

NOTAS:

03	ABR/21	REVISÃO DE PROJETO	JM	JM	NOVACAP
02	FEV/21	REVISÃO DE PROJETO	JM	JM	NOVACAP
01	MAR/20	EMISSÃO INICIAL	JM	JM	NOVACAP
REV.	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.



SERVIÇO:
COMPLEMENTAÇÃO DA URBANIZAÇÃO NA ADE CENTRO NORTE - PROCIDADES

FASE:
PROJETO EXECUTIVO

TÍTULO DO DOCUMENTO:
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DO SISTEMA CICLOVIÁRIO E ESTACIONAMENTOS

PROGRAMA: PROCIDADES/BID		NÚMERO DO DOCUMENTO:		REVISÃO: 01
ELAB. JOAO MARCELO LOPES	VERIF. JOAO MARCELO LOPES	APROV. NOVACAP	R. TEC.: JM	CREA Nº 78030/D-MG
C/C:		DATA: ABRIL/2021	PÁGINA: 1	DE: 28

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Dimensionamento do Pavimento

Volume único

Abril de 2021

Responsável Técnico:


João Marcelo Lopes Siqueira

Eng. Civil – CREA/MG 78.030-D

PREFÁCIO

O presente relatório corresponde ao Projeto Executivo de dimensionamento de pavimento dos estacionamentos numerados de 01 a 05 e da ciclovia, a serem executados com revestimento em CBUQ, e também para os estacionamentos numerados de 06 a 07, a serem executados com revestimento em blocos intertravados de concreto, todos para a área da ADE Centro norte na Ceilândia, no âmbito do Programa de Desenvolvimento Econômico do DF – PROCIDADES-DF/BID desenvolvido por meio do contrato de Empréstimo nº 2957/OC-BR firmado entre o Distrito Federal e o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1- Localização da ADE Centro Norte.....	3
Figura 2 – Ciclovia e estacionamentos que serão pavimentadas na ADE Centro Norte destacadas em amarelo.....	4
Figura 3- Caracterização dos 606 lotes da ADE segundo a LUOS	8
Figura 4 – Grande quantidade de veículos de passeio e oficinas.....	10
Figura 5 - Comércio de autopeças e oficinas de veículos de passeio.....	10
Figura 6 – Caminhões no estacionamento da ADE Centro Norte	11
Figura 7 - Caminhões no estacionamento da ADE Centro Norte	11
Figura 8 - Estrutura do Pavimento flexível da Ciclovia.....	16
Figura 9 - Execução da base	17
Figura 10 - Camadas da Ciclovia em CBUQ.....	18
Figura 11 - Ábaco de dimensionamento - vias de tráfego leve em intertravado - espessura da sub-base. Fonte: Boletim Técnico nº 27 da ABCP.....	19
Figura 12: Espessura da Base Cimentada em Função do Número "N"	20
Figura 13: Espessura necessária de base puramente granular (HBG) – Procedimento B.....	21
Figura 14 - Detalhe de piso de concreto semi-polido moldado in loco.....	24

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 – ADEs alvos do PROCIDADES.....	1
Tabela 2 - Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfegos	7
Tabela 3 - Caracterização dos tipos de lotes segundo a LUOS para a ADE Centro Norte.....	9
Tabela 4 - Valores "t" de Student para este nível de confiança.....	14
Tabela 7 - Resumo das espessuras dos pavimentos para a ciclovia – ADE Centro Norte.....	18
Tabela 8 - Espessura e Resistência dos Blocos de Concreto para Revestimento	21
Tabela 9 - Resumo das espessuras dos pavimentos para os estacionamentos – ADE Centro Norte.....	22

SUMÁRIO

1. Apresentação	1
1.1 Objetivos Específicos do Programa	1
2. Localização	3
3. Projeto de Pavimentação – Estacionamentos e Ciclovia – ADE Centro Norte.....	5
3.1 Estudos de Tráfego.....	7
3.2 Estudos Geotécnico do Subleito.....	12
3.3 Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos – Ciclovia – ADE da Ceilândia – Revestimento em CBUQ.....	16
3.4 Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos – Estacionamentos– Revestimento em Blocos Intertravados de Concreto	18
4. Calçadas compartilhadas.....	23
4.1 Especificações técnicas para execução da calçada compartilhada.....	23
ANEXO 1 – ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....	26
ANEXO 2 – PLANTAS.....	27
ANEXO 3 – ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS	28

1. Apresentação

O Governo do Distrito Federal, por intermédio de Operação de Crédito Externa contraída com garantia do Governo Federal, obteve um financiamento junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, objeto do Contrato de Empréstimo BID nº 2957/OC-BR, assinado em 10 de setembro de 2014. O Programa conta também com recursos de contrapartida do Governo do Distrito Federal e seu objetivo geral do Programa de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal - PROCIDADES é promover o desenvolvimento econômico do Distrito Federal, mediante melhorias no ambiente de negócios e promoção de investimentos, além da melhoria da infraestrutura urbana e do fomento do desenvolvimento empresarial em 05 (cinco) ADEs distribuídas por 03 três regiões administrativas, a saber:

Tabela 1 – ADEs alvos do PROCIDADES

CIDADE	ÁREA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (ADE)
CEILÂNDIA-DF	Centro Norte
	Setor de Indústrias
	Setor de Depósitos de Materiais de Construção
GAMA-DF	AMA do Gama
<u>SANTA MARIA-DF</u>	<u>Polo JK</u>

As ADEs foram concebidas com o intuito de alcançar um desenvolvimento econômico dos núcleos urbanos nos quais estão inseridas. Para a implementação das ADEs e para estimular a economia do Distrito Federal como um todo, foi criado em 1996 o Programa de Desenvolvimento Econômico Integrado e Sustentável do Distrito Federal, o Pró/DF. A primeira fase do Programa perdurou até 2003 e tinha como objetivo apoiar as iniciativas de negócios que produzissem bens e serviços gerando empregos e renda e elevassem a geração de receita tributária para o Distrito Federal. Atualmente, o enfoque estratégico de desenvolvimento econômico vem sendo aperfeiçoado.

1.1 Objetivos Específicos do Programa

O Programa é composto por quatro componentes específicos destinados à:

- Promover a diversificação das atividades econômicas do DF em bases sustentáveis;
- Consolidar as Áreas de Desenvolvimento Econômico – ADEs como estratégia de desenvolvimento econômico local; e
- Fortalecer a Secretaria de Economia e Desenvolvimento Sustentável do Distrito Federal como órgão responsável pela condução da política de desenvolvimento econômico do DF.

O Projeto financiado pelo BID e Governo do Distrito Federal buscará alcançar os objetivos propostos por meios dos componentes citados a seguir:

- Componente I – Desenvolvimento Institucional Estratégico
- Componente II – Programa de Atração de Investimentos

- Componente III – Desenvolvimento Empresarial ADEs
- Componente IV - Urbanismo e Infraestrutura nas ADEs

Sua execução será realizada pela SEDICT.

O Componente IV do citado Programa tem como objetivo promover a melhoria da infraestrutura das ADEs com a implantação de obras de urbanização. É neste contexto que se insere a obras pavimentação da ciclovia e os novos estacionamentos na ADE Centro Norte (RA IX - Ceilândia).

2. Localização

O local de estudo faz parte da Área de Desenvolvimento Econômico Centro Norte localizada na Região Administrativa da Ceilândia – RA IX.

Com relação ao acesso a ADE Centro Norte, seu principal acesso ocorre pela Avenida Elmo Cerejo e a DF-459 figura 1.



Figura 1- Localização da ADE Centro Norte

A figura 2 a seguir apresenta as ciclovias e estacionamentos, destacados em amarelo, que serão objeto de pavimentação na citada ADE. A ciclovia contorna um pedaço da ADE Centro Norte entre a Av Elmo Cerejo e a Av. Centro Norte.



Figura 2 – Ciclovia e estacionamentos que serão pavimentadas na ADE Centro Norte destacadas em amarelo.

3. Projeto de Pavimentação – Estacionamentos e Ciclovia – ADE Centro Norte

O pavimento é uma estrutura constituída por diversas camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto ao usuário. O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas de reforço do subleito (se for o caso), sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

Como material para a base e sub-base será adotada a Brita Graduada Simples – BGS – visando alcançar para ambas as camadas uma resistência à penetração de $CBR \geq 80\%$.

Com base nos estudos geotécnicos (CBR, Granulométrica, LL, LP e Expansão), foram elaboradas as premissas e considerações que nortearam o projeto de pavimentação dos estacionamentos com tráfego MÉDIO conforme o item 3.1 apresentado a seguir e o da ciclovia, com a previsão de tráfego.

Para fins de projeto e vida útil do pavimento, foi adotado o período de 10 anos, que guarda coerência com as diretrizes da IP – 02 - Classificação das Vias, de autoria da Prefeitura do Município de São Paulo.

Segundo a IP-02, os tráfegos podem ser assim classificados:

- **Tráfego leve:** ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus sem número não superior a 20 (vinte) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de projeto de 10 anos;
- **Tráfego Médio:** ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 (vinte e um) a 100 (cem) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;
- **Tráfego Meio Pesado:** ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 (cento e um) a 300 (trezentos) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de 10 anos;
- **Tráfego Pesado:** ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 (trezentos e um) a 1.000 (um mil) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de

2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de projeto de 10 a 12 anos

- **Tráfego Muito Pesado:** ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1.001 (um mil e um) a 2.000 (dois mil) por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número “N” típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos;
- **Faixa Exclusiva de Ônibus:** vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:
 - **Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio:** onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 (quinhentos) por dia, na faixa “exclusiva” de tráfego, caracterizado por número “N” típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos;
 - **Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado:** onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 (quinhentos) por dia, na faixa “exclusiva” de tráfego, caracterizado por número “N” típico de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de 12 anos.

Para este projeto complementar de urbanização com execução de estacionamentos e ciclovias na ADE Centro Norte na Ceilândia, serão adotados valores específicos extraídos da tabela de classificação das vias e parâmetros de tráfego da IP-02 da Prefeitura Municipal de São Paulo. A tabela 2 a seguir apresenta a classificação das vias e parâmetros de tráfegos.

Tabela 2 - Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfegos

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	10^5
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^4$ A $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^5$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias terá caimento de 2% para os bordos;
- Quando for observada a existência de entulhos e/ou depósito de lixos a uma profundidade inferior a 1,0 metro do greide da via, será efetuado um dimensionamento de pavimento, levando-se em consideração a troca desta camada por uma de reforço com material a ser especificado neste relatório;
- Para os locais onde o greide da terraplenagem está acima do terreno natural, dever-se-á utilizar material de aterro com CBR $\geq 8,0\%$ com compactação $\geq 100\%$ do Proctor Normal;
- Para esse estudo optou-se por adotar para a ciclovia pavimento do tipo flexível, pois é uma estrutura que demanda menor custo de implantação enquanto que para os estacionamentos optou-se pela adoção de bloco intertravado.
- Os pavimentos flexíveis são constituídos por revestimento asfáltico sobre a camada de base granular ou de base de solo estabilizado granulometricamente, onde os esforços provenientes do tráfego são absorvidos pelas diversas camadas constituintes da estrutura do pavimento flexível.

3.1 Estudos de Tráfego

Nos estudos preliminares visando o dimensionamento de um pavimento, além dos ensaios de caracterização do solo (subleito e jazidas), incluindo os limites de Atteberg, um dos parâmetros fundamentais e mais representativos é o número de repetições do eixo padrão durante a vida útil desse pavimento (N).

É necessário, entretanto, para cálculo do número "N", conhecer primeiramente o volume total de tráfego em um sentido, identificado como "Vt" no Manual de

Pavimentação do DNIT 2006, durante o período de projeto, ou seja, a vida útil desse pavimento.

Segundo o referido Manual, uma vez conhecido V_t , calcula-se N pela expressão: $N = V_t \times (F.E) \times (F.C)$, onde $(F.E) \times (F.C)$, por sua vez, representa o Fator de Veículo (F_v). $F.E$ é o fator de eixos, e $F.C$ é o fator de carga. Para cálculo desses fatores é necessário conhecer a composição de tráfego mediante contagem volumétrica, número de eixos e pesagem dos eixos.

Essas são informações básicas definidas no Manual de Pavimentação do DNIT, para cálculo do número "N", parâmetro fundamental para dimensionamento do pavimento que se deseja implantar, utilizando-se desse modelo.

Segundo informações obtidas no Geoportal relacionadas a LUOS, as quadras 1, 2, 3 e 4 totalizam 606 lotes conforme figura 3.

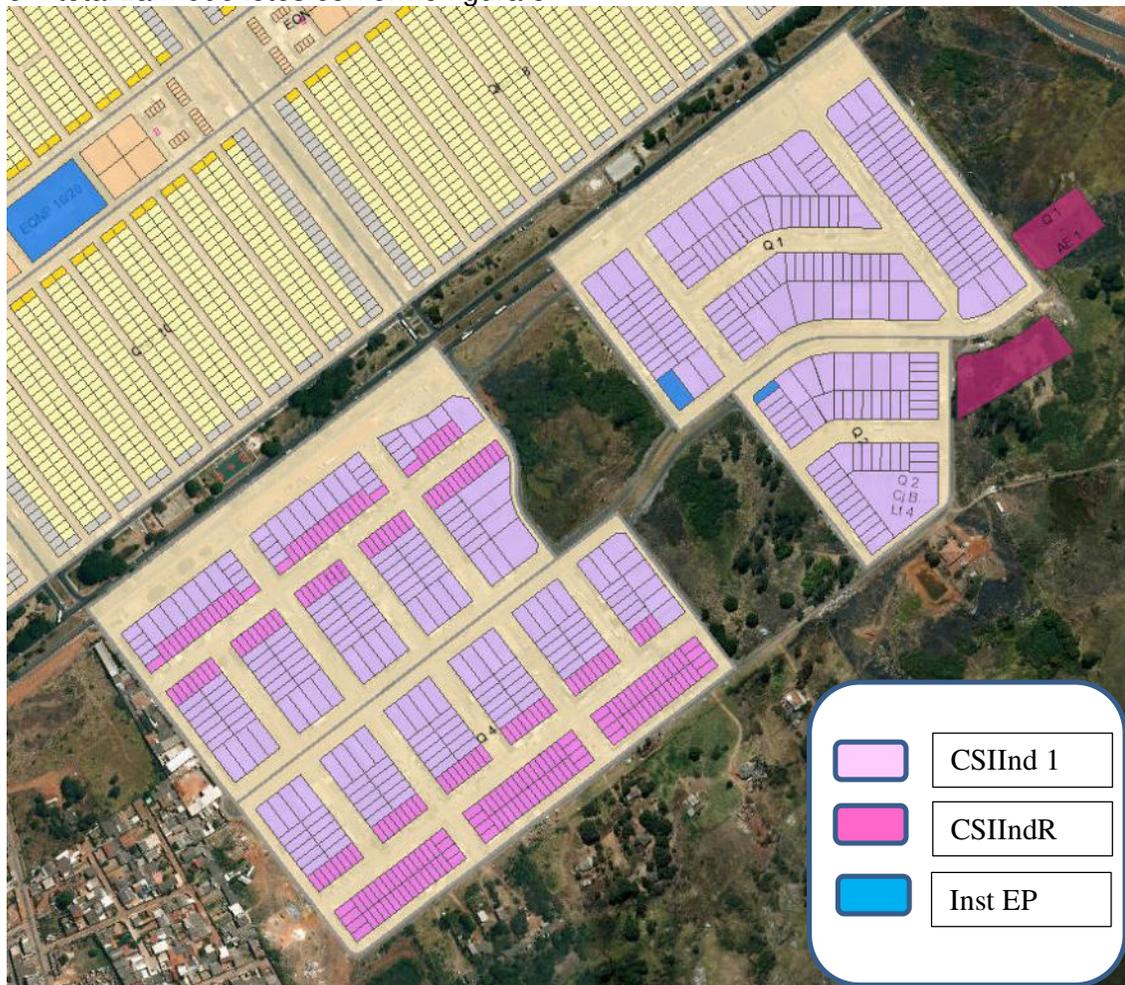


Figura 3- Caracterização dos 606 lotes da ADE segundo a LUOS

No caso em tela, a Área de Desenvolvimento Econômico Centro Norte encontra-se completamente ocupada, logo o projeto de pavimentação dos estacionamentos foi desenvolvido para atender ao total de 606 unidades imobiliárias (lotes).

É importante registrar que a LUOS, aprovada pela Lei Complementar nº 948 de 16 de janeiro de 2019, definiu para a ADE em estudo, usos comerciais, industriais e institucional público representados pelas siglas CSIIInd1, CSIIIndR, e Inst EP além de duas áreas especiais AEs (rosa mais escuro da figura 3).

Nota-se na figura 03 anterior que a destinação de uso é basicamente industrial ou comercial nos lotes do setor. É importante destacar a grande quantidade de oficinas de veículos de passeio no local.

A descrição dos usos e das atividades dos lotes da ADE Centro Norte segundo a LUOS, pode ser encontrada na tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização dos tipos de lotes segundo a LUOS para a ADE Centro Norte

NORMA	SIGLA	USO E ATIVIDADES
LUOS ¹	CSIIIndR	Comercial, Serviços, Institucional, Industrial.
	CSIIInd1	
	InstEP	Institucional, Prestação de Serviços

Como fatores concretos levados em consideração para avaliação do volume total de tráfego e cálculo do número “N”, temos:

- a) Área industrial com tráfego de veículos de passeio e caminhões nas vias das ADEs
- b) Número total de lotes na ADE Centro Norte: 606
- c) Ausência de controle de cargas da frota demandante.
- d) Período de projeto: 10 anos
- e) Tipo único de vias - área industrial

Na linha das hipóteses razoáveis e conservadoras, que pudessem fornecer os insumos necessários, foram estimadas viagens segundo as características das empresas atualmente implantadas, como de porte médio a pequeno.

As figuras 4 a 7 a seguir ilustram a predominância de veículos e com alguns caminhões nos estacionamentos.

¹ Mapa e quadro realizados a partir do acesso a: <https://www.geoportail.segeth.df.gov.br/luos/>.



Figura 4 – Grande quantidade de veículos de passeio e oficinas



Figura 5 - Comércio de autopeças e oficinas de veículos de passeio



Figura 6 – Caminhões no estacionamento da ADE Centro Norte



Figura 7 - Caminhões no estacionamento da ADE Centro Norte

Destarte, diante da impossibilidade de serem desenvolvidos estudos de tráfego no nível aqui mencionado, que fossem representativos e espelhassem a realidade daquela área; e na ausência de estudos equivalentes de áreas similares, a projetista utilizou-se das seguintes hipóteses:

- 1 veículo pesado visita quinzenalmente cada empresa (esta ponderação é razoável tendo em vista a presença de várias empresas de médio e pequeno porte bem como oficinas).
- Fator de equivalência/veículo: 1,5 (Fonte: IP-02, Prefeitura São Paulo)
- Maior durabilidade e menor custo de manutenção.
- A maior probabilidade de desgaste do pavimento de forma precoce, pelas deficiências no controle de cargas do sistema rodoviário nacional.

Essas hipóteses e considerações resultaram em um número de repetições do eixo padrão durante a vida útil desse pavimento:

$$(1) N = 40,4 \times 1,5 \times 365 \times 10 \approx 2,21 \times 10^5;$$

Admitiu-se, então, $N = 5,0 \times 10^5$, como parâmetro básico para dimensionamento do pavimento.

3.2 Estudos Geotécnico do Subleito

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais que constituirão as camadas deste, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros.

Os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos em serviços de campo e de escritório. Todos os serviços de campo foram executados segundo procedimentos normatizados.

Os ensaios foram realizados pela NOVACAP a pedido da SDE conforme ofícios nº 164/2020 e 122/2020 – NOVACAP/PRES/DU, e tiveram como objetivo avaliar os materiais entre 0,0 e 1,5 metro abaixo do greide de fundação do pavimento. Visando caracterizar esses materiais, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos: identificação tátil – visual, incluindo cor e textura de cada material por camada, de compactação, Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.), expansão, granulometria por peneiramento, umidade ótima, densidade máxima e os limites de liquidez e de plasticidade.

Para este estudo e para atender também o projeto de drenagem pluvial, em todos os pontos de sondagem a trado até 5,0 para drenagem foram coletadas amostras deformadas na profundidade de 1,0m abaixo da cota de greide do subleito e para os pontos da sondagem a trado até 1,5m foram coletadas amostras para a realização dos ensaios supra citados, totalizando assim 37 amostras deformadas. As demais sondagens com profundidade de 1,5m foram realizadas no intuito de melhor determinar a ocorrência de materiais do tipo entulho, turfa ou para identificar a presença do lençol freático. Salientamos que alguns furos foram usados tanto para o dimensionamento do estacionamento como para a ciclovía, já que em alguns trechos, ambos estão adjacentes e muito próximos.

O resumo dos resultados dos ensaios citados acima e os laudos de sondagens são apresentados no Anexo 1.

3.2.1 Cálculo do CBR de projeto – Estacionamentos e Ciclovía

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios de CBR, para fins de dimensionamento do pavimento para os estacionamentos e ciclovía para a área da ADE Centro Norte, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, utilizamos o plano de amostragem usado pela

IP -01 Instrução Geotécnica da Prefeitura Municipal de São Paulo, para a análise estatística dos resultados dos ensaios, como segue abaixo:

Para garantir que o *CBR* de projeto (*CBR_p*) apresente 90% de nível de confiança, tem-se:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T_{0,90} = valores de *student*;

n = número de amostras.

A tabela 4 abaixo mostra os valores "t" de *Student* para este nível de confiança.

Tabela 4 - Valores "t" de Student para este nível de confiança.

n	P(t ₀ ≤ v)							
	0,600	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,9995
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Chamando X1, X2, X3 ..., Xn, os valores individuais de qualquer uma das características citadas, tem-se:

$$X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}}$$

onde:

N = Número de amostras

X = valor individual

\bar{X} = média aritmética

σ = desvio padrão

X_{\min} = valor mínimo provável, estatisticamente

X_{\max} = valor máximo provável, estatisticamente

Portanto, para a área de projeto termos e considerando os resultados individuais de CBR para as trinta e sete amostras, N=37, temos:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} = 8,8\%$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = 9,33\%$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} = 2,67\%$$

Como calculado acima, observa-se um desvio padrão de 2,67%, valor relativamente alto. Em função disso, verificou-se que para alguns resultados individuais de CBR, estes valores eram superiores ao somatório da média amostral e do desvio padrão. No intuito de melhorar o resultado do desvio padrão e de ter valores que melhor representem a amostra, foram desconsiderados 5 resultados de CBR e calculados novos valores para a média, o desvio padrão e o CBRprojeto.

Assim para N=37 amostras, temos:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} = 8,10\%$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = 8,51\%$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} = 1,56\%$$

Portanto, com base no novo valor de CBR de projeto calculado, será adotado CBRprojeto = 8,0%, ou seja, arredondando o valor encontrado na análise estatística acima.

$$\mathbf{CBR_{proj} = 8\%}.$$

3.3 Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos – Ciclovia – ADE da Ceilândia – Revestimento em CBUQ

O projeto de ciclovia (sentido bidirecional) do ADE Centro Norte considera a implantação exclusivamente em pavimento flexível (CBUQ).

3.3.1 Estrutura do Pavimento Flexível das Ciclovias

A configuração da seção tipo em pavimento flexível é constituída com os seguintes materiais: compactação do subleito (20 cm), base BGS (12,0cm) e revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (3,5 cm). Para proteger a estrutura do pavimento e protegê-lo quanto à penetração de água a seção terá um caimento simples de 2% para as áreas dos canteiros (área verde). Visando conter a estrutura do pavimento e proteger contra a penetração de água, a seção ficará confinada pelos lados por cordão de concreto.

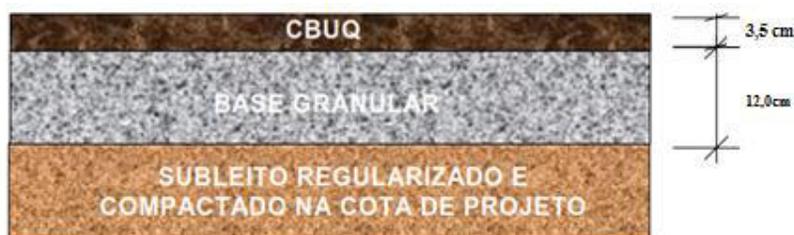


Figura 8 - Estrutura do Pavimento flexível da Ciclovia

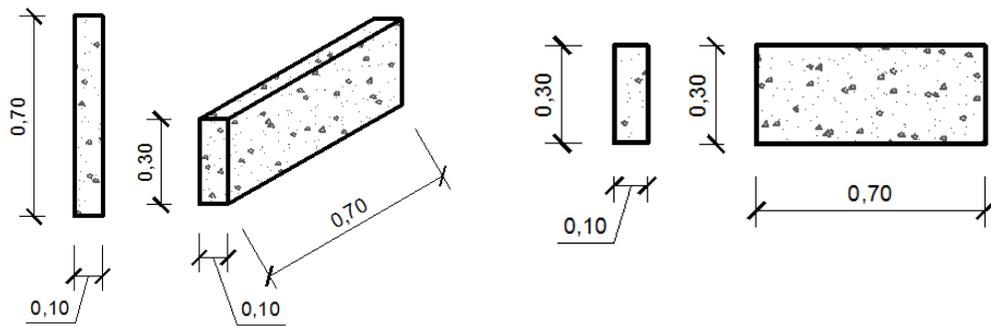
Para a solução de pavimento flexível das ciclovias, a técnica recomendada é a tradicional execução de pavimentos asfálticos.

O subleito deverá ser escarificado e compactado na cota de projeto, numa profundidade mínima de 20 cm, garantindo um grau de compactação de 100%, considerada a energia normal de compactação.

Em relação ao Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), a mistura deverá ser executada em usina apropriada, composta por agregado graduado e material de enchimento (filler). A espessura de projeto é de 3,5 cm. Este serviço deverá ser executado, naquilo que couber, segundo a norma do DNIT 031/2006 e, onde couber, as normas da NOVACAP.

Objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre a base e o revestimento deverá ser executada imprimação, aplicação de camada de material betuminoso sobre a base granular concluída. O ligante recomendável é a Emulsão Asfáltica de Imprimação – EAI.

Abaixo é apresentado o detalhe do cordão de concreto a ser executado.



Fonte: Programa Pedala-DF - NOVACAP, 2016.

A sequência construtiva referente ao pavimento flexível, consiste em:

1. Limpeza superficial da camada vegetal, naquilo que couber, segundo a norma DNIT 107/2009;
2. Escavação da caixa de terraplenagem necessária a prover a implantação da ciclovia, (caixa da ciclovia – variável, verificar projeto geométrico) com declividade transversal de 2%;
 - a. Regularização e compactação do subleito (camada de 20 cm), conforme norma de;

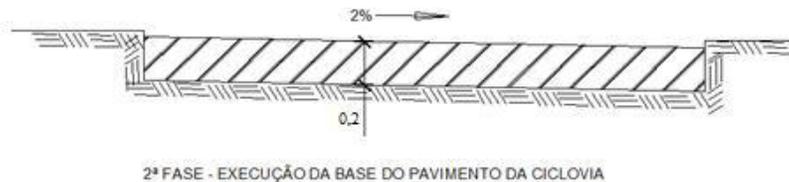


Figura 9 - Execução da base

3. Execução da Base em BGS;
4. Execução da Imprimação e Pintura de Ligação, conforme norma DNIT 144/2014 e DNIT 145/2012;
5. Camada de revestimento em CBUQ;
6. Execução do cordão em concreto;



Figura 10 - Camadas da Ciclovia em CBUQ.

ESTRUTURA DO PAVIMENTO – CICLOVIA – ADE DA CEILÂNDIA – REVESTIMENTO EM CBUQ

Tabela 5 - Resumo das espessuras dos pavimentos para a ciclovia – ADE Centro Norte

ESTRUTURA DO PAVIMENTO – CICLOVIA – ADE DA CEILÂNDIA	
Espessura (cm)	Camada
3,5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Faixa C – CAP 30/45
Imprimação de impermeabilização – CM 30, taxa estimada de 1,4 l/m ²	
12,0	Base de Brita Graduada c/ CBR min = 80% - Energia Proctor Modificado – GC ≥ 100%.
20,0	Regularização, Homogeneização e Compactação do Subleito a 100% do Proctor Normal.

3.4 Dimensionamentos das Estruturas dos Pavimentos – Estacionamentos– Revestimento em Blocos Intertravados de Concreto

O revestimento em bloquete ou paralelepípedo absorvem menos calor em relação ao CBUQ. Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

Os métodos utilizam-se, basicamente, de dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via ficará entre as duas opções propostas a seguir, em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

- Procedimento A (ABCP- ET27):

- Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:
- Vias de tráfego muito leve e leve com N característico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando, portanto, estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B;
 - Vias de tráfego meio pesado a pesado com N característico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.

A Figura 11 a seguir mostra o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento A (ABCP – ET27) para determinação da espessura da camada de sub-base.

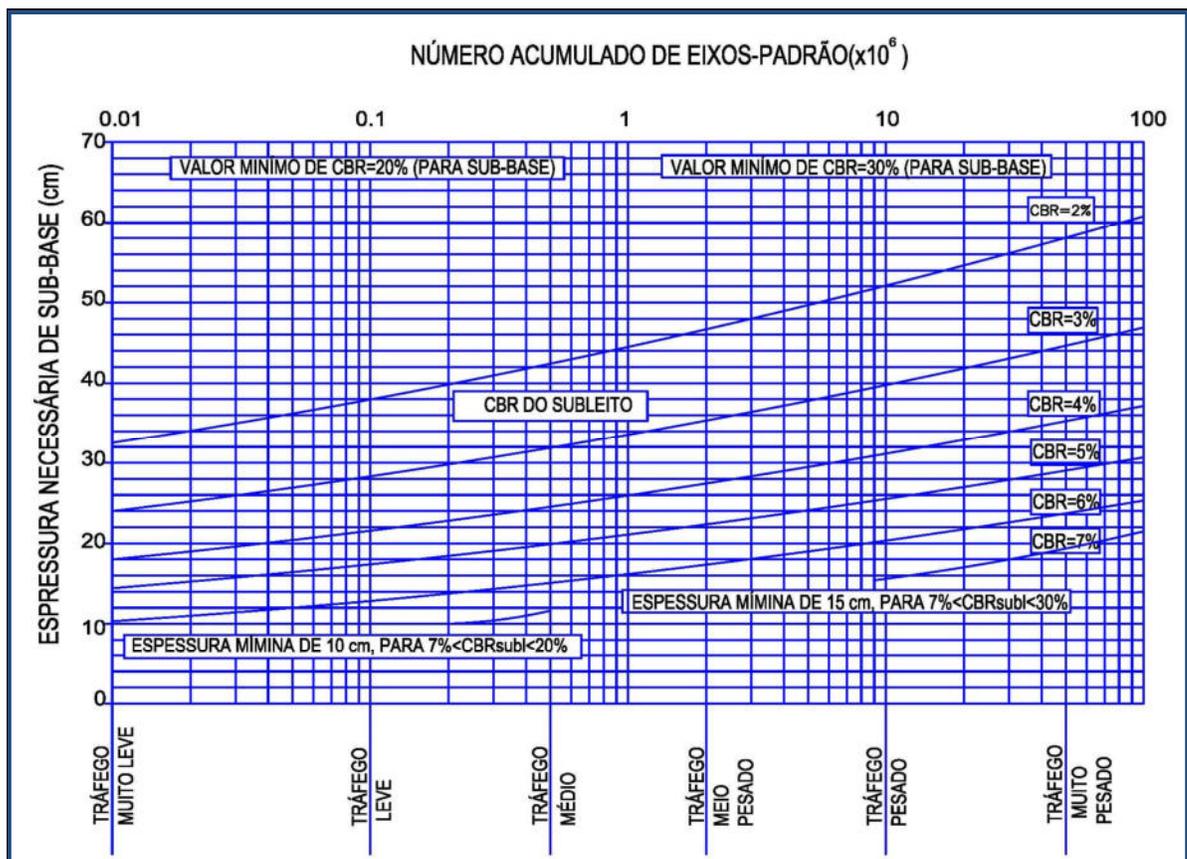


Figura 11 - Ábaco de dimensionamento - vias de tráfego leve em intertravado - espessura da sub-base. Fonte: Boletim Técnico nº 27 da ABCP.

- Procedimento B (PCA - Portland Cement Association):

Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 10^5 a $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

As Figuras 12 e 13 a seguir mostram o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento B (PCA – Portland Cement Association) bem como a tabela de espessura de base

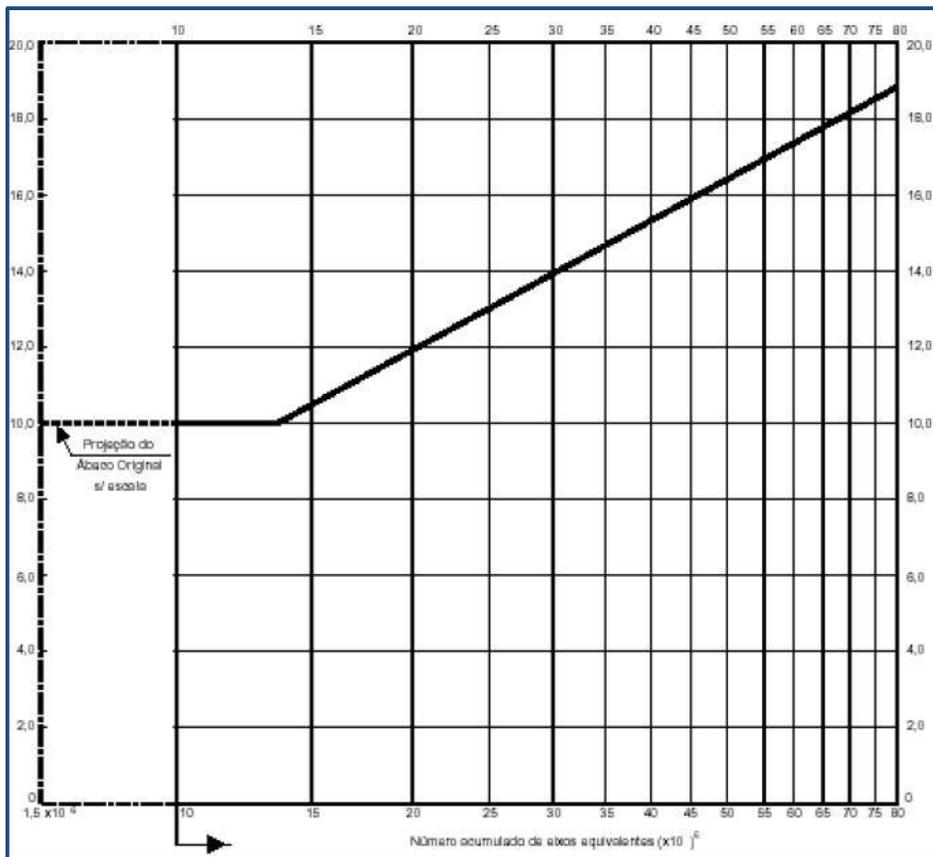


Figura 12: Espessura da Base Cimentada em Função do Número “N”

Fonte: IP-06 Prefeitura Municipal de São Paulo.

N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (H _{BG})										
	Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito										
	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	20
(10 ³)	27	21	17								
2 x 10 ³	29	24	20	17							
4 x 10 ³	33	27	23	19	17						
8 x 10 ³	36	30	25	22	19						
(10 ⁴)	37	31	26	23	20						
2 x 10 ⁴	41	34	29	25	22	17					
4 x 10 ⁴	44	37	32	28	24	19					
8 x 10 ⁴	48	40	35	30	27	21	17				
(10 ⁵)	49	41	36	31	28	22	18				
2x10 ⁵	52	44	38	34	30	24	19				
4x10 ⁵	56	47	41	36	32	26	21				
8x10 ⁵	59	51	44	39	34	28	23				
(10 ⁶)	60	52	45	40	35	29	23	16			
2x10 ⁶	64	55	47	42	38	30	25	17			
4x10 ⁶	68	58	50	45	40	33	27	19			
8 x 10 ⁶	71	61	53	47	42	34	29	20			
(10 ⁷)	72	62	54	48	43	35	30	21			

Figura 13: Espessura necessária de base puramente granular (HBG) – Procedimento B

Fonte: IP-06 Prefeitura Municipal de São Paulo.

Assim, quando a via for classificada como de Tráfego Médio com N característico = 5×10^5 o procedimento A é o que melhor se adequa para este tipo de via.

A seguir, na Tabela 8, o método apresenta em função do tráfego, como se determina a espessura do bloco intertravado e a sua resistência a compressão simples respectivamente.

Tabela 6 - Espessura e Resistencia dos Blocos de Concreto para Revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

- Dimensionamento para Tráfego Leve – Revestimento em Bloco Intertravado (ABCP – Procedimento B) – CBRp = 8%:

Os estacionamentos a serem pavimentados com blocos pré-moldados de concreto, classificados como via de Tráfego Médio (NCaracterístico = 5×10^5) em

relação à expectativa de solicitações do eixo padrão, levará em conta um período de 10 anos. Os estudos geotécnicos indicaram valor de CBRProjeto = 8,0%.

Da Figura 12, empregando o CBR de sub-leito e o tipo de tráfego médio obtêm-se a espessura mínima de 15 cm com material de base.

Desta forma, os materiais adotados no dimensionamento serão:

- Para a camada de assentamento de areia compactada, é definida uma espessura de 5,0 cm;
- Para a camada de rolamento com blocos pré-moldados (definida em função de tráfego, conforme Tabela 8), é definida uma espessura de 6,0 cm, com resistência a compressão simples de 35 MPa.

Tabela 7 - Resumo das espessuras dos pavimentos para os estacionamentos – ADE Centro Norte

ESTRUTURA DO PAVIMENTO – ESTACIONAMENTOS – ADE DA CEILÂNDIA	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Revestimento em blocos intertravados de concreto – Resistência à compressão simples ≥ 35 MPa.
5,0	Camada de areia compactada.
15,0	Sub-Base de Brita Graduada c/ CBR min = 80% - Energia Proctor Modificado – GC $\geq 100\%$.
20,0	Regularização, Homogeneização e Compactação do Subleito a 100% do Proctor Normal.

3.7 Pressupostos do dimensionamento

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado pelo menos 1,50 m abaixo do *greide* de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos ou de solução alternativa e submetê-la à aprovação da fiscalização. Salientamos que no presente estudo não foi constatado nível d'água.

O dimensionamento pressupõe, também, que na execução da obra sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de controle tecnológico e recebimento, conforme as Especificações da NOVACAP.

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, como redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas dentro da boa técnica e de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.

4. Calçadas compartilhadas

Será implantada calçada compartilhada conforme projeto MDE 014 – 2020 elaborado pela SEDUH.

Abaixo são reproduzidas as especificações contidas no citado projeto da SEGETH.

4.1 Especificações técnicas para execução da calçada compartilhada

Piso em concreto usinado de 8 cm (oito centímetros) de espessura, sobre terreno previamente nivelado e compactado, Fck 25 Mpa.

A divisão entre o concreto polido das calçadas e o concreto das plataformas elevadas deve ser feita por meio de juntas de dilatação. As características do concreto, da armação, da espessura e das juntas de dilatação das calçadas divergem daquelas referente as plataformas. Assim, deve ser feito um controle rigoroso para garantir as especificidades de cada uma delas para assegurar a durabilidade dos pavimentos.

- Locais de instalação:

Este piso será instalado nas calçadas, rampas e passeio compartilhado, de acordo com projeto.

- Preparação do terreno e execução das camadas para recebimento do revestimento:

A Contratada é responsável pelos serviços de locação e nivelamento, devendo dispor de pessoal técnico necessário à correta execução dos trabalhos.

– Compactação: os serviços de compactação, via de regra, deverão ser executados por meios mecânicos; somente para os casos previamente reconhecidos e autorizados pela Fiscalização, será aceita a compactação manual.

– Lastro de brita: deverá ser executado lastro de brita com espessura mínima de 3,0 cm antes do lançamento do concreto;

– Execução das calçadas: o início da execução da camada superficial da calçada deverá depender da análise, ensaios e atestes da compactação do terreno, e do concreto a ser utilizado. Sempre que a firma pretender indicar um serviço novo, ou modificar os materiais destinados à confecção do concreto, ou ainda, pretender alterar o traço previamente autorizado, deverá fazer comunicação escrita ao grupo de trabalho que deverá ser criado para o acompanhamento do processo.

– Confecção, lançamento e adensamento do concreto: a mistura deverá ser realizada em betoneira mecânica, com controle do traço e da quantidade adequada de água. O lançamento será feito para uma única camada, sendo vedado o uso de massa para complementação da espessura especificada. O adensamento será mecânico, por meio de vibradores de mergulho ou de placa, até que seja verificado o perfeito adensamento do concreto. Nem insuficiente, que permita a formação de bolhas e falhas, nem excessivo, que permita a fuga da água determinando uma cura inadequada;

– Acabamento do concreto: deverá ser executado por desempenamento com ferramentas apropriadas e posterior polimento. O piso e o meio-fio ou cordão de concreto serão executados no mesmo nível. Não será aceito meio-fio ou cordão de

concreto com resíduos de concreto/massa de acabamento, para tanto, sugere-se seu recobrimento durante a execução da obra de pavimentação;

– Juntas de dilatação: as juntas serão feitas por máquina própria para corte de concreto, a cada 1,5m x 1,5m, não podendo haver corte de meio-fio ou outro elemento de reenquadramento do pavimento;

– Controle tecnológico do concreto: será efetuado por meio de corpos de prova a serem recolhidos periodicamente;

– Proteção e cura do concreto: é de responsabilidade da firma contratada a proteção da calçada concretada. Além disso, durante um mínimo de sete dias, a superfície do concreto deverá ser mantida umedecida por meio de rega com água ou, eventualmente, proteção com areia úmida ou produtos especiais para cura;

– Controle tecnológico da camada de apoio da calçada: deve ser feito um controle de compactação da camada de apoio que recebe a calçada sendo admitido o valor de 90% do resultado do ensaio de compactação na energia Proctor Normal;

A figura 14 a seguir apresenta um corte esquemático do piso de concreto citado acima.

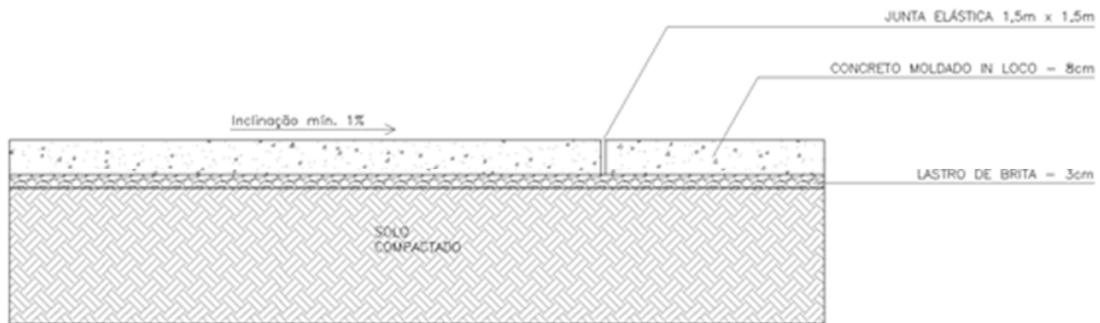


Figura 14 - Detalhe de piso de concreto semi-polido moldado in loco

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (1986). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez dos solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7180 – Determinação do limite de Plasticidade de Solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7181 – Análise Granulométrica de Solo – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6484 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos – Método de Ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7182/86: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508/84: solo: determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 1984 d. 8 p.

IP-01 – Instrução Geotécnia (PMSP).

IP-02 – Classificação das Vias (PMSP).

IP-04 – Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio.

IP-05 – Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Meio Pesado Manual de Pavimentação – DNIT 1996.

MDE 014-2020 - SEDUH

ANEXO 1 – ENSAIOS GEOTÉCNICOS



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS
COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DATA DE EMISSÃO:	03/02/2020
CONTRATO:	-
Nº DO LAUDO:	-
VERIFICAÇÃO:	01

RESUMO DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

INTERESSADO: NOVACAP

LOCALIZAÇÃO: ADE - SETOR P NORTE - CEILÂNDIA

REFERÊNCIAS:

DNER-ME 041/94 - Solos - Preparação de amostras para ensaios de caracterização
DNER-ME 049/94 - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 082/94 - Solos - Determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 122/94 - Solos - Determinação do limite de liquidez - Método de referência e método expedito
DNIT 164/2013-ME - Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas - Método de Ensaio
ABNT NBR 7181/2016 - Solo - Análise granulométrica

AMOSTRA Nº	COTA m	CLASSIFICAÇÃO TÁTIL VISUAL	GRANULOMETRIA								ÍNDICES FÍSICOS		COMPACTAÇÃO / CBR			
			2"	1"	3/4"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 200	LL	IP	hot.	Dens. Max.	Exp.	CBR
ST 01	1,5	ARGILA AREN. CINZA COM ENTULHO	100	100	91	81	69	55	49	26	NL	NP	13,0	1,419	0,40	5,40
ST 03	1,5	ARGILA AREN. CINZA C/ POUCO PEDREGULHO	100	100	94	85	75	59	39	8	NL	NP	12,4	1,668	0,25	12,7
ST 04	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	89	67	48	30	35,2	8,8	1,4	1,598	0,23	8,5
ST 06	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	87	77	66	49	41,3	11,1	26,2	1,431	0,36	8,8
ST 07	1,5	SOLO ARGILOSO COM ENTULHO DE OBRA	100	100	100	93	75	55	36	17	38,3	12	24,6	1,420	0,33	8,5
ST 08	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	94	84	70	58	52	40,4	12,9	25	1,440	0,3	8,7
ST 09	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	88	78	65	46	42	11,6	25,8	1,484	0,36	9,2
ST 11	1,5	ARGILA SILTO-AREN. AMAR. COM ENTULHO	100	100	100	89	73	60	55	18	37,0	8,4	15,0	1,556	0,45	5,3
ST 12	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	94	82	67	52	38	39,1	12,7	17,6	1,507	0,11	7,7
ST 13	1,5	ARGILA ARENOSA AMARELA	100	100	100	92	82	75	66	36	36,7	9,1	29,5	1,477	0,65	8,2
ST 15	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	86	75	67	36	42,5	9,8	23,6	1,580	0,55	6,9
ST 16	1,5	SOLO ARENOSO COM ENTULHO DE OBRA	100	100	98	87	76	61	49	8	NL	NP	16,2	1,698	0,06	10,5
ST 18	1,5	SOLO ARENOSO COM ENTULHO DE OBRA	100	100	98	88	76	68	51	12	NL	NP	17,2	1,711	0,09	10,5
ST 20	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	94	75	57	52	23	36,8	8,8	20,7	1,536	0,29	7,9
ST 21	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	95	83	70	54	39	37,3	11,0	19,0	1,524	0,21	8,4
ST 22	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	86	75	62	42	43,0	11,6	24,4	1,436	0,36	8,4
ST 23	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA VERMELHA	100	100	100	100	91	84	61	51	33,5	12,0	25,8	1,540	0,28	8,3
ST 24	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	90	84	47	27	34,9	8,0	17,2	1,683	0,24	14,0
ST 25	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	97	90	75	59	32	18	37,2	8,6	13,6	1,617	0,31	9,6
ST 26	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	91	72	50	28	33,0	10,8	20,0	1,541	0,25	8,9
ST 27	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	99	96	95	93	46	34,9	10,6	11,9	1,723	0,45	13,3
ST 29	1,5	ARGILA AREN. AMARELA C/ ENTULHO	100	100	97	87	71	59	49	24	NL	NP	16,6	1,510	0,17	6,4
ST 30	1,5	ARGILA ARENOSA MARRON	100	100	100	100	89	64	44	27	NL	NP	13,3	1,502	0,06	7,8
ST 31	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	99	96	87	82	58	43	44,0	11,9	16,4	1,608	0,2	8,3

ST 32	1,5	ARGILA POUCO ARENOSA VERMELHA	100	100	100	100	91	85	64	56	32,8	11,2	26,2	1,506	0,28	8,3
ST 33	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	99	96	87	81	54	39	43,0	10,1	13,6	1,629	0,45	6,7
ST 35	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	99	95	94	92	39	37,2	8,8	18,0	1,509	0,57	6,8
ST 36	1,5	SOLO ARGILOSO C/ PEDREGULHO	100	100	100	86	75	71	56	51	29,6	9,1	14,3	1,688	0,1	9
ST 37	1,5	SOLO ARGILOSO C/ PEDREGULHO	100	100	100	86	75	70	53	47	30,0	8,6	15,4	1,689	0,11	9
ST 40	1,5	ARGILA AMAR. COM POUCO PEDREGULHO	100	100	100	99	86	67	63	44	32,0	10,6	15,4	1,717	0,23	12,1
ST 41	1,5	ARGILA AMARELA ARENOSA	100	100	100	100	90	64	43	23	NL	NP	17,2	1,681	0,18	11,2
ST 42	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	100	100	86	78	44	25	35,7	10,1	17,0	1,687	0,24	14,5
ST 43	1,5	ARGILA AMARELA ARENOSA	100	100	100	100	90	65	43	25	NL	NP	17,8	1,689	0,18	11,5
ST 44	1,5	ARGILA AMAR. COM POUCO PEDREGULHO	100	100	100	98	82	65	60	42	33,2	11,8	15,4	1,620	0,75	8,4
ST 46	1,5	ARGILA SILTO-ARENOSA AMARELA	100	100	99	96	87	79	63	29	37,1	9,5	17,4	1,617	0,65	9,2
ST 49	1,5	ARGILA AMAR. COM POUCO PEDREGULHO	100	100	100	100	84	70	50	29	36,0	8,2	17,8	1,836	0,31	18,5
ST 50	1,5	ARGILA ARENOSA MARRON	100	100	100	99	89	64	42	23	NL	NP	13,4	1,511	0,06	7,8
		MÉDIA:	100	100	99,3	95,4	84,0	71,3	56,0	33,9	36,7	10,0	18,2	1,585	0,31	9,3
		Máximo:	100	100	100	100	96	95	93	56	44	12,9	29,5	1,836	0,75	18,5
		Mínimo:	100	100	91	81	66	53	32	8	28,8	8	1,4	1,419	0,06	5,3
		Desvio Padrão:	0	0	2,1	6	8	10	13	12	4,1	1,4	5,4	0,103	0,17	2,8

INTERESSADO: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal - SDE

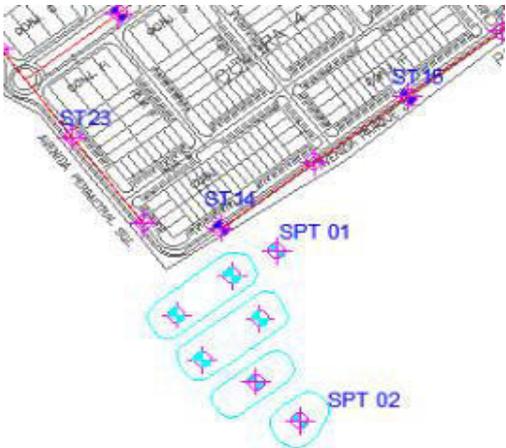
DATA DE INÍCIO: 03/12/2019

OBRA: ADE CENTRO NORTE CEILÂNDIA

DATA DE TÉRMINO: 04/12/2019

TRECHO: Ponto SPT 02

SONDADOR: EQUIPE

Nº GOLPES / 30 cm	CONSISTÊNCIA				PESO BATENTE			PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA (m)				
	MUITO MOLE	MOLE	MÉDIA (O)	DURA (O)	65,0 Kg	ALTURA DE QUEDA	75 cm	INICIAL	3,45	03/12/2019	11:10	
PENETRAÇÃO					REVESTIMENTO			2 1/2"	FINAL	3,50	04/12/2019	11:10
					Amostra	profund.	N.A	CLASSIFICAÇÃO TÁTIL-VISUAL DAS AMOSTRAS				
N/30	0 10 20 30 40 50 60				Nº	m	m	<p>Argila arenosa amarela</p> <p>Silte arenoso marrom - Pouco compacto</p> <p>Argila arenosa vermelha com pouco pedregulho - Média</p> <p>Areia rosa escura - Compacta</p> <p>Impenetrável no avanço</p>  				
TC	nº de Golpes				0	1,00						
7 /30	0 10 20 30 40 50 60				1	1,45						
6 /30	0 10 20 30 40 50 60				2	2,45						
32 /30	0 10 20 30 40 50 60				3	3,45						
35 /5	0 10 20 30 40 50 60				4	3,50	<u>3,50</u>					
	0 10 20 30 40 50 60				5							
	0 10 20 30 40 50 60				6							
	0 10 20 30 40 50 60				7							
	0 10 20 30 40 50 60				8							
	0 10 20 30 40 50 60				9							
	0 10 20 30 40 50 60				10							
	0 10 20 30 40 50 60				11							
	0 10 20 30 40 50 60				12							
	0 10 20 30 40 50 60				13							
	0 10 20 30 40 50 60				14							
	0 10 20 30 40 50 60				15							
	0 10 20 30 40 50 60				16							
	0 10 20 30 40 50 60				17							
	0 10 20 30 40 50 60				18							
	0 10 20 30 40 50 60				19							
	0 10 20 30 40 50 60				20							
	0 10 20 30 40 50 60				21							
	0 10 20 30 40 50 60				22							
	0 10 20 30 40 50 60				23							
	0 10 20 30 40 50 60				24							
	0 10 20 30 40 50 60				25							
	0 10 20 30 40 50 60				26							
	0 10 20 30 40 50 60				27							
	0 10 20 30 40 50 60				28							
	0 10 20 30 40 50 60				29							
	0 10 20 30 40 50 60				30							
COTA					AMOSTRADOR		RESULTADOS					
0,00					Ø INTERNO	1 3/8"	LIMITE DO FURO	3,50 m				
ESCALA					Ø EXTERNO	2"	N.A. FINAL	3,50 m				
COMPACIDADE				PROF. DO REVEST.		N		35 /5	<i>Responsável Técnico</i>			

OBS: Impenetrável no avanço.

ANEXO 2 – PLANTAS

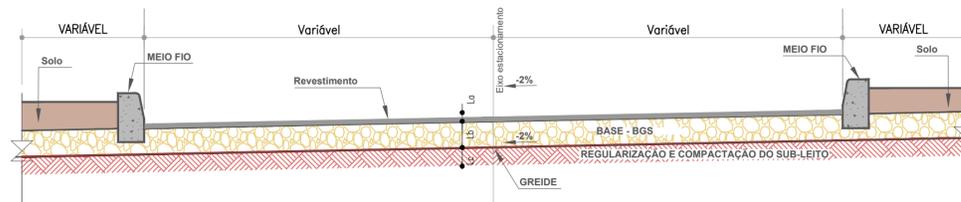


- ◆ Sondagem a trado até 1.5 com ensaios geoté projeto de pavimentação
- ◆ Sondagem a trado até 5.0 para orçamento de e com ensaios geotécnicos para pavimentação
- ◆ Sondagem a percussão até impenetrável para bacia de detenção

PLANTA GERAL
ESCALA 1/5000

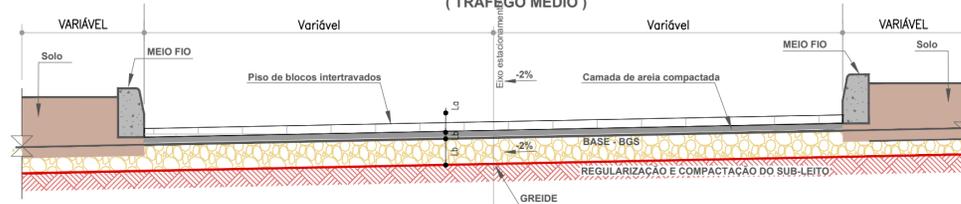
RESPONSÁVEL TÉCNICO											
José Marcelo Lopes CREA 164018-6											
SONDAGENS											
INF 062/18		RA IX - CEILÂNDIA - DF ADE CENTRO-NORTE, ESTACIONAMENTO E PRAÇAS PLANTA GERAL									
PLANTA GERAL	FOLHA 01/01	ESCALA: 1/5000	DATA: OUTUBRO/2019	VER MDE 062/18							
PROJETO:	DESENHO:	REVISÃO:	VISTO:	APROVO:							
João Marcelo Lopes	João Marcelo	novacop	novacop	novacop							
ESTA PLANTA FOI BASEADA NA URB-127/98											
		ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS									
		<table border="1"> <tr> <td>150-L-1</td> <td>150-L-2</td> <td>150-L-3</td> </tr> <tr> <td>150-L-4</td> <td style="border: 2px dashed black;">150-L-5</td> <td>150-L-6</td> </tr> <tr> <td>150-III-1</td> <td>150-III-2</td> <td>150-III-3</td> </tr> </table>			150-L-1	150-L-2	150-L-3	150-L-4	150-L-5	150-L-6	150-III-1
150-L-1	150-L-2	150-L-3									
150-L-4	150-L-5	150-L-6									
150-III-1	150-III-2	150-III-3									
<p>MERIDIANO CENTRAL 45° DECL. MAG. 1991 VARIÇÃO ANUAL 5,16'W</p>		<p>NM NG NQ</p>									
RA IX - CEILÂNDIA		Kr= 1.0007724									

SEÇÕES TIPO - CICLOVIA EM CBUQ
ESQUEMÁTICAS - CORTE B-B
(TRÁFEGO LEVE)

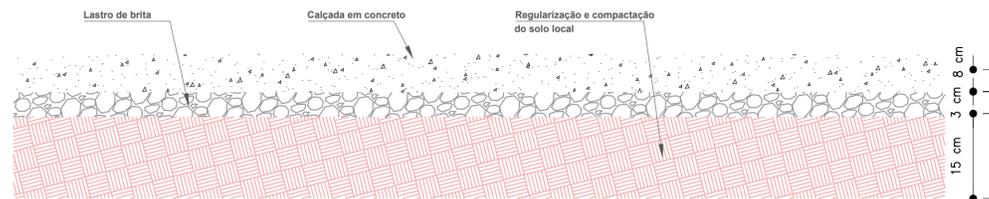


Estacionamento
CAIMENTO SIMPLES

SEÇÕES TIPO - ESTACIONAMENTOS EM BLOCOS INTERTRAVADOS
ESQUEMÁTICAS - CORTE B-B
(TRÁFEGO MÉDIO)



CALÇADA COMPARTILHADA
EM CONCRETO



LEGENDA

- REVESTIMENTO - EM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO - RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES ≥ 35 MPa
- REVESTIMENTO - CONCRETO BETUMINOSO A QUENTE (CBUQ) , e =3,5 cm (Faixa C - CAP 30/45)
- BASE - BRITA GRADUADA, GC $\geq 100\%$, e = Lb, CBR $\geq 80\%$, Exp < 0,5%, ENERGIA MODIFICADA
- SUB-LEITO - SOLO LOCAL, GC > 100%, COMPACTADO ENERGIA NORMAL, Exp < 3%.
- SOLO NATURAL -
- CALÇADA COMPARTILHADA COM ESPESURA DE 8,0 cm
- LASTRO DE BRITA COM ESPESURA DE 3,0 cm

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES EM METROS.
- 2 - DESENHO ESQUEMÁTICO.
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - GC-GRAU DE COMPACTAÇÃO, CBR-CALIFORNIA BEARING RATIO EXP-EXPANSÃO DE CBR.

ESTRUTURA DO PAVIMENTO DA CICLOVIA	
Espessura (cm)	Camada
3.50	Camada de CBUQ Faixa C - CAP 30/45
Imprimação de impermeabilização - CM 30, taxa estimada de 1,4 l/m ²	
12.0	Lastro de brita graduada c/ CBR min 80% energia do proctor modificado - GC > 100%
20.0	Regularização, homogeneização e compactação do Subleito a 100% do Proctor Normal

ESTRUTURA DO PAVIMENTO ESTACIONAMENTOS	
Espessura (cm)	Camada
6.0	Revestimento em blocos intertravados de concreto - Resistência à compressão simples ≥ 35 MPa.
5.0	Camada de areia compactada
15.0	Base de Brita Graduada Simples c/ CBR min = 80% energia do Proctor Modificado. GC $\geq 100\%$
20.0	Regularização, homogeneização e compactação do Subleito a 100% do Proctor Normal e CBR = 8%

ESTRUTURA DA CALÇADA COMPARTILHADA EM CONCRETO	
Espessura (cm)	Camada
8.00	Camada de Concreto com resistência a compressão simples Fck = 25 Mpa
3.00	Lastro de brita sobre subleito compactado
15.00	Regularização e compactação do Subleito a 100% do Proctor Normal

EXECUTADO POR:			
PAV		REGIÃO ADMINISTRATIVA DE CEILÂNDIA - RA IX COMPLEMENTAÇÃO DA URBANIZAÇÃO NA ADE CENTRO NORTE ADE CENTRO NORTE - PROGRAMA PROCIDADES	
FOLHA: 01/01	PROJETO: JOÃO MARCELO	DATA: ABL/2021	ESCALA: SEM ESCALA
PROJETO:	CÁLCULO:	REVISÃO:	APROVOU: NOVAZAP
SEÇÕES TIPO			

ANEXO 3 – ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

1. Especificações de materiais e serviços

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir os procedimentos de execução e especificações de materiais apresentadas neste documento, conforme disposto a seguir, e em conformidade com as normas técnicas da ABNT e do DNIT, além das recomendações da fiscalização da Novacap.

1.1. Concreto Asfáltico

A camada de revestimento do pavimento flexível será executada em concreto asfáltico usinado a quente. Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação dos serviços serão balizados pela Especificação DNIT 031/2006 - ES.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes:

Material	Parâmetros	Especificação
Ligante	CAP 30/45	DNIT-EM 095
Agregados graúdos	Fragmentos sãos de rochas, escória ou seixo rolado, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas	
Desgaste Los Angeles	Igual ou inferior a 50%	DNER-ME 035
Índice de forma	Superior a 0,5	DNER-ME 086
Durabilidade	Perda inferior a 12%	DNER-ME 089
Agregados miúdos	Areia ou pó de pedra com grãos resistentes, apresentando moderada angulosidade, livres de torrões de argila e substâncias nocivas	
Equivalente de areia	Igual ou superior a 55%	DNER-ME 054
Filler	Cimento Portland, cal extinta, pó calcário ou cinza volante, conforme Tabela 14	

Composição da mistura		
Granulometria e teor de betume – conforme a Faixa “C” - Apresentada na Tabela 15 a seguir		DNER-ME 083 DNER-ME 053
Porcentagem de vazios	3 a 5%	DNER-ME 043
Relação betume/vazios	75 a 82%	
Estabilidade	mínima 500 kgf (75 golpes)	
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25 C°	mínima, MPa 0,65	DNER-ME 138

O material de enchimento deverá possuir granulometria de acordo com a Tabela 14 a seguir.

Tabela 14 - Granulometria do material de enchimento (filler)

Abertura de malha (mm)	%, em peso, passando
0,42	100
0,18	95-100
0,075	65-100

A composição da mistura asfáltica deverá estar enquadrada na faixa especificada, conforme apresentadas na Tabela 15 a seguir.

Tabela 15 - Granulometria e teor de ligante da mistura

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
N° 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
N° 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
N° 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
N° 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
N° 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

A camada de revestimento acabada deverá apresentar grau de compactação entre 97% e 101%, e a variação da espessura indicada deverá ser inferior à 5%.

1.2. Pintura de ligação

Nos pavimentos com revestimento em concreto asfáltico, sobre a imprimção betuminosa e antes da aplicação do revestimento será executada a pintura de ligação.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DNIT 145/2010 - ES.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes. O ligante asfáltico empregado na pintura de ligação pode ser do tipo RR-1C ou RR-2C, em conformidade com a especificação de material DNER-EM 369/97.

A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é de 0,3 a 0,4 l/m². Antes da aplicação a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água, a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída usual é da ordem de 0,8 a 1,0 l/m².

1.3. Imprimação

Nos pavimentos com revestimento em concreto asfáltico, será executada imprimação betuminosa sobre a camada de base.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação dos serviços serão balizados pela especificação DNIT 144/2010 - ES.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes.

O ligante asfáltico empregado na imprimação pode ser o asfalto diluído CM-30, em conformidade com a especificação de material DNER-EM 363/97, ou a emulsão asfáltica do tipo EAI, em conformidade com a especificação DNIT 165/2013-EM.

A taxa de aplicação "T" é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente na obra. As taxas de aplicação do asfalto diluído usuais são da ordem de 0,8 a 1,6 l/m² e da emulsão asfáltica da ordem de 0,9 a 1,7 l/m², conforme o tipo e a textura da base.

1.4. Base de brita graduada simples

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação dos serviços serão balizados pela especificação DER-SP ET-DE-P00/008.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes.

A curva de projeto da mistura de agregados deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 9 a seguir;

A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 16 a seguir, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;

Quando ensaiada de acordo com a NBR 9895, na energia modificada, a mistura deve apresentar CBR igual ou superior a 100% e expansão igual ou inferior a 0,3%;

A porcentagem do material que passa na peneira n° 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n° 40.

Tabela 16 – Faixas granulométricas para brita graduada

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando				
ASTM	mm	A	B	C	D	Tolerância
2"	50,0	100	100	-	-	± 7
1 ½"	37,5	90 - 100	-	-	-	± 7
1"	25,0	-	82 - 90	100	100	± 7
¾"	19,0	50 - 68	-	-	-	± 7
3/8"	9,5	30 - 46	60 - 75	50 - 85	60 - 100	± 7
Nº 4	4,8	20 - 34	45 - 60	35 - 65	50 - 85	± 5
Nº 10	2,0	-	32 - 45	25 - 50	40 - 70	± 5
Nº 40	0,42	4 - 12	22 - 30	15 - 30	25 - 45	± 5
Nº 200	0,075	1 - 4	10 - 15	5 - 15	5 - 20	± 2
Espessura da camada acabada em cm		10 - 17	10 - 17	10 - 13	10 - 13	

1.5. Sub-base de solo estabilizado granulometricamente

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação dos serviços serão balizados pela especificação DNIT 139/2010–ES.

A sub-base poderá ser executada com materiais britados, ou misturas de solos com materiais britados ou aditivos como cimento ou cal, etc, de forma que a mistura apresente um ISC superior a 30% e expansão inferior a 1,0%, quando compactado com a energia intermediária.

O solo utilizado deverá possuir as seguintes características:

Porcentagem passando na peneira nº 200,	máximo 50%
Índice de plasticidade,	máximo 18%
Limite de liquidez,	máximo 40%

1.6. Regularização do subleito

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DNIT 137/2010–ES.

O subleito deve ser compactado a 100% da energia do ensaio proctor normal.

Observa-se que, durante a execução dos serviços, caso sejam encontrados materiais com expansão superior a 2% ou ISC inferior ao valor de projeto (ISCP), deverá ser realizado um estudo específico do local, avaliando-se a possibilidade de substituição de material ou execução de camada de reforço.

1.7. Aterros

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação dos serviços serão balizados pela especificação DNIT 108/2009–ES.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes.

Para o corpo do aterro – parte do aterro situada sobre o terreno natural até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide da terraplenagem – deverá ser utilizado solo coesivo que apresente capacidade de suporte $\geq 5,0$ % e expansão $\leq 2,0$ %. Para a execução das camadas finais do aterro – parte situada sobre o corpo do aterro ou sobre o terreno remanescente de um corte, com espessura de pelo menos 60,0 cm, cuja superfície é definida pelo greide da terraplenagem – deverá ser utilizado solo que apresente capacidade de suporte \geq IS_{Cp} e expansão $\leq 1,0$ %.

1.8. Controle tecnológico

Deverá ser realizado o controle tecnológico de todas as etapas de construção da obra, de acordo com as normas e especificações relacionadas neste documento. Os materiais utilizados devem atender aos parâmetros definidos no projeto.

Para tanto deverá ser apresentado pelo contratado e aprovado pela fiscalização da obra Plano de Amostragem do Controle Tecnológico segundo o descrito na Norma DNER-PRO 277/97.

A empresa executante deverá manter na obra, equipe de controle tecnológico para execução de ensaios qualitativos dos materiais e acompanhamento de todas as etapas construtivas.

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, como redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas dentro da boa técnica e de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.