

**SELEÇÃO DE ÁREA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO
MUNICÍPIO DE MOSTARDAS/RS**

Carolina Faccio Demarco (*), Marcela da Silva Afonso, Thays França Afonso, Érico Kunde Corrêa, Robson Andrezza

* Universidade Federal de Pelotas, carol_demarco@hotmail.com

RESUMO

A Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), constitui-se em instrumento essencial na busca de soluções para um dos mais graves problemas ambientais do Brasil, o mal destino dado aos resíduos sólidos, impondo a necessidade premente de substituir os lixões a céu aberto por aterros sanitários como medida de proteção ambiental. Para a implantação de aterros sanitários, o primeiro passo é a escolha da área, e este trabalho visou selecionar uma área adequada para implementação de aterro sanitário no município de Mostardas/RS. Para isso, considerou-se primeiramente o cálculo de estimativa populacional e geração de resíduos, para posterior escolha da área adequada. Com base na área necessária e nos critérios de escolha para implantação do aterro sanitário, selecionou-se uma área em conformidade com os requisitos legais e podendo ser uma alternativa viável ao município, visando a redução de custos e disposição adequada de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: : Resíduos sólidos urbanos, NBR 13896/97, PNRS, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

The law 12,305/2010, which instituted the National Solid Waste Policy (PNRS), constitutes an essential instrument in the search for solutions to one of the most serious environmental problems in Brazil, the wrong destination given to urban solid waste, imposing the need of landfill as a measure of environmental protection. For the implementation of landfills, the first step is the choice of area, and this work aimed to select a suitable area for landfill implementation in the municipality of Mostardas/RS. For this, it was firstly considered the calculation of population estimates and generation of residues, for later choosing the appropriate area. Based on the required area and the criteria for choosing the landfill, an area was selected in accordance with legal requirements and could be a viable alternative to the municipality, aiming the cost reduction and adequate disposal of solid waste.

KEY WORDS: Urban solid waste, NBR 13896/97, PNRS, Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

No Brasil a crescente geração de resíduos sólidos vem sendo acompanhada de avanços nas políticas públicas e indícios de melhorias nos sistemas gestão das cidades, instituições públicas e privadas. Sendo a principal legislação a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em agosto de 2010, esta determinou prazos para que os municípios façam adequações para a disposição final de seus resíduos urbanos (BRASIL, 2010).

Dentro da PNRS ficou determinado o fim da disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos, são essas, lixões, aterros controlados e outros, sendo assim os aterros sanitários se tornaram a melhor forma de disposição final adequada. Além disso, a instituição da lei criou diretrizes relativas à gestão integrada de resíduos sólidos, como a logística reversa, a diminuição de desperdícios processuais, a coleta seletiva e a maior inserção social por parte dos catadores de recicláveis à cadeia econômica de resíduos do Brasil (ABRAMOVAY, 2010).

A geração de resíduos sólidos no Brasil alcançou em 2015 aproximadamente 79,9 milhões de toneladas, obtendo um acréscimo de 2,9% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2015). Sendo que a maioria destes resíduos não possui disposição final adequada (lixões, aterros mal operados, etc.). Nesses casos não há nenhum tratamento dos efluentes líquidos e gases gerados, evidenciando o grande desafio de gerenciamento de resíduos sólidos que enfrenta o país. Quando mal gerenciados, os RSU podem representar riscos à segurança e saúde pública, devido ao seu grande potencial poluidor (CAVALCANTE, 2004).

Mostardas é um município litorâneo, localizado no estado do Rio Grande do Sul. Localiza-se a latitude 31° 06' 25" sul e a uma longitude 50° 55' 16" oeste. Está localizado a 17 metros acima do nível do mar. Mostardas possui uma área territorial



de 1.982,992 km² e uma população de 12.124 habitantes. Do total populacional, 91% das pessoas residem na área urbana e 9% na área rural. Sua economia é baseada no turismo de verão, pecuária e silvicultura.

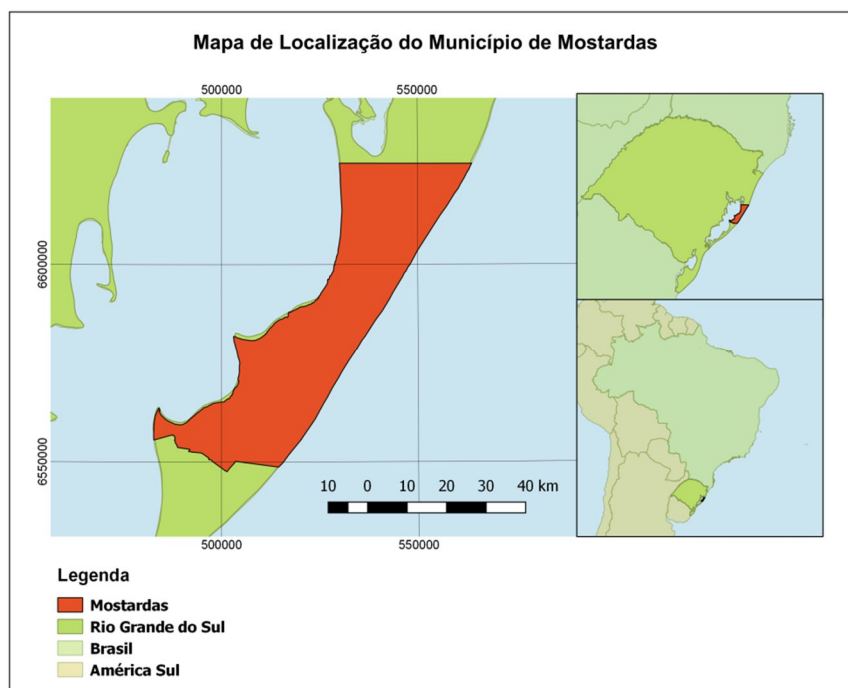


Figura 1: Mapa de localização do município. Fonte: Autor do trabalho.

A identificação de áreas adequadas para a implementação de aterros sanitários no Brasil segue as diretrizes da NBR 13896/97, a qual fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi estimar a produção de resíduos sólidos do município de Mostardas/RS, bem como selecionar uma área adequada para a implementação de um aterro sanitário.

METODOLOGIA

Cálculo da estimativa Populacional e Geração de Resíduos

Para o cálculo de estimativa populacional da população, adotou-se que a vida útil do aterro será de 20 anos e, a taxa de crescimento populacional será 0,87 segundo o Instituto de Brasileiro Geografia e Estatística (2010).

$$Pf = Pi (1 + i) \quad \text{equação (1)}$$

Sendo:

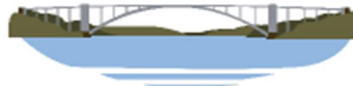
Pf = População estimada (hab);

Pi = População atual (hab);

i = Taxa de crescimento populacional (%);

n = anos de referência.

Segundo Abrelpe (2015), a produção per capita de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é de 1,071 kg/hab/dia e a densidade média dos RSU é de 0,6 kg/L. Assim, foi possível calcular a geração de resíduos anual do município.



Critérios para a escolha da área

Os critérios utilizados para a escolha da área de implantação do aterro sanitário foram os seguintes:

- Áreas com no mínimo 5 ha, considerando a estimativa da população do município e assumindo uma produção de lixo per capita da ordem de 0,773/kg/hab/dia, densidade média de lixo de 0,6 tf/m³ e o mínimo de vida útil (20 anos) para aterros sanitários exigido pela NBR 13896/97;
- Áreas mínima de 200m de cursos e corpos d'água (de acordo com a NBR 13896/97), visando preservar os recursos hídricos de possíveis contaminações por efluentes;
- Declividade mínima de 1% e máxima 30% (de acordo com a NBR 13896/97), visando também à preservação dos recursos hídricos.
- Distância mínima de 500 m da cidade ou área urbanizada (de acordo com a NBR 13896/97);
- Distância mínima de 200 m de áreas de preservação ambiental, de forma a causar o mínimo impacto ambiental;

Foram considerados também alguns fatores que definem o grau de aptidão para as áreas com fatores restritivos. São considerados locais mais aptos:

- Locais que apresentem solos de depósito natural extenso e homogêneo de matérias com coeficientes de permeabilidade inferior a 10⁻⁶ cm/s, e uma zona não saturada com espessura superior a 3.0 m;
- Proximidade de rodovias, considerando que a abertura de um acesso para a área encarece os custos de implantação e operação do aterro;
- Proximidade da cidade, para encurtar o trajeto do caminho até o aterro e possibilitar, assim, uma redução de custos.

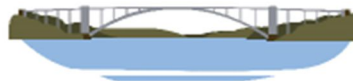
Para a realização deste trabalho utilizou-se o software QGIS 2.8.1, possibilitando análises espaciais e localização do aterro com ajuda de mapas do município de Mostardas, arquivos digitais das redes hidrográficas e rodoviárias, modelo digital do terreno, mapa de tipos de solo e vegetação da região.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para o cálculo da população e produção de resíduos média anual, durante os vinte anos que o aterro sanitário irá operar, encontram-se representados na Tabela 1.

Tabela 1. Projeção da população municipal e geração de resíduos. Fonte: Autor do trabalho.

Ano	População	Geração de RSU (kg/hab/dia)	Massa de RSU (kg/dia)	Volume (m ³ /dia)
2017	12.882	1,090	14,037,62	23,40
2018	12.994	1.099	14.282,94	23,80
2019	13.107	1,109	14.532,54	24,22
2020	13.221	1,118	14.786,51	24,64
2021	13.336	1,128	15.044,92	25,07
2022	13.452	1,138	15.307,84	25,51
2023	13.569	1,148	15.575,35	25,96
2024	13.687	1,158	15.847,54	26,41
2025	13.806	1,168	16.124,49	26,87
2026	13.929	1,178	16.406,27	27,34
2027	14.048	1,188	16.692,98	27,82
2028	14.170	1,199	16.984,71	28,31
2029	14.293	1,209	17.281,53	28,80
2030	14.417	1,220	17.583,53	29,31
2031	14.543	1,230	17.890,82	29,82
2032	14.669	1,241	18.203,47	30,34
2033	14.797	1,252	18.521,59	30,87
2034	14.926	1,263	18.845,27	31,41
2035	15.056	1,274	19.174,60	31,96
2036	15.187	1,285	19.509,69	32,52



Para o armazenamento dos resíduos gerados nos 20 anos de funcionamento do aterro sanitário, adotou-se a construção de 4 células de armazenamento, totalizando uma área de 1,19 hectares. Considerando-se as vias de acesso às células e os demais elementos de projeto, a área total para implantação do projeto do aterro sanitário considera será de 5 hectares.

Topografia

Selecionou-se a possível área cuidando a topografia do local, com declividades que variam entre 4 a 12 m, conservando a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas com uma distância mínima de 200 m dos corpos hídricos (Figura 2).

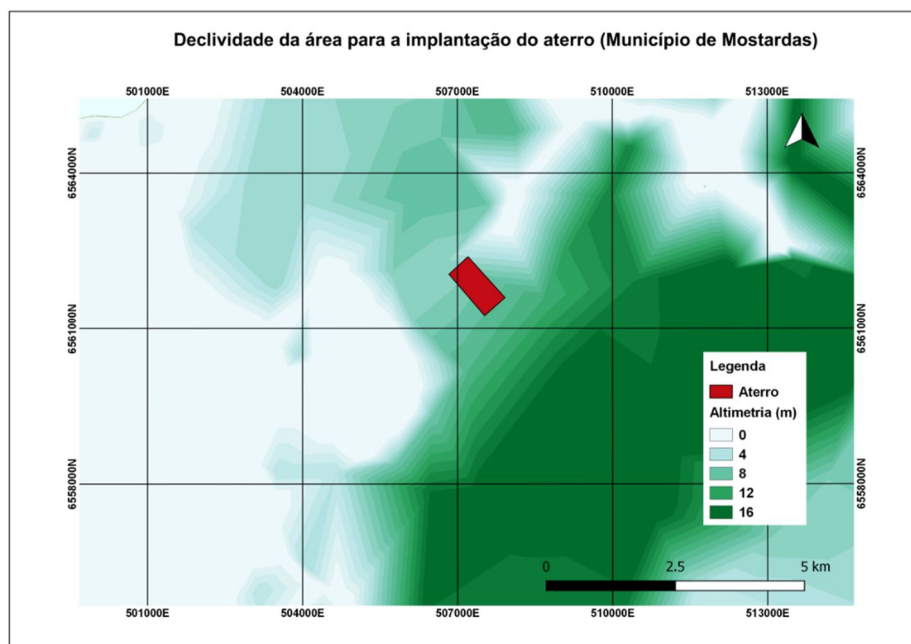


Figura 2: Declividade da área para a implementação do aterro. Fonte: Autor do trabalho.

Por ser um município litorâneo e com altitude igual a 17m, as áreas de instalação do aterro são minimizadas. Mas mesmo assim foi possível encontrar um local que se enquadrem ao definido na NBR 1896/97, onde é recomendado que aterros sanitários estejam instalados em áreas cuja declividade seja superior a 1% e inferior a 30%. No referido mapa estão representadas as condições topográficas do relevo e a área onde pretende-se efetuar a construção do aterro.

Geologia e tipos de solos existentes

Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m. No município de Mostardas, predomina o solo do tipo Neossolo há necessidade do uso de práticas conservacionistas devido à forte suscetibilidade aos processos erosivos e deve ser restringido quando estiverem próximos aos cursos d'água, por ser área de preservação das matas ciliares. Sendo assim, não recomendado para instalação do aterro sanitário.

O solo escolhido pra implementação aterro foi o Planossolo, ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração. Sendo assim obras estruturais serão realizadas para garantir a correta impermeabilização e drenagem nos locais.

A Figura 3 apresenta o mapa com todos os tipos de solo encontrados no município de Mostardas.

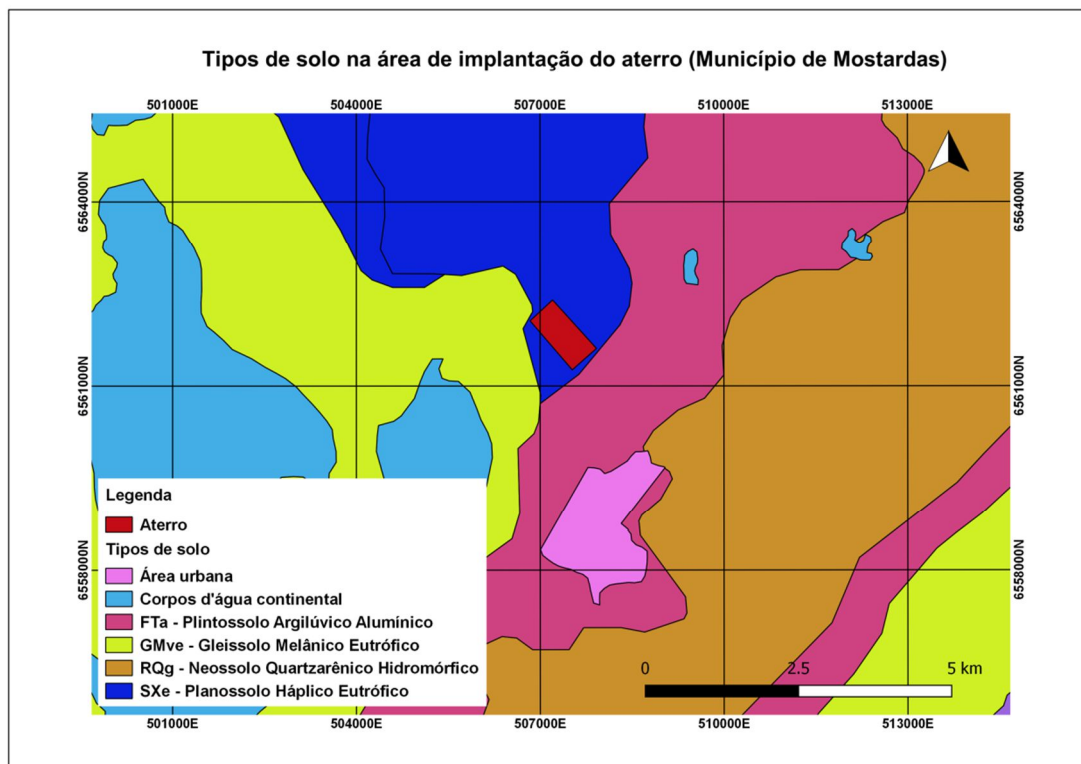
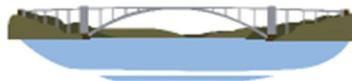


Figura 3: Tipos de solo e local do aterro sanitário. Fonte: Autor do trabalho.

Recursos Hídricos

Mostardas está localizado na Bacia do Litoral Médio, que também compreende os municípios de Capivari do Sul, Cidreira, Osório, São José do Norte, Viamão e outros 6 municípios. A Bacia do Litoral Médio é composta por aquíferos com média a baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas e apresenta sensibilidade a contaminação, quando comparada a outras Bacias. A bacia hidrográfica tem uma densidade demográfica de 6.538,13 hab/km² (habitantes por quilometro quadrado).

Para a instalação de um aterro, considerando o aspecto de recursos hídricos a norma estabelece que seja mantida uma distância mínima de 200m de qualquer corpo hídrico. Essas distâncias estão representadas na forma de buffers no mapa a seguir (Figura 4), a área selecionada respeita esse critério.



Microbacia de influência

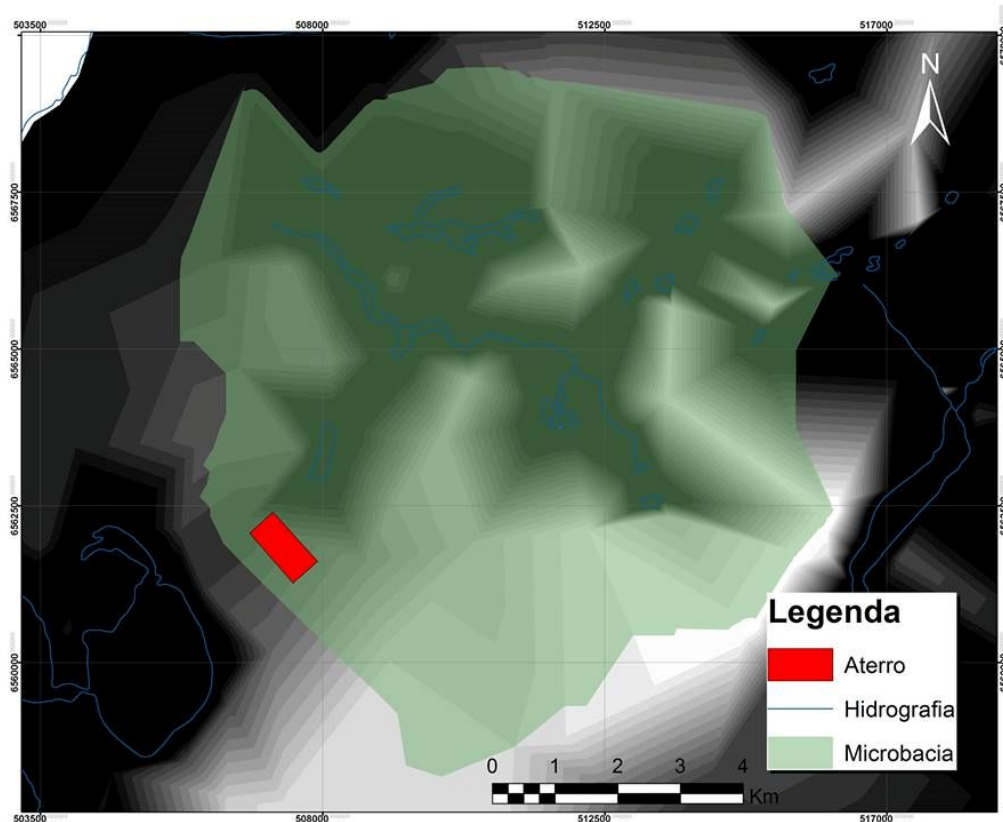


Figura 4: Microbacias de Influência. Fonte: Autor do trabalho

Vegetação e Uso do solo

A região onde localiza-se Mostardas preserva resquícios de uma vegetação litorânea, com arbustos e árvores como pitangueiras e figueiras. Possui em seu território o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, local de preservação ambiental. Em função da intensidade, durabilidade e variabilidade das temperaturas altas e baixas e do déficit hídrico, prejudicando as funções vitais e limitando a distribuição de determinadas espécies, a diversidade florística é baixa, estando distribuída entre formações campestres, mata ciliar, macrófitas aquáticas, capões de eucalipto e áreas de transição.

Na Figura 5 podem ser observados os usos da terra que ocorrem no município, bem como nas áreas de interesse para instalação dos aterros.

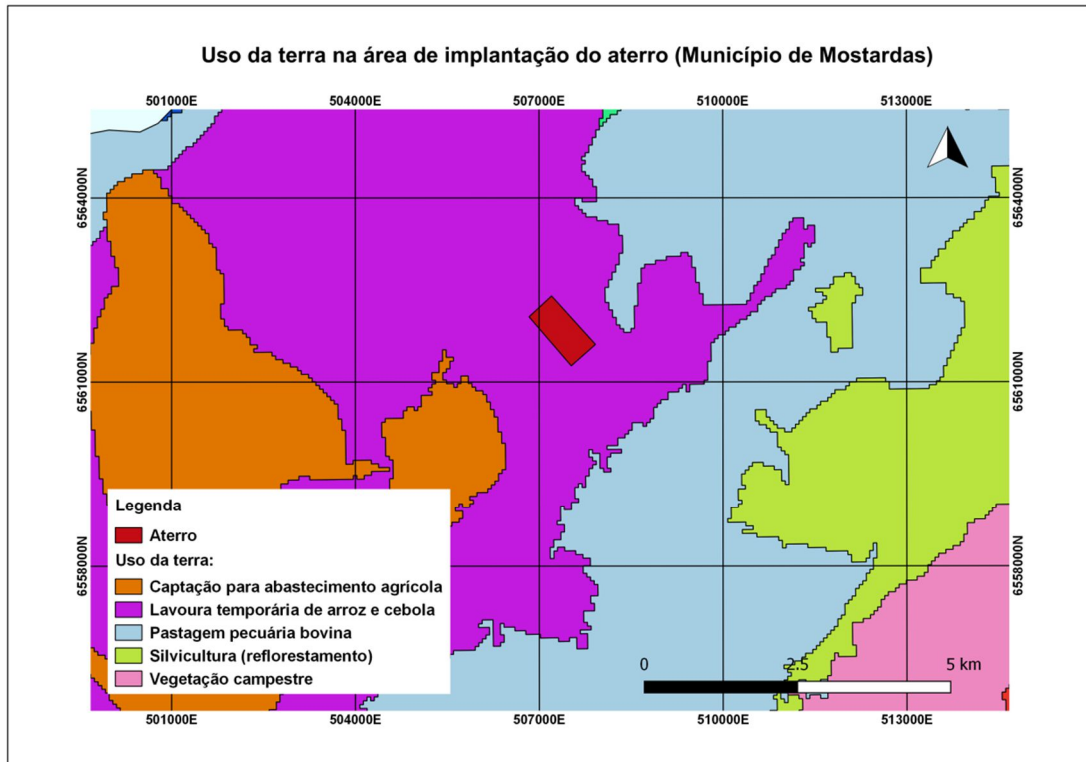
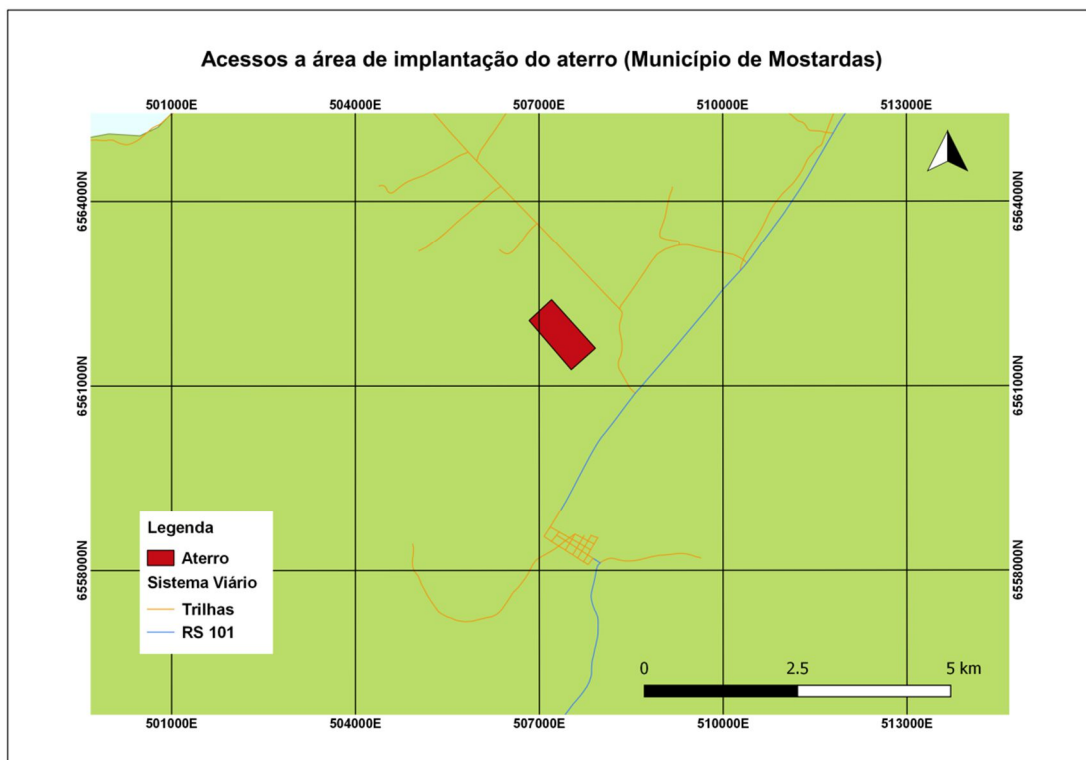


Figura 5: Uso da terra. Fonte: Autor do trabalho.

Acessos

As vias de acesso são um fator de importâncias evidente, pois são essências para a operação do aterro durante todo seu ciclo de vida. A proximidade das áreas com potencial de utilização para a construção do aterro do sistema viário municipal está representada no mapa a seguir (Figura 6).



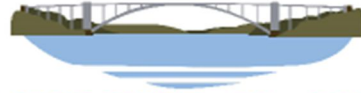


Figura 6: Acessos da área de implementação do aterro. Fonte: Autor do trabalho.

Distância de núcleos populacionais

O aterro deve estar a uma distância mínima de 500 metros de qualquer núcleo populacional. Devido à baixa densidade populacional do município, é possível identificar uma única mancha urbana, distante da área que está sendo avaliadas.

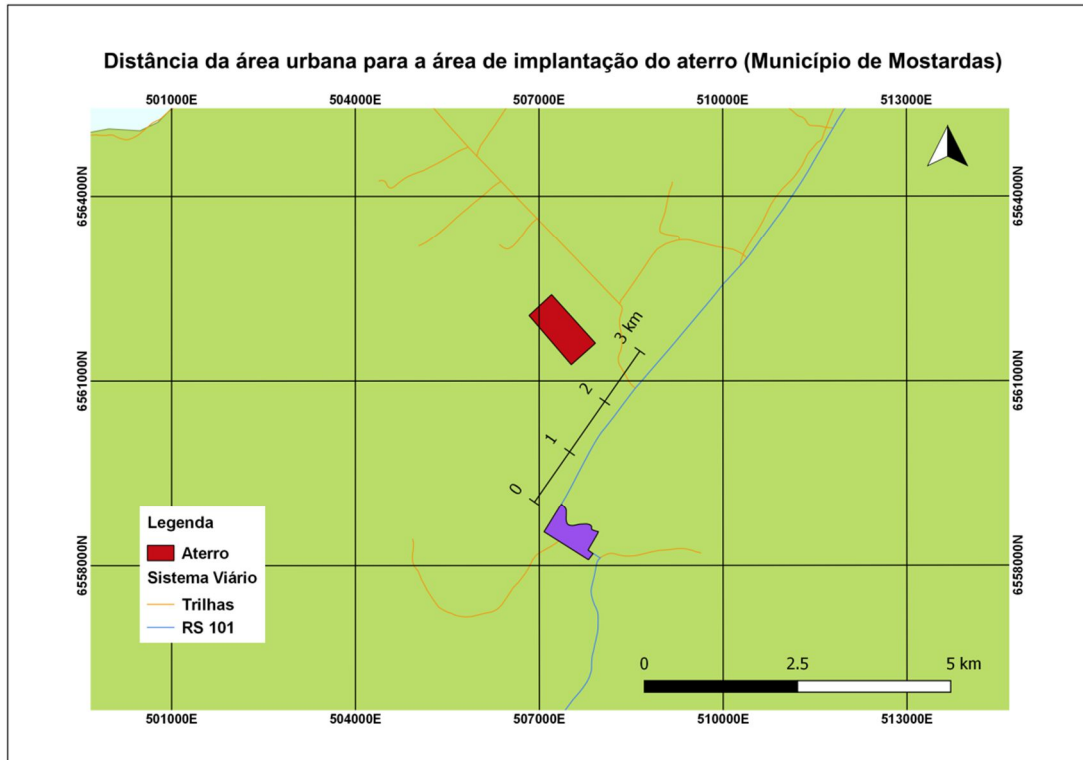


Figura 7: Distância da área urbana para a área de implementação do aterro. Fonte: Autor do trabalho.

Área considerada para o Aterro Sanitário

Dentre todos os parâmetros já avaliados e conforme a NBR 13896 (ABNT, 1997), foi elaborado um mapa com áreas não adequadas e a demarcação da área de instalação do aterro sanitário, como pode ser visto na Figura 8.

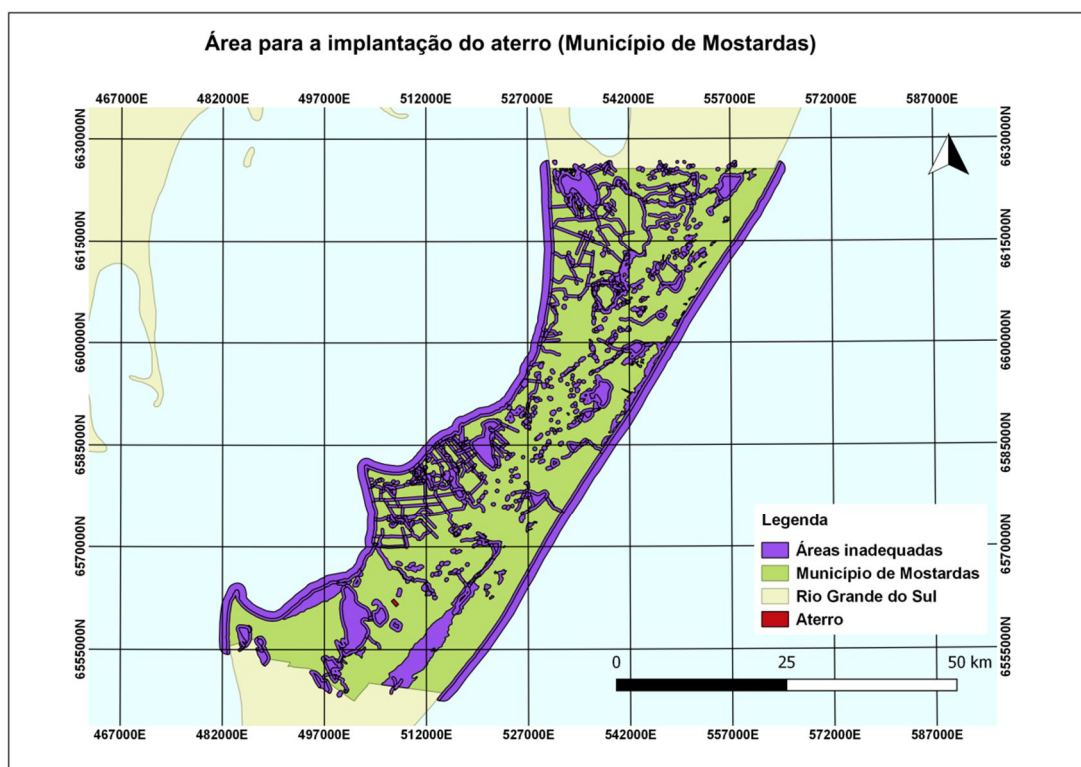


Figura 8: Área ideal proposta para implementação do aterro sanitário no município de Mostardas/RS em conjunto com áreas inadequadas. Fonte: Autor do trabalho.

CONCLUSÕES

Para um horizonte de funcionamento do aterro sanitário de 20 anos, a população foi estimada em 15.187 habitantes, demandando a utilização de 4 células de armazenamento. Para isso, calculou-se a necessidade de 1,19 hectares para as células de disposição de resíduos, selecionando uma área total de 5 hectares para a implementação de toda a estrutura do aterro sanitário.

Com base na área necessária e nos critérios de escolha para implantação do aterro sanitário, selecionou-se uma área em conformidade com os requisitos legais e podendo ser uma alternativa viável ao município, visando a redução de custos e disposição adequada de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo: 2015.
2. ABRAMOVAY, R. **Desenvolvimento Sustentável: Qual a Estratégia para o Brasil**. Novos Estudos. CEBRAP, São Paulo, Julio 2010.
3. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR-13.896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro; 1997.
4. BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 05 de dezembro de 2016.
5. CAVALCANTE, C. Uma Tentativa de Caracterização da Economia Ecológica. **Ambiente & Sociedade** – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004.
6. IBGE, **Censo demográfico 1950/2010**. Até 1991 na tabela extraída de: Estatísticas do Século XX, Rio de Janeiro, IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil 1979. Rio de Janeiro: IBGE, v. 42, 1981.