

MEMORIAL DESCRITIVO E DE DIMENSIONAMENTO

Objeto de Estudo

O município de Laranjal/PR atende os requisitos mínimos para a implantação de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos, pois possui produção máxima diária de resíduos inferior a 20 toneladas, a coleta média em Laranjal é de 2500kg/semana de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos), logo aproximadamente 357kg/dia, e considerado a população urbana de 1835 pessoas, temos uma coleta per capita de 200g/hab.dia.

A área para a implantação do aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos já esta sendo utilizada, e neste momento estamos projetando as novas valas para dar continuidade aos trabalhos, uma vez que a vala que esta sendo utilizada encontra-se com a sua capacidade praticamente esgotada.

Determinação da vida útil do aterro

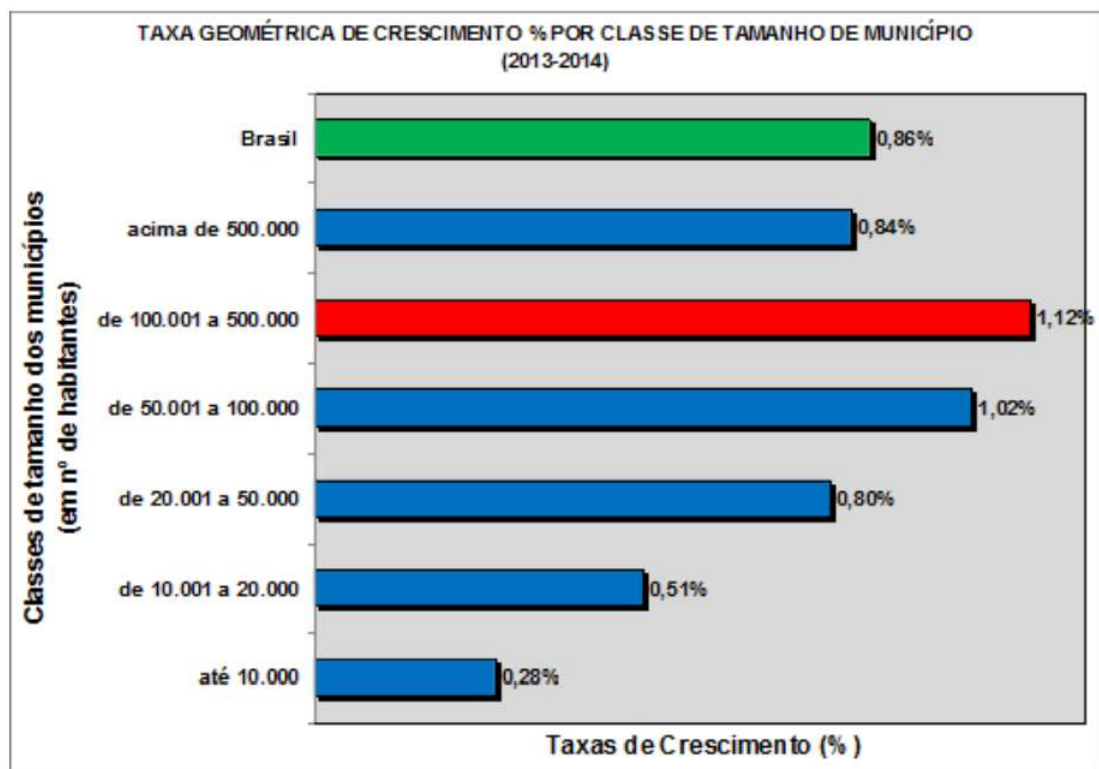
A NBR 15849/2010 de aterro sanitário de pequeno porte determina uma vida útil de no mínimo 15 anos, esse tempo mínimo será adotado para o dimensionamento do município de Laranjal/PR

Dimensionamento da vala e o crescimento populacional

O dimensionamento das valas ocorreu após o levantamento da população atual e assim como a estimativa de crescimento ao longo dos anos.

Conforme apresenta o IBGE 2021, o município de Laranjal/PR possui uma população de 5.719 habitantes, para a projeção da população foi utilizado um crescimento 0,28%, de acordo com o gráfico da taxa geométrica da figura abaixo, para municípios com até 10.000 habitantes.

Figura 01 – Crescimento dos municípios por classe



Fonte: IBGE (2014).

A partir da taxa de crescimento acima citada, fez-se a projeção da população do município para o ano de 2036, conforme o quadro abaixo:

Quadro 01 - Previsão de crescimento populacional

ANO	TAXA CRESCIMENTO (%)	QTIDADE HABITANTES ACRESCER	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO URBANA APROX. 32%
2021	0,28		5719	1830
2022	0,28	15	5734	1835
2023	0,28	15	5749	1840
2024	0,28	15	5764	1844
2025	0,28	15	5779	1849
2026	0,28	15	5794	1854
2027	0,28	15	5809	1859
2028	0,28	15	5824	1864
2029	0,28	15	5839	1868
2030	0,28	15	5854	1873
2031	0,28	15	5869	1878
2032	0,28	15	5884	1883
2033	0,28	15	5899	1888
2034	0,28	15	5914	1892
2035	0,28	15	5929	1897
2036	0,28	15	5944	1902

Levantamentos de volume diário e anual de ocupação para todos os anos do projeto

A abrangência do serviço foi considerada de 100%, em virtude de a área urbanizada do município ser de pequeno porte, o que facilitará a chegada do serviço de coleta em todos os pontos. O fator de material de cobertura foi de 25%, o que resultou em torno de 10 a 20 cm de cobertura intermediária. A densidade (d) dos resíduos sólidos compactados é empregada para o cálculo do volume da trincheira a ser escavada, utilizamos a densidade entre 400 e 500 kg/m³.

LEVANTAMENTO PARA 1º ANO (2022)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1835	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,92	m3/dia
Volume anual de ocupação =	335	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 2º ANO (2023)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1840	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,92	m3/dia
Volume anual de ocupação =	336	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 3º ANO (2024)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1844	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,92	m3/dia
Volume anual de ocupação =	337	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 4º ANO (2025)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1849	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,92	m3/dia
Volume anual de ocupação =	337	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 5º ANO (2026)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1854	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,93	m3/dia
Volume anual de ocupação =	338	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 6º ANO (2027)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1859	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,93	m3/dia
Volume anual de ocupação =	339	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 7º ANO (2028)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1864	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,93	m3/dia
Volume anual de ocupação =	340	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 8º ANO (2029)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1868	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,93	m3/dia
Volume anual de ocupação =	341	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 9º ANO (2030)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1873	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,94	m3/dia
Volume anual de ocupação =	342	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 10º ANO (2031)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1878	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,94	m3/dia
Volume anual de ocupação =	343	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 11º ANO (2032)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1883	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,94	m3/dia
Volume anual de ocupação =	344	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 12º ANO (2033)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1888	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,94	m3/dia
Volume anual de ocupação =	345	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 13º ANO (2034)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1892	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,95	m3/dia
Volume anual de ocupação =	345	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 14º ANO (2035)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1897	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,95	m3/dia
Volume anual de ocupação =	346	m3/ano

LEVANTAMENTO PARA 15º ANO (2036)		
Produção de resíduos diário e anual		
Dados:		
População Urbana =	1902	habitantes
Geração per capita de RSU =	0,2	kg/hab.dia
Densidade do RSU =	500	kg/m3
Abrangência da Coleta =	100%	
Fator de Material de Cobertura =	25%	
Volume diário de ocupação =	0,95	m3/dia
Volume anual de ocupação =	347	m3/ano

Somatória anual de resíduos para 15 anos = 5.115,00 m³

Volume médio diário de ocupação

Volume Médio Diário (Vmd) Tempo: 15 anos

1 ano = 365 dias

$$Vmd = 5115 / (15 * 365)$$

$$Vmd = 0,93 \text{ m}^3$$

Volume médio mensal de resíduos

Volume Médio Mensal (Vmm) 1 mês: 30 dias

$$Vmm: 0,93 * 30 \text{ dias}$$

$$Vmm: 27,90 \text{ m}^3$$

Fez-se o levantamento do volume de resíduos no qual a trincheira irá suportar e o volume da vala que será escavado.

Volume da trincheira (Vt)

O cálculo do volume da trincheira foi feito considerando que a primeira trincheira será completamente preenchida em 24 meses.

Considerando:

Volume médio mensal: 27,90 m³

Tempo: 24 meses

$$Vt = 27,90 \text{ m}^3 * 24 \text{ meses}$$

$$Vt = 669,60 \text{ m}^3$$

Base maior = 6,00m

Base menor = 4,60m

Profundidade = 4,20m

Comprimento = 35,00m

$$\text{Volume necessário da trincheira} = 669,60 \text{ m}^3$$

Comprimento médio da trincheira (L)

$$L = 669,60 / ((6,0 + 4,60) / 2) * 4,20 = 30,10\text{m} \sim 30,00\text{m}$$

Com base no cálculo feito pelo comprimento médio obtivemos 30m, devido a inclinação das paredes da vala vamos adotar a base maior (boca da vala) com 35,0m e a base menor (fundo da vala) de 32,0m.

Volume de ocupação dos resíduos por vala (Vo)

Considerando:

Área superior da vala

Comprimento = 35,0m

Largura = 6,00 m

$$\text{Área} = 35,0 * 6,00 = 210,0\text{m}^2$$

Área inferior da vala

Comprimento = 32,0m

Largura = 4,60m

$$\text{Área} = 32,0 * 4,60 = 147,20\text{m}^2$$

Profundidade da vala

Profundidade = 4,20m

Logo, Volume de ocupação dos resíduos por vala (Vo):

$$V_o = 4,20/3 * (210 + (\sqrt{210 * 147,20}) + 147,20)$$

$$V_o = 1,40 * (210 + 175,82 + 147,20)$$

$$V_o = 1,40 * 533,02$$

$$V_o = 745,23\text{m}^3$$

Base maior = 6,00 m

Base menor = 4,60 m

Profundidade = 4,20 m

Comprimento maior = 35,0m

Comprimento menor = 32,0m

$$\text{Volume} = 745,23\text{m}^3$$

Volume de escavação das Trincheiras (Ve)

Para atender um bom sistema de impermeabilização, deverá ser executado uma camada de argila compactada de no mínimo 60 cm no fundo antes da aplicação da manta de PEAD para garantir a eficiência da impermeabilização e outra após a execução do dreno. Para a escavação da vala foi adotado as seguintes dimensões:

Geometria da vala:

Base maior = 6,00m

Base menor = 4,60m

Profundidade = 4,20 + 1,20 = 5,40m

Comprimento maior = 35,0m

Comprimento menor = 32,0m

Volume de escavação das valas (Ve):

$$Ve = 5,40/3 * (210 + (\sqrt{210 * 147,20}) + 147,20)$$

$$Ve = 1,80 * 533,02$$

$$Ve = 959,44m$$

Conforme ABNT(2010) o espaçamento entre as bordas das células é de 3,20m, ou seja superior ao mínimo exigido que deve ser de 1,00m.

Dimensionamento da Impermeabilização da Base e Laterais das Valas

Para garantir a segurança e a proteção contra infiltrações, serão utilizadas mantas plásticas de alta densidade para a impermeabilização da base e laterais das valas. As geomembranas irão cobrir a camada de solo compactado, com espessura mínima de 60 cm e k (condutividade hidráulica) menor que 10^{-7} cm/s. Garantindo que não haja vazamento dos líquidos residuais para o lençol freático

Os lados das valas deverão ser limpos, retirando elementos que possam perfurar a manta de impermeabilização no ato ou depois da aplicação.

Dimensionamento da quantidade de argila para a vala

Volume de solo necessário para a célula (argila limpa compactada):

$$V_o = 959,44 - 745,23 = 214,21\text{m}^3$$

Dimensionamento da manta

O sistema de revestimento e impermeabilização de fundo e lateral da vala tem como principal objetivo impedir a fuga de efluentes líquidos (lixiviados), e gasosos (biogás) durante o período de vida ativa (incluindo o período de fecho) do aterro de resíduos.

Deverá ser aplicada uma manta de geomembrana PEAD com espessura de 1,00 mm, no fundo e nas laterais para melhorar o sistema de impermeabilização visando atender a norma e todos os parâmetros ambientais. Deverá ser executada uma ancoragem de 1,40m para cada lado da vala.

$$\text{Diagonal} = \sqrt{4,20^2 + 0,70^2} = 4,25\text{m}$$

$$\text{Área lateral maior} = 4,25 * ((35,00 + 32,00)/2) = 142,38\text{m}^2$$

$$\text{Área lateral menor} = 4,25 * ((6,00 + 4,60)/2) = 22,53\text{m}^2$$

$$\text{Área do fundo da vala} = 32,00 * 4,60 = 147,20\text{m}^2$$

$$\text{Ancoragem} = (35,0 + 35,0 + 6,0 + 6,0) * 1,40 = 114,80\text{m}^2$$

$$\text{Área da manta para toda a célula} = (2 * 142,38) + (2 * 22,53) + 147,20 + 114,80 = 591,82\text{m}^2$$

Dimensionamento do Sistema de Drenagem e Tratamento de Lixiviados

O sistema de drenagem é feito por canaletas compostas de pedra pulmão ou brita e tubo poroso com diâmetro igual a 30cm, tal sistema serve para coletar e remover o lixiviado para tratamento. O mesmo trata-se de uma substância formada pela infiltração da água da chuva que percola nos resíduos sólidos.

Cálculo da Vazão

Dados:

$$K = 0,35 \text{ (valor em razão da densidade do RSU compactado igual a } 0,5 \text{ t/m}^3\text{)}$$

Área do aterro (A):

Área de uma vala = $6,00 * 35,00 = 210,00 \text{ m}^2$

Precipitação média anual (P) = 1735 mm (Segundo o site do Instituto das Águas do Paraná)

Tempo (t) = 31.536.000 segundos no ano

Logo,

Vazão = $(1/31.536.000) * 1735 * 210 * 0,35 = 0,004 \text{ l/s}$

Sistema de Tratamento de Lixiviados

É importante realizar o tratamento dos líquidos drenados do RSU, por se tratar de uma substância altamente poluente os recursos hídricos. São vários os tipos de tratamentos que podem ser realizados no próprio aterro sanitário ou em uma estação de tratamento de esgoto. O tratamento geralmente utilizado são os biológicos, no qual os principais parâmetros de monitoramento é o de (Demanda Bioquímica de oxigênio) DBO. Entre outros tratamentos temos os de precipitações químicas, oxidação química, floculação, evaporação, filtros biológicos, lagoas de estabilização.

Para o aterro do município de Laranjal/PR utilizaremos o sistema de evaporação, que consiste em executar a recirculação do chorume sobre a própria vala até que todo o líquido se evapore, para que isso seja possível deverá ser executado uma coluna de acumulação de chorume em tubo de concreto com diâmetro de 1,20m e altura de 5,80m, conforme projeto. A recirculação será executada por moto bomba.

Dimensionamento do Sistema de Drenagem e Tratamento de Gases

Deverão ser executados colunas com tubos de PEAD (Polietileno de alta densidade) perfurado em todo o seu prolongamento, com o diâmetro de 400 mm. A altura dos tubos deve ser de 5,80m para atender do fundo da célula até cobertura final dos resíduos sobrando 1,0m após a última camada. Nas células com comprimento de 65,0m deverá ser instalado ao menos 2 linhas de tubo para exaustão dos gases distadas aproximadamente 20,0 metros uma da outra maior.

Sistema de drenagem das Águas Pluviais

A água proveniente da chuva não pode ter contato com o aterro sanitário, ao entrar em contato com o material orgânico em decomposição será necessário realizar o tratamento antes de ser lançado no meio ambiente. As águas precipitadas deverão ser captadas e conduzidas por canaletas de meio tubo de concreto com diâmetro igual a 40cm, construídas nas laterais do aterro sanitário e deverão ser lançadas em lagoa de retenção ou nos recursos hídricos mais próximos.

Cobertura final

Deverá ser aplicada uma camada de solo com espessura de 60 cm para a cobertura final dos resíduos, para evitar a produção de vetores, reduzir o lixiviado, reduzir os odores e gases. As camadas deverão ser dispostas de acordo com a necessidade, a camada diária é feita ao final do trabalho diário, a cobertura intermediária é feita em locais onde a superfície ficará inativa por um determinado tempo, aguardando até a conclusão do patamar para iniciar a seguinte.

A cobertura final é de suma importância pois além de proteger a célula contra possíveis fatores externos, também ajudará na recuperação ambiental.

Laranjal, 23 de março de 2022.

Jozélia de Lima Ribas

Eng. Civil CREA 70.773/D-PR