

PROJETO DE TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

CDP-TP-0105-MC-REV0

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	4
2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA.....	4
3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	5
3.1 Objetivo	5
3.2 Serviços Preliminares	5
3.3 Regularização da Plataforma	5
3.4 Preparação do Subleito	5
4.0 METODOLOGIA EXECUTIVA DA TERRAPLENAGEM.....	6
4.1 Locação Topográfica.....	6
4.2 Limpeza da Área	6
4.3 Regularização da Plataforma	6
4.4 Escarificação e Homogeneização	6
4.5 Correção da Umidade	6
4.6 Compactação do Subleito	6
4.7 Controle Tecnológico da Terraplenagem	6
5. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO PELO MÉTODO CBR	7
5.1 Dados de Projeto	7
6. MEMÓRIA DE CÁLCULO	7
6.1 Determinação do Número N	7
6.2 Espessura Estrutural Requerida.....	7
6.3 Dimensionamento da Base	8
6.4 Verificação Estrutural	8
7. ESTRUTURA FINAL DO PAVIMENTO	8

8. METODOLOGIA EXECUTIVA DA PAVIMENTAÇÃO	9
8.1 Execução da Base Granular	9
8.2 Imprimação.....	9
8.3 Pintura de Ligação	9
8.4 Revestimento em CBUQ.....	10
8.5 Compactação	10
9. CONTROLE TECNOLÓGICO	10
9.1 Terraplenagem	10
9.2 Base Granular	10
9.3 Revestimento Asfáltico	10
10. CRITÉRIOS DE RECEBIMENTO	11
11. CONCLUSÃO	11
12. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	11

PROJETO DE TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

ACESSO INTERNO

PROPRIETÁRIO: ST. GEORGE BRASIL LTDA

LOCAL: CENTRO DE PESQUISA – CEGET CEFET-MG – CAMPUS ARAXÁ/MG

AVENIDA AMAZONAS, 1000 – BAIRRO SÃO GERALDO – ARAXÁ/MG

ÁREA PAVIMENTADA: 762,11m²

EMPRESA RESPONSÁVEL: PIRÂMIDE ENGENHARIA CONS. E SANEAMENTO LTDA.

=====

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Técnico Final tem por finalidade apresentar os critérios adotados para execução das obras de terraplenagem e pavimentação asfáltica destinadas ao acesso interno localizado no Centro de Pesquisa – CEGET, nas dependências do CEFET-MG, Campus Araxá/MG, a ser administrado pela ST. GEORGE BRASIL LTDA.

Os estudos contemplam a caracterização geotécnica do subleito, projeto de terraplenagem, metodologia executiva, dimensionamento da estrutura do pavimento pelo método do CBR, memória de cálculo, especificações construtivas, controle tecnológico, critérios de recebimento e referências normativas.

=====

2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Foram executados três pontos de coleta de amostras para determinação do Índice de Suporte Califórnia (CBR) do subleito.

Resultados obtidos:

Furo 01 = 13,2 %

Furo 02 = 10,9 %

Furo 03 = 13,5 %

Para fins de dimensionamento foi adotado o valor mais desfavorável, correspondente a:

CBR de Projeto

CBRprojeto = mínimo (13,2 ; 10,9 ; 13,5)

CBRprojeto = 10,9 %

A adoção do menor valor obtido garante abordagem conservadora para o dimensionamento estrutural do pavimento.

=====

3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.1 Objetivo

O projeto de terraplenagem tem por objetivo adequar o terreno às condições geométricas e geotécnicas necessárias à implantação da estrutura do pavimento.

3.2 Serviços Preliminares

Deverão ser executados:

- Limpeza da área;
- Remoção de vegetação;
- Remoção de raízes e matéria orgânica;
- Locação topográfica;
- Marcação dos alinhamentos e cotas.

3.3 Regularização da Plataforma

A superfície deverá ser conformada conforme os níveis de projeto, garantindo condições adequadas para drenagem superficial e implantação da estrutura do pavimento.

3.4 Preparação do Subleito

Após a regularização deverão ser executados:

- Escarificação;
- Homogeneização;
- Correção da umidade;
- Compactação mecânica.

=====

4.0 METODOLOGIA EXECUTIVA DA TERRAPLENAGEM

4.1 Locação Topográfica

Realizar a locação dos eixos, limites do pavimento, cotas e greides definidos em projeto.

4.2 Limpeza da Área

Executar a remoção de vegetação, raízes, materiais orgânicos e demais elementos inadequados.

4.3 Regularização da Plataforma

Efetuar cortes e aterros localizados para obtenção da geometria prevista em projeto.

4.4 Escarificação e Homogeneização

Promover a desagregação e homogeneização do material superficial.

4.5 Correção da Umidade

Ajustar a umidade do solo para valores próximos da umidade ótima de compactação.

4.6 Compactação do Subleito

Executar compactação utilizando equipamentos adequados até atingir no mínimo 98% do Proctor Normal.

4.7 Controle Tecnológico da Terraplenagem

Durante a execução deverão ser realizados:

- Controle de umidade;
- Controle de compactação;
- Verificação geométrica;
- Controle de cotas e greides;
- Inspeção visual da superfície.

=====

5. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO PELO MÉTODO CBR

5.1 Dados de Projeto

CBR do subleito = 10,9 %

Período de projeto = 10 anos

Tráfego considerado:

- 1 caminhão trucoado por dia;
- 6 veículos leves por dia.

Revestimento:

CBUQ = 3 cm

Base:

Cascalho laterítico com CBR ≥ 60 %

=====

6. MEMÓRIA DE CÁLCULO

6.1 Determinação do Número N

Volume acumulado de caminhões:

$$V_t = V_d \times 365 \times P$$

$$V_t = 1 \times 365 \times 10$$

$$V_t = 3650$$

Número equivalente:

$$N = V_t \times FV$$

$$FV = 8,827$$

$$N = 3650 \times 8,827$$

$$N = 32218,55$$

$$N \approx 3,22 \times 10^4$$

6.2 Espessura Estrutural Requerida

Equação do método CBR:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Substituindo:

$$H_t = 77,67 \times (32218,55)^{0,0482} \times (10,9)^{-0,598}$$

$$H_t = 30,70 \text{ cm}$$

6.3 Dimensionamento da Base

Equação estrutural:

$$K_R \times R + K_B \times B \geq H_t$$

Adotando:

$$K_R = 2,0$$

$$K_B = 1,0$$

$$R = 3 \text{ cm}$$

Substituindo:

$$2,0 \times 3 + 1,0 \times B \geq 30,70$$

$$6 + B \geq 30,70$$

$$B \geq 24,70 \text{ cm}$$

Espessura adotada:

$$\text{Base} = 25 \text{ cm}$$

6.4 Verificação Estrutural

$$H_{eq} = K_R \times R + K_B \times B$$

$$H_{eq} = 2,0 \times 3 + 1,0 \times 25$$

$$H_{eq} = 31 \text{ cm}$$

$$31 > 30,70$$

Portanto, a estrutura atende ao dimensionamento.

=====

7. ESTRUTURA FINAL DO PAVIMENTO

Camada de Revestimento

Material: CBUQ

Espessura: 3 cm

Camada de Base

Material: Cascalho Laterítico

CBR $\geq$ 60 %

Espessura: 25 cm

Subleito

CBR = 10,9 %

Seção Final:

CBUQ 3 cm + Base Granular 25 cm

=====

8. METODOLOGIA EXECUTIVA DA PAVIMENTAÇÃO

8.1 Execução da Base Granular

A base deverá ser executada em cascalho laterítico selecionado, em duas camadas sucessivas até atingir espessura final compactada de 25 cm, com compactação a 100% do Proctor Intermediário.

As etapas compreendem:

- Transporte;
- Espalhamento;
- Homogeneização;
- Correção da umidade;
- Compactação.

8.2 Imprimação

Após a conclusão da base deverá ser executada imprimação com ligante betuminoso Emulsão asfáltica (EAI).

8.3 Pintura de Ligação

Executar pintura de ligação com RR-2C antes da aplicação do revestimento asfáltico.

8.4 Revestimento em CBUQ

Executar revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente, Faixa “C” do DNIT, com espessura final compactada de 3 cm.

8.5 Compactação

A compactação deverá ocorrer imediatamente após o espalhamento da mistura asfáltica.

=====

9. CONTROLE TECNOLÓGICO

9.1 Terraplenagem

- Controle de umidade;
- Controle de compactação;
- Verificação geométrica;
- Controle de cotas.

9.2 Base Granular

- Controle granulométrico;
- Controle de compactação;
- Controle de umidade;
- Verificação de espessuras.

9.3 Revestimento Asfáltico

- Controle de temperatura.
- Controle de espessura;
- Controle de densidade;
- Inspeção visual.

=====

10. CRITÉRIOS DE RECEBIMENTO

Os serviços somente serão aceitos após comprovação de atendimento aos requisitos geométricos, tecnológicos e estruturais previstos em projeto.

A estrutura executada deverá apresentar:

- Revestimento em CBUQ com 3 cm;
- Base granular em cascalho laterítico com 25 cm;
- Subleito compactado com CBR de projeto igual a 10,9 %;
- Regularidade superficial adequada;
- Ausência de segregações e defeitos construtivos.

=====

11. CONCLUSÃO

Com base nos estudos geotécnicos realizados, nas características do tráfego previsto e nos critérios de dimensionamento adotados, conclui-se que a estrutura composta por:

- Revestimento em CBUQ com 3 cm;
- Base granular em cascalho laterítico com 25 cm;
- Subleito compactado com CBR de 10,9 %;

atende adequadamente às condições operacionais previstas para o acesso interno objeto deste projeto.

=====

12. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- DNIT – Manual de Pavimentação – IPR 719;
- DNIT – Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis;
- DNIT – Manual de Estudos de Tráfego – IPR 723;
- DNIT 137/2010-ES – Regularização do Subleito;
- DNIT 164/2013-ME – Compactação de Solos;
- DNIT 172/2016-ME – Índice de Suporte Califórnia;
- ABNT NBR 7182 – Solo – Ensaio de Compactação;
- ABNT NBR 9895 – Solo – Índice de Suporte Califórnia.

Cálculo de Volume por Comparação de Perfis: Terreno x Projeto

Estaca	Área Corte	Área Aterro	Semi-Dis.	Vol. Corte	Vol. Aterro
0	9,055	0,000			
			5,000	62,865	0,000
1	3,518	0,000			
			4,920	31,631	0,000
1+9,840	2,911	0,000			
			0,080	0,467	0,000
2	2,927	0,000			
			3,233	17,891	0,000
2+6,466	2,607	0,000			
			1,767	8,722	0,000
3	2,329	0,000			
			2,500	11,058	0,000
3+5,000	2,094	0,000			
			2,500	10,497	0,000
4	2,105	0,000			
			1,043	4,437	0,000
4+2,086	2,149	0,000			
			1,896	8,868	0,000
4+5,879	2,527	0,000			
			2,061	12,050	0,000
5	3,321	0,000			
			0,750	5,220	0,000
5+1,499	3,644	0,000			
			4,250	36,240	0,000
6	4,882	0,000			
			1,005	9,757	0,000
6+2,009	4,831	0,000			
			1,495	14,922	0,000
6+5,000	5,147	0,000			
			2,500	25,870	0,000
7	5,201	0,000			
			5,000	52,315	0,000
8	5,262	0,000			
			0,822	8,698	0,000
8+1,644	5,319	0,000			
			4,178	50,930	0,000
9	6,871	0,000			
			1,960	23,898	0,000
9+3,920	5,322	0,000			

	Corte	Aterro
Áreas	82,0220 m²	0,000 m²
Volumes	396,336 m³	0,000 m³

Cálculo de Volume por Comparação de Perfis: Terreno x Projeto

Estaca	Área Corte	Área Aterro	Semi-Dis.	Vol. Corte	Vol. Aterro
0	3,293	0,000			
			5,000	40,360	0,000
1	4,783	0,000			
			5,000	47,590	0,000
2	4,735	0,000			
			1,915	12,078	0,000
2+3,830	1,572	0,000			

	Corte	Aterro
Áreas	14,3630 m²	0,000 m²
Volumes	100,048 m³	0,000 m³

Calculo de Volume por Comparação de Perfis: Terreno x Projeto

Estaca	Área Corte	Área Aterro	Semi-Dis.	Vol. Corte	Vol. Aterro
0	2,550	0,000			
			5,000	30,970	0,000
1	3,644	0,000			
			5,000	28,095	0,000
2	1,975	0,000			
			0,555	2,080	0,000
2+1,110	1,772	0,000			

	Corte	Aterro
Áreas	9,9410 m²	0,000 m²
Volumes	61,145 m³	0,000 m³

Cálculo de Volume por Comparação de Perfis: Terreno x Projeto

Estaca	Área Corte	Área Aterro	Semi-Dis.	Vol. Corte	Vol. Aterro
0	13,855	0,889			
			2,500	46,108	11,683
1	4,588	3,784			
			2,500	19,940	26,315
2	3,388	6,742			
			2,500	15,137	36,208
3	2,667	7,741			
			2,500	11,010	41,348
4	1,737	8,798			
			2,500	5,082	32,845
5	0,298	4,340			
			2,500	1,047	22,308
6	0,123	4,583			
			2,500	0,370	23,640
7	0,025	4,873			
			2,500	0,063	25,198
8	0,000	5,206			
			1,280	0,000	15,196
8+2,560	0,000	6,666			

	Corte	Aterro
Áreas	26,6790 m²	53,622 m²
Volumes	98,757 m³	234,741 m³

Estaca	Lado Esquerdo								Eixo			Lado Direito							
	Offset			Lateral		Bordo			Cota	Cota	Cota	Bordo			Lateral		Offset		
	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Distância	Cota	%	Terreno	Projeto	Vermelha	Distância	Cota	%	Distância	Cota	Distância	Cota	Altura
0	10,97	995,518	0,322	10,65	995,196	10,20	995,066	-2,00	995,616	995,270	0,346	10,20	995,066	-2,00	10,65	995,196	11,03	995,575	0,379
1	3,35	995,334	0,404	2,95	994,930	2,50	994,800	-2,00	995,387	994,850	0,537	2,50	994,800	-2,00	2,95	994,930	3,44	995,419	0,489
1+9,840	3,21	994,780	0,261	2,95	994,519	2,50	994,389	-2,00	994,879	994,439	0,440	2,50	994,389	-2,00	2,95	994,519	3,44	995,008	0,489
2	3,22	994,775	0,265	2,95	994,510	2,50	994,380	-2,00	994,872	994,430	0,442	2,50	994,380	-2,00	2,95	994,510	3,44	995,000	0,490
2+6,466	3,27	994,567	0,325	2,95	994,242	2,50	994,112	-2,00	994,558	994,162	0,396	2,50	994,112	-2,00	2,95	994,242	3,28	994,574	0,332
3	3,23	994,375	0,281	2,95	994,094	2,50	993,964	-2,00	994,368	994,014	0,354	2,50	993,964	-2,00	2,95	994,094	3,24	994,382	0,288
3+5,000	3,22	994,158	0,273	2,95	993,885	2,50	993,755	-2,00	994,121	993,805	0,316	2,50	993,755	-2,00	2,95	993,885	3,18	994,111	0,226
4	3,23	993,946	0,279	2,95	993,667	2,50	993,537	-2,00	993,908	993,587	0,321	2,50	993,537	-2,00	2,95	993,667	3,15	993,871	0,204
4+2,086	3,24	993,858	0,286	2,95	993,572	2,50	993,442	-2,00	993,820	993,492	0,328	2,50	993,442	-2,00	2,95	993,572	3,16	993,783	0,211
4+5,879	3,38	993,822	0,432	2,95	993,390	2,50	993,260	-2,00	993,695	993,310	0,385	2,50	993,260	-2,00	2,95	993,390	3,13	993,574	0,184
5	3,51	993,741	0,558	2,95	993,183	2,50	993,053	-2,00	993,607	993,103	0,504	2,50	993,053	-2,00	2,95	993,183	3,25	993,482	0,299
5+1,499	3,56	993,711	0,606	2,95	993,105	2,50	992,975	-2,00	993,576	993,025	0,551	2,50	992,975	-2,00	2,95	993,105	3,30	993,452	0,347
6	3,70	993,379	0,749	2,95	992,630	2,50	992,500	-2,00	993,279	992,550	0,729	2,50	992,500	-2,00	2,95	992,630	3,51	993,186	0,556
6+2,009	3,67	993,296	0,666	3,00	992,630	2,50	992,480	2,00	993,196	992,430	0,766	2,50	992,380	-2,00	3,00	992,530	3,57	993,105	0,575
6+5,000	3,67	993,123	0,669	3,00	992,454	2,50	992,304	2,00	993,066	992,254	0,812	2,50	992,204	-2,00	3,00	992,354	3,64	992,994	0,640
7	3,62	992,771	0,625	3,00	992,146	2,50	991,996	2,00	992,763	991,946	0,817	2,50	991,896	-2,00	3,00	992,046	3,72	992,762	0,716
8	3,45	991,975	0,445	3,00	991,530	2,50	991,380	2,00	992,125	991,330	0,795	2,50	991,280	-2,00	3,00	991,430	3,93	992,361	0,931
8+1,644	3,40	991,832	0,403	3,00	991,429	2,50	991,279	2,00	992,043	991,229	0,814	2,50	991,179	-2,00	3,00	991,329	3,99	992,319	0,990
9	3,46	991,377	0,462	3,00	990,915	2,50	990,765	2,00	991,776	990,715	1,061	2,50	990,665	-2,00	3,00	990,815	4,18	991,993	1,178
9+3,920	3,41	991,081	0,411	3,00	990,670	2,50	990,520	2,00	991,338	990,470	0,868	2,50	990,420	-2,00	3,00	990,570	3,77	991,340	0,770

	Lado Esquerdo								Eixo			Lado Direito								
	Offset			Lateral		Bordo			Cota	Cota	Cota	Bordo			Lateral		Offset			
Estaca	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Distância	Cota	%	Terreno	Projeto	Vermelha	Distância	Cota	%	Distância	Cota	Distância	Cota	Altura	
0	3,26	993,490	0,260	3,00	993,230	2,50	993,080	2,00	993,576	993,030	0,546	2,50	992,980	-2,00	3,00	993,130	3,52	993,651	0,521	
1	3,49	993,133	0,492	3,00	992,641	2,50	992,491	2,00	993,199	992,441	0,758	2,50	992,391	-2,00	3,00	992,541	3,73	993,270	0,729	
2	3,47	992,528	0,471	3,00	992,057	2,50	991,907	2,00	992,608	991,857	0,751	2,50	991,807	-2,00	3,00	991,957	3,74	992,694	0,737	
2+3,830	3,01	991,842	0,012	3,00	991,830	2,50	991,680	2,00	991,914	991,630	0,284	2,50	991,580	-2,00	3,00	991,730	3,22	991,952	0,222	

	Lado Esquerdo								Eixo			Lado Direito							
	Offset			Lateral		Bordo			Cota	Cota	Cota	Bordo			Lateral		Offset		
Estaca	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Distância	Cota	%	Terreno	Projeto	Vermelha	Distância	Cota	%	Distância	Cota	Distância	Cota	Altura
0	3,08	994,425	0,085	3,00	994,340	2,50	994,190	2,00	994,570	994,140	0,430	2,50	994,090	-2,00	3,00	994,240	3,49	994,734	0,494
1	3,29	994,676	0,286	3,00	994,390	2,50	994,240	2,00	994,786	994,190	0,596	2,50	994,140	-2,00	3,00	994,290	3,61	994,897	0,607
2	3,04	994,484	0,044	3,00	994,440	2,50	994,290	2,00	994,584	994,240	0,344	2,50	994,190	-2,00	3,00	994,340	3,35	994,694	0,354
2+1,110	3,01	994,463	0,013	3,00	994,450	2,50	994,300	2,00	994,562	994,250	0,312	2,50	994,200	-2,00	3,00	994,350	3,32	994,671	0,321

	Lado Esquerdo								Eixo			Lado Direito							
	Offset			Lateral		Bordo			Cota	Cota	Cota	Bordo			Lateral		Offset		
Estaca	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Distância	Cota	%	Terreno	Projeto	Vermelha	Distância	Cota	%	Distância	Cota	Distância	Cota	Altura
0	26,18	991,231	0,481	25,70	990,750	12,20	991,750	0,00	991,914	991,750	0,164	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	13,51	993,061	1,311
1	25,81	990,679	-0,071	25,70	990,750	12,20	991,750	0,00	991,589	991,750	-0,161	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	13,34	992,892	1,142
2	26,71	990,079	-0,671	25,70	990,750	12,20	991,750	0,00	991,588	991,750	-0,162	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	13,17	992,723	0,973
3	27,24	989,723	-1,027	25,70	990,750	12,20	991,750	0,00	991,588	991,750	-0,162	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,99	992,540	0,790
4	27,43	989,594	-1,156	25,70	990,750	12,20	991,750	0,00	991,586	991,750	-0,164	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,74	992,286	0,536
5	12,83	991,332	-0,418	12,20	991,750	12,20	991,750	0,00	991,579	991,750	-0,171	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,58	992,132	0,382
6	12,86	991,309	-0,441	12,20	991,750	12,20	991,750	0,00	991,571	991,750	-0,179	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,45	991,996	0,246
7	12,89	991,287	-0,463	12,20	991,750	12,20	991,750	0,00	991,564	991,750	-0,186	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,31	991,861	0,111
8	12,93	991,265	-0,485	12,20	991,750	12,20	991,750	0,00	991,556	991,750	-0,194	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,22	991,735	-0,015
8+2,560	12,94	991,254	-0,496	12,20	991,750	12,20	991,750	0,00	991,394	991,750	-0,356	12,20	991,750	0,00	12,20	991,750	12,26	991,711	-0,039

=====

Araxá/MG, ____ de Junho de 2026.

EDUARDO GUIMARÃES

ENGENHEIRO CIVIL

CREA: 42.531/D-MG

ART: _____