

COMBINAÇÃO DO MÉTODO AHP E SIG NA SELEÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAIS PARA A INSTALAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO: CASO DA ILHA DO FOGO, NA REPÚBLICA DE CABO VERDE

Alex Jailson Barbosa Andrade¹, Nelcy Paulo Pina Barbosa²

¹Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Email: alexgeogis@gmail.com.

²Geógrafo pela Universidade de Cabo Verde – (UNICV), Email: nelcybarbosa92@gmail.com

Artigo recebido em 30/06/2014 e aceito em 16/02/2015

RESUMO

A localização de um aterro constitui um processo complexo de planejamento, pela necessidade de compatibilizar as variáveis sociais, ambientais e econômicas, o que requer uma análise criteriosa destes parâmetros com o intuito de mitigar os impactos ambientais e socioeconômicos. Atualmente os sistemas de informação geográfica (SIG) são, considerado uma das ferramentas imprescindíveis para a gestão e planejamento nas autarquias locais. Conseguem coletar, armazenar, organizar e selecionar, transformar e representar a informação de natureza espacial, do «mundo real» para um vasto conjunto de circunstâncias. A gestão eficaz de infraestruturas exige que a disposição dos equipamentos no meio urbano seja conhecida, bem como o uso do solo. O presente estudo tem como objeto de estudo a ilha do Fogo, na República de Cabo Verde, utilizou-se a análise multicritério mais especificamente o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP), para a determinação dos pesos estatísticos para cada Critério, combinado com as ferramentas dos SIG para a localização de aterro sanitário na Ilha do Fogo, Cabo Verde.

Palavras-Chave: Aterro Sanitário, Sistema de informação geográfica, Analytical Hierarchy Process, Cabo Verde, Ilha do Fogo.

COMBINATION OF AHP METHOD AND GIS IN AREAS OF SELECTION WITH POTENTIAL FOR HEALTH LANDFILL FACILITY : FIRE ISLAND CASE , THE REPUBLIC OF CAPE VERDE

ABSTRACT

The location of a landfill is a complex planning process due the need to reconcile the social, environmental and economic variables, which requires a careful analysis of these parameters aiming to mitigate the environmental and socioeconomic impacts. The Geographic Information Systems (GIS) are currently considered one of the most important tools for management and planning in local authorities. In this context, they can collect, store, organize, select, transform and represent the spatial information and the "real world" for a wide range of circumstances. An effective management of infrastructure requires that the provision of equipment in urban areas as well as the land use are known. This study has as object of study the Fogo Island in the Republic of Cabo Verde. It was used the multi-criteria analysis, more specifically the Analytical Hierarchy Process (AHP) to determine the statistical weights for each criterion, combined with the Geographic Information Systems tools for landfill location on the Fogo Island, Cabo Verde.

Keywords: Landfill, Geographic Information Systems, Analytical Hierarchy Process, Cabo Verde, Fogo Island

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a implementação de sistemas de Informação Geográfica (SIG) no seio das entidades gestoras de saneamento básico, como advento de uma forma organizada do suporte de informação cadastral em formato numérico, tem vindo a contribuir para uma maior eficácia na gestão técnica das Infra-estruturas, representando uma ferramenta transversal no apoio as catividades de planeamento e projeto, exploração e manutenção. Com as suas múltiplas funcionalidades, a sua implementação veio rentabilizar e dinamizar os processos desenvolvidos, permitindo um tratamento mais rápido e rigoroso de todas as questões e problemas relacionados com os sistemas geridos, potenciando, desta forma, a melhoria contínua dos serviços prestados. A revolução tecnológica, a mudança de hábitos e de costumes das populações e o desenvolvimento desenfreado da economia em diversas regiões do mundo, nos impele para dificuldades ambientais extremamente acentuadas em consequência de degradações e destruição dos recursos naturais, fazendo com que o meio ambiente sofra consequências drásticas, e muitas vezes difíceis de serem reparadas. Um dos muitos problemas que surgiram em decorrência de tal contexto refere-se ao problema dos resíduos sólidos urbanos, ou seja, do lixo (Gandelli, 2002). Se o consumo e os hábitos da população continuar a crescer, no ritmo atual, em pouco tempo teremos a escassez dos recursos naturais não renováveis, também colocando em risco a preservação do ambiente e da saúde pública. Desse modo, torna-se cada vez mais necessário desenvolver estudos para minimizar as consequências. É evidente que as produções de resíduos sólidos não são homogêneas em todas as partes do mundo. Em regiões onde a renda per capita é mais elevada, a produção de lixo é relativamente maior. Cada País possui suas particularidades em relação à produção de resíduos, e mais especificamente, cada município pode observar situações bastante diferenciadas. Neste âmbito que a seleção de uma área adequada para disposição final de resíduos sólidos urbanos propicia menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, além de menores gastos com a implantação, operação e encerramento do aterro. Os resíduos, sem tratamento e manejo adequado, poluem o solo, o lençol freático, cursos de água, o ar e ainda favorece o aparecimento de doenças, pois atraem pequenos animais transmissores de doenças que os procuram em busca de alimento.

OBJECTIVOS

GERAL

- ✓ Selecionar áreas com potenciais para instalação de um aterro sanitário na ilha do Fogo.

ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar e caracterizar os critérios para a seleção de áreas com aptidões para o aterro sanitário;
- ✓ Determinar a ordem e a prioridade dos critérios;
- ✓ Combinar os critérios para Selecionar áreas adequadas e inadequadas para a implantação do aterro;

MATÉRIAS E MÉTODOS

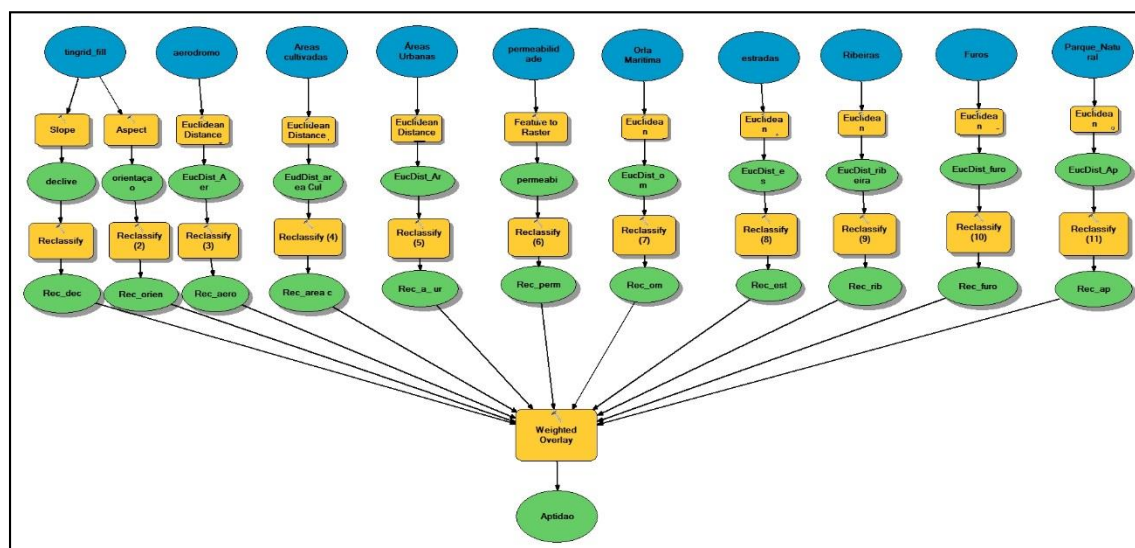
Utilizou-se as ferramentas de sistema de informação geográfica nomeadamente o ArcGis 10.1 da ESRI. Esta técnica de decisão possibilita a utilização e a combinação de dados georreferenciados e, ainda, a conjunção de diversos critérios, que podem ter influência positiva ou que podem funcionar como áreas de exclusão. Utilizou-se a análise multicritério para avaliar a aptidão do território em estudo, ou seja, para identificar a área ótima e disponível à localização do aterro sanitário, dentro dos requisitos legais e minimizando os impactos socioeconômicos e ambientais, combinando com o SIG, de modo a analisar espacialmente os dados e o *Analytic Hierarchy process*, para definir os pesos de influência das variáveis.

Análise espacial

A Análise *Overlay* é uma metodologia para a modelagem de adequação. É uma técnica aplicada a uma escala comum de valores para entradas diversas e diferentes para criar uma análise integrada definição do problema é muito importante no processo de modelagem. O objetivo global deve ser identificado. Todos os aspetos das etapas sucessivas devem contribuir para o processo de modelagem, posto isto determina os atributos ou camadas do modelo devem ser identificados. Cada fator contribui para os objetivos do submodelo, e cada submodelo contribui para a meta global do modelo de sobreposição, de seguida faz-se a reclassificação que consiste num sistema numérico para combinar os critérios. O uso de escalas comuns pode ser predeterminada, como 1 - 9 ou uma escala de 1 a 10, sendo o valor mais elevado ser mais favorável ou a escala pode ser em uma escala de 0 a 1, definindo a possibilidade de pertencer a um conjunto específico ou não, tendo as camadas reclassificadas determina-se os pesos para cada camada por fim combinar os critérios. O modelo do *workflow* da figura 1 mostra de uma forma integrada a entrada dos critérios selecionados, a reclassificação desses critérios e a combinação dos mesmos para a geração da carta final, o uso de *model builder* é uma mais valia

para o processamento do modelo, uma vez desenvolvido automatiza os processos, em caso de mudança de parâmetros.

Figura 1: Fluxograma processual do modelo



Fonte: Autoria, 2015.

CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DE LOCAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

A escolha de locais adequados para a implantação de aterros sanitários é um dos passos de planeamento mais complicado, uma vez que a seleção do local tem que ter em conta e satisfazer critérios sociais, ambientais e económicos (Tabela 1). Os estudos de aptidão implicam o conhecimento de todas as características do local, devendo para o efeito obedecer-se a uma série de princípios, que de acordo com (Tchobanoglous, 1993 apud Carvalho, 2003). Deu-se prioridade aos documentos de origem portuguesa, tendo-se considerado os critérios sugeridos pelo Instituto dos Resíduos, lembrando-se sempre em relação ao nosso país (OLIVEIRA, 2009).

Tabela 1: Critérios utilizados na análise

Aspetos/ Fatores	Condições Favoráveis
Permeabilidade	Levando em conta a permeabilidade natural. Esta deverá ser a mais reduzida possível; de modo a prevenir infiltrações (em especial dos lixiviados) produzidos e das escorrências pluviométricas preferencialmente argiloso.
Hidrológicas	Não devem estar a menos de 400 m de corpo água parada e 100 m de qualquer corpo hídrico.

Distancia dos núcleos Urbanos	De modo a evitar aumentos desproporcionados do trafego local, limitar os inconvenientes de ruido associados a essa situação, bem como conduzir a um aumento de riscos de acidentes numa distância de 2 km.
Distancia dos Aeroportos	Não si devem encontrar próximas ao aeroporto ou aeródromo numa distância de 4 km.
Uso do Solo	Fora das áreas de preservação Ambiental e numa zona onde seja compatível com as atividades do aterro.
Ventos Predominantes	A direção dos ventos não deve propiciar o transporte de poeiras ou odores aos núcleos populacionais.
Declividade	Recomenda-se que o declive seja menor do que 15°, propriamente 10 °.
Distância da rede Viária	A área não deve situar-se muito distante da rede viária.

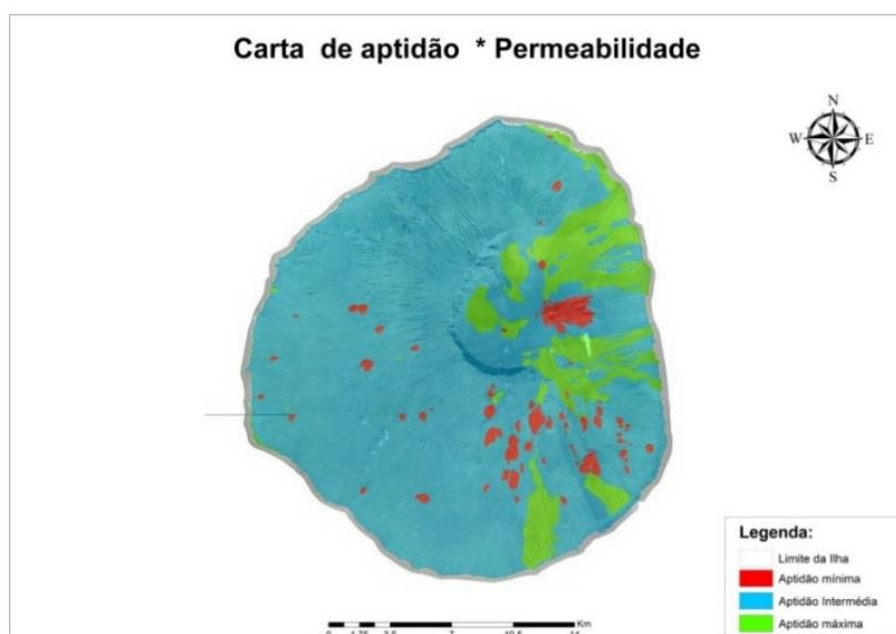
Fonte: Oliveira, 2009.

RECLASSIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS.

Permeabilidade

Para análise deste critério foi necessária a aquisição da camada de tipo de geologia de cada unidade hidrogeológica, a partir dessa camada construiu-se o mapa de Permeabilidade do solo natural, através do mapa pode-se perceber que o terreno está inserido em três grandes tipos de unidade hidrogeológicas (unidade de base com baixa grau de permeabilidade, unidade intermédia com permeabilidade média e a unidade recente com alto grau de permeabilidade). O solo deve ser impermeável (Figura 2), porque num aterro sanitário, há produção dos lixiviados que são líquidos altamente poluentes que formam durante a decomposição dos resíduos e normalmente são constituídos por matérias orgânicas e ácidos inorgânicos. Foi feito a partir da carta geológica da ilha dividindo assim em três grandes unidades. Sendo assim a unidade base caracteriza-se por um grau de compactação elevado, recebendo assim a classificação de aptidão máxima a estas áreas.

Figura 2: Carta de Aptidão em relação a permeabilidade



Fonte: Autoria, 2015.

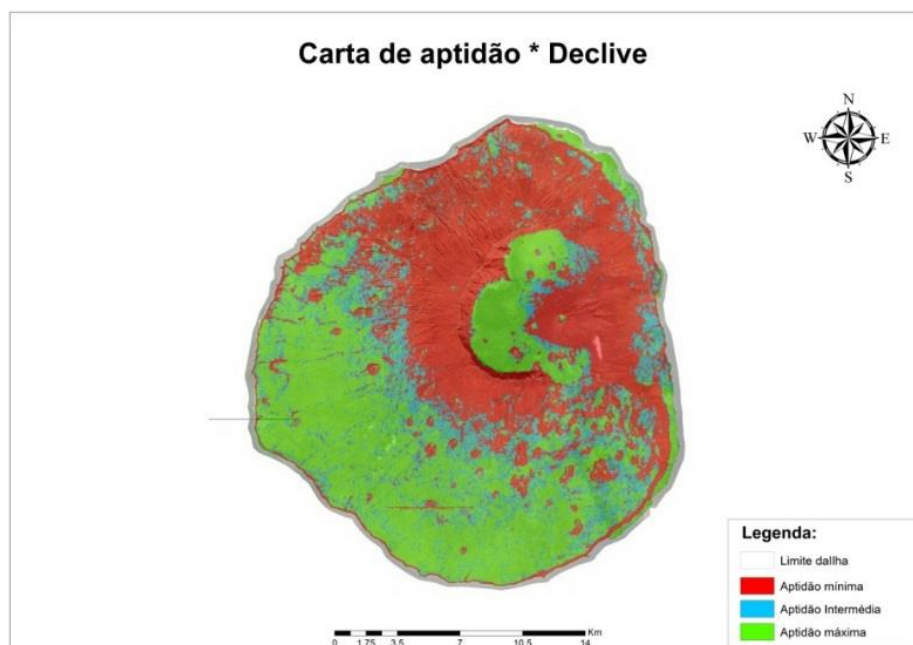
4.2 Declividade

O cálculo do declive (Figura 3) foi efetuado a partir do modelo digital de terreno da área de estudo, expresso em graus e foram definidas três classes. Quanto maior declive tiver a área, maior será o custo da escavação, além disso, uma inclinação adequada do terreno torna-se relevante para a prevenção da lixiviação dos solos. Considerou-se adequado para a construção do aterro, as áreas cujo declive varia entre 0 e 10°, pelo que a classificação atribuída foi aptidão máxima. De 10 – 15° a classificação foi aptidão Intermédia, superior a de 15° atribuiu-se a classificação de aptidão mínima.

O Parque Natural de Monte Velha (Figura 4) é classificado como área protegida, segundo a legislação cabo-verdiana (Decreto-Lei Nº3/2003). Esta área, pelas suas relevâncias para a biodiversidade, pelos seus recursos naturais, função ecológica, interesse socioeconómico, cultural, turístico ou estratégico, são interditas para a localização de aterros sanitários (MAAP, 2013).

A distância dos parques de preservação é importante para evitar danos ambientais e impactos visuais. Para estimar esta variável, foi produzidas a carta de proximidade do parque natural para obedecer a variável em questão. Perante esta restrição legal, criou-se um buffer de 1000 metros em torno desta área, recebendo a classificação de aptidão mínima. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

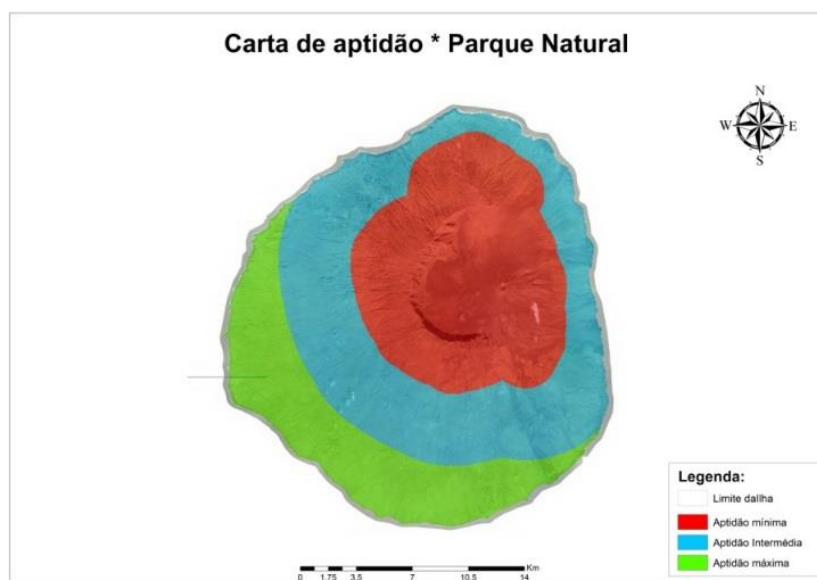
Figura 3: Carta de Aptidão em relação ao declive



Fonte: Autoria, 2015.

Áreas protegidas

Figura 4: Carta de Aptidão em relação ao parque natural

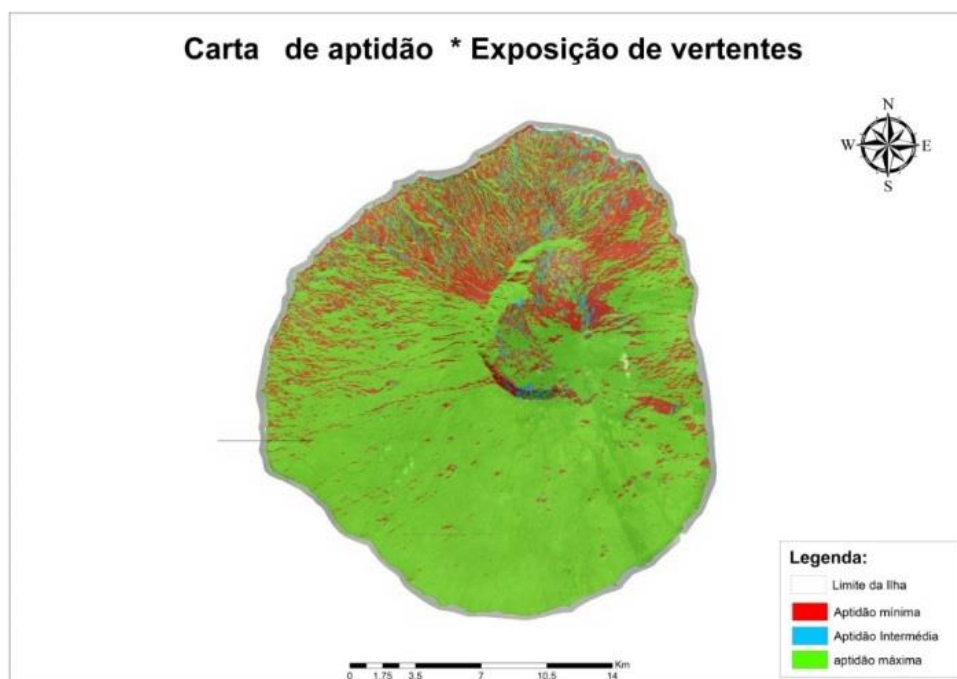


Fonte: Autoria, 2015.

Exposição das vertentes

No intuito de proteger as áreas urbanas (Figura 5) dos odores produzidos pelo aterro sanitário, a orientação das vertentes e as frequências dos ventos foram consideradas neste estudo. Os ventos dominantes na área de estudo são ventos de nordeste e noroeste. Consequentemente, estas vertentes receberam a classificação de aptidão mínima.

Figura 5: Carta de Aptidão em relação a exposição de vertentes



Fonte: Autoria, 2015.

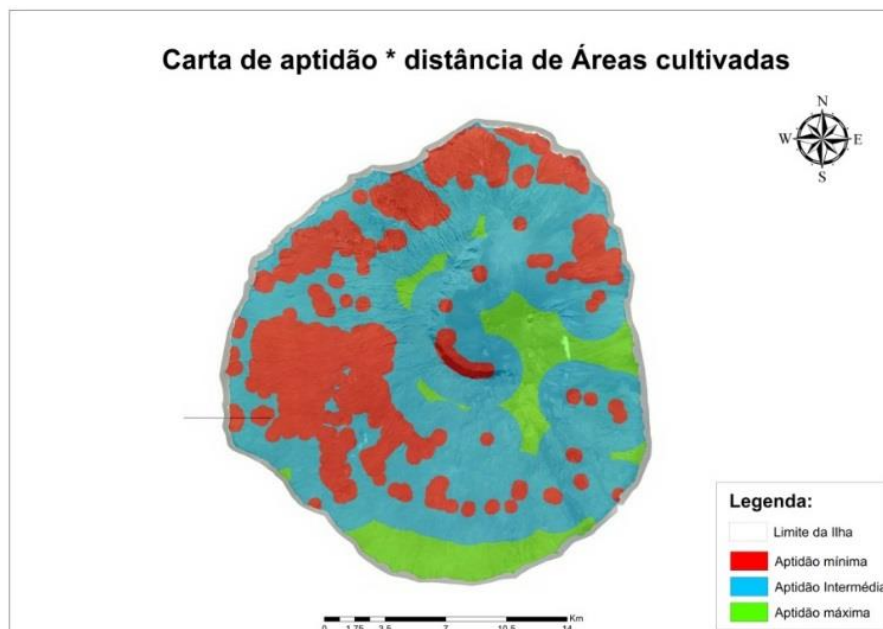
Áreas cultivadas

A área de estudo apresenta grandes áreas de cultivo (Figura 6). Nestas áreas são proibidas as construções de aterros e outras infraestruturas, salvo nos casos em que a construção serve de apoio à atividade agrícola, estas informações foram retiradas do plano diretor municipal dos três municípios da ilha. Perante este caso foi feito um buffer de 200 metros das áreas de cultivo, recebendo a classificação de aptidão mínima. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Núcleos urbanos

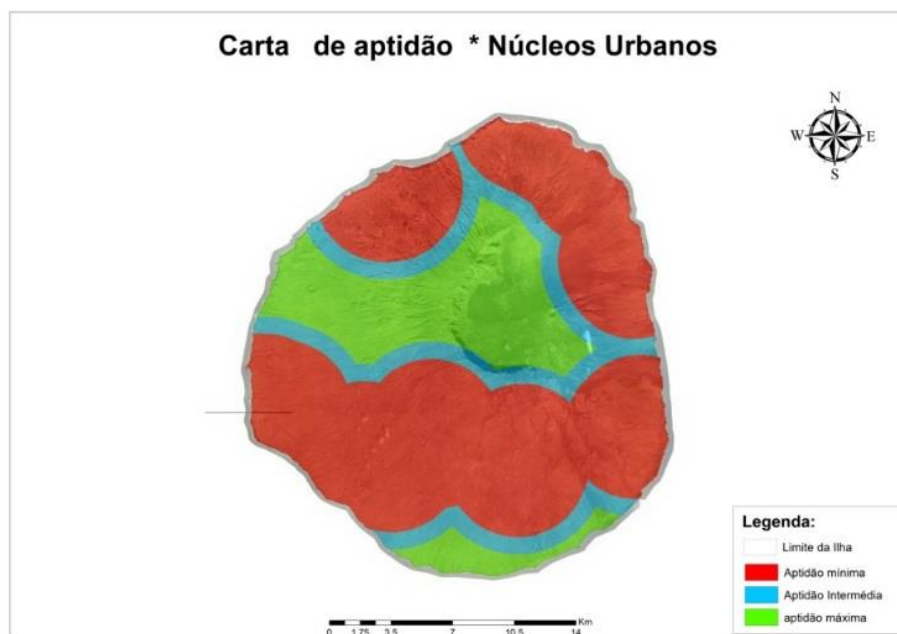
A localização de um aterro deve ser afastada das áreas residenciais (Figura 7), porque provoca maus cheiros, proliferação dos insetos, de roedores, de aves e do ruído, os quais podem ser lesivos para a saúde pública, facto que justifica a existência de uma distância mínima entre o aterro e as áreas urbanas, estas informações foram retiradas do plano diretor municipal dos três municípios da ilha. Criou-se por isso um buffer de 2000 metros das áreas urbanas e atribuiu-se a classificação de aptidão mínima a estas áreas. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Figura 6: Carta de Aptidão em relação às áreas cultivadas



Fonte: Autoria, 2015.

Figura 7: Carta de Aptidão em relação aos núcleos urbanos

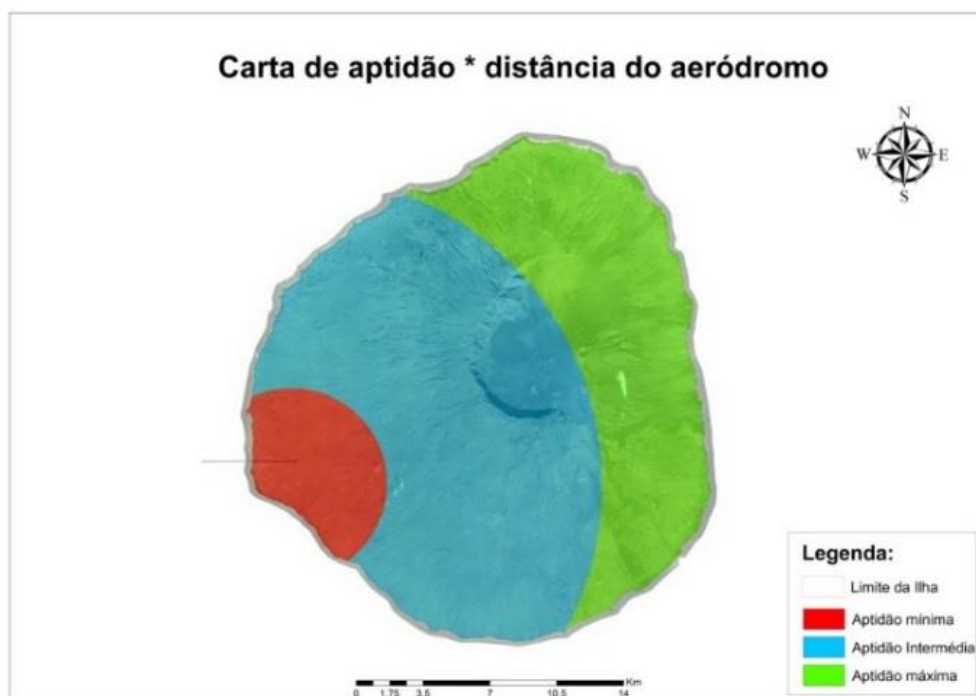


Fonte: Autoria, 2015.

Aeródromo

Os aterros atraem uma grande variedade de aves, que podem interferir nas operações de aviões (Figura 8), pelo que é essencial considerar uma distância adequada para a localização do mesmo. Neste caso foi feito um buffer de 4000 metros, recebendo assim a classificação de aptidão mínima a estas áreas. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Figura 8: Carta de Aptidão em relação a Aeródromo

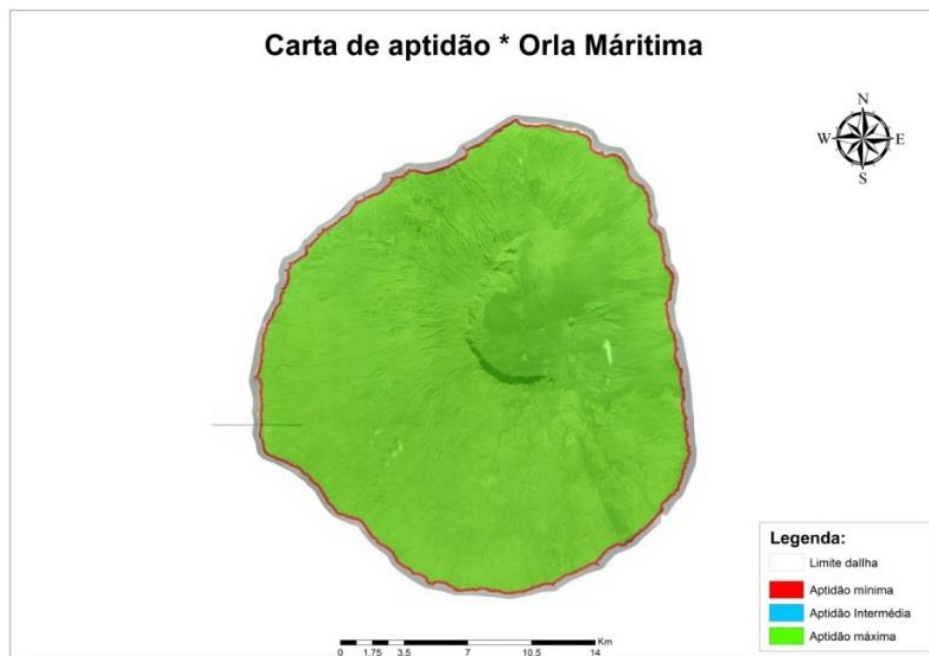


Fonte: Autoria, 2015.

Orla marítima

No Art. 3º, alínea e) da Lei 44/VI/2004 de 12 de Julho, referente ao regime dos bens do domínio marítimo do Estado, definiu-se uma faixa de proteção à orla costeira de 80 metros (Figura 9), pelo que é interdita a edificação de infra-estruturas ou de quaisquer outras ações que comprometam a estabilidade física e o equilíbrio ecológico desta zona, nomeadamente o depósito dos RSU. Neste caso foi feito um buffer de 80 metros, recebendo assim a classificação de aptidão mínima a estas áreas. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Figura 9: Carta de Aptidão em relação a Orla marítima

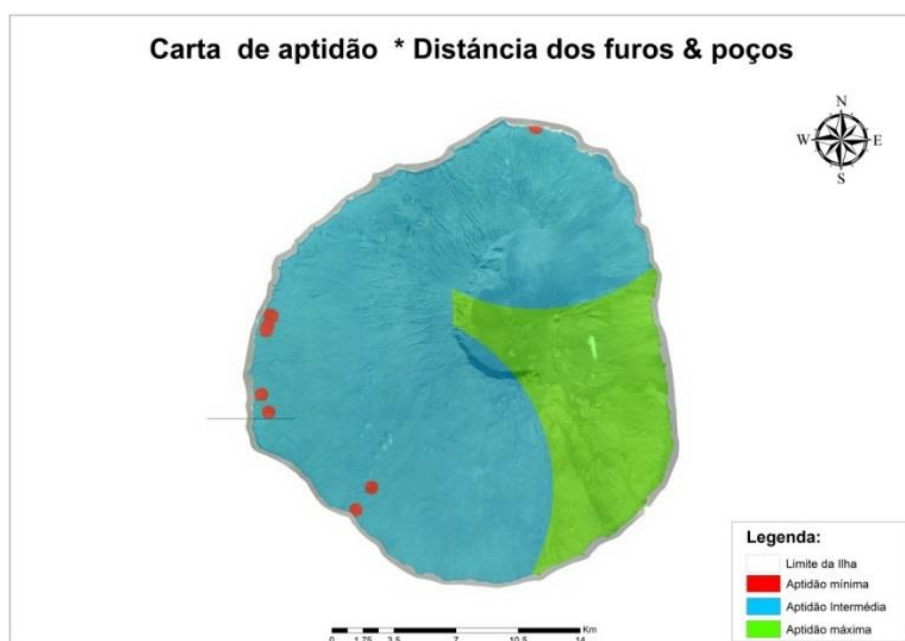


Fonte: Autoria, 2015.

Furos

De acordo com as normas vigentes na União Europeia relativas ao processo de implementação de um aterro, deve-se averiguar a existência das águas subterrâneas (Figura 10), para evitar eventual contaminação dos aquíferos por águas lixiviantes geradas nos aterros. Nessa ótica que foi feito um buffer de 200 metros recebendo assim a classificação de aptidão mínima a estas áreas. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Figura 10: Carta de Aptidão em relação aos furos e poços

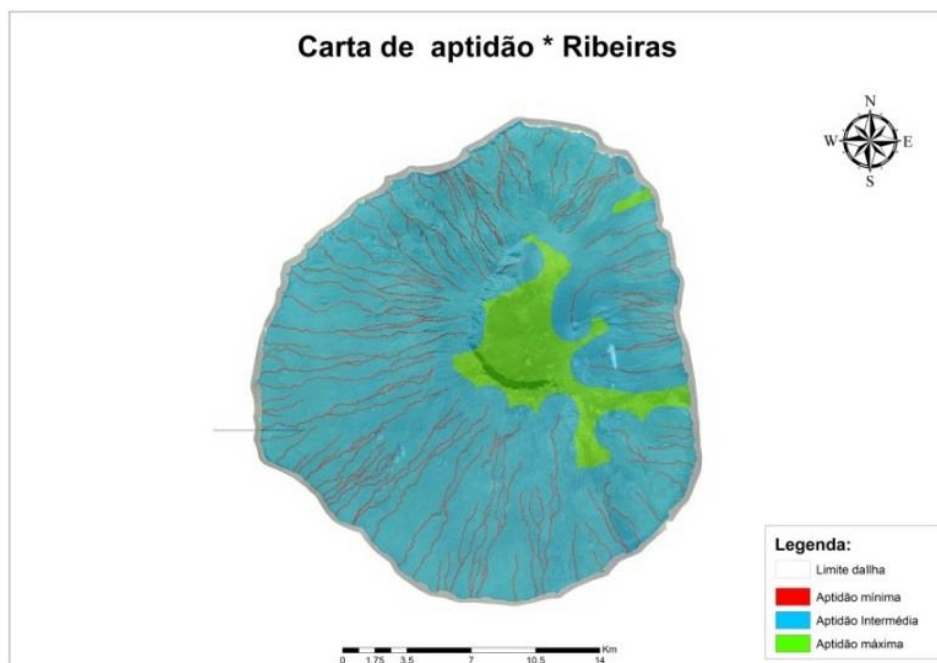


Fonte: Autoria, 2015.

Ribeiras

Nas ribeiras e eixos principais das linhas de água, a edificação é interdita numa faixa de 10 metros (Figura 11), para cada lado da linha de água. Perante, esta proibição legal criou-se uma área envolvente de 20 metros, considerando-a como aptidão mínima a estas áreas. À medida que se afasta desta área aumenta a classificação da aptidão.

Figura 11: Carta de Aptidão em relação as ribeiras



Fonte: Autoria, 2015.

Estradas

Em relação à acessibilidade, é economicamente viável a localização de um aterro próximo de estradas principais (Figura 12), uma vez que reduz o custo relativo ao transporte dos RSU e o custo da construção de vias de acesso ao aterro. Nesta investigação, tendo em consideração a legislação cabo-verdiana para as estradas principais, criou-se uma zona tampão (50 metros) para ambos os lados, considerando – como aptidão mínima à localização do aterro.

DETERMINAÇÃO DOS PESOS ESTATÍSTICOS DOS CRITÉRIOS

De entre os vários métodos de análise multicritério na tomada de decisão, optou-se pelo método de “comparação par a par”, também como conhecido como o “método de Saaty” ou “Processo Analítico Hierárquico”. O método foi desenvolvido na década de 1970, a fim de atender ao planeamento de contingência militar e empresarial, tomada de decisão, alocação de recursos escassos, resolução de conflitos e a necessária participação política nos acordos negociados. (SCHIMIDT, 1995 apud MEDEIROS, 2007). Sua principal característica tem

como base a decomposição hierárquica do problema criando-se uma hierarquia de critérios (SAATY, 1990 apud TAVARES, 2012) e convertendo avaliações subjetivas de importância relativa em um conjunto de pontuações ou pesos gerais. Com o intuito de normalizar todas as comparações par-a-par efetuadas, Saaty (1980) propôs uma escala de comparação de critérios alicerçada em nove níveis numéricos (Tabela 2), invocando uma maior fiabilidade desta escala face a outras mais curtas.

Figura 12: Carta de Aptidão em relação as estradas



Fonte: Autoria, 2015.

Tabela 2: Valor de Importância

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância:	Os dois critérios contribuem de uma forma idêntica para o objetivo;
3	Pouco mais importante:	A análise e a experiência mostram que um critério é pouco mais importante que o outro;
5	Muito mais importante:	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro;
7	Bastante mais importante:	A análise e a experiência mostram que um critério é predominante para o objetivo;

9	Extremamente mais importante:	Sem qualquer dúvida, um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo;
2,4,6,8	Valores intermédios:	O compromisso é sempre aceitável;
Valores recíprocos dos anteriores Se um critério i possui um dos valores anteriores quando comparado com o critério j, então o critério j possui o valor recíprocos quando comparado com o critério i.		
Nota: valores 1.1, 1.2 ..., 1.9, ou ainda mais refinados, podem ser utilizados para comparações de critérios extremamente próximos em grau de importância, tal como para 2.0 até 2.9, etc.		

Fonte: Adaptado de Saaty, 1990

A construção da matriz (tabela 3) de comparação par a par é um dos passos muito importante no método AHP, consiste na atribuição de valor de importância de um critério em relação a um outro critério.

Tabela 3: Comparação para a par dos critérios

Crítérios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	F
Núcleo Urbano (A)	1	2	1	3	4	1	2	4	2	3	3
Aeródromo (B)	1/2	1	1/3	2	2	1	1/2	7	2	2	1
Permeabilidade (C)	1	3	1	2	1	2	3	3	2	2	2
Área protegida (D)	1/3	1/2	1/2	1	1	1	1/3	3	1/2	2	1
Orla marítima (E)	1/4	1/2	1	1	1	1	1	2	1/2	1	1
Ribeiras (F)	1	1	1/2	1	1	1	1	3	1	1	2
Declive (G)	1/2	2	1/3	3	1	1	1	4	3	3	1/2
Rede viária (H)	1/4	1/7	1/3	1/3	1/2	1/3	1/4	1	1/2	1/2	1/3
Exposição.Vertentes (I)	1/2	1/2	1/2	2	2	1	1/3	2	1	1	1
Poços/ Furos (J)	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	1/3	2	1	1	1/2
Áreas Cultivada (F)	1/3	1	1/2	1	1	1/2	2	3	1	2	1
Soma	6,00	12,14	6,5	16,83	15,5	10,83	11,75	34	14,50	18,5	13,33

Fonte: Autoria, 2015.

Uma vez tendo a tabela de comparação par a par, fez-se a normalização da matriz (Tabela 4), dividindo cada valor de importância cada critério da matriz de comparação par a par pela soma da respetiva coluna.

Tabela 4: Normalização da matriz

Crítérios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	F
Núcleo Urbano (A)	0,1666	0,1647	0,15	0,1782	0,2580	0,0923	0,1702	0,117	0,1379	0,16	0,225
Aeródromo (B)	0,0833	0,0823	0,05	0,1188	0,1290	0,0923	0,0425	0,205	0,1379	0,10	0,075
Permeabilidade (C)	0,1666	0,2470	0,15	0,1188	0,1263	0,1846	0,2553	0,088	0,1379	0,10	0,15
Área protegida (D)	0,0555	0,0411	0,075	0,0594	0,0645	0,0923	0,0283	0,088	0,0344	0,10	0,075
Orla marítima (E)	0,0416	0,0411	0,15	0,0594	0,0645	0,0923	0,0851	0,058	0,0344	0,05	0,075
Ribeiras (F)	0,1666	0,0823	0,075	0,0594	0,0645	0,0923	0,0851	0,088	0,0689	0,05	0,15

Declive (G)	0,0833	0,1647	0,075	0,1782	0,0645	0,0923	0,0851	0,1176	0,2068	0,16	0.037
Rede viária (H)	0,0416	0,0117	0,05	0,019	0,064	0,030	0,0212	0,0294	0,0344	0,02	0.025
Exp. Vertentes (I)	0,0833	0,0411	0,075	0,1188	0,0322	0,0845	0,0283	0,0588	0,0689	0,05	0.075
Poços/ Furos (J)	0,0555	0,0411	0,075	0,0297	0,0645	0,0923	0,0283	0,0588	0,0689	0,05	0.037
Áreas Cultivada (F)	0,0555	0,0823	0,075	0,0594	0,0645	0,0923	0,1702	0,0882	0,0689	0,10	0.075

Fonte: Autoria, 2015.

Para a determinação dos pesos estatísticos para cada critério em análise (Tabela 5), é obtida pela média aritmética de seus valores relativos da matriz normalizada.

Tabela 5: Pesos Estatístico dos critérios.

Crítérios	Prioridade Relativa ou Peso	Pesos (%)
Núcleo Urbano	0,16606925	16,6
Aeródromo	0,102417713	10,2
Permeabilidade	0,152282602	15,2
Área protegida	0,065825438	6,6
Orla marítima	0,06912598	6,9
Ribeiras	0,0898667	9,1
Declive	0,11306137	11,3
Rede Viária	0,029521895	3
Exposição. Vertentes	0,075163328	7,5
Poços/Furos	0,055263072	5,5
Áreas Cultivadas	0,081402652	8,1

Fonte: Autoria, 2015.

COMBINAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Após a normalização de todos os critérios ao nível da aptidão e a atribuição dos seus respetivos pesos, obteve-se a carta de zoneamento de aptidão. A aptidão final resultou da sobreposição camadas de entrada, através do procedimento Weighted Overlay, executada, com base nos pesos calculados a partir do método Analytic Hierarchy Process (AHP). A carta de zoneamento final é originada a partir de operação de ponderação, em que um campo numérico a partir de um campo temático de tal modo que cada local de uma área de estudo fique associado a um valor indicativo o “peso” de cada classe temática diante de uma operação quantitativa que se deseje modelar.

*(núcleo urbano_reclassify * 17% + aeródromo_reclassify* 10% +permeabilidade_reclassify*15% + área protegida * 7% + orla marítima_ reclassify*7% +ribeiras_reclassify * 9% + declive_reclassify*11% + rede viaria_reclassify*3%+ exposição de vertentes_reclassify*7% +poços& furos_reclassify*6% + áreas cultivadas_reclassify * 8% = cartas de Zoneamento de áreas de aptidão).* Os resultados finais da aptidão

(Figura 12), foram classificadas em três aptidões: mínima, intermédia, máxima como ilustra a figura abaixo.

Figura 1: Carta de zoneamento de áreas para localização do aterro sanitário

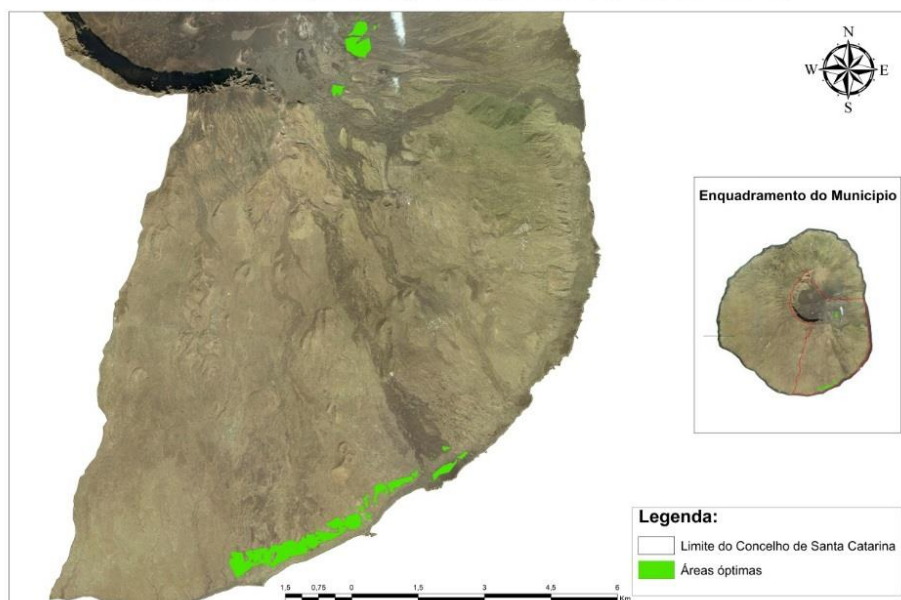


Fonte: Autoria, 2015.

A análise dessa carta de aptidão indica que, de um total de 470 Km² (área total da Ilha do Fogo), nota-se que cerca de 76,3 % da ilha o que corresponde cerca de 359 Km² apresentam aptidão mínima para a instalação do aterro sanitário, 23,3% da ilha que corresponde cerca de 109,2 Km² apresentam aptidão intermédia, e por último as áreas com aptidões máximas (Figura 13), com cerca de 0,4%, o que por sua vez corresponde cerca de 1,8 km². É de salientar que esse resultado é obtido de acordo com as informações utilizadas, e de acordo com a metodologia aplicada.

Figura 2: Áreas ótimas para implantação do aterro sanitário

Áreas ótimas para implantação do aterro sanitário



Fonte: Autoria, 2015.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Intervir eficazmente através de um processo de escolha de áreas para implantação de um aterro sanitário não significa apenas dispor de dados corretos mas, sobretudo, obter um modelo de raciocínio capaz de traduzi-los em informações capazes de subsidiar as decisões envolvidas.

No que diz respeito à seleção de áreas com potencial para implantação de aterro sanitário pode-se considerar que a metodologia aplicada apresenta - se como uma alternativa a padronização e ponderação dos planos de informação utilizados na análise. Esta alternativa, ao contrário daquela baseada no conhecimento de um único especialista, proporciona o tratamento estatístico da opinião de vários especialistas acerca dos múltiplos critérios analisados. Desta forma possíveis avaliações tendenciosas podem ser minimizadas. A metodologia utilizada permite a análise de critérios com diferentes grandezas e pode ser replicada para qualquer região onde haja disponibilidade de dados e informações.

A utilização do método de comparação par a par (ou Análise Hierárquica de Pesos – AHP) apresenta-se como uma alternativa viável para a ponderação de múltiplos critérios provenientes de áreas de conhecimento diversas.

Nesta investigação a capacidade dos SIG ficou amplamente comprovada, como uma técnica de apoio a tomada de decisão, relativamente a problema de localização, de áreas com potenciais para instalação do aterro sanitário. Recomendamos, todavia, que para esse tipo de abordagens sejam utilizados fontes credíveis e bastante atualizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a disponibilização dos dados pelo INGT (Instituto Nacional de Gestão do Território), INE (Instituto Nacional de Estatística), Câmara Municipal de São Filipe, a UNICV (Universidade de Cabo Verde).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, D. (2003). Aplicação de um SIG na seleção de locais para implantação de aterros sanitários em áreas vulneráveis á contaminação de aquíferos. São Paulo. 167 f. Tese para a obtenção do grau de mestre em engenharia ambiental - Universidade de São Paulo.

GANDELLI, L. (2002). Localização de aterros sanitários e lixões no estado de São Paulo, considerando padrões ambientais distintos; uma aplicação de modelos matemáticos de otimização. São Paulo. 123 pg. Monografia para à obtenção do grau de bacharel em ciências económicas - Luiz de Queirós São Paulo.

Lei nº 44/VI/2004, de 12 de Julho – Define e estabelece o regime dos bens do domínio marítimo do Estado: B.O da República de Cabo Verde nº20, I Serie. Praia.

MAAP. (2013). Livro Branco sobre o estado do ambiente em Cabo Verde. Praia Cabo Verde.

MEDEIROS, A. (2007). Sistemas integrados de gestão: propostas para um procedimento de decisão multicritério para avaliação estratégica. 384pg tese apresentada a escola politécnica de São Paulo para obtenção do título de Doutor em engenharia. São Paulo.

OLIVEIRA, J. (2009). Resíduos, gestão tratamento sua problemática em Portugal (Vol. 1). Porto.

TAVARES, D. (2012). Modelação cartográfica para localização ótima de um aterro sanitário na Ilha de Santiago. Praia Cabo Verde. 107pg,Relatorio de projeto apresentado em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ciência e sistemas de informação geográfica pela universidade Nova Lisboa e Universidade de Cabo Verde.

