

## SELEÇÃO DE ÁREA PARA CONSTRUÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ESMERALDAS, MG, A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

### SELECTION OF LANDFILL CONSTRUCTION AREA IN ESMERALDAS, MG, USING GEOPROCESSING TOOLS

### SELECCIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE RELLENO SANITARIO EN ESMERALDAS, MG, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE GEOPROCESAMIENTO

Débora Joana Dutra <sup>1</sup>

Laura Magalhães Rocha e Silva <sup>2</sup>

Gisele Vidal Vimieiro <sup>3</sup>

Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho <sup>4</sup>

Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Ciências e Tecnologia Ambiental (DCTA) do  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)

Campus I, Belo Horizonte, MG. <sup>1234</sup>

[ddutra.ambiental@gmail.com](mailto:ddutra.ambiental@gmail.com) <sup>1</sup>

#### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a utilização de ferramentas de geoprocessamento para a identificação de áreas aptas para a construção de aterro sanitário no município de Esmeraldas-MG. Para isso, utilizou-se o cálculo da área ideal de alocação do aterro através da projeção de população e dimensionamento do empreendimento. Além disso, para elaboração do mapa de regiões aptas para a implantação do aterro sanitário utilizou-se a sobreposição dos mapas e a subtração dos buffer's elaborados para cada variável analisada. Os resultados permitiram verificar seis áreas potenciais para implantação do empreendimento. Dessa forma, visando atenuar a complexidade que envolve a seleção de áreas para a construção de aterros sanitários, os usos de técnicas de geoprocessamento se mostraram uma ferramenta eficaz para a realização da identificação preliminar de áreas ideais para implantação desse tipo de empreendimento.

**Palavras chave:** Resíduos Sólidos; Saneamento; Área geográfica

#### ABSTRACT

The present work aimed to use geoprocessing tools to identify areas suitable for the construction of landfill in Esmeraldas-MG. For this, the ideal landfill allocation area was calculated through population projection and project sizing. In addition, to map the regions suitable for the implementation of the landfill, the overlap of the maps and the subtraction of the buffer's elaborated for each analyzed variable was used. The results allowed to verify six potential areas for implementation of the enterprise. Thus, aiming at mitigating the complexity that involves the selection of areas for the construction of sanitary landfills, the use of geoprocessing techniques proved to be an effective tool for the preliminary identification of ideal areas for the implementation of this type of project.

**Keywords:** Solid Waste, Sanitation, Geographical area

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo utilizar herramientas de geoprocésamiento para identificar áreas adecuadas para la construcción de vertederos en Esmeraldas-MG. Para esto, se calculó el área ideal de asignación de vertedero a través de la proyección de la población y el tamaño del proyecto. Además, para mapear las regiones adecuadas para la implementación del relleno sanitario, se utilizó la superposición de los mapas y la sustracción de los amortiguadores elaborados para cada variable analizada. Los resultados permitieron verificar seis áreas potenciales para la implementación de la empresa. Por lo tanto, con el objetivo de mitigar la complejidad que implica la selección de áreas para la construcción de rellenos sanitarios, el uso de técnicas de geoprocésamiento demostró ser una herramienta eficaz para la identificación preliminar de áreas ideales para la implementación de este tipo de proyecto.

**Palabras clave:** Residuos sólidos; Saneamiento; Area Geográfica

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana e populacional nos centros urbanos ocasiona uma elevada geração de resíduos. Essa produção está diretamente relacionada com as atividades humanas e padrões de consumo. Outro fato importante nesse aspecto é a diminuição de locais adequados para alocação desses resíduos, pois a expansão das cidades tem ocupado grandes áreas dos municípios. O correto manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos grandes desafios enfrentados pelos municípios das diversas cidades brasileiras. As áreas urbanas são os principais responsáveis pelos diversos impactos oriundos do elevado consumo e consequente geração de RSU locais para a adequada disposição desses resíduos são cada vez mais escassos (NUNES e SILVA, 2015; VALENTE et al, 2016).

O aterro sanitário é considerado como uma das técnicas mais adequadas para receber os resíduos sólidos gerados por uma cidade. Essa obra de infraestrutura tem como objetivo permitir a disposição final dos mais diversos tipos de resíduos de origem urbana, principalmente domésticos, e reduzir os impactos ambientais que eles causariam caso fossem descartados em locais incorretos (COLVERO et al, 2017).

Em dezembro de 2001, o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM), com o objetivo de minimizar os impactos ao meio ambiente e à saúde pública, editou a Deliberação Normativa 52/2001 (MINAS GERAIS, 2001) para que fossem encerradas as atividades de descarte final de resíduos sólidos vinculadas aos lixões, e estes dessem lugar a sistemas adequados de tratamento e disposição de resíduos sólidos.

No estado de Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) criou o Programa “Minas sem Lixões”. Esse programa proporciona um suporte e orientações aos municípios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, com a finalidade de melhorar as condições ambientais de cada cidade mineira, atuando em conjunto com ações voltadas às questões sociais e políticas (FEAM, 2016).

De acordo com a FEAM (2018), 49% dos municípios do estado de Minas Gerais não possuem locais adequados para a correta destinação dos RSU, sendo eles alocados em aterros controlados e lixões. Em contraponto, 23% dos municípios apresentam disposição dos resíduos em aterros sanitários, 15% em usinas de triagem e compostagem (UTC), e 2% em UTC acompanhada de aterro sanitário. Diante disto, um dos desafios do estado consiste na correta adequação dos RSU produzidos. Embora mais intenso nas grandes cidades, o problema da disponibilidade de áreas adequadas para a implantação de aterros sanitários é compartilhado por municípios de diversos portes, estando isso associado a fatores econômicos, sociais e políticos das regiões.

Neste contexto, pode-se citar o município de Esmeraldas, localizado na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e com uma população superior a 50.000 habitantes, que ainda realiza a disposição final de RSU em lixão, sendo uma das demandas urgentes dessa cidade estabelecer uma forma correta de destinação de seus resíduos (FEAM, 2016).

Um dos problemas para a implantação de um aterro sanitário está associado à alta complexidade para a correta alocação dessa obra de infraestrutura, pois envolve dados técnicos, ambientais, econômicos e sociais. Assim, para analisar os locais mais adequados, o geoprocessamento tem servido como uma ferramenta de auxílio na implementação desses projetos, pelo fato do Sistema de Informações Geográficas possibilitar a inserção dos dados calculados no espaço geográfico, além de diversas análises ambientais e da paisagem. Em grandes centros urbanos, os desafios estão associados à falta de espaços e, em pequenos e médios municípios, os problemas muitas vezes estão associados aos custos de implantação, operação e manutenção desses locais (LUZ et al, 2017). Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é a utilização de geoprocessamento para propor regiões aptas para implantação de um aterro sanitário no município de Esmeraldas, MG.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Localização da área de estudo

O município de Esmeraldas - MG está inserido na região metropolitana de Belo Horizonte MG. Segundo o IBGE (2016), a região possui uma área de 909,679 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 68.133 habitantes. A cidade (Figura 2) está localizada no estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 19,30° e 19,76° de latitude sul e 44,06° e 44,35° de longitude oeste de Greenwich. De acordo com Lopes (2016), o lixão da cidade está localizado em uma propriedade rural às margens da MG-060, que pertence à administração da cidade, possuindo cerca de sete hectares de área.



**Figura 1** - (a) Disposição irregular de resíduos de capina e entulho com a presença de catadores de materiais recicláveis; (b) Bags de materiais recicláveis e moradia dos catadores na área do lixão. Fonte: LOPES (2016)

### 2.2. Cálculo da área ideal para implantação do aterro sanitário

Considerou-se que o aterro sanitário terá vida útil de 20 anos, ou seja, até o ano de 2038. Conforme utilizado por Santos e Girard (2007), Equação 1, estimou-se a população futura da região através do uso de uma taxa de crescimento de 0,5% e de quantidade de resíduos gerados por dia pela população de 1kg/hab.dia.

$$P_f = P_i + (1 + i)^t \quad (1)$$

Onde

$P_f$ : População futura

$P_i$ : População inicial

i: Taxa de crescimento

t: tempo

Utilizou-se os procedimentos da NBR 8419 (ABNT,1992) para a determinação da área necessária para o aterro. Primeiramente, com o valor de população estimado, calculou-se o volume de resíduos que será produzido por essa população. Adotou-se que a população produzirá, em média, 1kg/hab dia de resíduo domiciliar. Utilizou-se a Equação 2 para estimar a quantidade total de resíduos produzidos diariamente pela população

$$Q_r = P_f * a \quad (2)$$

Onde

$Q_r$ : Quantidade total de resíduos produzidos diariamente

$P_f$ : População futura estimada

a: Produção per capita de resíduos

O cálculo do volume de resíduos esperado para o ano de 2038 é realizado pela multiplicação da geração diária de resíduos pelos dias de um ano (365) e pelos anos de vida útil do aterro (20 anos), conforme mostrado pela Equação 3.

$$V_f = Q_r * 365 * 20 \quad (3)$$

Onde

$V_f$ : Volume de resíduos esperado para o ano de 2038

$Q_r$ : Quantidade total de resíduos produzidos diariamente

O volume total ao longo da vida útil do aterro será o valor anterior dividido pela densidade do resíduo compactado, Equação 4. De acordo com Jaramillo (1991), em aterros manuais, como lixões e aterros controlados, a densidade de resíduo recém compactado varia entre 400 e 500 kg/m<sup>3</sup> e de resíduos estabilizados, como em aterros sanitários, entre 500 e 700 kg/m<sup>3</sup>. Apesar do valor elevado, a literatura sugere o uso desse valor, pois em aterros sanitários a compactação dos resíduos é bastante elevada devido a frequente passagem de caminhões no local. Dessa forma, adotou-se o valor de 700 kg/m<sup>3</sup>.

$$V_{vu} = \frac{V_f}{\rho_r} \quad (4)$$

Onde

$V_{vu}$ : Volume total de resíduo ao longo da vida útil do aterro

$V_f$ : Volume de resíduos esperado para o ano de 2038

$\rho_r$ : Densidade de resíduo compactado

Neste trabalho foi adotado um volume de segurança, demonstrada pela Equação 5, sobre o valor total ao longo da vida útil do aterro. O volume de segurança visa garantir que o aterro consiga armazenar todo resíduo produzido pela população, uma vez que durante o processo o solo que acaba sendo aterrado diariamente junto ao resíduo.

$$V_s = V_{vu} + (V_{vu} * 0,2) \quad (5)$$

Onde

$V_s$ : Volume de segurança

$V_{vu}$ : Volume total de resíduos ao longo da vida útil do aterro

A área necessária para alocação do aterro sanitário foi calculada pela Equação 6. Para esse cálculo, adotou-se que a altura que o local poderá atingir é de no máximo 20 metros.

$$A = \frac{V_s}{H} \quad (6)$$

Onde:

A: Área necessária para implantação do aterro

$V_s$ : Volume de segurança

H: Altura máxima do aterro

### 2.3. Elaboração dos mapas com as restrições e regiões aptas para a implantação do aterro

Os critérios para a seleção da área de implantação do aterro sanitário foram embasados na Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001 e COPAM nº 118/2008 e as normas da NBR 8419 (ABNT,1992). Com base nessas delimitações, foi elaborado um mapa referente a cada restrição mencionada na legislação. Para a elaboração dos mapas, foi utilizado o software ESRI (2013).

As variáveis utilizadas para a seleção das áreas mais adequadas para a alocação do aterro sanitário foram:

- Dados de solo de Minas Gerais;
- Dados de rodovias de Minas Gerais;
- Dados de ferrovias de Minas Gerais;
- Dados de hidrografia de Minas Gerais;
- Dados de uso e ocupação do solo do município de Esmeraldas; e
- Dados de altimetria do relevo do município de Esmeraldas.

Os dados de declividade foram obtidos por meio das imagens de altimetria oriundas do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS). Por meio do software ArcGis 10.2 calculou-se a declividade da região, em porcentagem, por meio da ferramenta *slope*. Os dados de hidrografia, rodovia, ferrovia, solos foram obtidos por meio da Plataforma de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE – SISEMA) de Minas Gerais. Os dados de uso do solo foram retirados do projeto Cerrado do Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais (INPE).

Como o município de Esmeralda não apresenta critérios específicos para a implantação de aterros sanitários, optou-se pela utilização da legislação vigente no estado. Por meio da

análise da legislação no estado de Minas Gerais e das variáveis utilizadas no estudo, foram adotadas as seguintes restrições para seleção da melhor área para implementação de aterro sanitário, conforme Tabela 1.

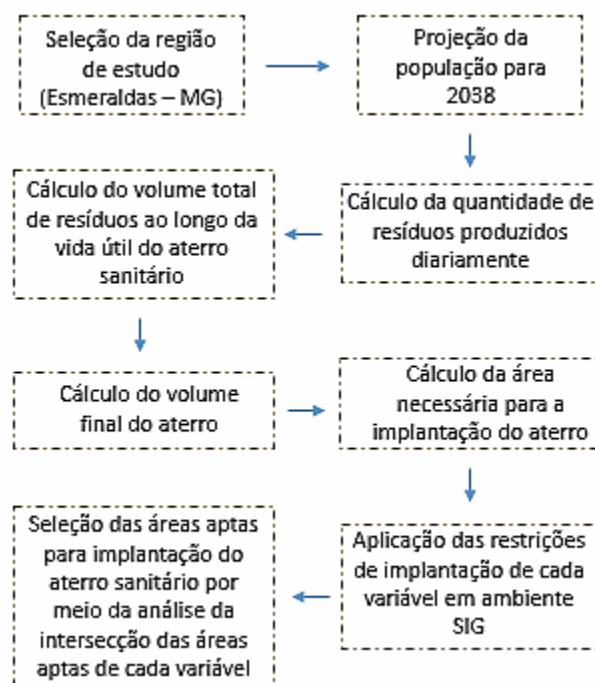
**Tabela 1** – Restrições para seleção de Áreas adequadas para implantação de aterro sanitário em Minas Gerais

<b>Item</b>	<b>Região ideal</b>
Declividade	< 30%
Solos	Baixa permeabilidade
Hidrografia	Distância mínima de 300 metros
Rodovia e Ferrovia	Distância mínima de 100 metros
Núcleos populacionais	Distância mínima de 500 metros

Fonte: Minas Gerais (2008)

A metodologia proposta para a elaboração do mapa de regiões aptas para a implantação do aterro sanitário foi baseada na sobreposição dos mapas e a subtração dos buffer's elaborados. O buffer pode ser definido como uma região no em torno de um elemento do mapa, podendo ser nas proximidades de um ponto, linha, polígono ou célula (no caso de uso de rasters) em uma determinada distância. Normalmente é utilizado para análises onde os elementos são selecionados conforme a sua distância a outros elementos de um mapa. Dessa forma, por meio das áreas em comum de cada mapa, foi localizada a área apta para a implantação do aterro no município.

Resumidamente a pesquisa foi constituída de duas etapas: o planejamento da área do aterro sanitário e a seleção das áreas adequadas para a implantação desse empreendimento. Conforme mostrado na Figura 2, a primeira etapa do estudo foi realizada por meio de cálculos e, a segunda parte, por meio de ambiente de geoprocessamento, também conhecido como SIG (Sistema de informação geográficas).



**Figura 2** - Fluxograma metodológico para seleção das áreas ideais para implantação do aterro sanitário

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da aplicação da metodologia de sobreposição, foram produzidos mapas, com base nas legislações estaduais vigentes. A Tabela 2 demonstra os resultados dos cálculos para a

implantação de um aterro sanitário na cidade. A população da região apresentou uma tendência de aumento de 4,65%, ou seja, atingiria no ano de 2038 a quantidade de 71459 habitantes.

**Tabela 2** - Resultado das variáveis base para o cálculo da área do aterro sanitário para o município de Esmeraldas, MG

Variável	Resultado
População futura	71459 hab
Quantidade total de resíduos produzidos diariamente	71459 kg/hab
Volume total de resíduo ao longo da vida útil do aterro	521659700 m <sup>3</sup>
Volume final	894258,3429 m <sup>3</sup>
Área necessária para implantação do aterro	44712 m <sup>2</sup>

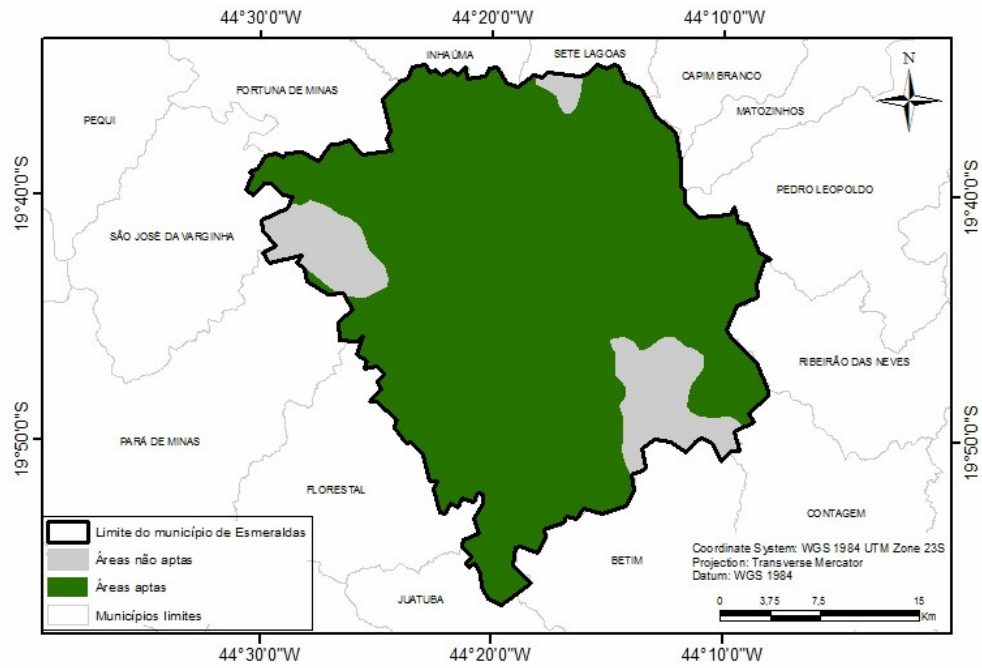
Atualmente, os resíduos gerados pela cidade são encaminhados para o Aterro Controlado Fernão Dias. De acordo com Santiago e Dias (2012), a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos pode ocasionar diversos problemas ambientais como a contaminação do solo e da água. Dessa forma, a destinação correta desses resíduos tem se tornado um dos grandes desafios de planejamento urbano para as cidades.

A Figura 3 (a) demonstra que as áreas representadas em verde correspondem as regiões aptas para implantação de aterros em relação à variável declividade. De acordo com a COPAM nº 118 de 2008, para a escolha da localização da área, é exigido que o terreno tenha uma declividade média inferior a 30%. Assim, as regiões consideradas aptas possuem esse intervalo de declividade. É recomendado a implantação de aterros em solos com baixa permeabilidade, ou seja, em regiões onde há a predominância de argissolo e em menor quantidade, a presença de latossolo. Seguindo a legislação estadual, a Figura 3 (b) indica as áreas onde os solos estão adequados (em verde) ou não, tendo em vista a Deliberação Normativa

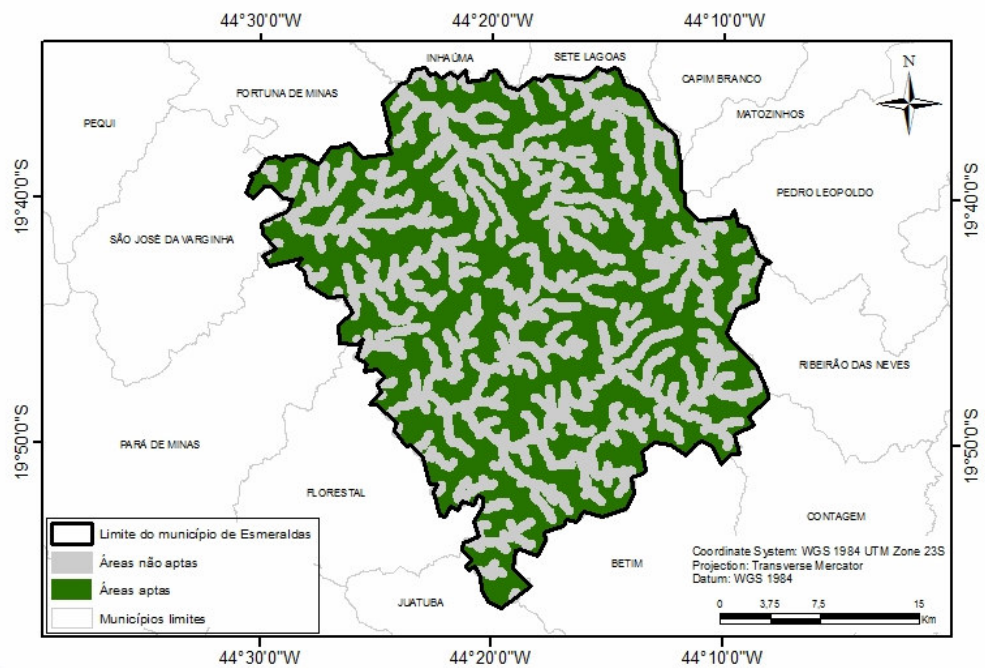
Silva (2016) retrata que as questões referentes à capacidade de erosão e granulometria da fração mineral podem influenciar na quantidade de solo que pode ser transportado bem como na sua capacidade de permeabilidade. Quanto maior a quantidade de argila no solo menor será a permeabilidade da água. Assim, para obras como a de aterros sanitários, é de interesse que se tenha solos com a presença dessa granulometria para se evitar algum risco de que o lixiviado oriundo dessa atividade atinja lençóis freáticos. Devido à presença dessas granulometrias, as áreas onde foram caracterizados os latossolos foram considerados como não aptos, e identificados no mapa com uma coloração acinzentada.

Ao contrário dos latossolos, os argissolos possuem grande acréscimo de argila em profundidade. Além disso, grande parte dos solos argissolos possuem um evidente incremento na quantidade de argila de sua superfície até o horizonte B. Dessa forma, são de profundidades variáveis e sua textura pode variar de argiloso a muito argilosa. Assim, podem apresentar uma baixa permeabilidade, contribuindo para a retenção de percolados (EMBRAPA, 2006; PRADO, 2016). Devido a este fato e considerando que se deve proteger as águas subterrâneas do contato com os líquidos lixiviados, optou-se pelo argissolo, que foi caracterizado pela cor verde no mapa.

De acordo com a DN COPAM 118/2008, o empreendimento não pode estar localizado em uma área que seja sujeita à inundação e, ainda, deve estar situada a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica. Assim, as áreas aptas selecionadas foram destacadas com a cor verde e as que não se enquadram na legislação receberam a cor cinza.

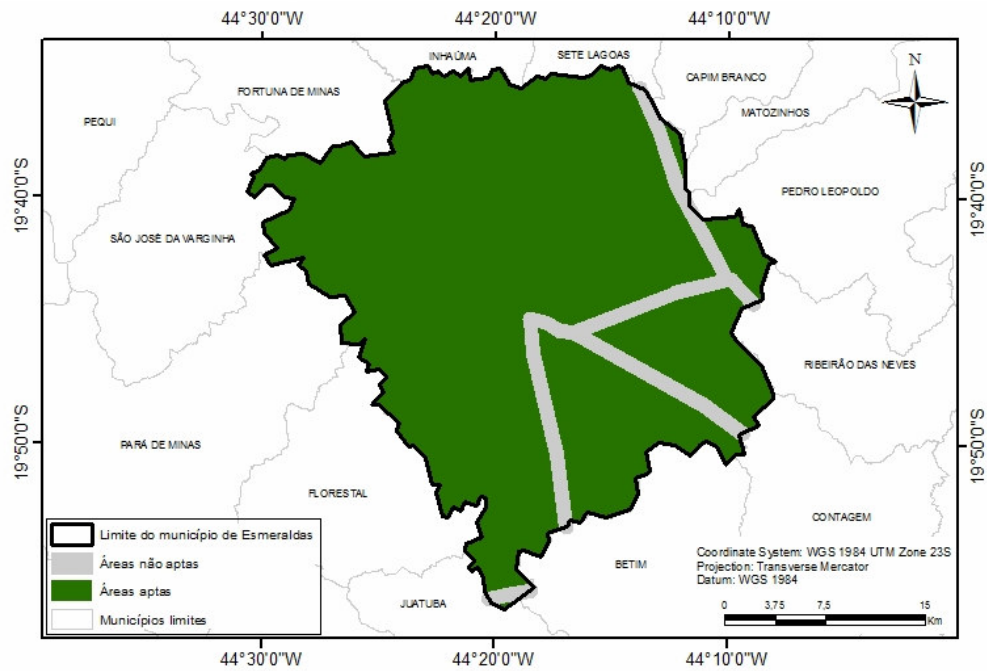


(a)

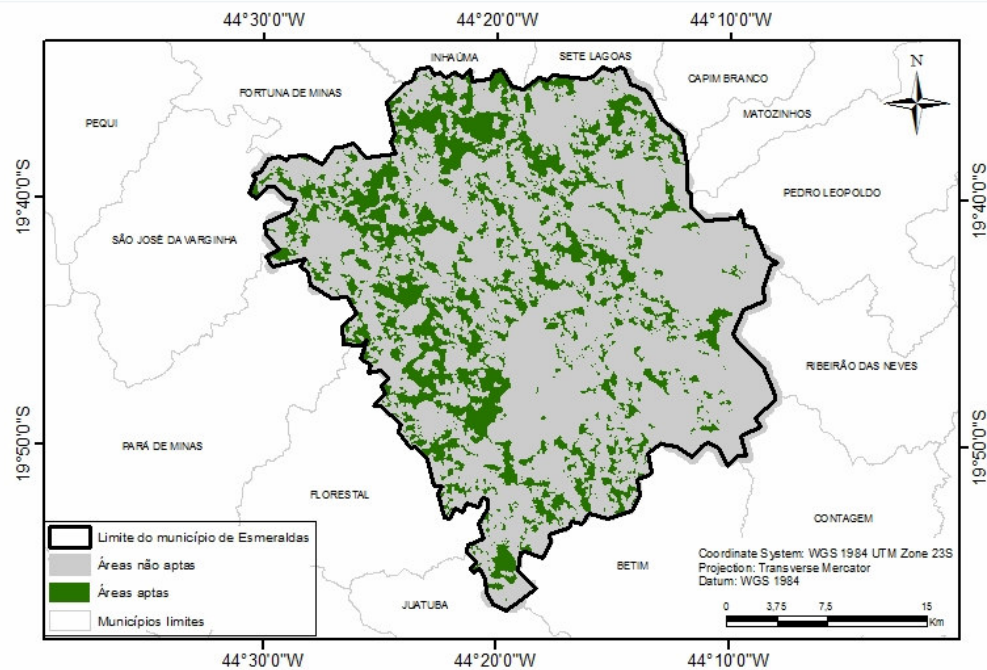


(b)





(c)



(d)

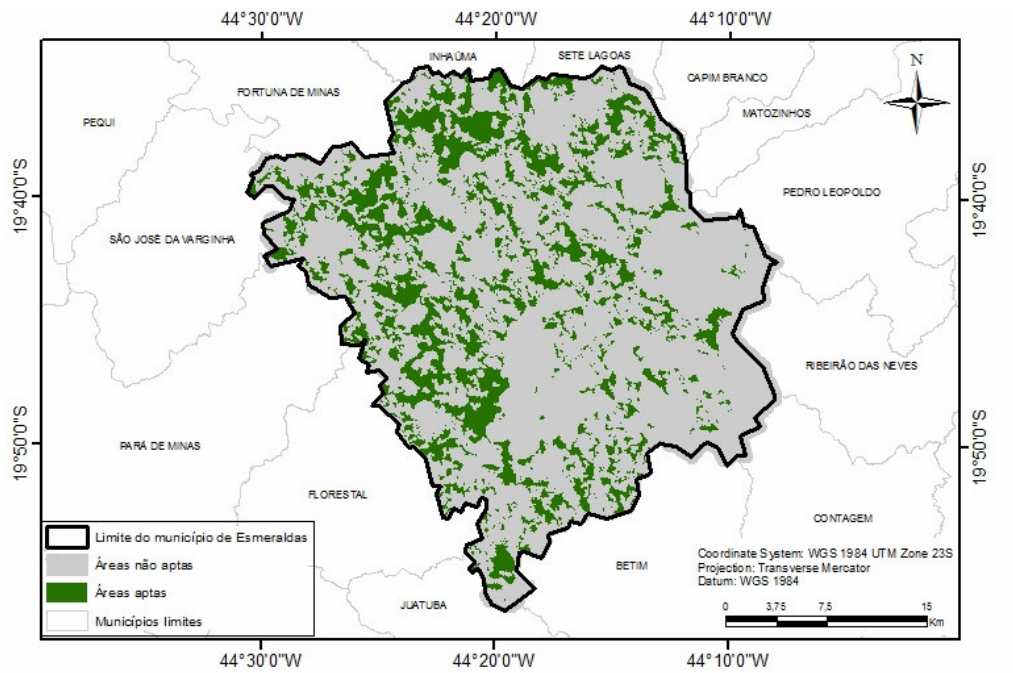
**Figura 3** - Análise de regiões propícias para a implantação do aterro sanitário, onde (a) regiões com solos aptos e não aptos para a implantação do aterro sanitário conforme o solo; (b) regiões com áreas aptas e não aptas conforme a drenagem da região; (c) regiões com áreas aptas e não aptas conforme as principais rodovias e ferrovia da região; (d) regiões com áreas aptas e não aptas conforme o uso da terra.

A legislação prevê, ainda, o cumprimento de distâncias relativas à existência de ferrovias e rodovias. São necessárias, distâncias mínimas de 100 metros de rodovias e ferrovias, a partir da faixa de domínio estabelecida. A Figura 4 representa quais áreas estão ou não em conformidade com as normas. As áreas destacadas em verde representam aquelas que atendem às especificações, e neste quesito, estão aptas a receberem um aterro sanitário, já as que estão em cinza, não atendem às restrições.

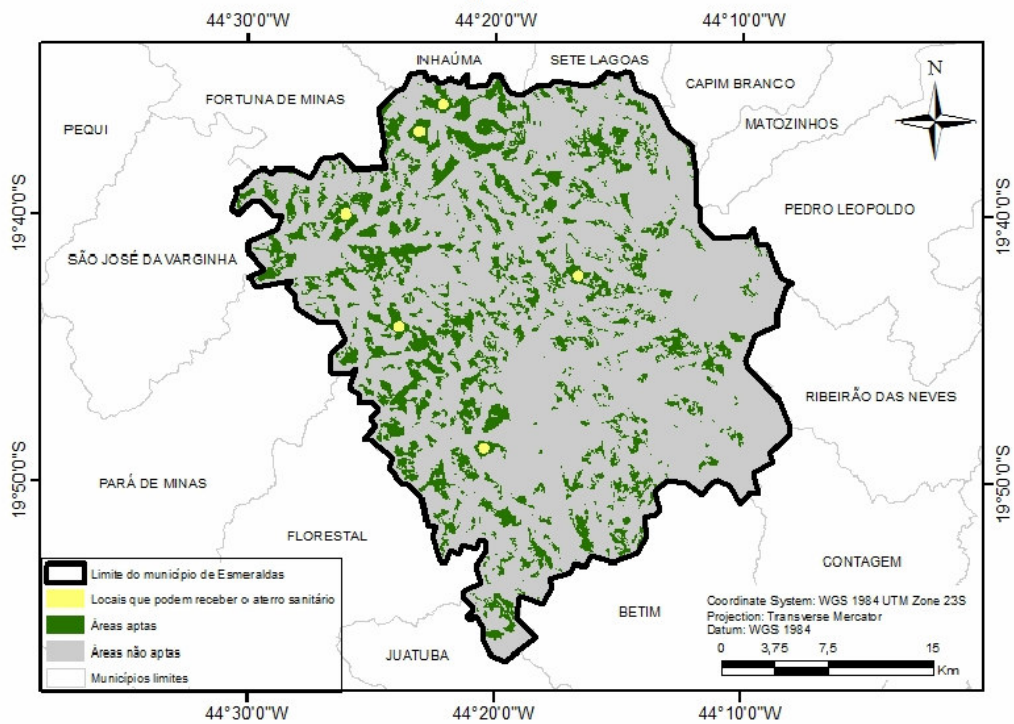
Em relação ao uso do solo, analisou-se as áreas onde se fizeram presentes a vegetação nativa, atividades como pastagens, silviculturas, atividades agrícolas, atividades minerárias, áreas erodidas, além de considerar a proximidade com áreas urbanas. A legislação impede que sejam construídos aterros sanitários em áreas erodidas, e delibera, ainda, que deve ser cumprida uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais. Para este trabalho, foram considerados então, como áreas inadequadas para a implantação do aterro, os núcleos populacionais e áreas erodidas, além dos locais que representam as atividades desenvolvidas pela população, como a mineração, silvicultura, vegetação natural, e alguns pontos onde foram observados afloramentos hídricos. Dessa forma, para todas essas restrições, foram realizadas as delimitações conforme previstas em legislação e a identificação se deu pela coloração acinzentada. As outras localidades destinadas às pastagens e áreas não vegetadas foram consideradas como adequadas para a construção do empreendimento e receberam a coloração verde

Todas as restrições adotadas para sugerir uma área apta para a construção do aterro foram reunidas por sobreposição e subtração das áreas de intersecção, gerando um mapa que corresponde à Figura 4 (a), o qual, apresenta as localidades possíveis, representadas pela cor verde, e quais as que não atendem as normativas adotadas como parâmetro de avaliação.

No entanto, considerando o dimensionamento do aterro sanitário, foi produzido o mapa da Figura 4 (b) que vai apresentar, dentre as áreas aptas selecionadas, quais são aquelas com dimensões que viabilizariam a construção do empreendimento. Para o dimensionamento do aterro, foram consideradas como áreas adequadas, aquelas que apresentavam um total de 44712 m<sup>2</sup> ou mais, cujos locais foram destacados no mapa com pontos amarelos. Essas regiões correspondem as áreas de Vargem Bento da Costa, Cachoeirinha, Medeiros, São José Bento da Costa, Urucuia, Boa Vista, Caio Martins, Duma vale e Caracóis.



(a)



(b)

Figura 4 - Áreas aptas para implantação do aterro sanitário. (a) região total; (b) regiões que comportam a área necessária calculada

#### 4. CONCLUSÃO

A partir da metodologia empregada, foi possível realizar a seleção de seis áreas com características favoráveis para a construção de um aterro sanitário no município de Esmeraldas, considerando os parâmetros tipo de solo, distância a rodovias, ferrovias, hidrografia, tipo de uso da superfície e declividade. As regiões aptas para a implantação do empreendimento se encontram nas áreas de Vargem Bento da Costa, Cachoeirinha, Medeiros, São José Bento da Costa, Urucuia, Boa Vista, Caio Martins, Duma vale e Caracóis. Foi possível identificar que o geoprocessamento, por meio de análises espaciais e multicritérios, podem auxiliar na gestão da paisagem de um município. Entretanto, para real implantação de obras desse porte, é de grande importância a associação com visitas de campo. Dessa forma, é recomendado para trabalhos futuros e reaplicabilidade da metodologia utilizadas, que os atores envolvidos visitem os locais a fim de identificar características geomorfológicas e dos solos intrínsecas a regiões de estudo, uma vez que grande parte dos bancos de dados disponíveis de forma gratuita são feitos para regiões de grande extensão, como estados, ocasionando a supressão de características locais.

#### 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8419: **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos: Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

COLVERO, Diogo Appel et al. Aterro sanitário de Goiânia: uma identidade territorial e a vulnerabilidade e exclusão social da população do seu entorno. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 14, n. 2, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro, 2006. 286 p.

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. **Arcgis Desktop: Release 10.2** Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2013

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - FEAM. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais em 2015**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2016. 73p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - FEAM. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais em 2017**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2018. 135p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Esmeraldas**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=312410&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: 20 set. 2016.

JARAMILLO, J. **Resíduos sólidos municipais: guia para el diseño, construccion y operacion de rellenos sanitários manuales**. Washington: Pan American Health Organization, 1991. 214p.

LOPES, M. F. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios da bacia**

**hidrográfica do rio Paraopeba (MG).** 2016. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

LUZ, E; MARION, F. A.; FRANÇA, M. M.; CONCEIÇÃO, P. S. Utilização de Sistema de Informação Geográfica para identificação de áreas potenciais à implantação de aterro sanitário consorciado. **Ambiência**, v. 13, n. 2, p. 452-469, 2017.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 118, 27 de junho de 2008.** Altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para 43 adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001.** Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. Publicação. Diário do Executivo. "Minas Gerais", Belo Horizonte, 2001

NUNES, R. R.; SILVA, E. Transbordo de resíduos sólidos. **Revista Pensar Engenharia**, v. 3, n. 1, 2015.

PRADO, H.; CARVALHO, J. P. **Legenda prática de solos para ambientes de produção das plantas.** 2016.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit Ambient.** v.17, n. 2, p. 203-212, 2012.

SANTOS, J. S. dos; GIRARDI, A. G. **Utilização de geoprocessamento para localização de áreas para aterro sanitário no município de Alegrete-RS.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, p.01-08, 2007.

SILVA, D. B. Avaliação da erodibilidade de argissolos no município de Cristinápolis, Sergipe. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 73-82, 2016.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; RODRIGUES, J. M.; KIVEL, T. H. Impactos ambientais dos resíduos sólidos no município de Pelotas/RS: Um olhar fotográfico. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 20, n. 1, p. 97-104, 2016.