposição final dos RSU dos municípios localizados na região do Recôncavo da Bahia estão em conformidade com os critérios locacionais estabelecidos pela legislação. Os dados foram obtidos através da utilização de ferramentas de Geoprocessamento. Constatou-se que a situação da localização dos pontos de disposição final dos RSU, em geral, encontra-se inadequada. O Aterro do município de Cruz das Almas foi o que apresentou a pior situação, pois além de estar em Área de Preservação Permanente, atendeu somente a 50% dos critérios avaliados neste estudo. Identificou-se que os municípios de Nazaré, Santo Amaro, Maragogipe e Salinas das Margaridas estão dispondo seus resíduos de forma irregular ao que estabelece a PNRS. O município de Muritiba atendeu a todos os critérios locacionais avaliados, estando assim localizado em uma área apta para sediar esse tipo de atividade. Por fim, pode-se inferir que a disposição final dos RSU no Recôncavo Baiano se configura como um cenário de considerável potencial de contaminação do solo, da água e do ar da região, além de oferecer risco à saúde da população.

**Palavras-chave:** aterro sanitário; critérios locacionais; e geoprocessamento.

Área Temática: resíduos sólidos.

## **Assessment of the location of the final disposal points of municipal solid waste in the Recôncavo**

### **Abstract**

*The main modalities of final disposal of Urban Solid Waste (RSU) used in Brazil are: landfill, controlled landfill and landfill, but only the last one is in accordance with the National Solid Waste Policy (PNRS). The location chosen to operate a Landfill must meet technical and environmental criteria, as well as legal restrictions, preserving the environment and public health. The objective of this study was to evaluate if the final disposal points of the RSU of the municipalities located in the region of the Recôncavo of Bahia are in accordance with the locational criteria established by the legislation. The data were obtained using Geoprocessing tools. It was found that the situation of the location of the final disposal points of MSW, in general, is inadequate. The Landfill of the municipality of Cruz das Almas was the one that presented the worst situation, since besides being in the Permanent Preservation Area, it served*



*only 50% of the criteria evaluated in this study. It was identified that the municipalities of Nazaré, Santo Amaro, Maragogipe and Salinas das Margaridas are disposing their residues in an irregular manner to the one established by the PNRS. The municipality of Muritiba met all the locational criteria evaluated, being thus located in an area able to host this type of activity. Finally, it can be inferred that the final disposal of MSW in the Recôncavo Baiano is a scenario of considerable potential for contamination of soil, water and air in the region, besides posing a risk to the health of the population.*

**Key-words:** landfill; locational criteria; and geoprocessing.

**Theme Area:** solid waste.

## 1 Introdução

A expansão da urbanização, acompanhada dos avanços tecnológicos e o caráter consumista da sociedade moderna, atrelada à grande utilização de produtos descartáveis, resultam em uma produção desmedida de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e, consequentemente, no agravamento dos problemas relacionados com sua gestão, tratamento e disposição final (BUENO, 2013; SCHMIDT, 2016).

Os RSU compreendem os resíduos originários de atividades domésticas em residências, os provenientes da limpeza urbana (varrição, limpeza de vias públicas e outros serviços) e os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, desde que o volume e as características sejam equivalentes com os resíduos domésticos (BRASIL, 2010).

As principais modalidades de disposição final de RSU utilizadas no Brasil são: Aterro Sanitário, Aterro controlado e lixão (ABRELPE, 2015). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), constituída pela Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010, estabeleceu que o Aterro Sanitário é a forma de disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos, proibindo assim a disposição final de resíduos em aterros controlados e lixões (BRASIL, 2010).

Atualmente, esse cenário configura o grande desafio enfrentado no Brasil, a saber, necessidade de realizar um gerenciamento adequado dos RSU, que perpassa desde a geração dos resíduos até a disposição final correta, incluindo nesse processo a adoção de técnicas como reciclagem e compostagem (MONTEIRO et al., 2001).

Os municípios de pequeno e médio porte encontram dificuldades em adequarem à disposição final dos seus RSU como previsto pela PNRS, devido, principalmente, aos recursos financeiros insuficientes e a escassez de áreas para a implantação do Aterro Sanitário (CALDERAN, 2013). A gestão integrada de RSU, com a formação do Consórcio Público, surge como uma alternativa para resolver esse impasse, propondo parcerias entre dois ou mais municípios, a adotarem soluções compartilhadas de modo a se adequarem ao marco legal e a encontrarem um mecanismo financeiro compensatório (BAHIA, 2014).

Segundo Weber e Hasenack (2004), além de se utilizar um processo adequado para disposição dos resíduos sólidos, também é necessário selecionar o local apropriado para essa finalidade. No Brasil, os critérios para localização de aterro sanitário de resíduo não perigoso estão determinados na NBR 13.896 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Esses critérios incluem: distância dos recursos hídricos e do perímetro urbano, declividade do terreno, áreas que não estejam sujeitas a inundações, via de acesso em perfeitas condições, dentre outros (ABNT, 1997).

Neste contexto, esse estudo visa apresentar a situação dos pontos de disposição final de RSU no Recôncavo da Bahia, com relação ao cumprimento dos critérios locacionais estabelecidos pela legislação, a partir da utilização de ferramentas do Geoprocessamento.



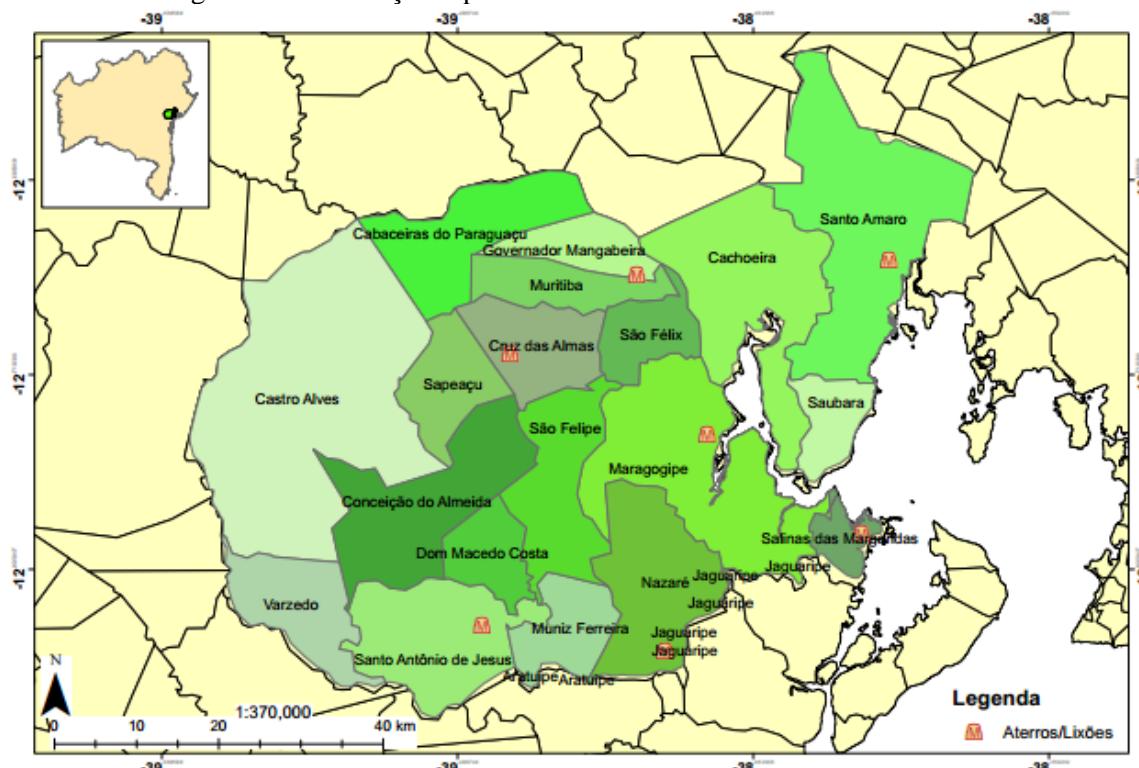
## 2 Metodología

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa aplicada de caráter exploratório. A estratégia metodológica adotada constitui-se de etapas subsequentes que serão detalhadas nos tópicos dispostos a seguir.

## **2.1 Caracterização da Área de Estudo**

O Estado da Bahia é dividido em 26 Regiões de Desenvolvimento Sustentável (RDS), dentre elas a RDS 21, correspondente ao Território de Identidade do Recôncavo (TI – 21), e que foi utilizada para esse estudo de caso, cuja localização espacial consta na Figura 1.

Figura 1 - Localização espacial do Território de Identidade Recôncavo



Fonte: Santos (2017).

A RDS 21 apresenta a seguinte configuração para a Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos, exibida no Quadro 1 (BAHIA, 2014).

Quadro 1 - Arranjos Compartilhados do RDS 21

Quadro 1 - Municípios Compartilhados do RDS 21					
Município Sede	- Santo Antônio de Jesus	Nazaré	Cruz das Almas	Muritiba	Santo Amaro
Município Integrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muniz Ferreira</li> <li>- Varzedo</li> <li>- Dom Macedo Costa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaguaripe</li> <li>- Aratuípe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sapeaçú</li> <li>- São Felipe</li> <li>- Conceição do Almeida</li> <li>- Castro Alves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Governador Mangabeira</li> <li>- São Félix</li> <li>- Cachoeira</li> <li>- Cabaceiras do Paraguaçu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saúbara</li> </ul>
Município individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maragogipe</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salinas das Margaridas</li> </ul>		

Fonte: BAHIA, 2014.



Nessa configuração apresentada, os municípios integrantes do arranjo compartilhado enviam seus RSU para o aterro sanitário do município sede. Neste estudo, foram avaliados apenas os pontos de disposição final dos Municípios Sede dos arranjos compartilhados e dos municípios com soluções individuais, visto que grande parte dos municípios já adotaram essa configuração.

## 2.2 Coleta de Dados

Para encontrar a localização dos pontos de disposição final dos RSU dos municípios do Recôncavo Baiano, realizou-se um levantamento desses pontos já vistoriados pelo INEMA (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia) e registrados nos sistemas CERBERUS e GEOBAHIA deste mesmo Instituto. Essa busca no sistema foi realizada para cada município, obtendo assim às coordenadas geográficas dos pontos supracitados.

## 2.3 Definição dos Critérios Locacionais Avaliados

Os critérios locacionais selecionados para serem avaliados neste estudo, assim como os parâmetros para a realização da sua análise, estão em conformidade com a NBR 13.896, no tópico de critérios para a localização de aterro de resíduos não perigosos, conforme pode ser observado no Quadro 2, com exceção apenas do critério 4 (Distância dos Centros Urbanos Atendidos) que está de acordo com o Plano de Regionalização da Gestão integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia (BAHIA,2014).

A análise do critério “Declividade” foi realizada a partir da construção de um mapa de declividade, confeccionado no software ArcGIS versão 10.1 (ESRI, 2015), partindo de um Modelo Digital de Elevação (MED). O MED utilizado foi obtido no site do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (WEBER; HASENACK, 2004). Assim, o raster de declividade foi produzido, tendo como unidade de medida de saída os “percentuais de declividade”. Por fim, a simbologia foi configurada estabelecendo as três classes descritas no item 1 do Quadro 2.

O critério “Tipo de solo” foi avaliado a partir da construção de um mapa de solo utilizando o *shapefile* dos dados catalogados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (BAHIA, 2005).

Para obtenção de informações para a avaliação dos critérios 3, 4, 5, 6 e 7, utilizou-se as cartas gráficas disponíveis no sistema GEOBAHIA, juntamente com o programa Google Earth.

Vale ressaltar que o critério 7 (Ocupação da APP - Área de Preservação Permanente) não está dentro dos critérios locacionais estabelecidos pela NBR 13.896. Entretanto a Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012), no Art. 8º, prever que “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental”. Desta forma, mesmo o aterro sanitário sendo uma atividade de utilidade pública, tal condição não foi aceita nesse estudo, visto os impactos ambientais provocados por essa atividade, principalmente no que tange à contaminação de recursos hídricos pelo percolado (chorume), não sendo permitido sua localização dentro de uma APP.

O critério 8 será obtido através de consulta ao Plano Diretor dos municípios estudados, avaliando se o Aterro Sanitário e/ou lixão foi construído em um lugar permitido pelo Zoneamento Ambiental Municipal.

Para determinar se a área de estudo está sujeita a inundações, utilizou-se o *shapefile* do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2014) e realizou-se a extração da informação de grau de ocorrência na tabela de atributos do *shapefile* no ArcGIS 10.1 (ESRI, 2015).

Com o intuito de realizar um balanço da conformidade das características da área estudada com a legislação vigente, desenvolveu-se um sistema de pontuação associado ao



cumprimento ou não da legislação. Desta forma, foram atribuídos valores de 0 ou 1 (0-não; 1-sim) para cada critério avaliado, somando todos os critérios avaliados em um município e dividido pelo número de critérios, conferindo assim uma pontuação média para esse município.

Quadro 2 - Critérios avaliados

Critérios Locacionais	Parâmetros de análise
1. Declividade do Terreno	Menor que 1% - Inadequado
	Entre 1% a 30% - Adequado
	Maior que 30% - Inadequado
2. Tipo de Solo	Argiloso – Adequado
	Arenoso – Inadequado
3. Distância dos Recursos Hídricos	Menor que 200m – Inadequado
	Maior que 200m – Adequado
4. Distância dos Centros Urbanos Atendidos	Menor que 30Km – Adequado
	Maior que 30 Km - Inadequado
5. Distância dos Núcleos Populacionais	Menor que 500m – Inadequado
	Maior que 500m – Adequado
6. Acessos	Pavimentadas e em boas condições – Adequado
	Sem Pavimentação – Inadequado
7. Ocupação da Área de Preservação Permanente (APP)	Sim – Inadequado
	Não – Adequado
8. Conformidade com a legislação local para uso do solo.	Sim – Adequado
	Não- Inadequado
9. Áreas Sujeitas a Inundação	Sim – Inadequado
	Não – Adequado

Fonte: Adaptado de ABNT (1997) e Bahia (2014).

Diante disso, com base na pontuação, definiu-se a seguinte escala: entre 0 e 0,49, condição PÉSSIMA; entre 0,5 e 0,79, condição RUIM; e com pontuação igual ou superior a 0,8, condição ACEITÁVEL. O critério APP teve caráter eliminatório, e caso os supracitados pontos estiverem nessas áreas, à sua localização será classificada também como PÉSSIMA.

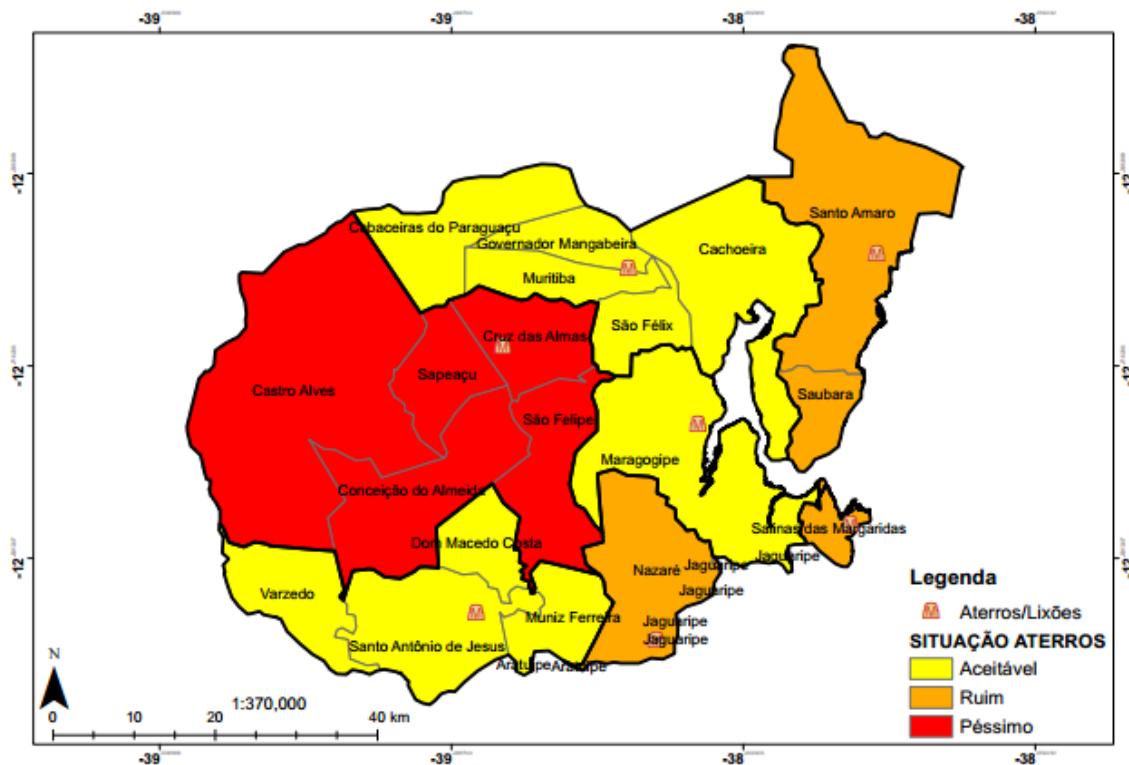
### 3 Resultados

A partir do mecanismo de análise descrito no capítulo anterior, foi elaborado o mapa disposto na Figura 2, onde os municípios integrantes do Arranjo Compartilhado receberam a mesma classificação do município Sede do Arranjo.

Dentre os arranjos compartilhado, conforme pode ser observado na Figura 2, o Aterro Sanitário de Cruz das Almas foi que recebeu a pior classificação (PÉSSIMO). Além de atender apenas 50% dos critérios avaliados neste estudo, está localizado na APP do Córrego do Velame Brito. Felicori (2015) discuti que os depósitos de resíduos localizados nos limites ou proximidades de APPs, que são áreas ambientalmente frágeis, resultam na contaminação de recursos hídricos e do solo, tornando o ambiente mais propício à disseminação de doenças.



Figura 2 - Classificação da situação locacional dos Aterros/Lixões



Fonte: Santos (2017)

Os municípios Nazaré, Santo Amaro e Salinas das Margaridas, atenderam a cerca de 70% dos critérios avaliados e foram classificados como RUIM, uma vez que os pontos de disposição final estão em atividade e deveriam atender a todos os critérios locacionais determinados pela legislação, antes mesmo da sua instalação.

Na Figura 2 pode-se observar que a área analisada do município de Maragogipe foi classificada em condição ACEITÁVEL, logo está em conformidade com a legislação pela maioria dos critérios locacionais avaliados.

Com relação ao Aterro Sanitário de Santo Antônio de Jesus, o único critério que não foi atendido foi “distância dos núcleos populacionais”, sendo assim sua localização foi classificada como ACEITÁVEL. Vale pontuar que devido à ausência de imagens históricas da área com boa resolução, não foi possível identificar se antes da implantação do aterro já havia as residências ou não. Sendo assim, não se pode avaliar esse critério somente com a imagem atual, pois existe a possibilidade de as residências terem sido construídas após a instalação do aterro sanitário.

De todos os municípios avaliados, o Aterro Sanitário de Muritiba foi o único ponto de disposição final de resíduos sólidos urbanos que atendeu a todos os critérios avaliados neste estudo, sendo classificado como localização ACEITÁVEL. No entanto, vale pontuar, que essa avaliação está relacionada apenas aos critérios de localização, não se estendendo as questões operacionais.

#### 4 Conclusão

Fundamentado nos resultados encontrados, conclui-se que a situação dos pontos de disposição final de RSU do Recôncavo da Bahia, em relação ao atendimento dos critérios locacionais, encontra-se, de forma geral, inadequada.



Verificou-se que a maioria dos municípios avaliados foram classificados como uma situação Ruim ou Péssima. Dessa maneira, a disposição final dos RSU no Recôncavo Baiano se configura como um cenário de considerável potencial de contaminação do solo, da água e do ar da região, além de oferecer risco à saúde da população.

O Aterro Sanitário do município de Cruz das Almas apresentou a pior localização dentre os pontos de disposição final de RSU avaliados neste estudo, principalmente por estar localizado em área de APP.

O Aterro Sanitário do município de Muritiba atendeu a todos os critérios locacionais avaliados, estando assim localizado em uma área apta para operar esse tipo de atividade.

Vale pontuar a relevância da utilização das ferramentas do Geoprocessamento, que são práticas e econômicas, mostrando-se indispensáveis para análise prévia de áreas adequadas para implantação de aterros sanitários.

## 5 Referências

ABRELPE. **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil.** Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>> Acesso em: 13 ago. 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Vulnerabilidade a inundações do estado da Bahia.** Hidroweb. Portal de Metadados Espacial - GeoNetwork. 2014. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>> Acesso em: 13 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SEDUR. **Plano de Regionalização da Gestão integrada de resíduos sólidos do Estado da Bahia,** 2014. Disponível em <<http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/DocumentoSinteseEstudoRegionalizacao.pdf>> Acesso em: 07 ago. 2017.

BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.** Salvador: [s.n.], 2005.

BRASIL (2010) – **Lei 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.

BRASIL (2012) - **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BUENO, D. C. F. **Contribuição aos estudos para seleção de áreas para construção de aterros sanitários.** Saúde, Saneamento e Meio Ambiente: Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 11, p.431-451, 2013.

CALDERAN, T. B. **Consórcio Público Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domésticos. Um Estudo de Caso.** 224 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrando em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Univates, Lajeado, 2013. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/303/1/ThanabiCalderan.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.



ESRI - Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS for Desktop**. Versão. 10.1. Redlands: ESRI, 2015.

**FELICORI, T. C. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata- Minas Gerais.** Viçosa – MG, 2015.

**MONTEIRO, J. H. P; FIGUEIREDO, C. E. M; MAGALHÃES, A. F; MELO, M. A. F; BRITO, J. C. X; ALMEIDA, T. P. F; MANSUR, G. L. Manual De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos.** Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2001, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

**SANTOS, Priscila Freitas. Avaliação da Localização dos Pontos de Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Recôncavo Baiano.** 2017. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

**SCHMIDT, T. Seleção de área e dimensionamento de aterro sanitário para o Consórcio Público Intermunicipal para Assuntos Estratégicos do G8 – CIPAE G8.** Lajeado (RS), 2016. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10737/1405>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

**WEBER, E; HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados.** In: Anais do GIS Brasil, 2004. Disponível em <[http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Congressos/2000/Weber\\_&\\_Hase nack\\_2000\\_Avaliacao\\_areas\\_aterro\\_sanitario\\_SIG.pdf](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Congressos/2000/Weber_&_Hase nack_2000_Avaliacao_areas_aterro_sanitario_SIG.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2017.