

## Áreas potenciais para implantação de aterro sanitário em Ilha Grande – RJ

Fernanda Silva de Rezende<sup>1</sup>  
Maria Beatriz Ayello Leite<sup>1</sup>  
Felix Carriello<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense – UFF  
Instituto de Geociências

Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n – Campus da Praia Vermelha,  
Boa Viagem – Niterói – RJ  
CEP: 24.210-340

fernandarezende@id.uff.br; mariabeatriz.ayello@gmail; felix-carriello@vm.uff.br

**Abstract.** Many municipalities face difficulties in finding a suitable site for waste disposal, and mostly when this material is disposed in inappropriate places, bringing significant impacts to the environment. Thus, Modern Landfill is the best option to locate the waste without causing harm to the environment. Ilha Grande, an island located between Rio de Janeiro and Sao Paulo, visited by tourists from Brazil and other countries is an example to study. For example, waste generated on the island is maintained on island many hours waiting a boat to pick up the waste generated and after that, waste is taken to the mainland, inflating the cost of this service. The large amount of trash that accumulates on the island during high season is a great problem. In this study, we intend to evaluate potential areas for the installation of a Modern Landfill at Ilha Grande. For this study, we use Multi-criteria evaluation and GIS. To do this, different data are used: from geological and hydrological information, land use and land cover, soil types, urban areas and road information, conservation area and protected areas maps and slope generated by SRTM data are utilized. These data were classified according to parameters pre-established by municipal and federal laws. Then, different data were assigned weights depending on their importance and influence on the landfill. The analysis consisted of the intersection of advanced information obtained, generating a synthesis map of potential areas to locate Modern Landfill.

**Palavras-chave:** Multi-criteria evaluation and GIS, Modern Landfill, waste disposal, geoprocessamento, problemas ambientais

### 1. Introdução

A área de estudo (Figura 1) está situada no município de Angra do Reis, a oeste do Rio de Janeiro, possui 193 km<sup>2</sup> de extensão territorial. O relevo é montanhoso e acidentado, a vegetação é formada por Mata Atlântica regenerada, restingas e mangues, o que faz da Ilha um importante ponto turístico (Silva, 2011).

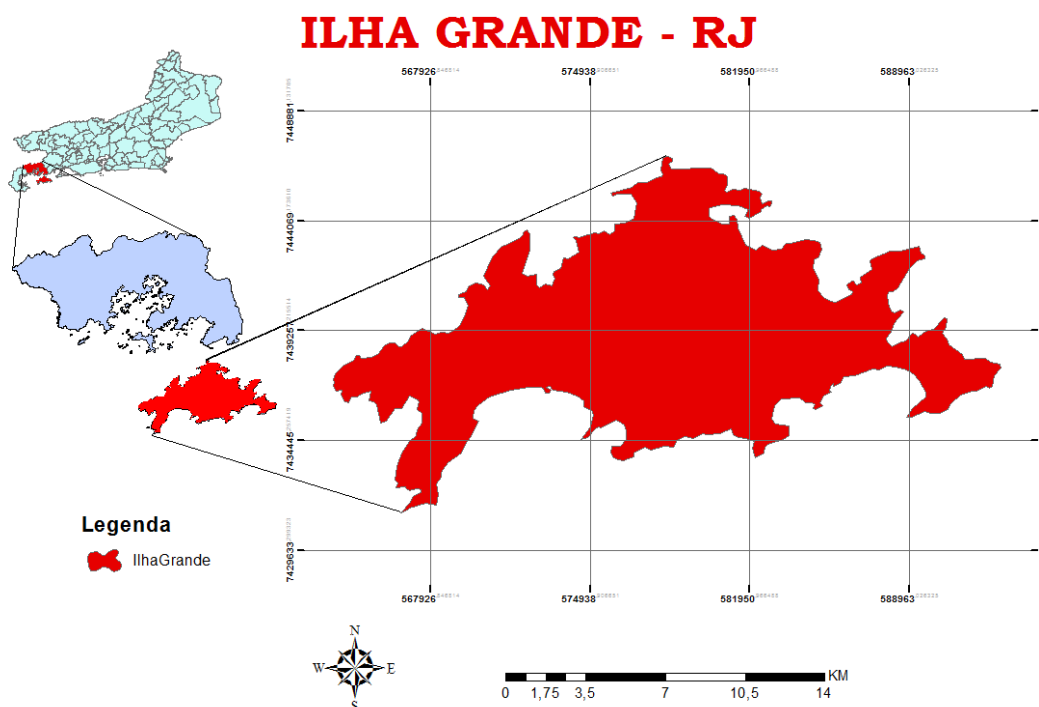


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo: município de Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro e Ilha Grande e sua localização em relação à Angra dos Reis.  
 Fonte: Elaboração Própria

Após a desativação do presídio Cândido Mendes e a construção da estrada Rio-Santos, Ilha Grande passou a receber grandes investimentos vindos de São Paulo e Rio de Janeiro. Isso trouxe severas mudanças para o local, principalmente no que tange o crescimento populacional e o turismo que vem ocorrendo por todo o local de forma desordenada e sem planejamento adequado, conseqüentemente observa-se quantidades altas de geração de resíduos sólidos, principalmente em época de alta temporada, quando a região recebe um considerável número de turistas. A Vila do Abraão, sede de Ilha Grande, possui a maior concentração de pousadas, campings, agências de passeios e restaurantes. A coleta do lixo é feita com o auxílio de tratores e caminhão não compactador e carroças conectadas aos tratores. Após a coleta, os resíduos ficam aguardando em um local e depois são levados até o cais, onde o “barco do lixo” levará todo o lixo produzido para o continente. O cais é o mesmo por onde embarcam e desembarcam moradores e turistas que utilizam a barca. Materiais móveis, eletrodomésticos e sucatas ficam depositados em uma rua, aguardando a embarcação separada para este tipo de resíduo, visto seu maior volume. Os resíduos chegam ao continente pelo cais dos pescadores em Angra e são levados – pela empresa Limpacol – para o aterro controlado de Ariró, que recebe cerca de 200 toneladas de resíduos por mês vindos de todo o município de Angra do Reis, no entanto, sua vida útil já deveria estar finalizada (Silva, 2011).

O lixo se acumula em ruas próximas as casas, campings e pousadas, atraindo animais e vetores de doenças. Assim, os resíduos tornam-se um dos grandes problemas encontrados de gestão pública, seja pela forma de tratamento e/ou disposição final. O aterro sanitário é uma opção viável e adequada para solucionar tal questão. Portanto, o presente trabalho, teve como objetivo a avaliação de locais de áreas potenciais para a instalação de aterro sanitário em Ilha Grande-RJ, com auxílio de sistemas de informações geográficas, onde se utilizou o método de álgebra de mapas.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para o estudo das possíveis áreas potenciais para a instalação do aterro sanitário, foi utilizado o *software* ArcMap (2011) que possui ferramentas que têm a finalidade de aquisição, manipulação e tratamento de dados espaciais, ou seja, dados trabalhados referentes ao espaço geográfico de forma a representa-lo, facilitando assim a tomada de decisão.

Os dados utilizados (Figura 2) são oriundos de inúmeras fontes como: INEA (2013) (Instituto Estadual do Ambiente), IBGE (2013) (Instituto Nacional de Geografia e Estatística), MMA (2013) (Ministério do Meio Ambiente) e consiste em dados vetoriais de rios, área urbana, estradas, uso e cobertura do solo, unidade de conservação, áreas protegidas, tipos de solo, geologia. E ainda o dado matricial referente à declividade, ao qual foi adaptada em novas classes.

Além disso, a base de dados referentes às características do solo no local de análise é proveniente de estudos elaborados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Dentre os solos encontrados em Ilha Grande e utilizados no trabalho estão duas classes dos cambissolos e o espodossolo. Sendo o primeiro dividido em Cxbd4 – Cambissolos haplicos tb distróficos + nitossolos haplicos distróficos e Cxbd6 – Cambissolos haplicos tb distróficos + argissolos vermelho\_ amarelo distróficos.

Dentre as principais atribuições e características de cada tipificação de solo encontradas, tem-se o Cambissolo com elevada erodibilidade, forte risco à degradação, limitação à trafegabilidade e facilidade na ocorrência de afloramentos rochosos. Os argissolos que possuem acréscimo de argila em profundidade, maior fertilidade, elevada condutividade hidráulica e comumente associados às regiões serranas. E por fim, os Espodossolos que se caracterizam pelo moderado a forte teor ácido, solo pobre, baixa saturação, encontrados em relevos planos ao longo da costa marítima brasileira e em baixadas (Embrapa, 2006).

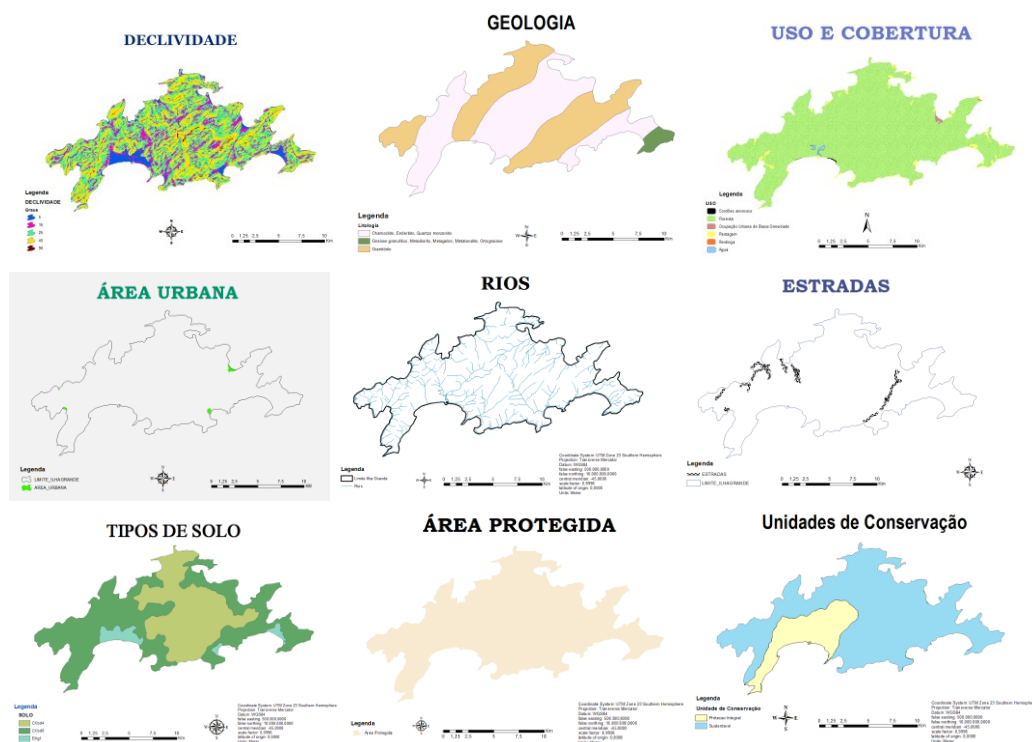


Figura 2. Dados matriciais utilizados para a elaboração da álgebra de mapas

A metodologia proposta neste trabalho baseia-se no uso do geoprocessamento, segundo um critério múltiplo que considera a avaliação das condições ambientais registradas para cada área; aspectos legislativos; a extensão das áreas e as condições de impedância das trajetórias entre a área geradora dos resíduos e os possíveis locais dos depósitos sanitários (Silva e Zaidan, 2004). A metodologia foi dividida em três partes:

A primeira parte consiste na aquisição de informações sobre a área de estudo entre eles dados vetoriais e matriciais para a confecção das atividades práticas. O arquivo referente aos municípios do estado do Rio de Janeiro permitiu identificar a área de estudo e serviu de base para operações no decorrer do trabalho. A obtenção dos dados em diversas fontes implicou em projeções e data diferentes, esses fatos dificultariam a correta sobreposição dos arquivos, para tanto, eles foram transformados para o sistema de coordenadas e datum UTM/WGS-84.

Já a segunda etapa, buscou informações legislativas e critérios restritivos para a instalação do aterro e a partir disso foi feita a avaliação dos dados. Devido a critérios técnicos e certas restrições normativas, estradas, rios e área urbana, precisaram ter suas distâncias mínimas quantificadas, de maneira a garantir, a área mais propícia à instalação do aterro, uma vez que para viabilizar o menor custo em reparação e transporte a área apta deveria estar mais perto de estradas, e longe dos rios e áreas urbanas, a fim de garantir a integridade dos rios, quanto a possíveis contaminações nos variados níveis hídricos encontrados, e para garantir o bem estar social, visto que por mais adequada que seja a disposição final do lixo, o mesmo pode atrair animais e gerar mau cheiro. Os intervalos de classes de declividade foram estabelecidos de acordo com o grau de limitação de uso do solo em função da susceptibilidade à erosão. Segundo Moreira et al. (2008) apud Leite e Zuquete (1996), áreas com a declividade superior a 20% são mais suscetíveis a instabilidades, propensão à infiltração e inconsolidação do material depositado. Utilizando como base conceitual a relação entre as unidades que compõem o relevo (colinas, encostas, talvegues) e a declividade dos terrenos é possível esquematizar uma linha norteadora de raciocínio. Tendo como preferência para instalação de aterros locais de baixa declividade (minimiza o escoamento de águas superficiais para o aterro) e a ocorrência de uma elevação ou desnível natural para facilitar a construção de células de lixo no empreendimento.

As áreas elegidas para instalação de aterros sanitários devem estar estruturadas de modo a facilitar sua implantação e reduzir os custos. Tais localidades devem se caracterizar por terrenos em depressões naturais e secas, em minas abandonadas e jazidas de argila ou saibro já exploradas. Na região em estudo, o quesito geológico é preenchido pelas tipificações de gnaiss charnockito, gnaiss enderbito, quartzo monzonito, gnaiss granulítico, metadiorito, metagrabro, metatonalito e ortognaiss granitoide, o critério para a avaliação dessas tipificações foi a permeabilidade. O estudo do uso e cobertura do solo é de suma importância para a análise de potenciais localidades para a instalação do aterro. É uma das principais bases iniciais para a esquematização de variáveis a serem incluídas no estudo, além de fornecer visão ampliada do terreno a ser trabalhado. A variada composição do lixo urbano e a decomposição das substâncias e produtos contidos no mesmo tendem a penetrar gradualmente no solo através da precipitação ou pela própria água presente no lixo. A fim de evitar a contaminação do solo e dos corpos hídricos é necessária a análise dos tipos de solo encontrados na região. Englobando como características positivas de baixa permeabilidade - funciona como filtro -, retendo as substâncias à medida que o chorume se movimenta. (Rocca, 1993).

A última etapa tange a álgebra de mapas, reclassificação dos dados atribuindo notas e pesos. Nesta etapa, as operações e manipulações devem ser feitas em dados no formato matricial, por isso, os dados vetoriais referentes a rios, área urbana, estradas, uso e cobertura do solo, unidades de conservação, áreas protegidas, solo, geologia, foram convertidos. A reclassificação dos dados foi feita a partir dos parâmetros pré-estabelecidos encontrados na

legislação, na qual são incorporados os valores das notas determinadas a cada classe de cada uma das informações, gerando mapas reclassificados e que serão utilizados na álgebra de mapas. As notas correspondem a uma escala representativa de 1 a 5, onde 5 é a opção mais adequada para receber um aterro, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Critérios restritivos e notas atribuídas

Variável	Classes	Nota
<b>Rios</b>	0 - 50 metros	1
	50 - 200 metros	2
	200 - 500 metros	4
	> 500 metros	5
<b>Área Urbana</b>	0 - 500 metros	1
	500 - 1000 metros	2
	1000 - 1500 metros	3
	1500 - 2000 metros	4
	> 2000 metros	5
<b>Estradas</b>	0 - 200 metros	5
	200 - 500 metros	4
	500 - 1000 metros	2
	> 1000 metros	1
<b>Uso e Cobertura</b>	Floresta	1
	Restinga	1
	Água	1
	Cordões arenosos	1
	Ocupação Urbana	1
	Pastagem	5
<b>Unidades de Conservação</b>	Integral	1
	Sustentável	1
<b>Área Protegida</b>	Angra dos Reis	1
<b>Solo</b>	Cxbd4	1
	Cxbd6	2
	Ekg1	3
<b>Geologia</b>	Charnockito ...	2
	Granitóide...	2
	Gnaisse	3
<b>Declividade</b>	0 à 5	5
	5 à 15	4
	15 à 25	3
	25 à 45	2
	45 à 90	1

Para cada variável analisada, atribuiu-se pesos segundo o grau de importância, relevância e/ou limitação à instalação de um aterro sanitário. Esses pesos foram distribuídos conforme a tabela 2.

Tabela 2. Pesos atribuídos para as variáveis em análise

Variável	Peso
Declividade	0,3
Geologia	0,025
Uso e Cobertura	0,2
Área Urbana	0,05
Rios	0,2
Estradas	0,05
Solo	0,1
Unidades de Conservação	0,05
Área Protegida	0,025

O critério para se estabelecer tanto as notas, quanto os pesos se deram a partir da literatura revista como Silva e Zaidan (2004) e Weber e Hasernack (2001), onde se buscou informações de quais seriam as melhores opções e o que tange a viabilidade da instalação de um aterro.

A declividade foi a variável que recebeu o maior peso, por ser um fator altamente limitante, já que “determina” a velocidade do escoamento superficial e a susceptibilidade à erosão. A alta declividade faz com que o material inconsolidado fique instável e propenso a infiltrações. Conhecer o uso do solo permite adequação de locais para que haja menor agressão ao ambiente. Os aterros estão suscetíveis a possíveis vazamentos de chorume, este pode infiltrar o solo e chegar aos corpos hídricos, contaminando-os. Assim, solos e rochas impermeáveis são melhores para evitar que em caso de vazamento haja infiltração. Além disso, a distância dos recursos hídricos visa assegurar e preservá-los mediante tal situação. O odor vindo dos aterros e a poluição visual que o mesmo gera faz com que a distância entre as estradas e área urbana seja importante, mantendo a população longe de odores, insetos e vetores de doenças. Áreas protegidas e unidades de conservação são variáveis restritivas à instalação.

A álgebra de mapas é um conjunto de operações que manipulam campos geográficos - imagens, mapas temáticos e modelos numéricos do terreno (Barbosa, 1999). O cruzamento das diversas informações obtidas possibilitará a geração de um mapa síntese na qual serão visualizadas as áreas consideradas adequadas para a construção do aterro. A equação 1, representa a fórmula utilizada para o *raster calculator*, ferramenta disponível no aplicativo *ArcGis*, para a análise em questão:

$$\begin{aligned}
 & ("geologia\_r" * 0.025) + ("solo\_r" * 0.10) + ("uso\_cobert\_r" * 0.20) + ("unid\_con\_r" * 0.050) \\
 & + ("rios\_r" * 0.2) + ("estradas\_r" * 0.050) + ("area\_urbana\_r" * 0.050) + ("areaprot\_r" * \\
 & 0.025) + ("declividade" * 0.3)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

### 3. Resultados e Discussão

## ÁREAS POTENCIAIS

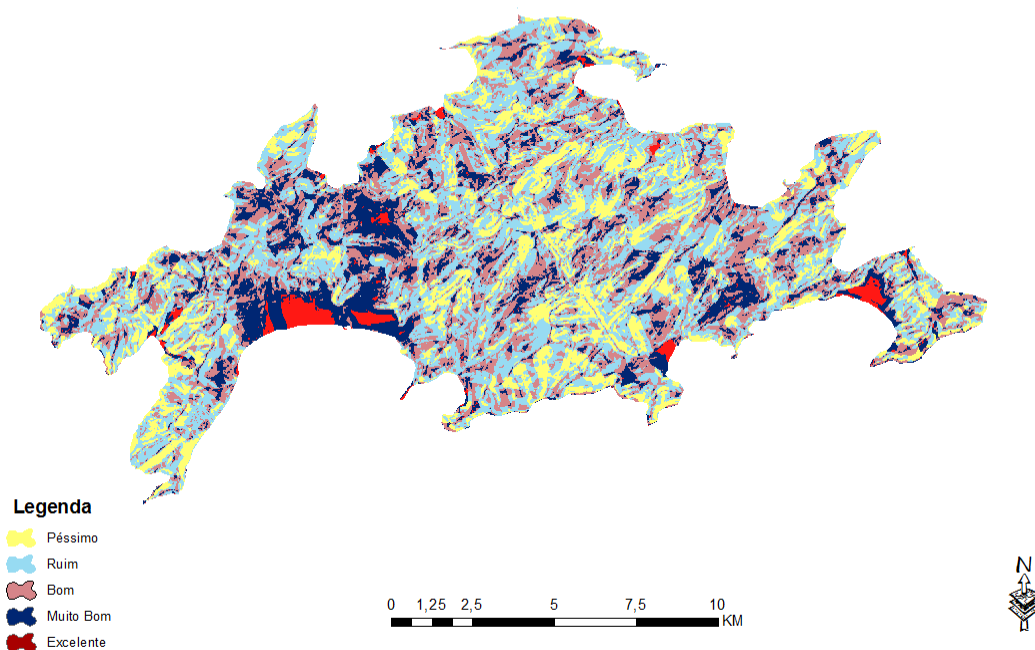


Figura 3. Mapa síntese de áreas potenciais para a instalação de um aterro sanitário

Os locais apontados em vermelho (Figura 3) representam as localidades melhor enquadradas aos pré-requisitos estimados anteriormente. Pode-se observar que grande parte dessa região ótima está em praias de Ilha Grande; isso ocorre devido à baixa declividade no local, em contraposição com as demais áreas com elevadas declividades. Os tipos de solos encontrados não se aproximam dos ideais, a distância entre as estradas e a dificuldade em seu acesso também influenciaram neste resultado. Sendo assim, mesmo que tenham sido encontradas áreas potenciais para implantação do aterro, não se aconselha o uso dessas áreas para tal finalidade.

O resultado final no trabalho representou a inviabilidade da instalação de um aterro sanitário em Ilha Grande, tal fator pode ser interligado com um contexto real do local, onde se transporta os resíduos oriundos da população da ilha para o continente. Demonstrando a clara dificuldade em possíveis opções e soluções para a resolução concreta desta problemática regional.

### 4. Conclusões

Como forma de buscar outras possibilidades, no que tange a disposição de resíduos sólidos, aponta-se a um tipo de aterro sanitário em valas. Os quais são indicados para municípios pequenos, com escassez de recursos econômicos e de técnicos qualificados, além de indisponibilidade da aquisição de grandes equipamentos para sua operação. Tal tipificação de aterro não compacta os resíduos (apenas quinzenalmente), a cobertura de terra pode ser feita manualmente, sendo utilizados os equipamentos de maior porte apenas durante a instalação das valas.

No que tange aos aspectos democráticos da questão, se torna necessário o ajustamento do projeto em certos limites. Como, a distância de 200 metros de rios, distância de 1500 metros

de núcleo populacionais e no fim de cada dia de trabalho os resíduos deverão ser cobertos com lona de PVC (evitando o contato com as águas da chuva e reduzindo a produção de chorume). Para a recirculação do chorume é necessário que um funcionário qualificado realize uma inspeção diária no poço de coleta, especialmente em períodos chuvosos. Para que, se caso surgir a necessidade de bombeamento, o mesmo faça a ligação do poço à trincheira onde se pretende armazenar o líquido percolado (Neto et al. 2010).

A metodologia empregada mostra-se satisfatória para a realização de tal estudo e pode ainda ser utilizada em outras áreas e até mesmo para outras finalidades. E como a questão da disposição final dos resíduos produzidos na Ilha ainda é uma problemática enfrentada pelo município, ela pode ser aplicada para indicar novas áreas para a construção de um aterro em Angra dos Reis, visto que o que está sendo utilizado hoje, já deveria ter sido finalizado.

Por fim, a formulação de medidas que promovam a maior conscientização da população se tornam essenciais para o aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos na região. Além da elaboração de projetos de educação ambiental nos pontos turísticos e na adequação de diretrizes que enfatizem a sustentabilidade residual, turística e social de Ilha Grande.

## Referências Bibliográficas

Barbosa, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. 157 p. (INPE – 7115-TDI/667). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Geociências. Disponível em << [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>> Acesso em 26.set.2013

INEA. Instituto Estadual do Ambiente - Base Temática. Disponível em: << [http://www.inea.rj.gov.br/basetematica\\_estadoambiente/](http://www.inea.rj.gov.br/basetematica_estadoambiente/)>> Acesso em 16. set. 2013

MMA. Ministério do Meio Ambiente – Dados Geográficos. Disponível em << <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>> Acesso em 16. set. 2013

Moreira, M.A.A.; Lorandi, R.; Moraes, M.E.B. Caracterização de áreas preferenciais para a instalação de aterros sanitários no município de Descalvado (SP), na escala 1:50.000. **Revista Brasileira de Cartografia**, n 60/02. P 177-194, 2008.

Neto, A.S; Iwai.C.K; Wolmer.F.A; Potenza.J.L; Assumpção.M.H.P.L.A **Manual de Operação de Aterro Sanitário em Valas**. São Paulo: CETESB, 2010, 24p.

Rocca, A.C.C. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo, CETESB, 1993, 2 ed., 234p.

Rocha, C.H.B.; Brito Filho, L.F.; Silva, J.X. Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para a implantação de aterros sanitários: o caso de Mangaratiba-RJ. In: Silva, J.X.; Zaidan, R.T. (Org). **Geoprocessamento e análise ambiental**. Editora: Bertrand, 2004. Cap.7. p.257-299

Silva.C.A. **Coleta Seletiva e compostagem na Vila do Abraão (Ilha Grande, RJ): aspectos e recomendações**. 2011. 145p. (UERJ - CDU 502:628:473). Dissertação (Mestrado para Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.

Weber, E.; Hasernack, H.A. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados**. Universidade Luterana do Brasil, Canoas – RS, 2001.