

Uso de geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto (MG).

Geographical information systems for indication of favorable areas to the sanitary landfill construction in Ouro Preto city (MG).

Diógenes Guilherme Pampolini Amaral

Graduado em Engenharia Geológica, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

Mestrando em Hidrogeologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil

diogenesgeologo@gmail.com

Cláudio Eduardo Lana

Graduado em Engenharia Geológica, Mestre e Doutor em Ciências Naturais

Depto de Geologia da Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Brasil

claudiolana@gmail.com

Resumo

A disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em lugares inadequados, como nos lixões, além de poluir o meio ambiente favorece a proliferação de vetores transmissores de doenças. Apesar do atual sistema de disposição de resíduos sólidos de Ouro Preto, o Aterro do Marzagão, ter sido projetado e implantado corretamente, atualmente esse aterro controlado funciona semelhante a um lixão. A fim de acabar com os danos sociais, econômicos e ambientais causados pela disposição incorreta dos resíduos sólidos, a LEI 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei estabelece dentre algumas sanções a que todos os municípios do Brasil devem transformar, até 2014, seus depósitos inadequados de resíduos em aterros sanitários ambientalmente sustentáveis. Baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos e na situação atual do sistema de disposição de RSU do município, este trabalho tem como objetivo principal gerar um mapa identificando as áreas favoráveis à implantação de um novo aterro. Utilizando a análise multicritérios e o método booleano, foi possível realizar a seleção e classificação de terrenos a partir de técnicas de geoprocessamento pautadas em critérios geoambientais. O resultado obtido gerou um mapa classificando áreas como inaptas, restritas, moderadas e favoráveis à implantação de um aterro sanitário no município de Ouro Preto.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário, geoprocessamento, Ouro Preto.

Abstract

The disposal of Municipal Solid Waste (MSW) in inappropriate places, like in the dumpsites, beyond pollute the environment favor the proliferation of disease-transmitting vectors. Despite the current solid waste disposal system of Ouro Preto, the Controlled Landfill Marzagão, has been designed and implemented correctly, this landfill presently works like a dumpsite. In order to remove the social, economic and environmental damage caused by improper disposal of solid waste, the Law 12.305/2010 established the National Policy on Solid Waste (NPSW). This law establishes among some sanctions that all municipalities in Brazil should become, by 2014, your inadequate waste deposits in environmentally sustainable landfills. Based on NPSW and the current situation of the MSW system of the city, this work has as main objective to generate a map classifying areas favorable to the implementation of a new landfill. Using the Multicriteria Analysis and the Boolean method, it was possible to select and classify lands as of geographical information systems techniques guided on geo-environmental criteria. The result has generated a map classifying areas as unfit, restricted, moderated and favorable to the implementation of a landfill in Ouro Preto city.

Keywords: urban solid waste, Landfill, Geographical Information Systems, Ouro Preto city.

1. INTRODUÇÃO

A explosão demográfica aliada à modernização da população tem como efeito o aumento da geração de bens de consumo e conseqüentemente o aumento da geração de resíduos. Denominados como lixos urbanos ou resíduos sólidos urbanos (RSU), os resíduos sólidos orgânicos ou inorgânicos de origem doméstica quando descartados incorretamente podem causar impactos ao meio ambiente e a proliferação de vetores que transmitem doenças (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2004). A disposição final dos RSU é um dos grandes transtornos que afetam as sociedades e, sobretudo devido aos grandes problemas gerados, a solução é dispor corretamente os resíduos em aterros sanitários.

Em agosto de 2010, o Congresso Nacional aprovou a Lei 12.305/2010 instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que propôs a prática de hábitos de consumo sustentável, coleta seletiva e reciclagem, responsabilidade compartilhada entre o poder público, empresas e cidadãos, logística reversa envolvendo fabricantes, distribuidores e comerciantes e outras políticas a respeito dos RSU. O ponto mais importante desta lei é que todas as administrações públicas municipais deveriam encerrar as atividades de seus lixões e aterros controlados no prazo máximo de 4 (quatro) anos, substituindo-os por aterros sanitários ou industriais. O prazo para se adequarem à lei estava previsto para 2 de agosto de 2014, porém 60,7% dos municípios brasileiros não cumpriram a lei (CANTO, 2014). O prazo para adequação dos municípios à PNRS foi prorrogado pelo Projeto de Lei do Senado nº 425, de 2014 que estabeleceu prazos escalonados de acordo com o município com datas-limite variando entre 2018 e 2021.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2014 foram gerados 78,6 milhões de toneladas de RSU no Brasil. O país contou com um índice de cobertura de coleta de 90,6%, sendo que apenas 58,4% desses RSU coletados tiveram destino adequado. Em outras palavras, no ano de 2014, aproximadamente 29.659.170 toneladas de lixo foram descartados em locais inadequados (ABRELPE, 2014).

O trabalho realizado por Prado Filho et al. (2003) avaliou o atual sistema de disposição de RSU do município de Ouro Preto com base no Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), seguindo os critérios elaborados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico (CETESB, 1998). O estudo indicou que o atual aterro controlado, se encontrava totalmente inviabilizado, caracterizando-se como um extenso lixão operando em condições inadequadas. O estudo destacou também que o trabalho de seleção da área para instalação do aterro foi conduzido corretamente e os itens que compuseram as características do local obtiveram valor de IQR com nota máxima. Entretanto foi constatado que o aterro não vinha sendo corretamente operado e apresentavam falhas

no que diz respeito às questões de saneamento e proteção ambiental que foram estabelecidas no projeto técnico-operacional.

Tendo em vista a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e a situação do atual sistema de disposição de RSU do município de Ouro Preto, este trabalho descreve os passos realizados para a seleção de áreas favoráveis à implantação de um aterro sanitário. A classificação das áreas foi realizada a partir do método booleano, que envolveu a combinação lógica de mapas através de operadores condicionais. Ou seja, foi realizada a combinação (multiplicação) de mapas gerados por técnicas de geoprocessamento baseadas nas normas ABNT NBR 8419:1992 e ABNT NBR 13896:1997 utilizando a análise multicritérios por meio do método booleano.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Ouro Preto possui atualmente uma população urbana da ordem de 73.000 habitantes e extensão territorial de 1.245 km². O município está localizado na região central do estado de Minas Gerais, situado aproximadamente a 90 km da capital Belo Horizonte.

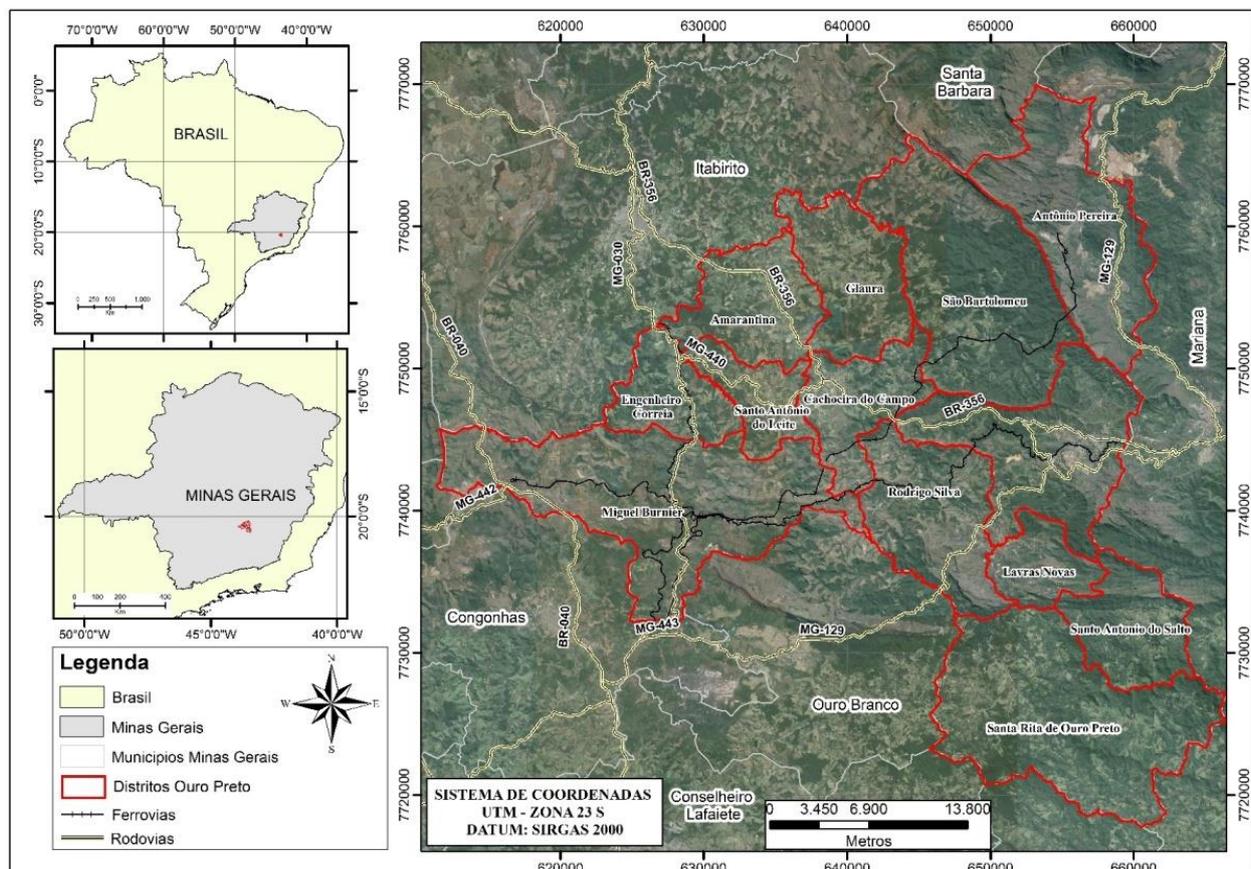


Figura 1 - Distritos do Município de Ouro Preto
Fonte: PAMPOLINI (2015).

São treze distritos que compõem o município ouro-pretano: Amarantina, Antônio Pereira, Cachoeira do Campo, Engenheiro Correia, Glaura, Lavras Novas, Miguel Burnier, Santa Rita de Ouro Preto, Santo Antônio do Leite, Santo Antônio do Salto, São Bartolomeu e Rodrigo Silva.

Ouro Preto foi a primeira cidade brasileira a ser declarada pela ONU (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura), Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade, no ano de 1980. É mundialmente conhecida pela sua arquitetura, turismo, cultura, arte barroca e por ter participado do Ciclo do Ouro. Atualmente possui significantes minerações de Topázio e Minério de Ferro, (IBGE, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com Camargo (2007) e Moreira et al. (2002), um trabalho em SIG consiste na combinação de um conjunto de dados de entrada a partir de uma função (f), gerando um resultado (mapa de saída) conforme ilustrado na equação 1.

$$\text{Mapa de saída} = f(\text{dados de entrada}) \quad (1)$$

A metodologia utilizada neste trabalho foi a análise multicritérios e a álgebra booleana, que consistiu na combinação (multiplicação) lógica de dados de entrada, mapas temáticos gerados sob diferentes critérios, através de operadores condicionais gerando um cenário ou hipótese (MOREIRA et al., 2002).

A análise de multicritérios é uma técnica que surgiu na década de 1960, sendo utilizada para auxiliar na tomada de decisões. É empregada como instrumento de estudo que verifica, a partir de distintos critérios selecionados, os diferentes cenários e potenciais resultados. A álgebra booleana utiliza as ferramentas lógicas AND (interseção), OR (união), NOT (negação) e XOR (exclusão) conforme ilustrado pela Figura 2.

O resultado é expresso em forma binária, “0” (não favorável) e “1” (favorável), não sendo possível a condição talvez. Esse método é utilizado em análises onde os critérios avaliados possuem o mesmo peso.

Para esse trabalho foi adotado o operador condicional de lógica booleana NOT (A NÃO B). Por exemplo: se o conjunto A corresponde aos terrenos favoráveis à construção de um aterro sanitário e o conjunto B aos não favoráveis, a interseção entre os dois conjuntos será não favorável também.

Foram combinados todos os mapas temáticos, no mapa de saída os terrenos que obtiveram nota 0 foram excluídos e denominados como áreas Inaptas, os que obtiveram nota 1 foram selecionados para classificação quanto à favorabilidade e foram classificadas como Favoráveis, Moderadas e Restritas em razão da distância da fonte geradora de RSU (FREIRE, 2009).

A Figura 3 demonstra o fluxograma lógico do trabalho para o cumprimento do objetivo proposto, o produto cartográfico (Mapa Final).

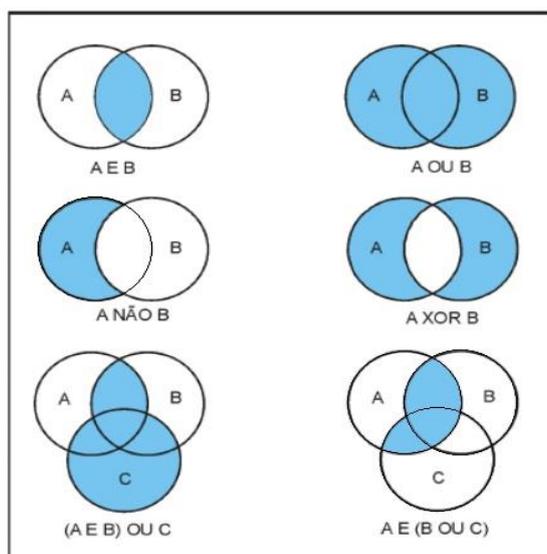


Figura 2 - Diagramas de Venn e as aplicações de operadores de lógica booleana
Fonte: MOREIRA et al. (2002).

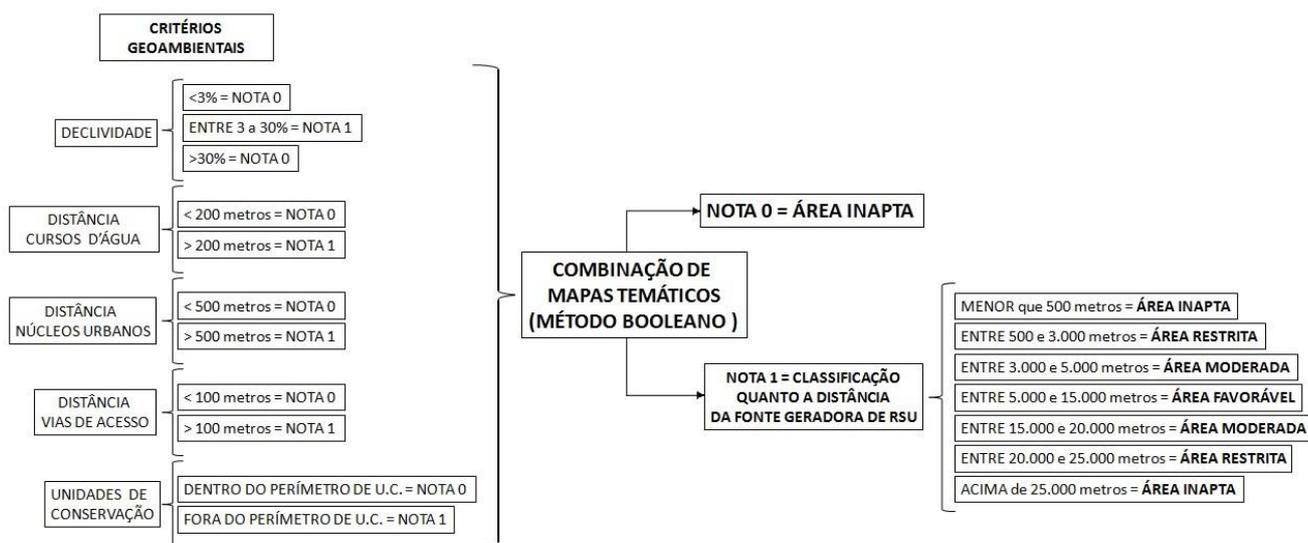


Figura 3 - Fluxograma lógico do trabalho

Segundo Silva (2011) e a norma ABNT NBR 13896:1997, a seleção de áreas favoráveis à implantação de aterros sanitários deve envolver estudos preliminares para que a disposição dos resíduos sólidos ofereça menores riscos à saúde pública, menores impactos ambientais, menores gastos com o empreendimento, maximização da aceitação pública ao encontro dos interesses da comunidade e maximização da utilização por um longo espaço de tempo.

Os critérios ambientais utilizados para classificação de áreas viáveis à implantação de um aterro sanitário referem-se às variáveis geotécnicas e pedológicas que classificam os terrenos quanto à Declividade, Espessura e Permeabilidade do solo. Os critérios de uso e ocupação do solo

correspondem ao ordenamento, parcelamento, uso e ocupação do solo, que dizem respeito à Titulação da Área, Distância de Núcleos Populacionais, Distância de Vias, Unidades de Conservação, Vias de Acesso e tamanho da Área Disponível (Vida Útil).

A execução deste trabalho se dividiu em duas etapas. A primeira consistiu na coleta de material bibliográfico e arquivos vetoriais que foram utilizados na revisão acerca dos Resíduos Sólidos Urbanos, na geração do banco de dados georreferenciados e na interpretação das normas e critérios empregados.

A segunda etapa consistiu em trabalhos de geoprocessamento utilizando o *Software* ArcMap® 10.1, que possibilitou a geração de mapas temáticos, a combinação dos mesmos pela lógica booleana e a geração do produto cartográfico (Mapa Final).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados remetem aos produtos cartográficos confeccionados em função dos diversos critérios analisados utilizando técnicas de geoprocessamento.

Declividade: Recomenda-se a escolha de locais com declividade superior a 1% e inferior a 20%. Baixas declividades favorecem a movimentação gradacional de resíduos e materiais para forração, além de oferecerem facilidades aos sistemas de drenagem de líquidos e gases (SILVA, 2011).

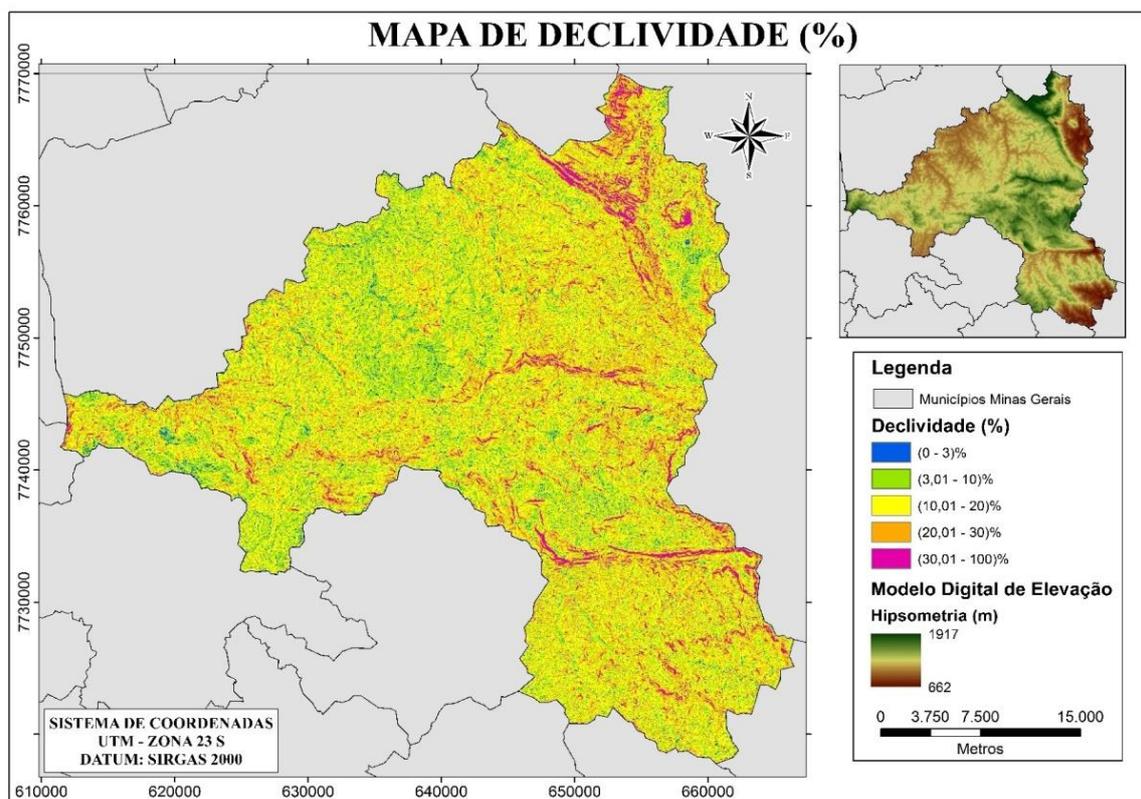


Figura 4 - Mapa de declividade e hipsometria do município de Ouro Preto

Fonte: PAMPOLINI (2105).

A Figura 4 ilustra o mapa de declividade e hipsométrico do município de Ouro Preto. Os locais com declividade menor que 3% (azul) e maior que 30% (magenta) receberam nota 0 e foram considerados como inaptos à construção do aterro sanitário. Os locais com declividade entre 3 a 10% (verde), 10 a 20% (amarelo) e 20 a 30% (laranja) receberam nota 1 e foram selecionados para classificação quanto a favorabilidade.

Espessura do Solo: O principal aspecto com relação à espessura do solo é devido à sua qualidade e disponibilidade como material de empréstimo. Por exemplo, materiais argilosos para impermeabilidade basal e cobertura final e materiais silto-argilosos para cobertura diária e intermediária dos resíduos garantem a operação a baixo custo (SILVA, 2011; CARVALHO, 2010).

Permeabilidade do Solo: Às áreas favoráveis devem possuir um solo com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona saturada com espessura superior a 3,0 metros. Esse critério é importante para determinar a capacidade de depuração do chorume e a sua velocidade de infiltração no solo. Quanto maior a condutividade hidráulica, mais fácil é a percolação de líquidos e lixiviados pelo solo (SILVA, 2011).

Recursos Hídricos Superficiais: Este critério informa a distância mínima dos recursos hídricos superficiais, a serem observadas quando na construção de aterros. De acordo com Carvalho (2010) e a norma ABNT NBR 13896:1997, será utilizado nesse trabalho a distância mínima de 200 metros de qualquer curso d'água, visto o grande número de cursos d'água existentes no município. No local onde será implantado o aterro sanitário é imprescindível que haja a impermeabilização do solo e implantação de sistemas de drenagem para todos os líquidos gerados, evitando assim possíveis contaminações.

A Figura 5 ilustra a rede hidrográfica e as faixas de influência dos cursos d'água do município de Ouro Preto. Os terrenos situados a uma distância lateral menor que 200 metros (faixa de influência) de rios, córregos, ribeirões, represas ou lagoas (linhas azuis) receberam nota 0 e foram considerados como inaptos. Os terrenos situados a uma distância lateral maior que 200 metros (fora da faixa de influência) dos cursos d'água receberam nota 1 e foram selecionados para classificação quanto à favorabilidade.

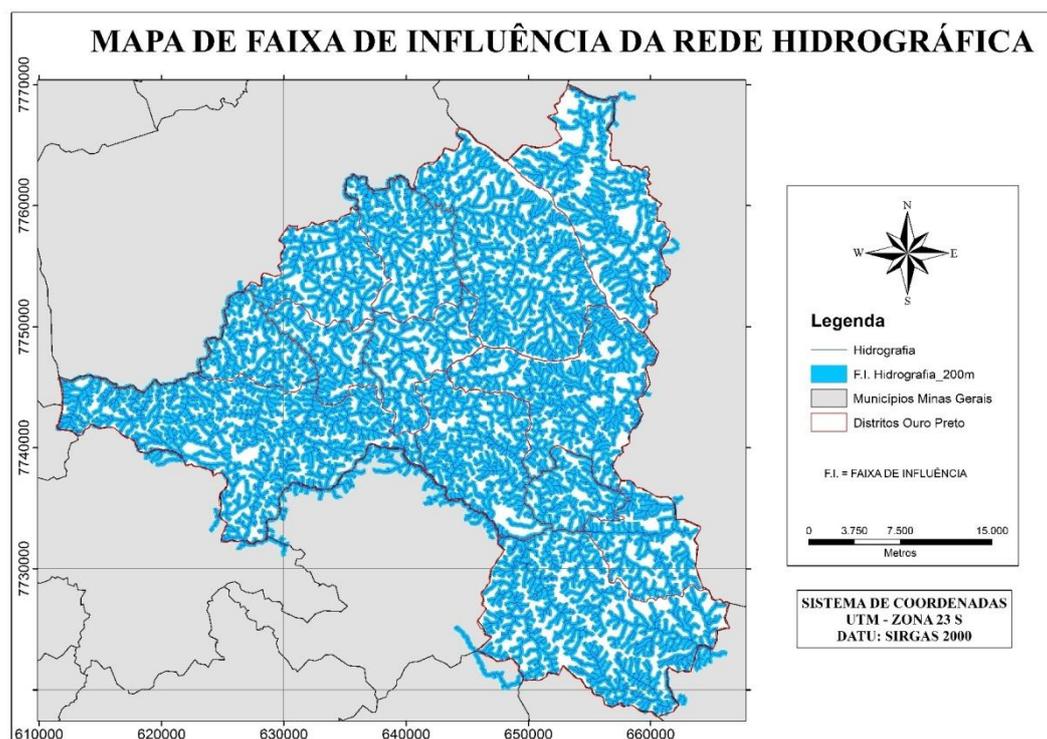


Figura 5 - Mapa de Faixa de Influência da rede hidrográfica do município de Ouro Preto
Fonte: PAMPOLINI (2015).

Recursos Hídricos Subterrâneos: Segundo a norma ABNT NBR 13896:1997, “Entre a superfície inferior do atero e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 metros de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região”.

Vegetação: Segundo a norma ABNT NBR 13896:1997, “o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.” Devem-se avaliar todas as espécies de fauna e flora existentes, monitorar os efeitos causados e controlar os vetores de possíveis contaminações e doenças (SILVA, 2011).

Critérios de Uso e Ocupação do Solo

Titulação da área: Segundo Silva (2011), deve conferir se a área escolhida é propriedade da prefeitura ou de terceiros, a fim de dispensar gastos com desapropriações e aquisição de terrenos, atentando para a regularidade da documentação e a situação fundiária dos imóveis evitando problemas futuros.

Vias de Acesso: Segundo a norma ABNT NBR 13.896:1997, a condição das vias de acesso é um fator de evidente importância em um projeto de aterro. É necessário que haja boa condição de tráfego com vias de acesso pavimentadas e bem sinalizadas assegurando segurança no transporte dos resíduos durante toda sua operação.

Distância de Núcleos Populacionais: Deve-se respeitar uma distância mínima em relação à fonte geradora de RSU, a fim de evitar incômodos com as áreas circunvizinhas, tais como: problemas de odor, ruído e desvalorização imobiliária. Porém distâncias longas da fonte geradora interferem na viabilidade econômica do empreendimento, pois geram maiores gastos com o transporte dos RSU. Segundo a norma ABNT NBR 13896:1997, deve ser avaliada a distância limite da área útil do aterro em relação a núcleos populacionais, recomendando-se que a distância seja superior a 500 metros.

A Figura 6 ilustra as manchas urbanas, as zonas de expansão urbana e faixas de influência de 500 metros dos núcleos urbanos presentes nos distritos de Ouro Preto. As áreas situadas dentro das manchas urbanas (cinza), dentro das zonas de expansão (listrado lilás) e dentro das faixas de influência dos núcleos urbanos (laranja) receberam nota 0 e foram classificadas como inaptas. As áreas restantes receberam nota 1 e seguiram para classificação quanto à favorabilidade.

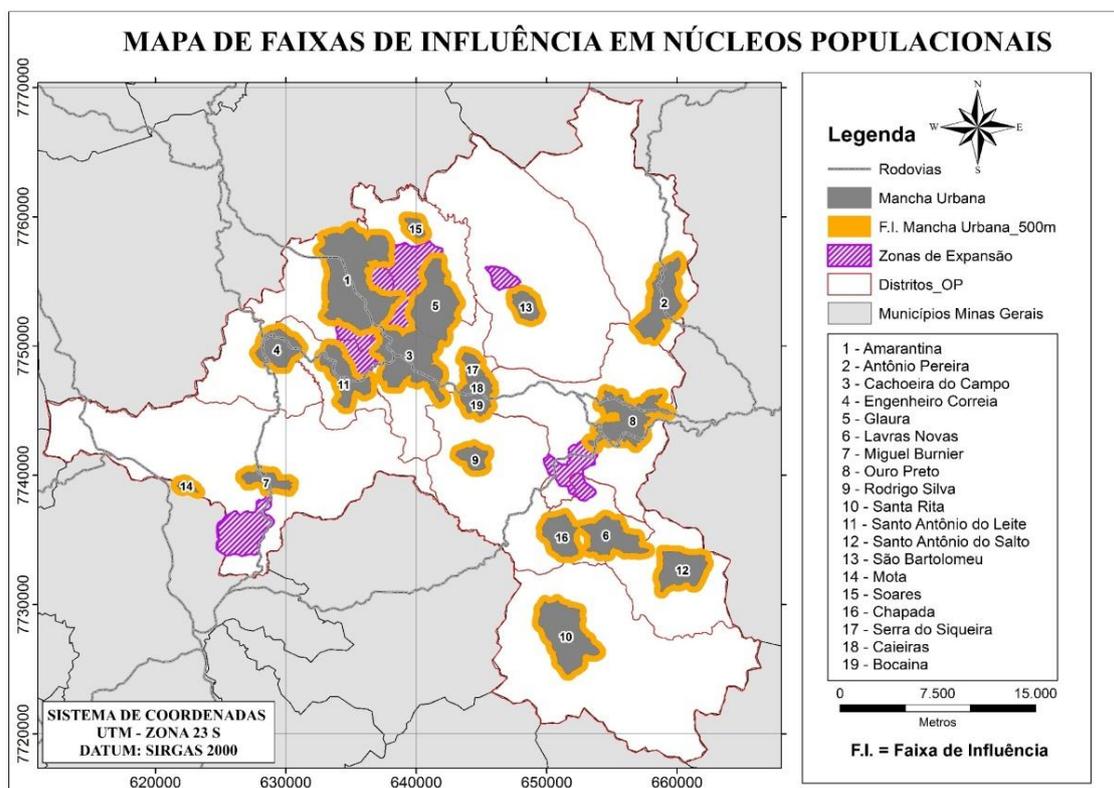


Figura 6 - Mapa de Faixas de Influência em núcleos populacionais

Fonte: PAMPOLINI (2015).

Área Disponível e Vida Útil: A norma ABNT NBR 13.896:1997 e Carvalho (2010) recomendam que a escolha da área onde seja construído o aterro sanitário deve possuir área suficiente para receber resíduos com vida útil mínima de 15 anos afim de que se justifiquem os gastos com a implantação do projeto e diminua o número de áreas degradadas.

Distância de Vias: De acordo com Silva (2011), deve-se respeitar uma distância mínima de 100 metros de rodovias e estradas para a implantação de um aterro sanitário para a disposição de RSU.

A Figura 7 demonstra as faixas de influência de 100 metros das principais vias de acesso rodoviário e ferroviário do município. Os terrenos situados dentro das faixas de influência das ferrovias (azul turquesa), estradas rodoviárias e importantes vias (verde) receberam nota 0 e foram considerados inaptos. Os outros terrenos receberam nota 1 e foram selecionados para classificação quanto à favorabilidade.

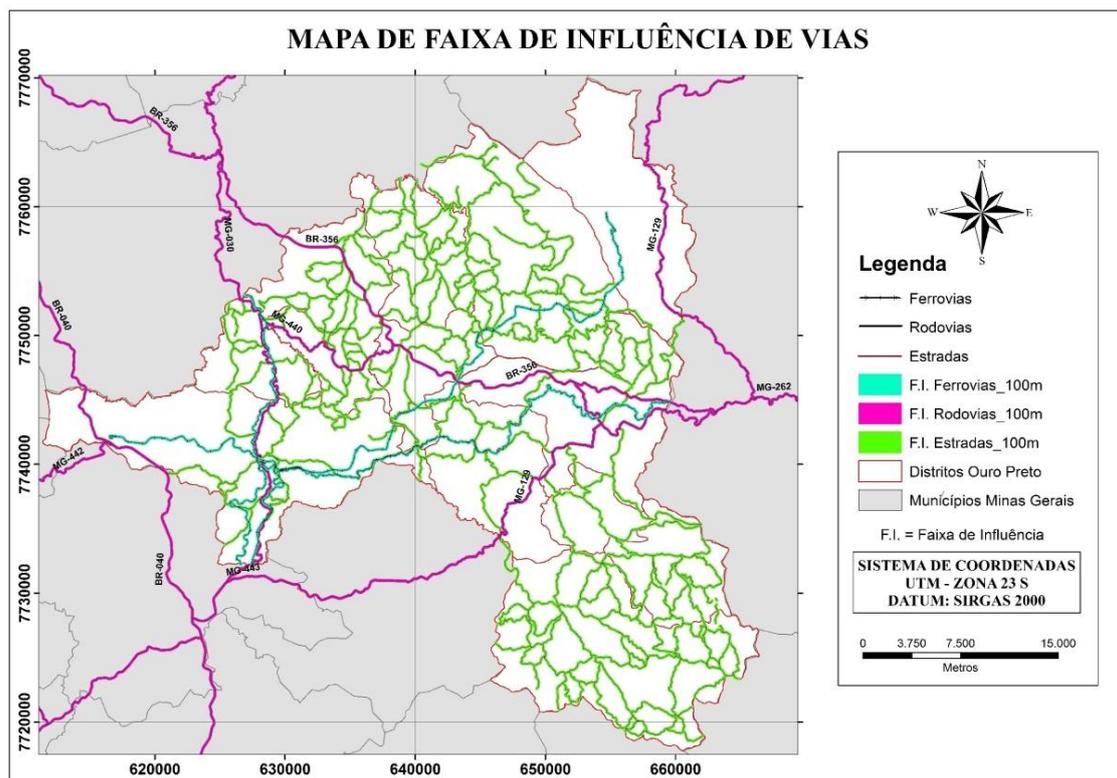


Figura 7 - Mapa de Faixas de Influência de vias e acessos do município de Ouro Preto
Fonte: PAMPOLINI (2015).

Unidades de Conservação: Para implantação de um sistema de disposição de resíduos sólidos, é necessário que sejam respeitados os locais estabelecidos na legislação ambiental para Áreas de Preservação e Unidades de Conservação.

Segundo Freire (2009), as Unidades de Conservação são porções do território nacional ou de águas marinhas, com limites definidos e características naturais relevantes, que foram legalmente instituídas pelo Poder Público (Artigo 22, Lei Estadual MG Nº 14.309, 2002) para a proteção e preservação da natureza.

A Figura 8 ilustra o mapa de Unidades de Conservação existentes na região do município de Ouro Preto. Os locais situados dentro dos polígonos de proteção ambiental (Unidades de Conservação) receberam nota 0 e foram classificados como inaptos à construção do aterro sanitário. As outras áreas receberam nota 1 e foram selecionadas para classificação quanto a favorabilidade.

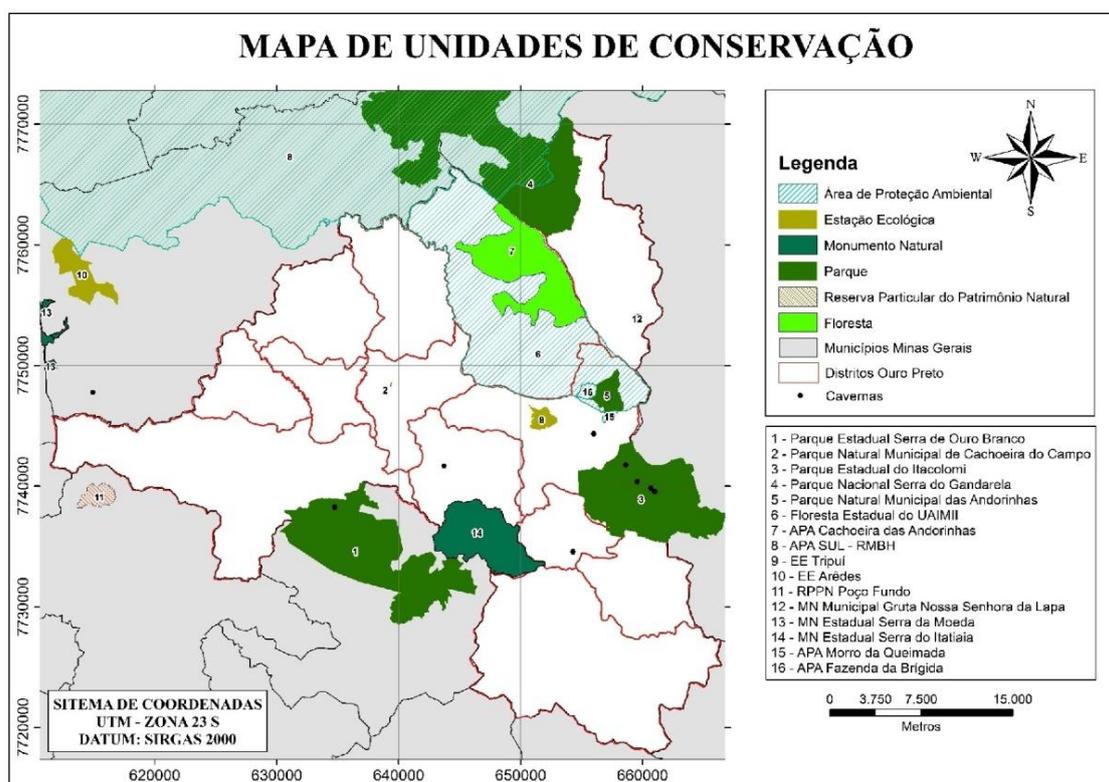


Figura 8 - Mapa de Unidades de Conservação do município de Ouro Preto e adjacências
Fonte: PAMPOLINI (2015).

Mapa Final: Para a geração do mapa final todos os mapas de critérios ambientais e de uso e ocupação do solo foram combinados (segundo o método booleano). As áreas com nota 0, foram excluídas e classificadas como inaptas (preto) e as outras áreas foram classificadas como favoráveis, moderadas e restritas. Adotou-se a sede do município (rosa) como fonte devido ela ser o maior e mais relevante gerador de RSU do município.

Segundo Oliveira Neto (2011), a preocupação com a distância entre a fonte geradora de RSU e a área onde será implantado o aterro sanitário merece grande destaque, pois pode inviabilizar o empreendimento. Distâncias longas podem gerar gastos excessivos com combustível e aumentar o

tempo entre as coletas. Distâncias curtas podem causar prejuízos e danos à população que mora adjacente ao aterro devido condições de insalubridade e depreciação do valor de imóveis.

As áreas situadas com distância menor que 500 metros e maior que 25.000 metros da sede municipal foram classificadas como inaptas. As áreas (azul) situadas entre 500 e 3.000 metros e entre 20.000 e 25.000 metros da sede foram classificadas como restritas. As áreas (laranja) situadas entre 3.000 e 5.000 metros e entre 15.000 e 20.000 metros da sede foram classificadas como moderadas. Os terrenos (verde) situados entre 5.000 e 15.000 metros da sede foram classificadas como favoráveis.

A Figura 9 ilustra o mapa final, denominado nesse trabalho como Mapa de Favorabilidade final para fins de locação/implantação de um aterro sanitário.

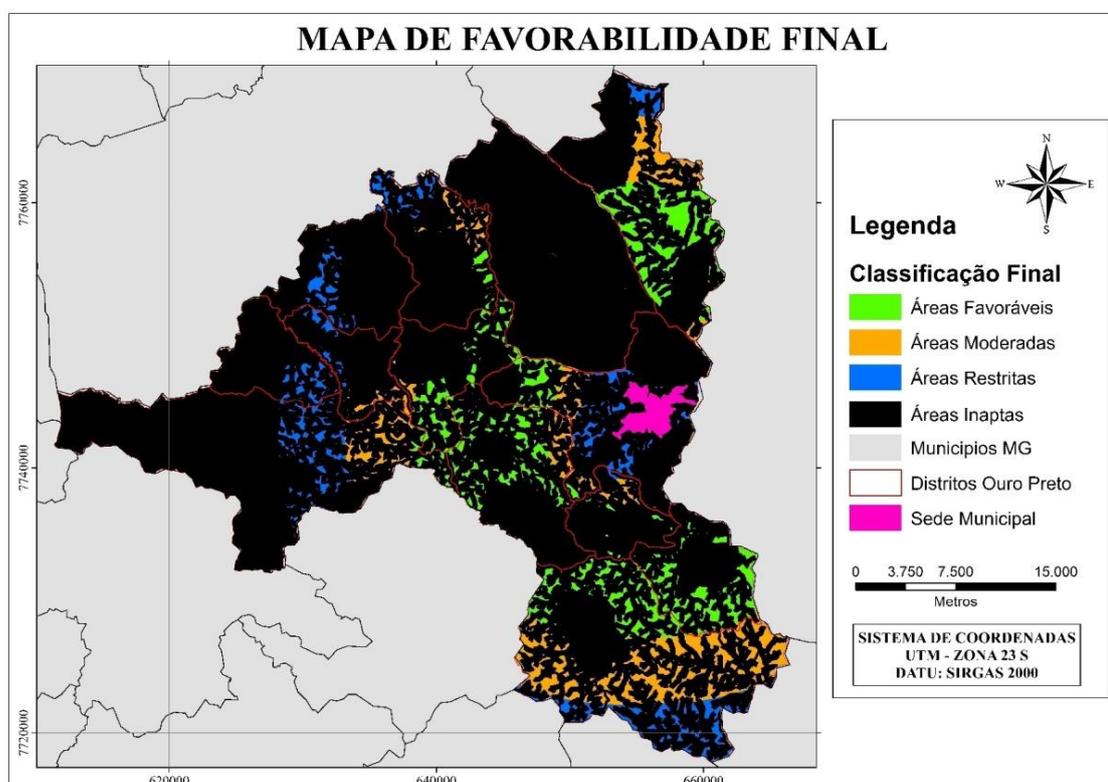


Figura 9 - Mapa de Favorabilidade final
Fonte: Modificado de PAMPOLINI (2015).

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a escolha de um local para a alocação de um aterro sanitário em área considerada adequada é um trabalho de grande seriedade e dificuldade, devido aos grandes impactos ambientais, políticos e econômicos gerados na execução de um projeto desta natureza.

Apesar da grande extensão territorial do município ouro-pretano, as técnicas de geoprocessamento utilizadas neste trabalho mostraram-se satisfatórias para as análises geográficas

espaciais. Esta metodologia permitiu realizar investigações rápidas e claras viabilizando uma melhor visualização do município facilitando o estudo.

Para a combinação de mapas, e seleção de áreas, é de grande relevância realizar investigações sazonais, utilizar dados cartográficos mapeados em escalas grandes, ricos em detalhes, validados e compatíveis entre si.

As técnicas apresentadas neste trabalho se referem apenas a uma etapa preliminar de indicação de áreas, sendo de fundamental importância a realização de estudos científicos mais aprofundados, consultas às prefeituras e secretarias municipais da região evitando assim a seleção de áreas que podem vir a ser danosas e inviáveis.

Os critérios Espessura do Solo, Permeabilidade do Solo, Recursos Hídricos Subterrâneos, Vegetação, Vias de Acesso, Geomorfologia, Pedologia e Geologia Estrutural são critérios de investigação obrigatória, extremamente importante que devem ser analisados em etapa posterior à de geoprocessamento, realizados a partir de intensos trabalhos de campo e ensaios laboratoriais.

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419: **apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos** – procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896: **aterros de resíduos não perigosos** – critérios para projeto, implantação e operação – procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

ABRELPE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

BRASIL. Lei 12.305. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/.../lei/12305.htm>. Acesso em: 22 out. 2014.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei do Senado nº 425, de 7 de julho de 2015. “Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010”. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1358710&filename=PL+2289/2015>. Acesso em: 06 abr. 2016.

CAMARGO, F. F.; ALMEIDA, C. M.; FLORENZANO, T. G.; CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Avaliação dos métodos Booleano, Fuzzy Gama e Bayesiano na identificação de áreas suscetíveis a

movimentos de massa no município de São Sebastião/SP. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 12, 2007. **Anais...** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN, 2007.

CANTO, R. **Lei de resíduos sólidos não foi cumprida. E agora?** Carta Capital, São Paulo: Editora Confiança, 15 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/lei-de-residuos-solidos-nao-foi-cumprida-e-agora-2697.html>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

CARVALHO, T. R. R. **Estudo locacional de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Alegre.** 2010. 49f. Monografia (Seminário de Graduação em Geologia) – Departamento de Engenharia Rural. Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo.

CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares.** São Paulo, 1998.

FREIRE, G. J. M. **Análise de Municípios Mineiros quanto à Situação de seus Lixões.** 2009. 104p. (Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Departamento de Cartografia - Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Monografia – Nº403 Ano 1968. IBGE 2014. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=31572>>. Acesso em: 08 set. 2014.

MINAS GERAIS. Lei n° 14.309, de 19 de junho de 2002. Dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/acompanhe/tv_assembleia/videos/index.html?idVideo=703595&cat=90>. Acesso em: 01 fev. 2015.

MOREIRA, F. R. S.; BARBOSA, C.; CÂMARA, G.; ALMEIDA FILHO, R. Inferência Geográfica e Suporte à Decisão. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, 2002.

OLIVEIRA NETO, J. T. **Determinação de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos para o município de Piumhi-MG.** 2011. 43f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PAMPOLINI, D. G. **Análise preliminar para indicação de área favorável à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto – MG.** 2015. 117f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia, 2015.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. **Disposição, tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos domésticos financiados pela “Lei Robin Hood”:** inventário da eficácia ambiental desencadeada pelo novo sistema de distribuição do ICMS em Minas Gerais. (Relatório Final de Pesquisa) – Universidade Federal de Ouro Preto: DEPRO/DEGEO/FAPEMIG, 2004.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G.; BAHIENSE, R. A. Análise qualitativa de um aterro sanitário – o caso de Ouro Preto. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, n. 97, p. 34-38, 2003.

SILVA, N. L. S. **Aterro Sanitário para resíduos sólidos urbanos RSU - Matriz para Seleção da Área de Implantação**. 2011. 57f. (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

Trabalho enviado em 04/07/2016

Trabalho aceito em 30/05/2017