

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE CRATEÚS/CE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.III-027>

Maria Andressa Ximenes de Saboia (*), Beatriz Nobre de Sousa, Vitoria Regina Alves Martins, Francisca Anorata Bento Portela, Thiago Fernandes da Silva

* Universidade Federal do Ceará, andressasaboia10@alu.ufc.br

RESUMO

A disposição final de resíduos sólidos urbanos tem se constituído como um problema a ser enfrentado pelos gestores, sobretudo, nos municípios de menor porte. Essa disposição é realizada em aterros sanitários, que tem critérios de engenharia bem estabelecidos. Muitos municípios, no entanto, não apresentam condições de gerenciar de forma sustentável esses empreendimentos. Para tal, surge a possibilidade de consórcio entre municípios da mesma região. Outra dificuldade encontrada é a seleção de áreas aptas para instalação desses Aterros, de modo que sejam obedecidos critérios econômicos, sociais e ambientais. Para tal, as normas técnicas definem vários critérios para implantação de aterros, de acordo com características de cada localidade. Então, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido cada vez mais frequentes, visando mapear grandes extensões territoriais para selecionar áreas com aptidão para instalação dessas obras. Então, este trabalho tem como objetivo analisar áreas que apresentam aptidão para implantação de um aterro sanitário no município de Crateús, pretendendo diminuir os impactos que são causados ao meio ambiente na utilização de lixões como receptores de resíduos sólidos. Foram coletados dados de diversos órgãos públicos ou privados que mapeiam regiões brasileiras. Este estudo utilizou um SIG como ferramenta para processamento das informações obtidas, gerando mapas digitais que representam os dados acerca das áreas analisadas. Foram gerados mapas de pedologia, hidrografia, uso e ocupação do solo e declividade, que serviram de base para definição de áreas aptas para instalação de aterros. Então, foi elaborado um mapa de aptidão, que foi utilizado para identificar áreas para a construção de um aterro sanitário na cidade de Crateús. Percebeu-se, portanto, que a utilização de SIG para realização de mapeamentos e seleção de áreas para o caso em estudo são essenciais para garantir a sustentabilidade de empreendimentos de disposição final de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Aterro Sanitário, SIG.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado ao aumento do consumo não sustentável tem aumentado significativamente a geração excessiva de resíduos sólidos urbanos (Oliveira *et al.*, 2020). No Brasil, de acordo com o relatório do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da ABRELPE (2020), foi realizado uma comparação da geração de resíduo entre os anos de 2010 e 2019, registrando um aumento considerável, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas, um aumento de aproximadamente 12 milhões de toneladas (Damasceno, 2022). Com o efeito do crescimento populacional, alinhado à centralização da população nos centros urbanos e ao incentivo ao consumo, surgem os problemas relacionados à disposição final ambientalmente adequada nos municípios brasileiros (Damasceno, 2022).

Segundo Gregório *et al.* (2013), a elevada quantidade de lixo produzida em centros urbanos é preocupante, principalmente, em relação à saúde pública e à conservação ambiental. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº12.305/2010), todos os municípios brasileiros devem elaborar um plano de gestão de resíduos sólidos, com o objetivo de erradicar todos os lixões. O prazo para aplicação desta obrigatoriedade vem sendo adiado sucessivas vezes. Há um grande atraso dos municípios em relação ao acatamento desta lei, devido a múltiplos fatores, como a ausência de gestão integrada, atendendo às diretrizes da lei, falta de recursos por parte dos municípios e falta de vontade política.

Os custos envolvidos na implantação e operação de tais equipamentos públicos são elevados e muitos municípios têm dificuldades em regularizar a gestão de resíduos, devido a limitações financeiras e técnicas. Para estimular a solução dessa problemática, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) propôs o incentivo à adoção de consórcios intermunicipais. Esses consórcios visam dividir esses custos entre as administrações públicas e facilitar a obtenção de recursos para a sua implantação (FELICORI *et al.*, 2016).

Na região do município de Crateús, foi criado em 2018 o Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos da Região do Sertão de Crateús, em parceria com os municípios vizinhos, com o objetivo de promover maneiras de tratar os resíduos sólidos nos municípios, e futuramente a viabilização de um aterro sanitário para atender às demandas da região.

Para implantação desses aterros, há diversos critérios a serem atendidos, visando estabelecer uma localização justa que equilibre fatores econômicos, sociais e ambientais. Então, a NBR 13.896/1997 trouxe esses critérios para a escolha de locais aptos para instalação de aterros sanitários, como por exemplo, a aceitação da instalação pela população, estar de

acordo com o zoneamento da região, o impacto ambiental causado pela implementação deverá ser minimizado, o espaço possa ser utilizado por um longo intervalo de tempo, e também, análises topográficas, cobertura vegetal da área, recursos hídricos disponíveis no local, acesso ao lugar, e etc.

A escolha de áreas adequadas para disposição de resíduos promove a proteção ao meio ambiente e a saúde pública, apresenta menores gastos com as etapas de implantação, operação e encerramento do empreendimento.

Para auxiliar no cruzamento das diversas informações geoespaciais necessárias para seleção dessas áreas, as técnicas de geoprocessamento, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), surgem para facilitar a interdependência com o espaço geográfico, ajudando no desenvolvimento de estudos, permitindo a coleta de dados geográficos específicos usando ferramentas computacionais. Deste modo, a utilização das geotecnologias pode ser um instrumento de grande importância para gestões públicas, especialmente para pequenos municípios (Batistella e Moran, 2008).

Os SIG conseguem auxiliar na delimitação de áreas adequadas para a localização de um aterro sanitário, reduzindo a possibilidade de escolha de locais impróprios. A sua utilização constitui-se na integração e análise de dados espaciais, e resultam na avaliação incorporação de aspectos técnicos ambientais, legais, sociais e econômicos. Assim, a utilização dessa ferramenta irá ser determinante na escolha de territórios que apresentem potencial para futuramente serem usados para a construção de um aterro sanitário.

OBJETIVO

Identificar áreas aptas para implantação de um aterro sanitário no município de Crateús/CE através da utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG).

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O município de Crateús está localizado em uma área de extensão territorial de 2.985,411 Km², com uma população estimada em 75.241 habitantes (IPECE, 2017). Crateús possui um clima caracterizado como Tropical Quente Semiárido, com temperatura média variando de 26°C a 28°C e pluviosidade média de 731 mm, concentrada principalmente nos meses de janeiro a abril. (IPECE, 2017).

A região de Crateús apresenta diferentes tipos de solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SIBCS), sendo os principais: Argissolos, Luvisolos, Latossolos, Neossolos e Planossolos. A vegetação predominante na área de estudo é a Caatinga, que inclui Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa (caatinga arbórea) e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (mata seca) (CEARÁ, 2007; IPECE, 2017). Em relação aos recursos hídricos, o Rio Poti, é o principal rio que passa pelo município, sendo este uma das principais sub-bacias do rio Parnaíba. Além disso, o município ainda possui como principais reservatórios o açude Carnaubal e a Barragem do Batalhão. A Figura 1, apresenta a localização do Município de Crateús.

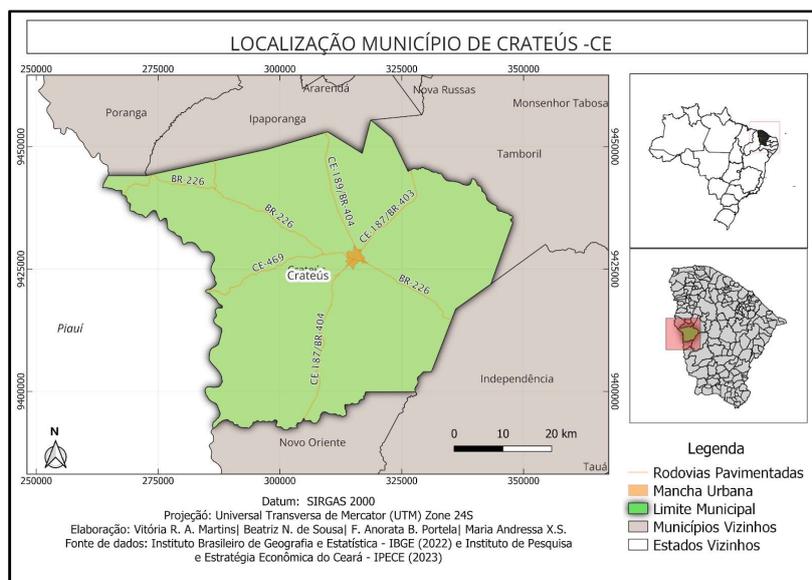


Figura 1: Localização do Município de Crateús-CE. Fonte: Autor do Trabalho.

Em relação aos resíduos sólidos, o município de Crateús possui um sistema de limpeza urbana que realiza a coleta convencional dos resíduos domiciliares e comerciais. Há também a coleta seletiva em algumas regiões da sede municipal, na qual materiais recicláveis são separados no Centro de Triagem da Associação de Catadores RECICRATIÚ. Cerca de 30.000 toneladas de resíduos sólidos recicláveis são coletadas por mês no município. Apesar

disso, parte significativa dos resíduos ainda é destinada a um lixão (Figura 2), onde há presença de catadores informais, representando um desafio econômico e social a ser enfrentado pelos gestores locais. Existe um Protocolo de Intenções firmado em 2010 entre os municípios de Crateús, Independência, Ipaporanga e Novo Oriente para a construção de um aterro sanitário em consórcio, visando uma destinação adequada aos resíduos sólidos (CRATEÚS, 2014).



Figura 2: Imagens do Lixão de Crateús - CE. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Crateús

Além disso, o município de Crateús possui a Política Ambiental do Município, prevista na Lei nº 203 de 2012, que estabelece instrumentos para promover o controle ambiental, como atividades de licenciamento, planejamento, zoneamento ambiental e educação ambiental. A Lei nº 227/2012 incentiva o desenvolvimento de programas de educação ambiental, recuperação de ambientes degradados e a preservação de áreas de preservação ambiental. O Conselho Municipal de Meio Ambiente, criado pela Lei Municipal nº 566/2005, tem competências de propor diretrizes para a Política Municipal do Meio Ambiente, colaborar nos estudos e elaboração de planejamento e nos instrumentos de gestão municipal, incluindo a deliberação sobre coleta, seleção, armazenamento, tratamento e eliminação dos resíduos sólidos (CRATEÚS, 2014).

Obtenção e processamento dos dados

Como pode ser visto na Figura 3, o levantamento da base de dados necessários para o estudo foi realizado em 3 etapas: aquisição de dados espaciais em várias bases de informações georreferenciadas, processamento dos dados com auxílio do software QGIS 3.28.7 e QGIS 3.10.1 e avaliação das áreas com aptidão, sem restrição para possível implantação de aterro sanitário.

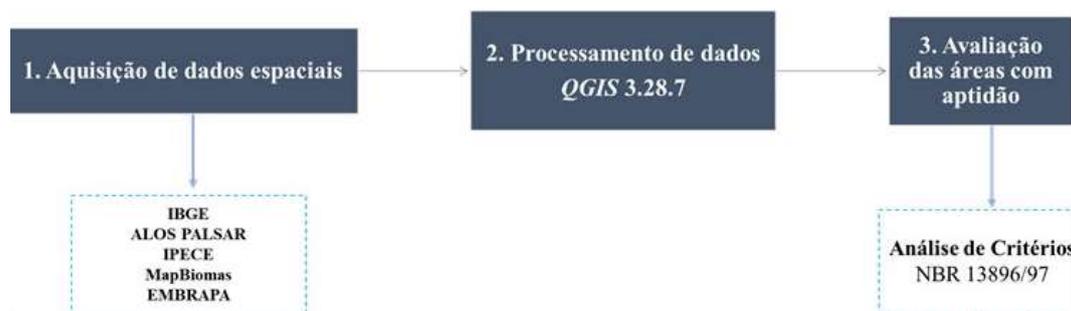


Figura 3: Procedimentos metodológicos adotados. Fonte: autor do trabalho.

Para isso, a NBR 1389/67 dispõe em seu item 4.1 “Critérios para a avaliação da adequabilidade de um local para instalação de aterro sanitário”. Para o presente estudo, foram considerados os seguintes critérios: localizar-se a uma distância mínima dos cursos de água de 200 metros; localizar-se a uma distância mínima dos núcleos populacionais de 500 metros; Solos com baixa permeabilidade; Áreas protegidas; declividade > 1% e inferior a 30%. A análise de uso e ocupação do solo foram avaliadas com base no tipo de solo que o município está inserido e a área de vegetação de influência.

Com base nos critérios descritos na Tabela 1, foram elaborados mapas que representam as características dos critérios, que incluem pedologia, uso e ocupação do solo, hidrografia e áreas de proteção/restritas e declividade. Cada mapa foi processado com dados obtidos junto a bancos de dados nacionais e internacionais. O sistema de projeção utilizado foi o Universal Transversa de Mercator – UTM, Datum SIRGAS 2000, zona UTM 24S e WGS 84.

Tabela 1: Critérios aplicados na análise de áreas aptas para instalação de aterros sanitários. Fonte: Autor do trabalho.

Critérios	Restrição	Peso
Proximidade de estradas e rodovias	-	25%
Afastamento dos centros urbanos	< 500 m	25%



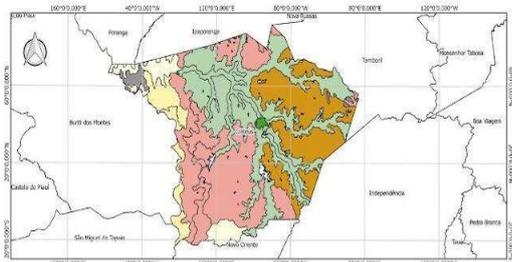
Afastamento dos corpos hídricos	< 200 m	30%
Declividade do terreno	> 1% < 30%	20%
Áreas de proteção ambiental	Eliminatório	Eliminatório

Os critérios de declividade, distância de centros urbanos, distância de corpos hídricos e proximidades de estradas e rodovias receberam uma combinação de nota de 1 a 5. Então, foi possível estabelecer uma seleção de áreas com escala de classificação, desde restrita a alta aptidão para implantação de aterros sanitários.

RESULTADOS

A Figura 4 apresenta os seguintes mapas do município de Cratús: pedológico, de declividade, uso e ocupação do solo e hidrografia. Considerando estes mapas, é possível obter informações necessárias para identificar regiões com potencial e aquelas sujeitas a restrições.

a) MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CRATÚS - CE



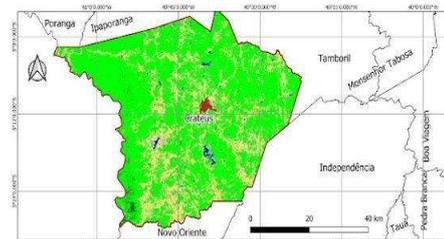
Legenda

Pedologia

- ÁREA URBANA
- ARGISSOLO VERMELHO
- CORPO D'ÁGUA CONTINENTAL
- LATOSSOLO AMARELO
- LUVISSOLO CRÔMICO
- NEOSSOLO LÍTICO
- NEOSSOLO QUARTZARÊNICO
- PLANOSSOLO HÁPLICO

Elaboração: Beatriz N. de Sousa | F. Anorata B. Portela | Maria Andressa X. S. | Vitória R. A. Martins
Fonte de dados: IBGE (2022)
SIG: DATUM / SIRGAS 2000 zona 24S

c) MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE CRATÚS - CE



Legenda

- Área Urbanizada
- Áreas Não Vegetadas
- Corpos d'água
- Lavouras Temporárias
- Limite do município de Cratús - CE
- Municípios do Ceará
- Mosaico de Usos

Elaboração: Beatriz N. de Sousa | F. Anorata B. Portela | Maria Andressa X. S. | Vitória R. A. Martins
Fonte de dados: IBGE (2022) | MapBomas (2021)
SRC: WGS 84

b) MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE CRATÚS - CE



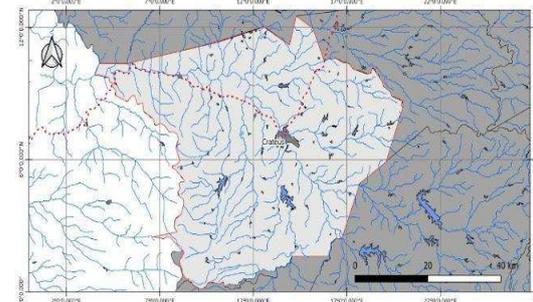
Legenda

Declividade

- 0-3% (Plano)
- 3-8% (Suave Ondulado)
- 8-20% (Ondulado)
- 20-45% (Forte Ondulado)
- 45-75% (Montanhoso)
- > 75% (Escarpado)

Elaboração: Beatriz N. de Sousa | F. Anorata B. Portela | Maria Andressa X. S. | Vitória R. A. Martins
Fonte de dados: IBGE (2022) | EMBRAPA (2023)
SIG: DATUM / SIRGAS 2000 zona 24S

d) MAPA DE HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE CRATÚS - CE



Legenda

- Município de Cratús - CE
- Tronco ferroviário
- Corpos d'água
- Drenagem
- Área com edificações

Elaboração: Beatriz N. de Sousa | F. Anorata B. Portela | Maria Andressa X. S. | Vitória R. A. Martins
Fonte de dados: IBGE (2021)
SIG: DATUM / SIRGAS 2000

Figura 4: Mapas: A) Pedologia; B) Declividade; C) Uso e ocupação solo; D) Hidrografia. Fonte: Autor do trabalho.

A Figura 5 representa o mapa com os locais de potenciais aptidão para a instalação do aterro. Podemos notar que a maior potencialidade de instalação do aterro se encontra no centro da extensão territorial do município. Isto pode estar relacionado a localização das vias de acesso em rodovias para logística e a regiões próximas do centro urbano, principal gerador, indicado pela coloração verde mais intensa. Nota-se que nas regiões extremas do limite municipal é considerada baixa ou de média alta aptidão, menos favoráveis a instalação do aterro. O estudo identificou que não foram encontradas unidades de conservação ambiental, que seriam fatores limitantes para a instalação de aterros sanitários. No entanto, é relevante respeitar as áreas restritas com proximidades, principalmente aos corpos hídricos. Ainda assim, foi identificada uma área que possui classificação eliminatória, sendo esta uma comunidade quilombola, denominada queimadas, com território protegido no município.

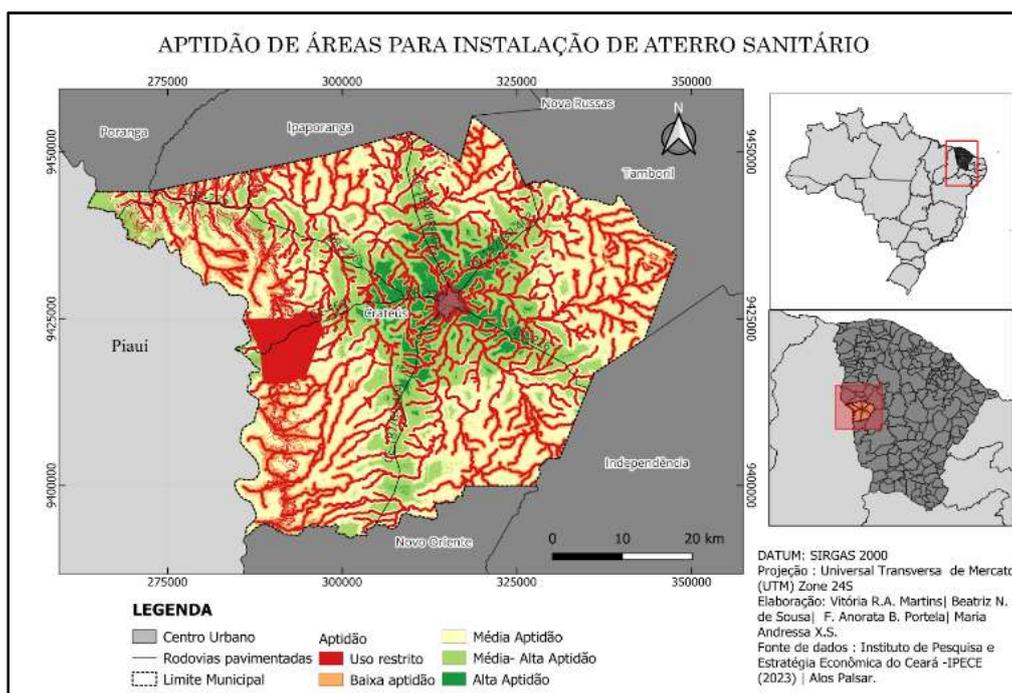


Figura 5: Mapa de Aptidão de áreas para instalação de aterro sanitário. Fonte: Autor do trabalho.

É importante ressaltar que é fundamental a realização de outros estudos para a melhor adequação da área apta. Para a realização de outras análises, destaca-se a importância de considerar a projeção da estimativa de crescimento populacional, já que a tendência do município é que aumente a população cada vez mais, impactando diretamente no tempo de vida útil do aterro. No entanto, apesar de os resultados das observações indicarem os melhores resultados para as áreas mais adequadas para implantação do aterro sanitário no município, essas não necessariamente correspondem a áreas mais viáveis analisando outros aspectos, como o econômico.

CONCLUSÕES

As áreas mais adequadas se encontram no entorno do perímetro urbano, devido à proximidade com os geradores e as vias de acesso, respeitando as áreas limites de restrição especificadas por norma. O estudo realizado pode servir como base para seleções mais detalhadas sobre as áreas selecionadas, além de servir de suporte à gestão pública municipal e aos órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento ambiental. É relevante destacar que esse estudo não teve a finalidade de projetar o aterro, e não levou em consideração aspectos econômicos referentes à sua instalação. O alvo foi o processamento de dados geoespaciais utilizando as ferramentas do SIG.

No entanto, ressalta-se que são necessários estudos mais específicos das áreas selecionadas, como por exemplo, sondagens no subsolo, mapeamento da fauna e da flora local, jazidas de materiais para o empreendimento, entre outros. Por fim, as ferramentas de geoprocessamento demonstraram ser eficientes e essenciais para estudos de viabilidade de prováveis áreas para instalação do aterro sanitário, auxiliando na aplicação de critérios pré-determinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Felicori, T.C.; Marques, E. A. G.; Silva, T.Q.; Porto, B.B.; Bravin, T.C.; Santos, K.M.C, 2016. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. (Online). p. 1-2.
2. CRATEÚS, Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos da Região dos Sertões de. Disponível em: <<https://crscrateus.ce.gov.br/secretaria/1>> Acesso em: 01 de Julho de 2023.
3. Damaceno, V. R., 2022. Utilização de geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis para implantação de aterro sanitário no município de São João del Rei - Mg. Trabalho de conclusão de Curso. Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
4. Gregório, B. S.; Azevedo, G. M.; Souza, J. L.; Santos, P. S, 2013. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR (Online). p. 842-843.
5. IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal 2017. Ano I – Janeiro de 2018. Elaborado por Claudia Maria de Pontes Viana, Fátima Juvenal de Sousa e Kathiuscia Alves de Lima. Gerente



EGIN: Marília Rodrigues Firmiano. Diretor Geral: Flávio Ataliba F. D. Barreto https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crateus_2017.pdf

6. Oliveira, A.A.A.; Côrrea, S.S.; Mariano, M. O. H.; Bezerra, S.T.M.; Coelho, I.C.L, 2020. Métodos multicritérios para seleção de áreas destinada a aterros sanitários. Revista AIDS de engenharia e ciências ambientais (Online),v. 14, 426-427.
7. POAGUE, Kasandra Isabella Helouise Mingoti; SILVA, Warley Ruas; REZENDE, Vanessa Martins; PEREIRA, Ana Paula Miranda; ÁRABE, Mônica Poggiali. SIG na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: estudo de caso em Jundiá – SP. Disponível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_213_n_1744.pdf> Acesso em: 29 de Junho de 2023.
8. SÓLIDOS, Política Nacional dos Resíduos. Lei 12.305/2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 03 de Julho de 2023.
9. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Malhas Territoriais. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>>. Acesso em: 01 Julho de 2023.
10. Projeto MapBiomias – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura?activeBaseMap>>. Acesso em: 03 de Julho de 2023.