

## Proposta metodológica para a seleção de áreas para instalação de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos

**Bianca Breda (bbreda@ucs.br)**  
Universidade de Caxias do Sul

**Vania Elisabete Schneider (veschneider@ucs.br)**  
Universidade de Caxias do Sul

**Tiago Panizzon (tpanizzo@ucs.br)**  
Universidade de Caxias do Sul

**Taciane Polesello Kesties (tpkesties@ucs.br)**  
Universidade de Caxias do Sul

**Bruna Paese (bpaese@ucs.br)**  
Universidade de Caxias do Sul

DOI: 10.18226/25253824.v8.n13.14

Submetido em: 27/03/2024 Revisado em: 20/08/2024 Aceito em: 05/10/2024

**Resumo:** Os aterros sanitários são definidos como uma forma apropriada para dispor os rejeitos das atividades humanas. No entanto, a escolha do local adequado para a implantação do empreendimento precisa ser realizada de modo planejado e cuidadoso, visto os impactos socioambientais associados. O objetivo deste trabalho foi propor uma metodologia para escolha de áreas adequadas para instalação de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, considerando o município de Bento Gonçalves/RS como estudo de caso. Para tanto, foram verificadas as legislações federais, estaduais e municipais, além de diretrizes e normas técnicas específicas. Como resultado, estabeleceu-se um total de 22 indicadores segregados em 3 critérios diferentes: Técnico-ambiental, Técnico-econômico e Político-social. As prioridades para o atendimento aos indicadores foram determinadas avaliando-as nas categorias: Inaceitável, Adequada, Boa e Ótima. A partir disso, definiram-se os pesos de cada categoria e de cada critério. A classificação final é definida por meio do sistema de pontuação, no qual o local com maior nota é selecionado, enquanto que aquele que for categorizado como “Inaceitável”, deve ser descartado. A metodologia desenvolvida permitiu analisar uma vasta variedade de indicadores para escolha do local mais apropriado para instalação e operação de aterros sanitários, apresentando potencial de ser aplicada com segurança em outros municípios, considerando as particularidades de cada local.

**Palavras-Chave:** Disposição final de resíduos sólidos urbanos, Impacto Ambiental.

**Abstract:** Sanitary landfills are defined as an appropriate method for disposing of waste from human activities. However, the selection of a suitable location for the establishment of such a facility must be carried out in a planned and careful manner, given the associated socio-environmental impacts. The objective of this study was to propose a methodology for selecting suitable areas for the installation of urban solid waste sanitary landfills, using the municipality of Bento Gonçalves/RS as a case study. For this purpose, federal, state, and municipal legislation, as well as specific guidelines and technical standards, were reviewed. As a result, a total of 22 indicators were established, categorized into three different criteria: Technical-Environmental, Technical-Economic, and Political-Social. The priorities for meeting the indicators were determined by evaluating them in the categories: Unacceptable, Adequate, Good, and Excellent. Based on this, the weights of each category and each criterion were defined. The final classification is determined by a scoring system, in which the site with the highest score is selected, while those categorized as “Unacceptable” are discarded. The developed methodology allowed for the analysis of a wide variety of indicators to select the most appropriate site for the installation and operation of sanitary landfills, with the potential to be safely applied in other municipalities, taking into account the specific characteristics of each location.

**Keywords:** Final disposal of urban solid waste, Environmental impact.

### Introdução

Os resíduos sólidos (RS), quando mal geridos e dispostos em locais inadequados, são considerados um dos principais responsáveis pelos impactos ambientais negativos, afetando, além do meio ambiente, a qualidade de vida da população [8]. Desse modo, é imprescindível que ações conjuntas aconteçam em uma municipalidade para evitar, ou ao menos minimizar, esses problemas. Dentre elas, cita-se um bom planejamento municipal para a gestão dos resíduos sólidos; implementação de programas de educação ambiental que tornem a coleta seletiva mais efetiva; aumento dos índices de reaproveitamento; elaboração de políticas claras de valorização dos resíduos; e o tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada [13].

Em se tratando da disposição final, de acordo com o Panorama da Abrelpe, em 2022, 39% dos resíduos sólidos urbanos tiveram disposição final inadequada no Brasil, sendo destinados para lixões ou aterros controlados [2]. Esse resultado não vai ao encontro do proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, que possui como meta a eliminação e recuperação de lixões [5]. A Lei Federal nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, estabeleceu novo prazo para que os municípios se adequem a esta meta, tendo como último marco temporal a data de 02 de agosto de 2024 para municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 [7].

Com base nisso, destaca-se que os aterros sanitários (AS) são definidos como uma alternativa para dispor os rejeitos que esgotaram todas as possibilidades de tratamento e recuperação, já que são fundamentados em critérios de engenharia e prescrições normatizadas que garantem a proteção à saúde pública e o controle da poluição ambiental [13] [7]. De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES, o aterro sanitário ainda se configura como principal forma de destinação final ambientalmente adequada no país [7]. No entanto, cabe ressaltar que é essencial implementar políticas de redução e reaproveitamentos dos resíduos para ampliar a vida útil dos aterros sanitários e reduzir os passivos ambientais.

A implantação de aterros sanitários, que são empreendimentos de alta complexidade, não é uma tarefa fácil. Quando a escolha do local mais adequado para a implantação do AS é realizada de modo planejado, torna-se um fator que impulsiona o sucesso da obra, visto que permite a redução dos custos e minimiza ou extingue os impedimentos legais e oposição popular [12].

Logo, é indispensável traçar critérios para a escolha da área, os quais devem abranger as questões técnicas, ambientais, sociais, políticas e econômicas-financeiras, com o intuito de causar o menor impacto possível. Contudo, o grau de restrição para diferentes critérios a serem levados em conta, acaba diminuindo a disponibilidade de áreas com as dimensões requeridas para atender as demandas do município, sendo necessários estudos avançados para viabilizar a instalação do aterro sanitário.

Com base neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para escolha de áreas adequadas para instalação de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, considerando o município de Bento Gonçalves como estudo de caso. O foco deste estudo foi, a partir das metodologias mais usualmente utilizadas na seleção de áreas para a instalação de AS no Brasil [1] [11] [12], desenvolver um método integrado de seleção, incorporando os aspectos legais e diretrizes técnicas mais recentes. Desta forma, buscou-se obter um processo metodológico mais abrangente e robusto, em comparação com os atualmente adotados.

## Metodologia

Os critérios para definir a metodologia de escolha das áreas para implantação do aterro sanitário se basearam nas legislações federais, estaduais e municipais, além de diretrizes e normas técnicas específicas, optando-se sempre pela mais restritiva. Destaca-se que toda metodologia desenvolvida também passou por validação *ad hoc* por 6 profissionais especialistas da área, sendo duas biólogas, duas engenheiras civis e dois engenheiros ambientais, que aprovaram sua aplicabilidade. A seguir é apresentado o procedimento utilizado para poder definir a metodologia de escolha de áreas adequadas para instalação do empreendimento, considerando o município de Bento Gonçalves/RS como estudo de caso.

### I. Estimativa preliminar de área necessária para o aterro sanitário:

Para estimar a área necessária do aterro sanitário, seguiu-se as diretrizes da metodologia apresentada pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM [11] em seu Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. As mesmas definem que para estimar a área total necessária multiplica-se a quantidade média gerada diariamente de rejeitos (t/dia) pelo fator de 560. Conforme IBAM [11], esse fator considera os seguintes parâmetros:

- Vida útil de 20 anos;
- Altura do aterro de 20 metros;
- Tamanho dos taludes de 1:3;
- Ocupação de 80% do terreno com a área operacional.

A Equação 1 apresenta o cálculo realizado para balizar preliminarmente o tamanho da área necessária para o empreendimento.

$$A_p = GD \times 560 \quad (1)$$

Sendo,

$A_p$  = Área preliminar (m<sup>2</sup>);

GD = Geração média diária de rejeitos (t/dia).

### II. Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção:

Pelo fato de o município não apresentar diretrizes específicas para este tipo de empreendimento, grande parte das tomadas de decisões partiu da Diretriz Técnica nº 04/2017 e Portaria nº 35/2020 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, órgão que regula as atividades/processos ambientais no Rio Grande do Sul [9] [15]. A primeira trata do “licenciamento ambiental da atividade de disposição final de resíduos sólidos urbanos”; enquanto a segunda dispõe sobre “critérios e diretrizes gerais, bem como define estudos ambientais e procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de aterros sanitários” [9] [15]. Ainda, foi analisado o “Mapa e Diretrizes para o Licenciamento Ambiental de Aterros Sanitários no estado do Rio Grande do Sul: avaliação regional de áreas para destinação de resíduos sólidos urbanos”, cujo documento é uma Nota Técnica que se caracteriza como um instrumento que qualifica os locais mais adequados para disposição final dos RSU [10]. Cita-se também a ABNT NBR 13896:1997, que traz os critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos [1]. Como referências bibliográficas para auxílio no desenvolvimento da metodologia da escolha das áreas adequadas para aterro sanitário, citam-se dois manuais do Instituto Brasileiro de Administração Municipal [11] [12], “Gerenciamento

Integrado de Resíduos Sólidos” e “Resíduos Sólidos: Redução de emissões na disposição final”. No âmbito municipal, observou-se essencialmente a Lei Complementar nº 200:2018, que trata do parcelamento do solo de Bento Gonçalves, de modo a definir um local, onde o zoneamento municipal não restringisse a instalação do aterro sanitário [4]; e o Decreto Municipal nº 6.022:2005, que cria a Reserva Biológica Dárvim João Geremia, a qual se trata de uma Unidade de Conservação localizada na zona urbana [3]. Outra particularidade do município é a existência do Aeroclube de Bento Gonçalves, o qual fez com que fosse necessário verificar a Lei Federal nº 12.725:2012, que institui a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), estabelecendo regras que visam à diminuição do risco de acidentes e incidentes aeronáuticos decorrentes da colisão de aeronaves com espécimes da fauna nas imediações de aeródromos [6]. Além disso, consultou-se os critérios da FEPAM para aprovação do licenciamento para instalação deste tipo de empreendimento em ASA, já que a lei não proíbe a implantação nestes casos, mas exige atenção especial na elaboração do projeto e na sua operação. Desse modo, tomou-se como referência a Zona de Proteção do Aeródromo criada no Plano Diretor [4], que define a um raio de 4,5 km a partir do centro geométrico da pista. Ainda, com relação aos poços de abastecimento, foi considerado o Perímetro de Proteção dos Poços – PPP determinado pelo Decreto Estadual nº 42.047, de 26 de dezembro de 2002, que dispõe em seu Art. 30 que, abrange um raio mínimo de 10 m (dez metros) a partir do ponto de captação [14]. Através dos instrumentos citados acima, foi possível delimitar características como: execução de terraplenagem, distâncias de recursos hídricos superficiais, de recursos hídricos subterrâneos; de rodovias/estradas vicinais, de residências e de centros urbanos; os limites de declividade; a disponibilidade de material de cobertura; a vida útil do empreendimento; o coeficiente de permeabilidade e tipo de solo; bem como, os locais que necessitam atenção especial como Áreas de Preservação Permanente - APP, áreas de Sítios Paleontológicos e de Patrimônio Histórico; além de outras considerações gerais, como o uso do solo, direção dos ventos e aceitação da população. Com base no exposto, estabeleceu-se um total de 22 indicadores segregados em 3 critérios diferentes: Técnico-ambiental, Técnico-econômico e Político-social, os quais devem ser considerados no momento da seleção das áreas.

## Resultados e discussão

O procedimento de escolha dos locais apropriados para instalação do Aterro Sanitário no município de Bento Gonçalves-RS, seguiu o exposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Procedimento de escolha para área de aterro sanitário

1º	Estimativa da área necessária;
2º	Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção;
3º	Definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos;
4º	Levantamento das áreas possíveis (mínimo 3);
5º	Análise crítica de cada uma das áreas levantadas com base nos critérios estabelecidos e priorizados;
6º	Verificação junto ao município;
7º	Definição da área de implementação do aterro.

Fonte: Autores (2024).

### *Estimativa de área necessária*

Considerando a geração média diária de rejeitos no período de 20 anos para o município de Bento Gonçalves, de 114,45 t/dia, e o fator de conversão de 560, obteve-se uma área preliminar necessária de cerca de 6,4 hectares.

$$A_p = 114,45 \times 560$$

$$A_p = 64.093,4 \text{ m}^2 \cong 6,41 \text{ ha}$$

### *Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção*

O Quadro 2 apresenta o procedimento para definição das áreas mais indicadas para implantação de aterro sanitário.

Quadro 2 - Metodologia para definição das áreas mais indicadas para implantação de aterro sanitário

INDICADOR		ÓTIMA	BOA	ADEQUADA	INACEITÁVEL
<b>CRITÉRIO TÉCNICOS-AMBIENTAIS</b>					
1	<b>Distância de recursos hídricos superficiais</b>	> 400 m	Entre 300 a 400 m	Entre 200 a 300 m	Inferior a 200 m sem aprovação do órgão ambiental responsável
2	Áreas de Segurança Aeroportuárias ASAs*	Distante em um raio >10 km do aeródromo	Distante em um raio entre 7,5 a 10 km do aeródromo	Distante em um raio entre 5 – 7,5 km do aeródromo	Distante em um raio inferior a 5 km do aeródromo
3	<b>Recursos hídricos subterrâneos</b>	Lençol freático >3 m abaixo da base da célula	Lençol freático entre 2,5 a 3 m abaixo da base da célula	Lençol freático entre 2 a 2,5 m abaixo da base da célula	Lençol freático inferior a 2 m abaixo da base da célula
4	<b>Coefficiente de permeabilidade (k)**</b>	10 <sup>-8</sup> cm/s, sem rocha aflorante	10 <sup>-7</sup> cm/s	10 <sup>-6</sup> cm/s	Alta permeabilidade (> 10 <sup>-6</sup> )
5	<b>Acessos</b>	Facilitados e pavimentados	Facilitados e não pavimentados	Não pavimentados, em condições que permita sua utilização sob qualquer condição climática	Não ser acessível
6	<b>Rodovias/estradas vicinais</b>	Distância de 40 m a partir da faixa de domínio de estradas	Distância de 30 m a partir da faixa de domínio de estradas	Distância de 20 m a partir da faixa de domínio de estradas	Distância inferior a 20 m a partir da faixa de domínio de estradas
7	<b>Regiões serranas</b>	Área deve estar a distância de mais de 200 m da borda ou linha de ruptura.	Área deve estar a distância de mais de 150 m da borda ou linha de ruptura.	Área deve estar a distância de mais de 100 m da borda ou linha de ruptura.	Área esteja a uma distância inferior a 100 m da borda ou linha de ruptura.
8	<b>Geologia</b>	Solos argilosos com espessura superior a 3 m.	Material síltico argiloso/ areno argiloso com espessura superior a 3 m.	Material síltico argiloso/ areno argiloso com espessura de até 3 m.	Solos arenosos que não comprovarem viabilidade de instalação.
9	<b>Poços de abastecimento</b>	Perímetro de proteção de poços de 20 m	Perímetro de proteção de poços de 15 m	Perímetro de proteção de poços de 10 m	Perímetro de proteção de poços inferior a 10 m
10	<b>Unidades de conservação***</b>	Distante um raio do centro geométrico superior a 10 km	Distante um raio do centro geométrico entre 7,5 a 10 km	Distante um raio do centro geométrico entre 5 a 7,5 km	Distante em um raio inferior a 5 km
11	<b>Direção dos ventos</b>	Possuírem direção preferencial seja da zona urbana para o aterro, não transportando poeira e odores aos núcleos habitacionais.			Não possuir direção preferencial
12	<b>Uso do solo</b>	Atenda o zoneamento municipal do plano diretor (estando preferencialmente em zona rural)			Não atender ao zoneamento municipal
13	Áreas de Proteção Ambiental/ histórica/ cultural	Não incidir em Áreas de Preservação Permanente, áreas em sítios paleontológicos e de patrimônio histórico e optar pela preservação de cursos d'água e vegetação nativa.			Incidir sobre APP's, Sítios paleontológico e áreas de Patrimônio Histórico
14	<b>Risco de inundação</b>	O local não deve estar sujeito a inundações, num período de recorrência de 100 anos			Possuir risco de inundação

INDICADOR		ÓTIMA	BOA	ADEQUADA	INACEITÁVEL
<b>CRITÉRIOS TÉCNICOS-ECONÔMICOS</b>					
15	<b>Vida útil mínima</b>	20 anos	15 anos	10 anos	Inferior a 10 anos
16	<b>Distância máxima percorrida em estradas entre o AS e o centro atendido</b>	Entre 2 a 8 km	Entre 8 e 12 km	Entre 12 a 16 km	>16 km
17	<b>Custo de aquisição do terreno</b>	Áreas de propriedade da Prefeitura Municipal	Áreas com preços baixos (entre R\$20,00 a R\$250,00/m <sup>2</sup> )	Áreas com preços medianos (entre R\$250 a R\$500,00/m <sup>2</sup> )	Áreas com preço de aquisição alto (>R\$500,00/m <sup>2</sup> )
18	<b>Execução da terraplenagem</b>	Necessite o mínimo de obras possível para instalação do AS	Necessite de poucas obras para ajustar o AS à topografia do terreno	Necessite de algumas obras para mudança da topografia local para instalação do AS	Necessite de muitas obras para a mudança da topografia local para instalação do AS
19	<b>Declividade</b>	2% - 10%	10% - 15%	15 - 20%	Declividades <2% ou >20%
20	<b>Disponibilidade do material de cobertura</b>	Esteja disponível no próprio local e em quantidade suficiente	Esteja disponível no local boa parte necessitada e estar próximo a uma jazida	Estar próximo a uma jazida (20 km)	Esteja distante de uma jazida (>20 km)
<b>CRITÉRIOS POLÍTICOS-SOCIAIS</b>					
21	<b>Residências</b>	Distância superior a 500 m de núcleos populacionais e 4000 m de área urbanizada	Distância superior a 500 m de núcleos populacionais e 3000 m de área urbanizada	Distância mínima de 500 m de núcleos populacionais e 2000 m de área urbanizada	Distância inferior a 500 m de núcleos populacionais e 2000 m de área urbanizada
22	<b>Aceitação da população residente</b>	Inexistência ou baixa incidência de problemas com a comunidade local, pois esta indisposição com o poder público irá gerar reações negativas à instalação do aterro.			
<b>OBSERVAÇÕES</b>					
*Definido através da zona das laterais de transição do aeródromo, que possui raio de 4,5 km conforme consta no Plano Diretor de Bento Gonçalves/RS, pois não foi possível considerar os 20 km de raio exigidos Lei Federal nº 12.725:2012, visto que ultrapassaria os limites territoriais do município. Este item deve ser observado individualmente em cada município.					
**Adotou-se valores específicos vindos da literatura consultada.					
***Definido segundo orientações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Bento Gonçalves/RS, visto que o município possui uma Unidade de Conservação, a Reserva Biológica Dárvim João Geremia.					
Os indicadores 11, 12, 13, 14 e 22, os quais não foi possível categorizar, devem ser atendidos totalmente e serão enquadrados na pontuação da categoria “ADEQUADA”.					

Fonte: Autores (2024).

**Definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos**

As prioridades para o atendimento aos indicadores foram determinadas avaliando-as em categorias, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Categorias de classificação para escolha das áreas

Categoria	Descrição
<b>Inaceitável</b>	Não permitem a instalação de aterros sanitários;
<b>Adequada</b>	Se enquadram nas diretrizes mínimas exigidas pelos órgãos ambientais e legislações pertinentes para instalação de aterros sanitários;
<b>Boa</b>	Representa os parâmetros nos quais foram adotadas medidas 50% melhores em relação à “adequada”;
<b>Ótima</b>	Representa os parâmetros nos quais foram adotadas medidas 100% melhores em relação à “adequada”.

Fonte: Autores (2024).

A partir disso, definiu-se os pesos de cada categoria e de cada critério (Quadro 4), a fim de avaliar e priorizar a área mais apropriada para o empreendimento. Os pesos foram determinados com base nos impactos ambientais da instalação e operação do aterro sanitário, bem como da realidade socioeconômica do município, priorizando sua viabilidade e aceitabilidade.

Quadro 4 - Peso das categorias e critérios para classificação das áreas

PONTUAÇÃO	
POR CATEGORIA	
CATEGORIA (CA)	PESO
Ótima	100
<b>Boa</b>	50
<b>Adequada</b>	25
<b>Inaceitável</b>	0
POR CRITÉRIO	
CRITÉRIO (CR)	PESO
<b>Técnico/ambiental</b>	3
<b>Econômico-financeiros</b>	2
<b>Político-sociais</b>	1

Fonte: Autores (2024).

Desse modo, os resultados serão obtidos através do somatório do produto entre Critério (CR) e Categoria (CA) de todos os 22 indicadores, conforme Equação 2.

$$P = \sum_{I_1}^{I_{22}} (CA \times CR) \quad (2)$$

Sendo,

= pontuação da área;

= indicador;

CA = peso da categoria;

= peso do critério.

Dessa forma, obteve-se as pontuações para o método definido, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Pontuações da metodologia de classificação das áreas

Tipo de pontuação	Pontuação
Pontuação máxima	5.025
Pontuação mínima	1.500
Pontuação média	2.675
Pontuação para descarte automático, quando um dos indicadores se enquadrarem em “NÃO ACEITÁVEL”	0

Fonte: Autores (2024).

4. a 7. Levantamento das áreas possíveis, análise crítica de cada uma das áreas levantadas, verificação junto ao município e definição da área de implementação do aterro:

O levantamento de áreas possíveis pode ser realizado com o auxílio de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), através de análises multicritério, sendo indicado definir ao menos 3 áreas para aplicação da metodologia.

A análise crítica das áreas pré-estabelecidas para implantação do empreendimento deve ser realizada observando os 22 indicadores e classificando-os com base nos critérios e categorias estabelecidos anteriormente. A classificação final é definida por meio do sistema de pontuação, no qual o local com maior nota (classificado dentro das categorias “Adequada”, “Boa” e “Ótima”) é selecionado, enquanto que aquele que for categorizado como “Inaceitável”, deve ser descartado.

**Conclusão**

Foi possível constatar que o aterro sanitário pode ser uma opção ambientalmente adequada para disposição de resíduos sólidos em solo, quando fundamentado em normas de engenharia e observados os critérios de projeto e operação do empreendimento.

Contudo, definir o local mais adequado para a implantação de uma obra com alto potencial poluidor pode ser complexo, pois precisam ser consideradas todas as particularidades do município, principalmente com relação à disponibilidade de áreas



que atendam a todos os requisitos técnico-ambientais, político-sociais e econômico-financeiros.

Com relação à metodologia desenvolvida, conclui-se que ela analisou uma grande variedade de indicadores, com potencial de ser aplicada em outros municípios, porém considerando as particularidades de cada local.

Como limitações do estudo, aponta-se que a metodologia não limita a escolha de áreas em altitudes elevadas e em áreas próximas às divisas com os municípios limítrofes, o que poderiam ser impeditivos para sua instalação. O primeiro afeta diretamente no impacto visual local devido à dificuldade com o cortinamento vegetal, enquanto o segundo envolve interesses que podem ser distintos entre os municípios. Cabe destacar também que a estimativa de área preliminar necessária para disposição dos resíduos sólidos pode ser ajustada segundo outras metodologias, visto que a conversão do volume de resíduos para a área de AS depende de múltiplas variáveis. Além dessas limitações, cita-se a necessidade de uma avaliação *ad hoc* mais abrangente e multidisciplinar, considerando a demanda de diversos profissionais no momento da implementação de um empreendimento de grande porte e potencial poluidor como os aterros sanitários.

## Referências

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896 de junho de 1997: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação (1997). Rio de Janeiro, Brasil.
- [2] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe. Panorama 2022. (2022). Retirado de: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>.
- [3] Decreto 6022 de 28 de setembro de 2005. Denomina Reserva Biológica Dárvim João Geremia. (2005). Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves. Bento Gonçalves. RS.
- [4] Lei complementar nº 200 de 27 de julho de 2018. Dispõe sobre a ordenação territorial do município de Bento Gonçalves e sobre a Política de Desenvolvimento Municipal e de Expansão Urbana, e aprova o Plano Diretor Municipal e dá outras providências (2018). Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves. Bento Gonçalves. RS.
- [5] Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. (2010). Presidência da República. Brasília-DF. Brasil.
- [6] Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. (2012). Presidência da República. Brasília, DF: Brasil.
- [7] Ministério do Meio Ambiente – MMA. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. [recurso eletrônico]. (2022). Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília-DF. Brasil. Retirado de: [https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/1/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano\\_nacional\\_de\\_residuos\\_solidos-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/1/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf).
- [8] Costa, *et. al.* Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. (2016). Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3(4), p. 79-86. ISSN: 2359-1412.
- [9] Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler / RS - FEPAM. Diretriz Técnica nº 04/2017: Diretriz técnica para o licenciamento ambiental da atividade de disposição final de resíduos sólidos urbanos (2017). Porto Alegre, RS.
- [10] Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler / RS - FEPAM. Nota Técnica FEPAM de 14 de outubro de 2019. Mapa e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterros sanitários no estado do Rio Grande do Sul: Avaliação regional de áreas para destinação de resíduos sólidos urbanos (2019). Porto Alegre, RS.
- [11] Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001). Ministro da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, p. 200. Rio de Janeiro.
- [12] Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM. Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos: redução de emissões na disposição final. (2007) Ministério das Cidades: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, p. 40. Rio de Janeiro.
- [13] Jucá, J. F. T, *et. al.* Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão (2014). Universidade Federal de Pernambuco: Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE. Jaboatão dos Guararapes, PE.
- [14] Decreto nº 42.047, de 26 de dezembro de 2002. Regulamenta disposições da Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, com alterações, relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul (2002). Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- [15] Portaria FEPAM nº 35, de 4 maio de 2020. Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de aterros sanitários (2020). Diário Oficial do Estado. Porto Alegre, RS.