

**AMPLIAÇÃO DA VALA DE RESÍDUOS
PAVIMENTAÇÃO DA ÁREA DE DESCARGA**

**Aterro Sanitário
Consórcio Intermunicipal do Contestado (COINCO)**

Junho / 2021

Sumário

1.	Informações Gerais	3
2.	Serviços Preliminares	3
3.	Terraplenagem	3
4.	Sistema de drenagem dos percolados	5
5.	Sistema de drenagem de gás	9
6.	Pavimentação Asfáltica	13
7.	Mureta e Piso de madeira	17
8.	Anexos.....	19

1. Informações Gerais

O COINCO é responsável pelo aterro sanitário que recebe resíduos dos seguintes municípios: Brunópolis, Curitibaanos, Frei Rogério, Lebon Régis, Monte Carlo, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Ponte Alta do Norte e Ponte Alta.

As coordenadas geográficas do aterro são:

Latitude: -27.336344°

Longitude: -50.551174°

A população destes municípios segundo o sendo de 2010 é de 93.188 habitantes.

Segundo as informações do COINCO, são aproximadamente 13.500 toneladas de lixo por ano, atualmente recebidas no aterro. Como a população estimada pelo IBGE para 2020 é de 96.838 habitantes isso nos gera uma taxa de 0,37 kg/hab.dia. Outro dado também obtido com o COINCO é de que a massa específica estimada para o lixo compactado é de 0,70t/m³.

Esta ampliação da vala existente será executada devido à falta de capacidade de armazenamento das valas existentes.

2. Serviços Preliminares

A empresa responsável pela execução desta ampliação deverá contar com equipe técnica responsável (engenharia, topografia, etc) e deverá emitir ART de todos os serviços realizados. Também deverá contar com canteiro de obras com infra estrutura para a realização de todos os serviços.

3. Terraplenagem

Na área de implantação da vala, será necessária a remoção de toda a vegetação superficial e escavação do solo até o nível indicado em projeto. Neste item estão inclusos os serviços de: escavação, aterro, carga e descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação, do material de empréstimo, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação do leito, transporte dos materiais (bota fora, considerar material a ser transportado de 1ª e 2ª categoria).

Deverão ser tomados os seguintes cuidados durante a execução dos trabalhos:

- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior, tais como argilas mole e solos colapsíveis que podem comprometer as etapas subsequentes dos trabalhos;
- Os materiais para aterro provirão de empréstimos, ou cortes existentes no corpo do leito, devendo estar isentos de matéria orgânicas.
- As espessuras das camadas compactadas não deverão ultrapassar 0,30m, e para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 0,20m. O material espalhado será homogeneizado com uso combinado de grade de disco e motoniveladora.

Basicamente serão realizados cortes na área do projeto afim de criar um volume de depósito para os resíduos mostrado nas plantas em anexo (seção transversais). Segue na tabela abaixo o cálculo deste volume:

Estaca	Área da Seção (m ²)	Volume (m ³)
0+020	6,69	264,25
0+030	46,16	466,15
0+040	47,07	749,80
0+050	102,89	1.220,15
0+060	141,14	1.977,95
0+070	254,45	2.839,45
0+080	313,44	3.570,25
0+090	400,61	4.761,10
0+100	551,61	6.953,50
0+110	839,09	8.426,55
0+120	846,22	8.109,60
0+130	775,70	7.407,75
0+140	705,85	6.747,95
0+150	643,74	6.130,55
0+160	582,37	5.406,30
0+170	498,89	4.609,75
0+180	423,06	3.848,25
0+190	346,59	3.244,45
0+200	302,30	2.972,15
0+210	292,13	2.820,15
0+220	271,90	2.696,70
0+230	267,44	2.629,45
0+240	258,45	2.483,15
0+250	238,18	1.583,70
0+260	78,56	702,75
0+270	61,99	505,35
0+280	39,08	195,40
Total		93.322,55

O serviço de transporte do material excedente para bota fora, indicado pelo COINCO, está incluso no serviço. Bem como o empréstimo de material argiloso com as características descritas a seguir.

Impermeabilização do Solo

➤ Geomembrana

A geomembrana é um produto bidimensional de baixíssima permeabilidade, composto predominante por materiais termoplásticos, elastoméricos e asfálticos, utilizados para controle de fluxo e separação.

O fundo da vala e as laterais serão impermeabilizados com manta de revestimento – geomembrana 1,5mm PEAD. A colocação da mesma deve seguir a boa técnica de modo que não fiquem dobras e as emendas devem ser executadas, sobrepondo as pontas e soldando-as umas nas outras, na ponta da futura ampliação deve-se deixar uma sobra de manta com 3 metros de comprimento.

- As mantas são posicionadas de acordo com a sequência prevista no projeto. A abertura das bobinas deve ser iniciada a partir da crista dos taludes e deve-se procurar evitar ao máximo a formação de rugas ou ondas. São feitas ancoragens temporárias com sacos de areia para evitar que as mantas se levantem por conta do vento. Se for inevitável o trânsito de veículos sobre a geomembrana já instalada, deve ser executada com proteção – com um geotêxtil espesso, por exemplo. Para a soldagem, os transpasses devem estar limpos e sem umidade.

- Recomenda-se inspecionar visualmente a parte externa do material recebido na obra: a manta não pode apresentar perfurações, bolhas, cortes ou rachaduras. A fiscalização da obra deve verificar todas as etapas da instalação, desde as condições da superfície de apoio até a ancoragem definitiva, assim como os equipamentos de solda e de ensaios para controle de qualidade. A norma da ABNT que se refere às geomembranas é a NBR 15352, “Mantas Termoplásticas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e de Polietileno Linear (PEBDL) para Impermeabilização”.

➤ **Camada de solo argiloso**

Sobre a manta deverá ser executada a impermeabilização da base do aterro. Afim de evitar a infiltração no solo dos líquidos gerados pela massa de resíduos.

A impermeabilização do sub leito existente será feita com solo argiloso de baixa permeabilidade ($K > 10^{-7} \text{ cm/s}$). Serão compactadas camadas de argila com espessura de 20cm até atingir a altura final de 80cm. Como essa camada de argila não pode garantir a estanqueidade do sistema deverá ser utilizada a geomembrana descrita no item anterior.

➤ **Reaterro com Resíduos**

Na operação do aterro deverão se tomar as seguintes precauções:

- Após depositado o resíduo sobre a camada de argila deverá ser espalhado em camadas de aproximadamente 40cm e compactado com trator de esteira que deverá passar 3 a 5 vezes sobre esta camada de resíduos. Ao compactar o lixo pela primeira vez deverá se tomar cuidado para não danificar a camada de argila e a geomembrana.
- Após o fechamento da célula, será lançada uma camada de argila compactada, para a eliminação de vetores como ratos, baratas e urubus bem como reduzir os odores.
- À medida que o aterro vai crescendo pela disposição de resíduos, os drenos horizontais e verticais para o chorume e o gás gerado, precisam avançar. Devem seguir a localização e os projetos tipo indicados nas plantas.
- A inclinação dos taludes dos resíduos deverá ser de 1:3 (V:H)

4. Sistema de drenagem dos percolados

O sistema de drenagem tem por finalidade coletar o chorume gerado da decomposição dos resíduos, e a água pluvial que infiltra na massa do aterro.

O sistema será executado através de drenos de pedra pulmão revestido com manta geotêxtil (bidim), com resistência a tração de 12KN/m, respeitando a norma ASTM D 4595. Sendo este geotêxtil permeável composto de fibras cortadas, filamentos contínuos, monofilamentos, laminetes ou fios, formando umas estruturas tecidas, não tecidas ou tricotadas, cujas propriedades mecânicas e hidráulicas permitam a percolação dos líquidos lixiviados.

➤ Vazão de Percolados

O volume de líquido a ser drenado é uma função das precipitações na área do aterro, da declividade e da capacidade do aterro de reter água. Existem diversos métodos de estimativa de vazão. Utilizamos o método Suíço, que estima a vazão de lixiviado de acordo com a seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{t} \cdot P \cdot A \cdot K$$

Q = vazão média do lixiviado (L/s);

P = precipitação média anual (mm);

A = área do aterro (m²);

t = número de segundos em um ano (s);

K = coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos, com valores recomendados a partir da observação experimental. Na tabela a seguir, encontram-se alguns dos valores de K.

Peso específico dos resíduos no aterro	K (não tem dimensão = adimensional)
0,4 a 0,7 t/m ³ (pouco compactados)	0,25 a 0,5
> 0,7 t/m ³ (bem compactados)	0,15 a 0,25

Fonte: Adaptado de ROCCA et al, 1993.

Para obter a vazão média anual consultamos os dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, após tratamento dos dados, chegamos à média anual mostrada abaixo:

Ano	Precipitações anuais (mm)
2010	1.514,80
2011	1.847,40
2012	911,20
2013	1.728,00
2014	2.092,20
2015	2.228,80
2016	1.867,20
2017	1.138,20
2018	1.279,40
2019	1.605,80
2020	1.349,20
Média	1.596,56

Aplicando a fórmula para uma área de 12.152,71m² que é a área do aterro obtemos a vazão de : **Q = 0,310 L/s.**

Para dimensionamento da seção do dreno utilizamos a seguinte fórmula:

$$Q = K.i.A$$

Q = a vazão de projeto para a seção do dreno de lixiviado considerada (m³/s);

K = coeficiente de permeabilidade do meio drenante (brita) (m/s);

i = gradiente hidráulico, que pode ser aproximado pela declividade do dreno no trecho considerado (m/m);

A = área de contribuição do aterro para o dreno considerado (m²).

Material ou meio drenante	Permeabilidade K (m/s)
Brita nº 5 (75 – 150 mm)	1,0
Brita nº 4 (50 – 75 mm)	0,8
Brita nº 3 (38 – 50 mm)	0,45
Brita nº 2 (25 – 38 mm)	0,25
Brita nº 1 (19 – 25 mm)	0,15
Brita 0 e pedrisco (9,5 – 19 mm)	0,5
Areia grossa (4,8 – 6,3 mm)	0,01 a 10-3

Fonte: RHODIA, 1991.

Aplicando a fórmula obtivemos uma área da seção de **0,031m² ou 310cm².**

Com a seção transversal do dreno calcula-se suas dimensões. Em drenos escavados em argila recomenda-se a largura mínima de 40cm. E para permitir condições de escoamento a declividade deverá estar entre 1 e 2%.

Afim de seguir o padrão adotado pelo COINCO em projetos anteriores optamos por uma seção de dreno de **50x40cm**, o que resulta em uma seção de 0,25m² que atende ao requerido pelo cálculo, com uma declividade de 1% para melhor aproveitamento de volume de lixo a ser depositado.

O espaçamento entre os drenos, pode ser calculado para uma altura da lâmina líquida de lixiviados sobre a base do aterro não ultrapasse a altura máxima de 30cm estabelecidos pela NBR 13896, utilizando a seguinte equação:

$$L = 2h_{\max} / \{ c^{1/2} [(\tan^2 \theta / c) + 1 - (\tan \theta / c) (\tan^2 \theta + c)^{1/2}] \}$$

L = espaçamento entre drenos de lixiviados;

h_{max} = altura máxima da lâmina de lixiviado entre drenos adjacentes;

θ = ângulo de declividade entre drenos;

c = q/k (adimensional);

q = intensidade de infiltração/percolação (ou vazão específica);

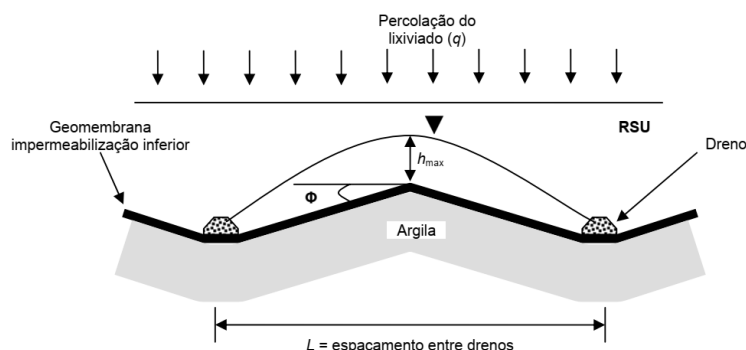
k = condutividade hidráulica (permeabilidade) dos RSU compactados. O valor varia entre 10⁻³ a 10⁻⁴ cm/s para aterros no Brasil.

Sendo assim, de posse da planilha de volume e com as alturas do volume de lixo, calculamos o $L_{\text{máx}}$ (largura máxima entre drenos), resultando na tabela abaixo:

Estaca	Área da Seção	Volume (m³)	Altura (m)	$L_{\text{máx}}$ (m)
0+020	4,42	470,65	1,11	21,68
0+030	89,71	1.242,85	7,17	19,19
0+040	158,86	2.048,30	8,82	19,59
0+050	250,80	3.029,30	10,58	20,15
0+060	355,06	4.207,45	12,32	20,77
0+070	486,43	5.345,40	14,08	21,20
0+080	582,65	6.452,60	15,84	21,50
0+090	707,87	7.801,45	18,10	21,76
0+100	852,42	9.760,60	19,30	22,52
0+110	1.099,70	10.997,65	19,42	23,10
0+120	1.099,83	10.344,95	19,55	22,75
0+130	969,16	9.085,70	19,66	22,08
0+140	847,98	7.946,45	18,51	21,74
0+150	741,31	6.896,15	16,92	21,51
0+160	637,92	5.775,60	15	21,26
0+170	517,20	4.668,65	12,31	21,20
0+180	416,53	3.793,50	10,58	20,97
0+190	342,17	3.250,95	9,29	20,87
0+200	308,02	3.139,45	8,69	21,00
0+210	319,87	3.230,85	9,27	20,85
0+220	326,30	3.306,75	9,87	20,70
0+230	335,05	3.300,40	10,5	20,47
0+240	325,03	2.969,75	10,28	20,18
0+250	268,92	1.344,60	8,27	19,18
	Total	120.410,00	Média	21,09

Como podemos observar temos valores muito próximos, sendo assim temos o valor máximo para o espaçamento entre drenos de aproximadamente **21 metros**.

O fundo da vala do aterro deverá ser conformado com o caimento de maneira que sejam feitas divisas de águas para que o líquido percolado chegue aos drenos. O caimento mínimo para essa declividade deve ser de 1%, conforme modelo abaixo:



(b)

Figura 3.15 – Ilustração da lâmina de lixiviados que ocorre entre drenos: (a) declividade uniforme entre os drenos; (b) crista ("divisor de águas") entre os drenos (Adaptado de Daniel, 1993)

➤ **Lagoa de Contenção**

Atualmente o aterro sanitário do COINCO já possui um sistema de lagoas para tratamento do chorume proveniente do resíduo. Como o ponto mais baixo desta nova vala está abaixo da captação das lagoas se faz necessário um sistema de bombeamento que deverá ser dimensionado de acordo com a capacidade de tratamento das lagoas.

Sendo apenas solicitado que fosse realizado o cálculo de uma lagoa de contenção para que desta o chorume fosse bombeado, segue o cálculo abaixo:

$$Q = 0,310 \text{ L/s} = 26,78 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\text{Volume da lagoa} = 8 \times 8 \times 2 = 128 \text{ m}^3$$

$$\text{Tempo de detenção} = 128 / 26,78 = \mathbf{5 \text{ dias aproximadamente}}$$

A lagoa deverá ser possuir um sistema de impermeabilização composto de uma camada de manta PEAD de 1,50mm, assentada sobre um colchão de areia de 10cm afim de evitar perfurações na manta.

5. Sistema de drenagem de gás

Este sistema tem a finalidade de facilitar a saída dos gases do interior do aterro. A geração de gás no aterro sanitário será estimada com base na composição química dos resíduos aterrados.

Um dos produtos da decomposição dos resíduos é o gás, constituído por cerca de 60% metano (CH₄), que quando em concentração superior a 5% na atmosfera pode ocasionar explosões. Sendo assim necessário o dimensionar elementos que proporcionem a saída do gás do maciço de resíduos.

Para este projeto a drenagem do gás será realizada por tubos de concreto perfurados preenchidos com pedra pulmão (mesma granulometria utilizada para o sistema de remoção dos percolados). Eles serão dispostos de modo que cada dreno irá abranger um raio de 15 a metros de área de influência. Para proteção dos tubos será executada uma camisa de brita envolta tela galvanizada malha 8, os drenos deverão ser executados juntamente com o avanço do maciço de resíduos.

➤ **Vazão de gás**

Para a determinação do volume de geração, foi utilizado o trabalho apresentado do Prof^o Doutor – UNESP – Jorge Hamada, “Estimativas de Geração e caracterização do Chorume em Aterros Sanitários”.

No entanto como podemos observar na tab1, a somatória dos gases gerados através de 16 anos para cada kg de lixo o total gerado de gás é de 0,2727m³/kg. Entretanto a Cartilha da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) estima a geração de 370 a 400 Nm³ de biogás, por tonelada de matéria seca digerida. Afim de corrigir a geração de gases a favor da segurança foi aumentado em aproximadamente 46% os valores. Valores estes mostrados na tabela abaixo:

Ano	Gases gerados no ano	Gases para 0,4m³/kg
Un.	m³/kg	m³/kg
1	0,0000	0,0000
2	0,0494	0,0725
3	0,0868	0,1273
4	0,0631	0,0926
5	0,0393	0,0576
6	0,0156	0,0229
7	0,0035	0,0051
8	0,0031	0,0045
9	0,0028	0,0041
10	0,0024	0,0035
11	0,0020	0,0029
12	0,0017	0,0025
13	0,0013	0,0019
14	0,0009	0,0013
15	0,0006	0,0009
16	0,0002	0,0003
Total	0,2727	0,4000

Com a projeção pra 16 anos de volume de gás, ajustando de acordo com a recomendação da Cartilha da SNSA partimos para dimensionamento do diâmetro. Sendo assim selecionamos os dois maiores valores de emissão anual e consideramos a emissão em apenas um ano, a favor da segurança. Também adotamos o seguinte critério devido à ausência de histórico das emissões registradas pelo COINCO. Para dimensionamento dos tubos utilizamos as seguintes equações:

Para área da seção transversal necessária para dar vazão ao volume de gás estimado:

$$S = \frac{Q}{C_v}$$

Onde: S – Área necessária

Q – Vazão de gás

Cv – Velocidade do gás, obtida na tabela abaixo:

Brita nº	Diâmetro nominal (cm)	Diâmetro equivalente (cm)	R _h (cm)			C _v (cm/s)		
			p (porosidade)			p (porosidade)		
			0,4	0,45	0,5	0,4	0,45	0,5
2	2,0	1,52	0,17	0,21	0,25	8,63	10,75	13,21
3	2,5	1,91	0,21	0,26	0,32	9,65	12,02	14,77
4	5,0	3,80	0,42	0,52	0,63	13,62	16,98	20,86
5	7,5	5,46	0,61	0,74	0,91	16,33	20,35	25,00

Valores de C_v para rochas britadas (Fonte: Rocca et al., 1993)

Para diâmetro do tubo: $S_T = \frac{\pi \phi^2}{4}$

Utilizamos um tubo Ø50cm, obtendo uma área de 1963,50 cm².

Sendo assim verificamos qual a quantidade de tubos para dar vazão de gás estimado, o resultado é mostrado na tabela abaixo:

Intervalo		0+020 a 0+050	0+060 a 0+080	0+090 a 0+110	0+120 a 0+140	0+150 a 0+180	0+190 a 0+220	0+230 a 0+250	
Volume de Lixo		6.791,10	16.005,45	28.559,70	27.377,10	21.133,90	12.928,00	7.614,75	m³
Peso de Lixo		4.753.770,00	11.203.815,00	19.991.790,00	19.163.970,00	14.793.730,00	9.049.600,00	5.330.325,00	kg
Anos	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Volume de gás (m³)
	2	344.460,93	811.834,93	1.448.616,69	1.388.632,37	1.071.962,25	655.739,26	386.238,44	
	3	605.247,14	1.426.462,99	2.545.342,68	2.439.945,14	1.883.528,81	1.152.189,63	678.653,77	
	4	439.989,57	1.036.979,43	1.850.358,56	1.773.738,92	1.369.247,32	837.594,07	493.353,15	
	5	274.034,71	645.852,48	1.152.442,02	1.104.721,70	852.795,88	521.671,11	307.270,66	
	6	108.777,14	256.368,92	457.457,90	438.515,49	338.514,39	207.075,56	121.970,03	
	7	24.405,13	57.518,67	102.634,79	98.384,88	75.948,74	46.459,26	27.365,07	
	8	21.615,97	50.945,11	90.905,10	87.140,90	67.268,89	41.149,63	24.237,63	
	9	19.524,10	46.014,94	82.107,83	78.707,91	60.758,99	37.167,41	21.892,06	
	10	16.734,94	39.441,37	70.378,14	67.463,92	52.079,14	31.857,78	18.764,62	
	11	13.945,79	32.867,81	58.648,45	56.219,93	43.399,28	26.548,15	15.637,18	
	12	11.853,92	27.937,64	49.851,18	47.786,94	36.889,39	22.565,93	13.291,61	
	13	9.064,76	21.364,08	38.121,49	36.542,96	28.209,53	17.256,30	10.164,17	
	14	6.275,60	14.790,51	26.391,80	25.298,97	19.529,68	11.946,67	7.036,73	
	15	4.183,74	9.860,34	17.594,53	16.865,98	13.019,78	7.964,44	4.691,16	
	16	1.394,58	3.286,78	5.864,84	5.621,99	4.339,93	2.654,81	1.563,72	
	Ano 3 e 4	1.045.236,70	2.463.442,42	4.395.701,24	4.213.684,05	3.252.776,13	1.989.783,70	1.172.006,92	

Intervalo	0+020 a 0+050	0+060 a 0+080	0+090 a 0+110	0+120 a 0+140	0+150 a 0+180	0+190 a 0+220	0+230 a 0+250	
Vazão de gás	16.572,119	78.115,247	139.386,772	133.615,045	103.144,854	63.095,627	37.164,096	cm³/s
Área requerida	662,9	3.124,6	5.575,5	5.344,6	4.125,8	2.523,8	1.486,6	cm²
Diâmetro do tubo	50	cm	Área dreno	1.963,50	cm²			
Quantidade de tubos	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	un.
Total de tubos	15							

Conforme recomendação de trabalhos publicados recomenda-se a instalação de um dreno para cada 7.500m³ de resíduos, sendo assim de posse dos volumes de lixo, verificamos a quantidade de drenos mínimos conforme tabela abaixo:

Volume de Lixo por Seções				
Estaca	Volume (m³)	Volume acumulado	Peso de resíduos (kg)	Quantidade Mínima
0+020	470,65	6.791,10	4.753.770,00	1
0+030	1.242,85			
0+040	2.048,30			
0+050	3.029,30			
0+060	4.207,45	16.005,45	11.203.815,00	2
0+070	5.345,40			
0+080	6.452,60			
0+090	7.801,45	28.559,70	19.991.790,00	4
0+100	9.760,60			
0+110	10.997,65			
0+120	10.344,95	27.377,10	19.163.970,00	4
0+130	9.085,70			
0+140	7.946,45			
0+150	6.896,15	21.133,90	14.793.730,00	3
0+160	5.775,60			
0+170	4.668,65			
0+180	3.793,50			
0+190	3.250,95	12.928,00	9.049.600,00	2
0+200	3.139,45			
0+210	3.230,85			
0+220	3.306,75			
0+230	3.300,40	7.614,75	5.330.325,00	1
0+240	2.969,75			
0+250	1.344,60			
Total	120.410,00	120.410,00	84.287.000,00	16

Com o cálculo realizado obtivemos o total de 15 drenos. No entanto a tabela acima nos solicita um número mínimo de **16 drenos**, valor este adotado. Seguindo recomendações a distribuição dos drenos verticais de gases é feita considerando-se um raio de influência variando de 15 a 30 metros. Utilizamos 15 metros dos drenos centrais e 20 metros dos drenos das pontas, por terem uma altura menor de resíduo.

6. Pavimentação Asfáltica

Afim melhorar a entrada dos resíduos para a seleção do mesmo, será executado a pavimentação asfáltica, passeio em concreto e muro de proteção para acesso dos visitantes. As especificações dos serviços seguem abaixo:

➤ Dimensionamento do Pavimento

O pavimento é uma estrutura com uma ou mais camadas, com características para receber as cargas aplicadas na superfície e distribuí-las, de maneira que as tensões resultantes fiquem abaixo das tensões admissíveis dos materiais que constituem a estrutura.

O número equivalente de operações do eixo padrão durante a vida do projeto foi adotado para o referido pavimento o fluxo médio de veículos, com valor definido em $N = 1,0 \times 10^5$; determinado em função de estudos de tráfego realizados para situações equivalentes à descrita.

Empregaram-se os coeficientes de equivalência estrutural igual a 2,0 para o pavimento asfáltico e 1,0 para base e sub-base (granulares). Ver tabela abaixo:

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / Binder	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	$\leq 1,00$
Reforço do Subleito	$\leq 1,00$
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

A estrutura do pavimento flexível a que se refere este projeto decorre das seguintes

Equações:

Conforme norma rodoviária de 1980 nº 71 Senso 1980, espessura mínima do pavimento é de 27cm.

$$R K_r + B K_b > H_{20} \quad (1)$$

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s > H_m \quad (2)$$

Onde:

R = espessura real da camada de rolamento

B = espessura real da camada de base

h₂₀ = espessura real da camada de sub-base

K_r = coeficiente estrutural da camada de rolamento

K_b = coeficiente estrutural da camada de base

K_s = coeficiente estrutural da camada de sub-base

H₂₀ = espessura estrutural do pavimento necessária acima da sub-base

H_m = espessura estrutural do pavimento necessária acima do subleito

Os H's (espessura da soma das camadas, situadas sobre camada de material com CBR específico) são obtidos através desta formulação.

Capa Asfáltica

A espessura da capa asfáltica foi definida conforme tabela abaixo:

N	R _{min} (cm)
até 10 ⁶	5
de 10 ⁶ à 10 ⁷	7,5
mais de 10 ⁷	10

R= 5cm, adotado capa asfáltica com 5,5cm de altura

Base

Foi admitido uma CBR igual a 20% para a sub base de rachão, e um N=1 x 10⁵.

Entramos no ábaco e obtemos H₂₀=23

$$R K_r + B K_b > H_{20} \quad (1)$$

$$5.5 \times 2 + B \times K_b > 23$$

$$B=12$$

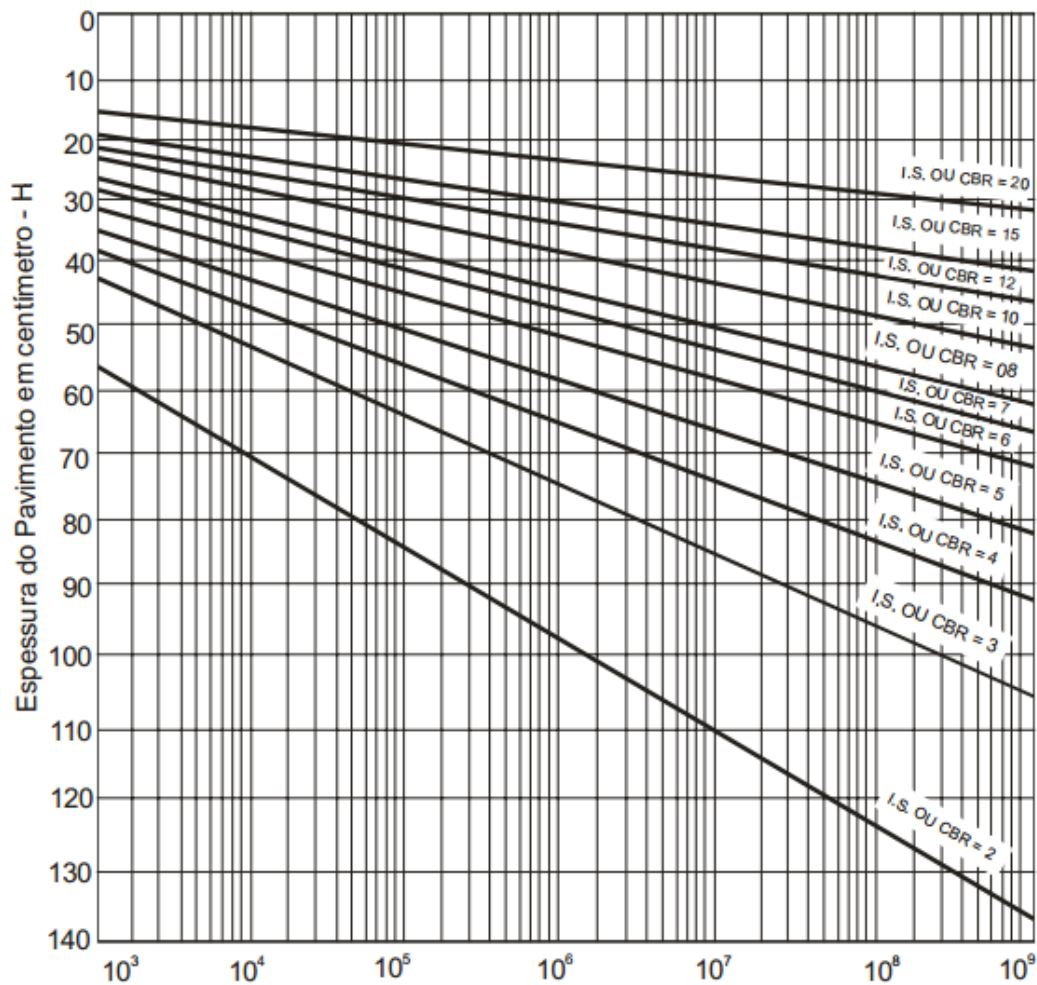
Sub Base

Foi admitido uma CBR igual ou maior que 8% para o sub leito natural após regula de greide e compactação, e um $N=1 \times 10^5$. Entramos no ábaco e obtemos $H_m=38$

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s > H_m (2)$$

$$5,5 \times 2 + 12 \times 1 + h_{20} \times 1 > 38$$

$$H_{20} = 15 \text{ cm}$$



Resumo do Pavimento

$R = 5,5$ cm de altura da capa asfáltica

$B = 12$ cm de Base brita graduada

$h_{20} = 15$ cm de sub-base rachão

total do pavimento = 32,5cm

➤ **Especificação de serviço**

O Asfalto será do tipo usinado a quente, mistura feita em usina com quantidades devidamente dimensionado de pó, areia ou filler e emulsão C.A.P. 20, disposta em camada de devidamente compactada (rolo de 15t), com quantidade ligante de 5,5%. Todos os materiais, preparo, espalhamento e compactação devem ser feitos a temperatura ambiente.

É condição especial que o serviço seja realizado de modo a satisfazer o projeto no teor da emulsão, à granulometria da mistura de agregado e ao grau de compactação.

Regularização do Greide

O greide da pista deve ser preparado de modo que a pista acabada fique nivelada, com leve caimento, conforme projeto. A área de expansão da pista e regularização com o terreno existente já está contemplada neste serviço. A camada que receberá a sub base em rachão deverá ser compactada a 100% no proctor normal e obtida a densidade máxima para o material do local, sendo necessário a empresa executora realizar o ensaio de compactação.

Sub base

A Sub-base da pavimentação será de brita Rachão, sendo isento de qualquer material estranho a sua consistência, com 15cm de espessura compactado.

Bloqueio

Afim de evitar o cravamento da brita Rachão na camada final de terraplenagem deverá ser executada uma camada de 5cm de com brita 3/8" e pó, sem compactação.

Travamento

O Rachão será travado com brita 3/8" e pó, sendo que este material penetra no meio do rachão, sendo o mesmo compactado com rolo 10tn, em umidade ideal.

A sub-base deve ser considerada pronta com material de bloqueio, rachão, material de travamento, transporte serviço e mão de obra de espalhar, e compactação do material.

Base

A base da pavimentação será com brita graduada, com 12cm de espessura devidamente compactado.

Imprimação e Pintura de Ligação

A superfície a ser pavimentada será toda imprimada (pintada) com CM-30 ou similar, dando uma perfeita adesão. Nas emendas das superfícies novas e ou velhas, será feito uma pintura de ligação, promovendo uma perfeita adesão.

A superfície a ser revestida será pintada com RR-2C.

Capa asfáltica - CBUQ

A superfície a ser pavimentada receberá uma camada de 5,5 cm de massa compactada, executada conforme normas do DNIT e DEINFRA.

7. Mureta e Piso de madeira

➤ Especificação de Serviço

Afim de proteger os visitantes na seção de separação de resíduo, serão construídos dois guarda corpos em alvenaria, conforme descrito abaixo:

Supraestrutura

O projeto da estrutura (concreto armado) deverá ser respeitado na íntegra durante a execução. Deverão ser seguidas todas as normas da ABNT pertinentes.

Normas relacionadas:

- ✓ NBR 12654 - Controle tecnológico de materiais componentes do
- ✓ NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto.

Vedação e Revestimento

Alvenaria em tijolo cerâmico furado assentado em argamassa traço 1:2:8 (ci-ca-ar), nas paredes externas e internas. Os tijolos de barro furados serão de procedência conhecida e idônea, bem cozidos, textura homogênea, compactos, suficientemente duros para o fim a que se destinam, isentos de fragmentos calcários ou qualquer outro material estranho.

Deverão apresentar arestas vivas, faces planas, sem fendas, e dimensões perfeitamente regulares. Suas características técnicas serão enquadradas nas especificações da Norma NBR 7171 para tijolos furados. Se necessário, os tijolos serão ensaiados em conformidade com os métodos indicados nas normas.

O armazenamento e o transporte dos blocos serão realizados de modo a evitar quebras, trincas, umidade, contato com substâncias nocivas e outras condições prejudiciais.

Serão apuradas e niveladas, com juntas uniformes cuja espessura não deverá ultrapassar 15mm.

Normas relacionadas: NBR 8545 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.

Chapisco

O chapisco deverá ser empregado como base para outros revestimentos, quando a superfície for muito lisa ou pouco aderente, ou ainda quando apresentar áreas com diferentes graus de absorção. Para aplicação do chapisco, a base deverá estar limpa, livre de pó, graxas, óleos, eflorescências, materiais soltos, ou quaisquer produtos que venham prejudicar a aderência. Quando a base apresentar elevada absorção, molhar antes da aplicação. A aplicação do chapisco deverá ser realizada por aspersão vigorosa da argamassa, continuamente sobre toda área da base que se pretende revestir.

Reboco

O reboco deverá ser iniciado somente 21 dias após a conclusão do chapisco, se argamassa for de cal, e sete dias se for mista (cimento e cal). A superfície de aplicação deve ser chapisco rústico, seco e limpo ou concreto curado.

Essas superfícies devem estar firmes e isentas de qualquer substância que impeçam a completa aderência da argamassa.

Normas relacionadas: NBR 7200 - Execução de revestimento em paredes e tetos de argamassas inorgânicas, NR-18 - Condições e meio ambiente de trabalho

Pintura

As tintas serão de primeira linha, acrílicas para alvenaria. Em superfícies novas a primeira demão deverá ser respectivamente de selador.

Para a execução de qualquer tipo de pintura, deverão ser observadas as seguintes diretrizes gerais:

- De acordo com a classificação das superfícies, estas serão limpas, escovadas e raspadas de modo a remover sujeiras, poeiras e outras substâncias estranhas e estarem livres de partículas soltas, ou quaisquer resíduos. As superfícies deverão estar perfeitamente secas, sem gordura, lixadas e seladas para receber o acabamento;
- Cada superfície deverá ser devidamente preparada de acordo com o tipo de substrato e o sistema de pintura ao qual será submetida;
- Em todas as superfícies emboçadas, deverão ser verificadas eventuais trincas ou outras imperfeições visíveis, aplicando-se enchimento de massa, conforme o caso, e lixando-se levemente as áreas que não se encontrem bem niveladas e aprumadas;
- As superfícies a pintar serão protegidas quando perfeitamente secas e lixadas;
- Cada demão de tinta somente será aplicada quando a precedente estiver perfeitamente seca, devendo-se observar um intervalo de 24 horas entre demãos sucessivas;
- Igual cuidado deverá ser tomado entre demãos de tinta e de massa plástica, observando um intervalo mínimo de 48 horas após cada demão de massa;
- Deverão ser adotadas precauções especiais, a fim de se evitar respingos de tinta em superfícies não destinadas à pintura, como vidros, ferragens de esquadrias e outras.

Piso em madeira

Para a visitação que ocorre no setor de separação será feita uma passarela em madeira, estilo “deck” com as seguintes características:

Estrutura: Apoios em madeira tipo eucalipto tratado, seção 30x30cm, distanciados a cada 2,50m (entre eixos). Vigas em eucalipto tratado de seção de 8x16cm, fixadas com parafusos galvanizados Ø3/8”, cabeça sextavada, porca e arruela lisa.

Piso: Estilo “deck” composto por peças de 2,5x20cm, em madeira de eucalipto tratado e fixadas com pregos galvanizados de bitola 17x27.

Toda a estrutura deverá receber serviço de arredondamento das arestas, lixamento e pintura com uma demão de primer preparador e duas de tinta, com a cor a ser definida por representante do COINCO.

Responsável Técnico:

Felipe Franklin Stakovski
Engº Civil
CREA 81.629-1

8. Anexos

- Plantas

- Planialtimétrico terraplenagem
- Projeto ampliação da vala
- Seções Transversais
- Rampa de Acesso

- ART