

## APLICAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA DEFINIR O LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Mateus Torres Nazari (\*), Ana Luiza Bertani Dall’Agnol, Carolina Faccio Demarco, Maurizio Silveira Quadro, Érico Kunde Corrêa

\*Universidade de Passo Fundo. E-mail: nazari.eas@gmail.com

### RESUMO

Dentre inúmeras aplicações, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem sendo empregado em estudos necessários para a seleção de locais apropriados à instalação de aterros sanitários. Os aterros são considerados um método adequado para disposição final de resíduos sólidos, sendo a técnica mais utilizada no Brasil para esta finalidade. Para cumprir requisitos regulamentários e normativos, a escolha de um local para um aterro requer diversos estudos, que demandam tempo e recursos. Nesse sentido, este trabalho objetivou identificar área(s) apta(s) para a implantação de um aterro sanitário no Município de Erechim/RS através da utilização de SIG. A partir da visualização de restrições, acessos e características através do SIG, foi possível selecionar três áreas adequadas para localização de um aterro no município estudado. Sendo assim, o SIG evidencia-se como uma ferramenta vantajosa, visto que reduz a quantidade de levantamentos de campo, o que, conseqüentemente, proporciona otimização de tempo e reduz custos para elaboração de projetos, sejam eles financeiros e/ou humanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Disposição Final, SIG, Resíduos Sólidos, Análises Espaciais.

### ABSTRACT

Among many applications, the Geographic Information System (GIS) has been employed in studies needed for the selection of appropriated places to landfill installation. Landfills are considered an adequate method for solid waste final disposal, being the most used technic in Brazil for this finality. To accomplish the regulatory and normative requirements, choosing a place for a landfill requires several studies, which demand time and resources. Thereby, this study objectified to identify suitable areas for the implantation of a landfill in the city of Erechim/RS through the GIS use. Starting visualizing the restrictions, access and features through the GIS, it was possible to select three adequate areas for the location of a landfill in the studied city. Thus, the GIS proves to be and advantageous tool, since it reduces the amount of field survey, which, consequently, provides time optimization and reduces costs for the projects elaboration, being them financial and/or human.

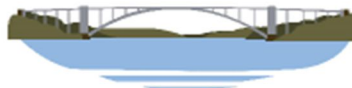
**KEY WORDS:** Final disposal, GIS, Solid Waste, Spatial Analysis.

### INTRODUÇÃO

Relatórios da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018) mostram que a taxa de geração de resíduos é maior que a de crescimento populacional. Pereira e Souza (2017) estimam que a população brasileira cresceu 9,65%, enquanto que o volume de resíduos aumentou 21% nos últimos dez anos. Isso torna-se um problema à administração pública, uma vez que ela é responsável pelos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ressalta a necessidade de seguir uma ordem de prioridade na cadeia de resíduos, sendo ela: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Em relação à disposição final, esta consiste na distribuição ordenada de rejeitos em aterros, seguindo normas operacionais específicas, a fim de evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de buscar a minimização de impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1992), um aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo, a qual utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra. No caso do Brasil, esse método é a principal forma de disposição de RSU, visto que corresponde a 59,1% do total de resíduos coletados (ABRELPE, 2018). Esse índice é ainda maior na região sul do país, representando 70,2% da disposição final (ABRELPE, 2018).



A escolha do local de instalação de um aterro requer uma compatibilização com as variáveis sociais, ambientais e econômicas, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais negativos (ANDRADE; BARBOSA, 2015). A NBR 8419 traz requisitos para a caracterização do local destinado a um aterro sanitário, tais como: critérios básicos para a seleção; localização e caracterização topográfica; caracterização geológica e geotécnica; caracterização climatológica e caracterização e uso de água e solo (ABNT, 1992). Geralmente, o levantamento dessas e outras informações necessárias torna-se oneroso (LOURENÇO et al., 2015). Diante disso, metodologias que reduzem custos financeiros e de recursos humanos surgem como uma alternativa potencial para estudos de seleção de áreas aptas para aterros sanitários (LOURENÇO et al., 2015).

Dentre essas técnicas, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) apresenta uma aplicabilidade eficiente para estes estudos iniciais. O SIG permite a realização de análises espaciais complexas através da rápida formação e alternância de cenários, as quais dão subsídios à tomada de decisões a planejadores e administradores em geral (NAJAR; MARQUES, 1998). Sobretudo, essa ferramenta minimiza custos operacionais e traz agilidade ao processo decisório (SANTOS et al., 2000). Em vista disso, essa tecnologia vem sendo empregada no planejamento e gestão urbana, meio ambiente, infraestrutura, agricultura etc (SILVA, 2006).

## OBJETIVOS

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi identificar área(s) apta(s) para a instalação de um aterro sanitário no Município de Erechim/RS através da utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com base nas recomendações e restrições previstas na legislação brasileira.

## METODOLOGIA

Foi realizado o levantamento dos dados necessários para a análise, junto às bases públicas para obtenção dos dados espaciais. Posteriormente, foi feita a edição e adequação dos dados para o processamento na análise espacial, além da elaboração de mapas com informação de restrição (declividade, distância de corpos hídricos, solo, vegetação, distância de núcleos populacionais e aeroportos) baseadas em legislações e/ou normas técnicas. A análise espacial foi realizada no software QGIS 2.18.4.

## RESULTADOS

Com base na NBR 13896/97 (ABNT, 1997) e legislações pertinentes realizou-se a seleção de três áreas passíveis para implantação do aterro sanitário. O primeiro critério utilizado foi a declividade na faixa de 1 a 30% e a distância mínima de 200 metros de corpos hídricos (ABNT, 1997). Não foram encontradas unidades de conservação e áreas de proteção integral no território do Município, que seriam fatores limitantes para a instalação de aterros sanitários. A Figura 1 apresenta 3 áreas que se enquadram nos parâmetros declividade (1 a 30%) e distância mínima de corpos hídricos (200 m). As características das áreas selecionadas estão apresentadas na Tabela 1.

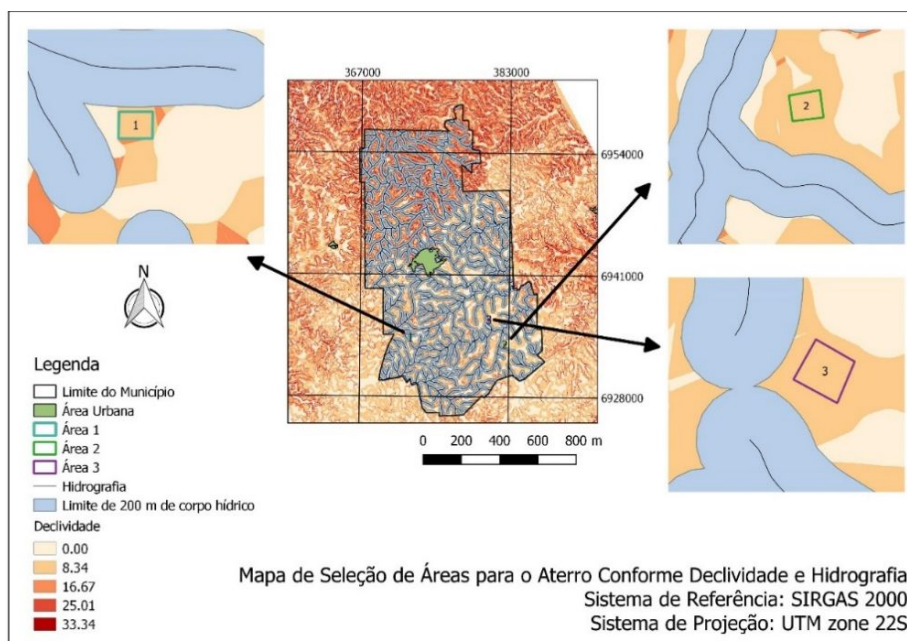


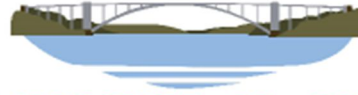
Figura 1: Áreas selecionadas para instalação do aterro conforme a declividade e hidrografia.

Tabela 1. Critérios para a escolha das áreas para instalação do aterro sanitário e características das áreas selecionadas.

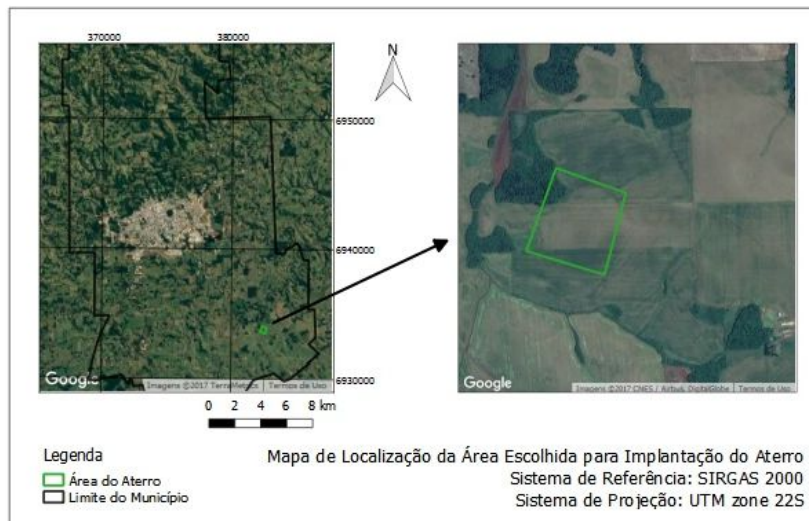
Critérios	Área 1	Área 2	Área 3
Perfil do Solo	Argiloso	Argiloso	Argiloso
Coef. Permeabilidade (cm/s)	<10 <sup>-7</sup>	<10 <sup>-7</sup>	<10 <sup>-7</sup>
Declividade (%)	4,5	3	2,5
Dist. Recursos Hídricos (m)	225	270	280
Área (ha)	16	19,8	25,6
Tipo de Vegetação	Agricultura de Culturas Cíclicas	Agricultura de Culturas Cíclicas	Agricultura de Culturas Cíclicas
Dist. Núcleo Populacional (m)	2775	4663	1518
Dist. Principal Rodovia de Acesso (m)	883	700	990
Uso e Ocupação do Solo	Agricultura em toda a área	Agricultura e vegetação arbustiva	Agricultura em toda a área
Condições de Acesso	Ótimas	Boas	Boas

Com base nas características, dentre as 3 áreas, considerou-se que a Área 2 seria a mais adequada. A justificativa para essa escolha foi que a Área 1 situava-se muito próxima da distância mínima de recurso hídrico e a principal via de acesso é a RS 135, uma das principais vias do norte do Rio Grande do Sul, com um fluxo intenso de veículos, que é um fator a ser considerado para o tempo de coleta e transporte de resíduos até a disposição final no aterro. A Área 3 foi descartada devido à proximidade de núcleos populacionais, o que poderia ser um entrave para a aprovação da escolha de área por parte da população.

A Área 2 possui, aproximadamente, 20 hectares e se localiza a 10 km da área urbana, 900 metros da principal via de acesso (RS 455) e distante em torno de 50 km da pista de pouso de avião mais próxima. A residência mais próxima do

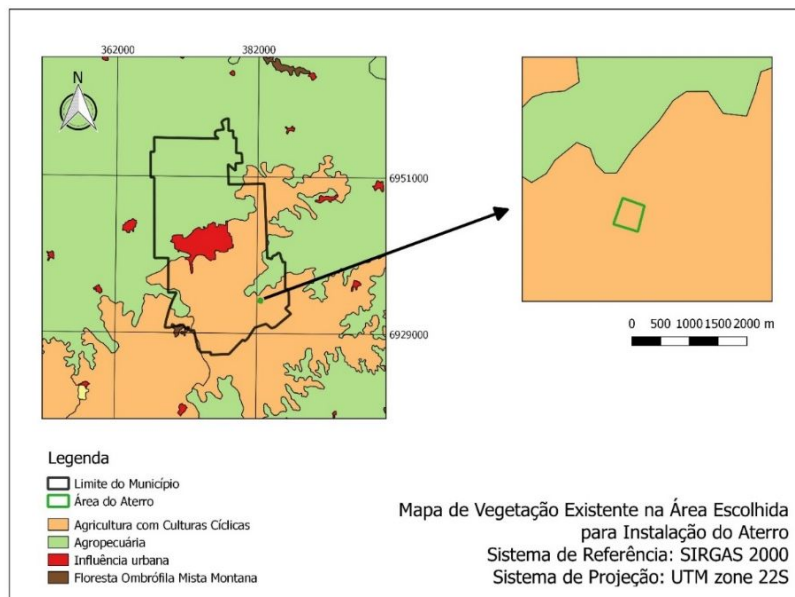


local fica a mais de 1 km da instalação. A Figura 2 traz um mapa com características da área escolhida para instalação do aterro observadas via satélite.



**Figura 2: Mapa de Localização da Área Escolhida para o Aterro.**

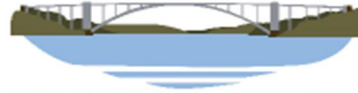
É possível observar, na Figura 2, que a vegetação da área é predominante baixa, com áreas agricultáveis, o que corrobora com a Figura 3, a qual mostra que a área escolhida se situa numa região onde predomina agricultura com culturas cíclicas. Seria necessária a plantação de árvores para formação de um cinturão verde em torno do aterro, preferencialmente com plantas exóticas de rápido crescimento que evitem a dispersão de odores, poeiras e ruídos para a vizinhança.



**Figura 3: Mapa de vegetação predominante na área escolhida para o aterro.**

O aterro sanitário consiste na disposição de resíduos em área impermeabilizada com recobrimento e compactação dos mesmos com camadas sucessivas de solo (FELICORI et al., 2016). Assim, mesmo com a impermeabilização, é importante que o solo do local seja profundo e distante dos lençóis freáticos para prevenir a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. A Figura 4 mostra que a área escolhida possui solo exclusivamente classificado como latossolo. De acordo com Ker (1997), o solo de Erechim é latossolo roxo distrófico, considerado como solos minerais, profundos, de bem a acentuadamente drenados e de coloração vermelho-arroxeadada.

Segundo relatório da FEPAM (2001), o Município de Erechim possui uma espessura de solo superior a 150 cm, textura argilosa, lençol freático ausente, dentre outros parâmetros que classificam o solo do Município como altamente



resistente a impactos ambientais. Portanto, em geral, os solos de Erechim possuem boa aptidão à instalação de aterros sanitários.

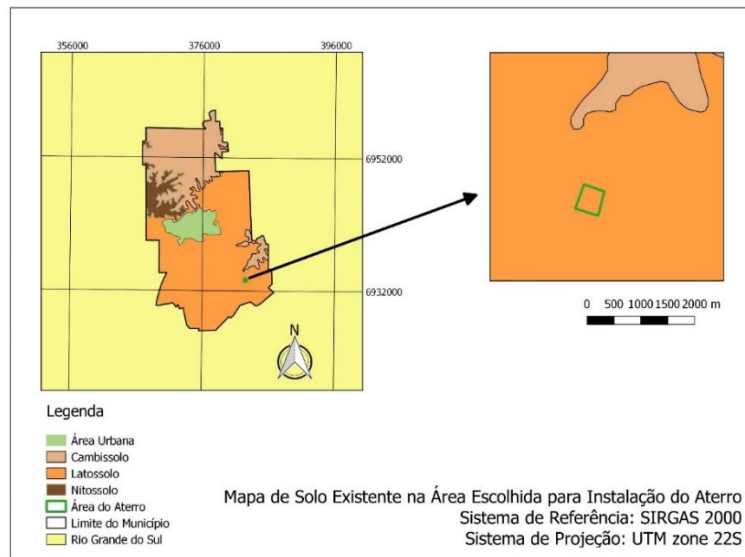


Figura 4: Mapa de Solo Predominante na Área Escolhida para o Aterro.

Os acessos à área e no interior de um aterro sanitário devem ser tais que possam ser utilizados em quaisquer condições climáticas de modo que a operação do aterro não seja comprometida. Portanto, na área escolhida o trajeto da zona urbana até o aterro pode ser realizado pela RS-477, que é a via de acesso principal. Seria necessário, ainda, a construção de uma estrada que liga a RS-477 até a entrada no aterro (distância de aproximadamente 700m). A Figura 5 mostra a proximidade da área escolhida à principal via de acesso.

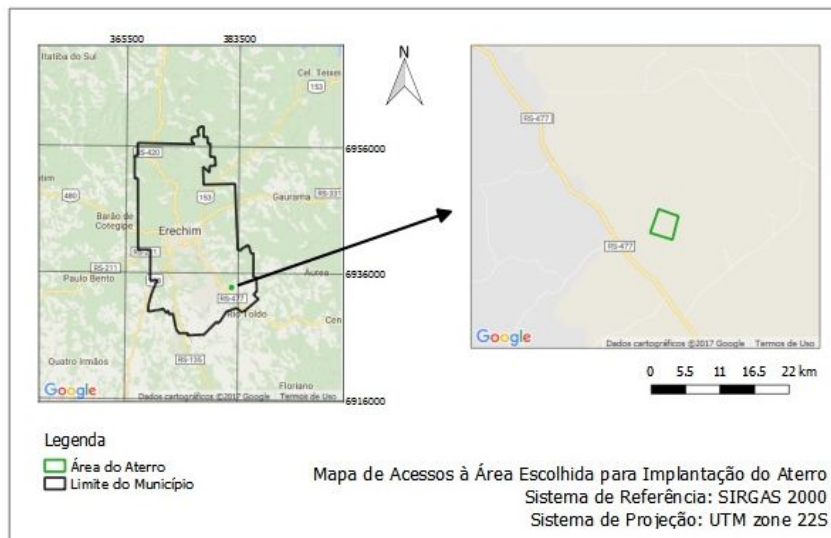
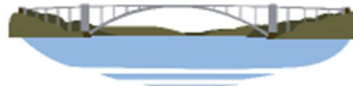


Figura 5: Mapa de Acesso à Área Escolhida para o Aterro.

## CONCLUSÕES

A utilização do Sistema de Informações Geográficas se mostra como um importante recurso para a análise e identificação de áreas possíveis para a instalação de aterros sanitários, visto que essa ferramenta permite a visualização das restrições, acessos e características com agilidade e eficiência. Sendo assim, o SIG apresenta-se como uma tecnologia vantajosa, em vista de que reduz a quantidade de levantamentos de campo, o que, conseqüentemente, traz otimização de tempo e reduz custos para elaboração de projetos, sejam eles financeiros e/ou humanos



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.
2. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.
3. ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017**. São Paulo, 2018.
4. ANDRADE, A. J.B.; BARBOSA, N. P. 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. **Revista de Geografia (UFPE)**, v.32, n.2, p. 248-266, 2015.
5. BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: DOU de 03/08/2010.
6. FELICORI, T. C.; MARQUES, E. A. G.; SILVA, T. Q.; PORTO, B. B.; BRAVIN, T. C.; SANTOS, K. M. C. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 547-560, 2016.
7. FEPAM. **Mapa de classificação dos solos do estado do rio grande do sul quanto à resistência a impactos ambientais**. 2001. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa\\_solos.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa_solos.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2019.
8. KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**. v. 5, n.1, p. 17-40, 1997.
9. LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. DA C.; SALES, J. C. A.; DE MEDEIROS, G. A.; OTERO, R. A. P. Metodologia para seleção de áreas aptas à instalação de aterros sanitários consorciados utilizando SIG. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.37, n.4, p. 122-140, 2015.
10. NAJAR, A.L.; MARQUES, E.C. Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise. Rio de Janeiro: FIOCRUZ. 1998.
11. PEREIRA, M.P.; SOUZA, K.S. Política nacional de resíduos sólidos (PNRS): avanços ambientais e viés social nos municípios de pequeno porte. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista - UNIOESTE/MCR**, v.17, n. 32, 2017.
12. SANTOS, S.M.; PINA, M.F.; CARVALHO, M.S. Os sistemas de informações geográficas. In: Rede Interagencial de Informação para a Saúde - RIPSAs. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicado à saúde**. Brasília: Organização Panamericana da Saúde. 124p. 2000.
13. SILVA, M.S. **Sistemas de Informações Geográficas: elementos para o desenvolvimento de bibliotecas digitais geográficas distribuídas**. 167f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2006.