

SITUARE



**ARQUITETURA +
ENGENHARIA**

MEMORIAL DESCRITIVO

**INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS
RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA**

TERRAPLANAGEM

V000 - Agosto 2017

Engº Civil Roberto Chendes – CREA 11.030/D-DF



Sumário

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	COMPOSIÇÃO DO PROJETO	4
3.	DETERMINAÇÃO DAS CARGAS DO TRÁFEGO	5
4.	DIMENSIONAMENTO	10
5.	ESPECIFICAÇÕES EM BLOCOS INTERTRAVADOS	17
6.	BIBLIOGRAFIA:.....	28



1. APRESENTAÇÃO

A SITUARE Arquitetura e Engenharia Ltda., submete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – **IBAMA**, o **RELATÓRIO DE PROJETO DE TERRAPLANAGEM E PAVIMENTAÇÃO** para elaboração do Projeto Executivo de construção da Central de Logística e Apoio Prevfogo, localizado no SCEN Trecho 02, Ed. Sede do IBAMA, Asa Norte – DF.

O presente relatório tem como finalidade complementar as Plantas dos Projetos e Especificações, e é composto de um volume conforme especificado a seguir:

- Volume 1/1 – Relatório de Projeto de Pavimentação

A área de implantação do prédio e estacionamento da Central de logística e Apoio Prevfogo, foi subdividida em eixos de locação numerados de 01 a 04, estabelecidos a partir do Marco Geodésico M1 do cadastro técnico. Os posicionamentos dos eixos 01, 02 e 03 são transversais (Oeste/Leste) abrangendo a edificação e o estacionamento, enquanto o eixo 04 é longitudinal (Norte/Sul) ao estacionamento, a partir do nível do pavimento asfáltico existente ao Norte, único acesso ao local.

Os níveis do projeto foram estabelecidos a partir da cota de Soleira do prédio (n.=**1.019,973**), conforme demonstrado nos desenhos dos perfis (Pranchas 001 e 002).

O Projeto de Pavimentação é apresentado em um relatório de memória de cálculo e especificações dos serviços.



2. COMPOSIÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Terraplenagem e Pavimentação do Estacionamento é orientado por 04 eixos conformados com o levantamento planialtimétrico, conforme apresentado no quadro a seguir:

Quadro 2.1 – Eixos Projetados

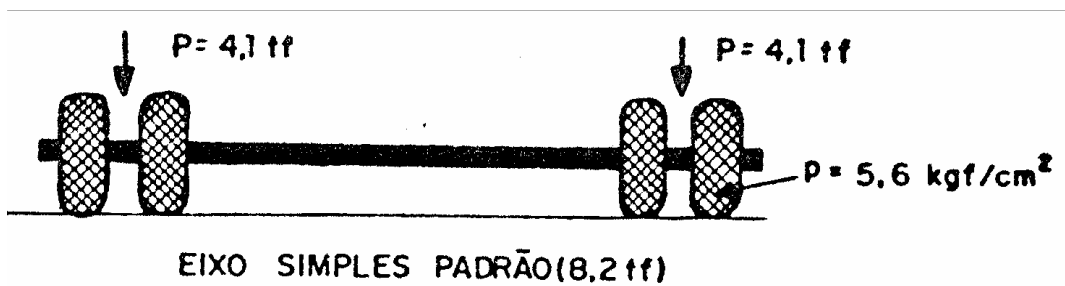
EIXO	REFERÊNCIA	EXTENSÃO (m)
01	M01+13,87 α P02-0,50	83,73
02	M01+13,87 α P02-0,50	83,73
03	P04+5,77 α P03- 0,50	83,73
04	P01-6,15 α P03+8,09	126,28
TOTAL		377,47

3. DETERMINAÇÃO DAS CARGAS DO TRÁFEGO

As cargas que solicitam a estrutura do pavimento ao longo do período de projeto são representadas pela ação do ciclo de carregamento e descarregamento em um determinado ponto fixo da superfície de rolamento quando da passagem das rodas dos veículos. O dano causado pela passagem de cada veículo é de pequena magnitude, mas o efeito acumulativo deste dano é que determina a resistência de vida à fadiga dos pavimentos.

Para efeito de projeto, o tráfego que transitará sobre determinado pavimento ao longo do período de projeto, sua vida útil de serviço, é convertido em um número de operações/solicitações de um eixo rodoviário padrão, mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Este número de solicitações é conhecido como número "N". O eixo padrão rodoviário brasileiro é um eixo simples de rodas duplas que transmite ao pavimento uma carga total de 8,2 toneladas (80 kN). Neste eixo a superfície de contato dos pneus com o pavimento é representada por uma área circular de 10,8 cm de raio e tensão de contato de 5,6 kgf/cm².

Figura 3.1 - Eixo padrão rodoviário



O número "N" pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$N = V_t \times F_v \times F_r$$

onde:

V_t é o volume total de veículos num determinado sentido para determinado período "P";



Fv é o fator de veículo: número que converte todos tipos de veículos em eixos padrões;

Fr é um fator climático regional relacionado ao regime de chuvas de determinado local.

O fator de veículo, produto do fator de eixo pelo fator de carga, atua na compensação da grande diversidade de veículos e cargas que transitam pela via, transformando estas cargas e veículos diversos em uma quantidade de operações do eixo padrão que seja equivalente em termos de efeito destrutivo do pavimento. Ou seja, o fator de veículo transforma um veículo qualquer, com um carregamento qualquer, em uma quantidade de solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 toneladas que causaria o mesmo efeito destrutivo no pavimento.

Como o número de eixos por veículo é bastante variado, utiliza-se o fator de eixo para determinar o número médio de eixos por veículo que circula em uma determinada via.

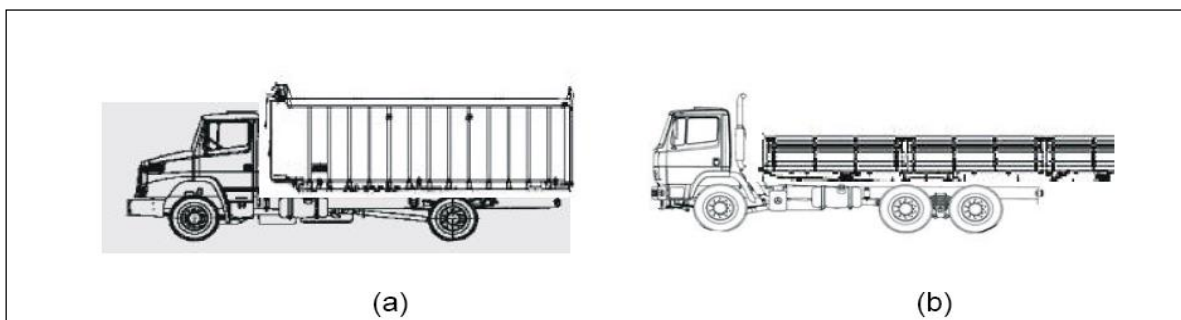
$$FE = \Sigma (NE \times \% NE)$$

onde:

NE é o número eixos do veículo

%NE é a porcentagem de determinado tipo de veículo em relação ao total.

Figura 3.2 - Exemplos de Eixos Simples (a) e Tandem duplo (b)



Fator de equivalência carga é um fator que transforma qualquer magnitude de cargas em um número equivalente de operações de um eixo padrão, em

SITUARE MEMORIAL DESCRITIVO



ARQUITETURA +
ENGENHARIA

Cliente: INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

Obra: SCEN, TRECHO 2 – ED. SEDE DO IBAMA – ASA NORTE-DF (ANTIGO SAIN – IBDF)

Especialidade: TERRAPLANAGEM

função do tipo de eixos. Esta conversão é realizada por meio de relações empíricas que foram transformadas em ábacos, para o caso de eixos simples ou duplos e em tabelas, para o caso de eixos triplos, conforme apresentado na figura 3.3 e na Tabela 3.1.

Figura 3.3 - Ábacos para determinação de fatores de equivalência de cargas – Eixos simples e duplos.

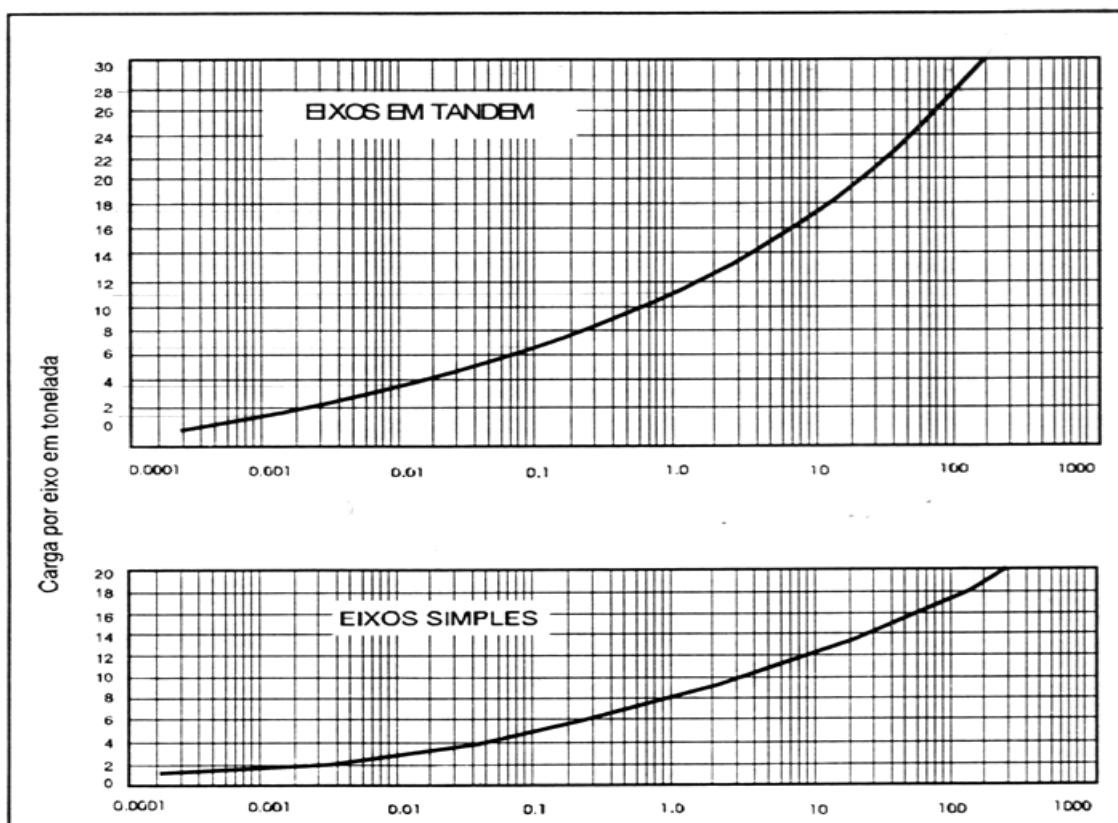


Tabela 3.1 - Fatores de equivalência para eixos triplos em tandem

Cargas por eixo (t)	Fator de equivalência de cargas
6	0,04
8	0,08
10	0,18
12	0,29
14	0,58
16	0,92
18	1,50
20	2,47
22	5,59
24	6,11
28	14,82
30	20,88
32	40,30
34	46,80
36	59,80
38	91,00
40	130,00



Portanto, para determinação do Número "N", é necessário o conhecimento qualitativo e quantitativo da composição presente e futura do tráfego. Como a obtenção destes dados requer extensas pesquisas de campo, neste Projeto, optou-se por utilizar a metodologia proposta pela Instrução de Projeto nº 2 da Prefeitura Municipal de São Paulo, que é baseada em pesquisas de tráfego e estudos estatísticos.

De acordo com a IP-02/PMSP, as vias urbanas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- **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 em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) 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 a 100 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 10 anos;
- **Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) 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 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;
- **Tráfego Muito Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 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.

Dessa forma, as vias onde há tráfego de ônibus previsto, atribuiu-se a via um Tráfego Meio Pesado, com um número "N" típico de 2×10^6 . As demais vias foram classificadas como de Tráfego Leve, com um número "N" típico de 10^5 , ou de Tráfego Médio, com um número "N" típico de 5×10^5 . O período de projeto foi fixado em 10 anos.

4. DIMENSIONAMENTO

4.1. Estudos Geotécnicos

Para determinação da estrutura do pavimento do estacionamento, em razão da inexistência de cargas concentradas permanentes, foram adotados os estudos geotécnicos realizados na área da edificação, cuja classificação das amostras demonstra a consistência e homogeneidade do material adequada à especificação proposta.

Os estudos consistiram da execução de 07 furos de sondagens à percussão (SPT-01 a SPT-07), nos quais foram coletadas amostras de solo para ensaios e análise granulométrica e resistência mecânica à compressão, cujo resultado apresenta um substrato com caracterização de compactação compatível com o ISC (CBR) exigível no projeto ($\geq 8,45$). Não foi encontrado o nível de água até a profundidade limite de sondagem atingida.

Os boletins de sondagens e os resultados dos ensaios constam de relatório anexo ao projeto de fundações.

A Tabela 4.1 apresenta o resumo dos resultados dos ensaios geotécnicos efetuados e parâmetros determinados.



Tabela 4.1 - Resumo dos resultados dos ensaios geotécnicos

Ensaio	Sondagem	Profundidade	Nível Água	N. Terreno
		m	m	m
1	SPT-01	11,72	N.E.	0,52
2	SPT-02	12,75	N.E.	0,48
3	SPT-03	10,90	N.E.	0,37
4	SPT-04	12,60	N.E.	0,42
5	SPT-05	11,90	N.E.	0,43
6	SPT-06	11,60	N.E.	0,57
7	SPT-07	11,70	N.E.	0,54

4.2. MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

Para aplicação dos métodos de dimensionamento foram tabulados o tráfego local e o ISC do subleito de modo a se obter uma matriz de situações típicas, conforme mostrado na 4.2.1

Tabela 4.2.1- Matriz de situações típicas

ISC (%)	Tráfego		
	Leve	Médio	Meio Pesado
$8,45 \leq$	I	II	III
$\geq 8,45$	I	II	III



Na Tabela 4.2.2 são mostrados os parâmetros a serem utilizados nos dimensionamentos.

Tabela 4.2.2 - Parâmetros para dimensionamento

Situação Típica	N	ISC (%)	Revestimento
I	1×10^5	$\geq 8,45$	Bloco intertravado de concreto
II	5×10^5	$\geq 8,45$	Bloco intertravado de concreto
III	2×10^6	$\geq 8,45$	Bloco intertravado de concreto

1997 – Manual de Técnicas de Pavimentação – Editora PINI.

4.3. DIMENSIONAMENTO EM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO

A pavimentação com emprego de blocos pré-moldados de concreto constitui-se em uma alternativa estrutural de pavimento de modelo flexível. Quanto às formas do bloco, estes são definidos de maneira a produzir boa aderência de carga entre o que estiver sendo carregado e os adjacentes, por meio do contato entre faces (intertravamento) sendo que a estrutura irá trabalhar de maneira satisfatória, onde se processa um alívio de tensões transmitidas ao subleito e às camadas do pavimento.

No caso da pavimentação do Parque Rodoviário do DER/DF, algumas das vantagens de seu emprego, é a relativa facilidade de utilização de mão de obra local para o assentamento das peças, possibilidade de que futuras instalações a serem implantadas no interior da quadra, sejam facilitadas pela simplicidade de remoção dos blocos e seu posterior reassentamento.

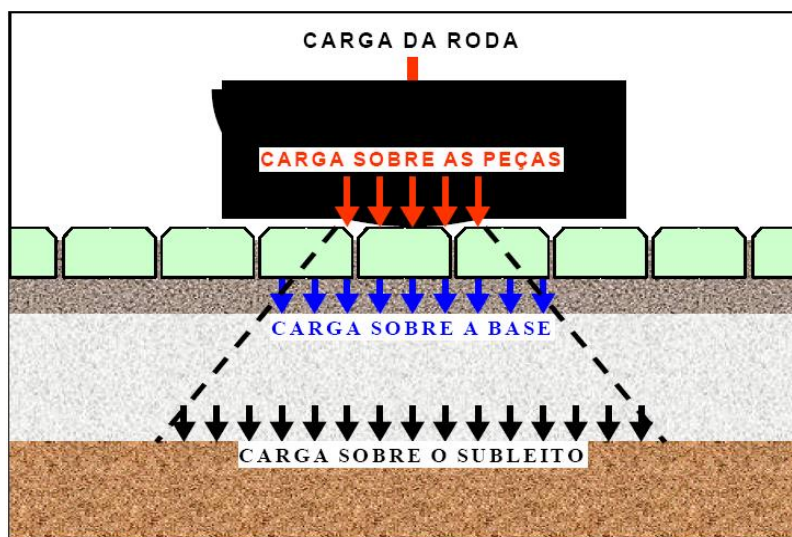


Essa memória de cálculo complementar tem por objetivo subsidiar a análise de custo de implantação de solução em bloco intertravado de concreto em relação a solução de pavimento flexível, para as vias identificadas no projeto de pavimentação como sendo tráfego leve e médio.

Assim a presente memória complementar irá avaliar a seção de pavimento em bloco intertravado para as seções típicas I, II e IV.

As condições de carregamento de um pavimento em bloco intertravado podem ser observadas na figura 4.3.

Figura 4.3 – Condições de carregamento em pavimento de bloco intertravado



4.3.1 Tráfego

Conforme informações constantes na tabela 4.2, para tráfego leve e médio.

4.3.2. Critérios de dimensionamento

Para dimensionamento deste projeto adotou-se as premissas contidas no documento da Prefeitura de São Paulo intitulado "IP-06 Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto".

4.3.3. Considerações do subleito

Como o subleito onde será implantado o pavimento é constituído de latossolo do tipo argila siltosa vermelha, estima-se, de forma bem conservadora, que o suporte ISC deste material do subleito deva ser de no mínimo 11,3% e expansão em torno de 0,01%.

4.3.4. Estrutura do Pavimento

Os pavimentos de blocos Intertravados de concreto serão dimensionados segundo método preconizado pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, cujo método utiliza-se basicamente de dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

O dimensionamento pelo Procedimento B (PCA – Portland Cement Association) é mais adequado para vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 105 e 1,5x106 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 decrescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

As espessuras dos blocos do revestimento variam de 6 a 10 cm, em função do tráfego solicitante, conforme mostrado na tabela 7.3 a seguir.



Tabela 4.3 – Espessura e Resistência do Bloco de 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

Em função da classificação da via em estudo e de seu respectivo número de solicitações do eixo simples padrão “N”, bem como do valor do Índice de Suporte Califórnia (ISC) do subleito, é determinado, através da figura 7.2, a espessura de material granular correspondente à camada de base assentada sobre o subleito.

Figura 4.4 – Espessura necessária de base puramente granular (HBG)

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			

A espessura mínima para as camadas de bases são 15 cm (materiais puramente granulares) e de 10 cm (materiais tratados com cimento). A espessura das peças pré-moldadas do revestimento deverá ter no mínimo 6 cm conforme tabela 4.3

Considerações para definição da Estrutura do Pavimento:

Via de tráfego leve com N Típico = $1,0 \times 10^5$ solicitações

Índice de Suporte Califórnia do subleito: CBR SL = 8,45%

Com os valores acima e conforme a figura 7 temos:

HBG=15 cm (mínimo); e

Alternativa Adotada: Base em solo-cal a 6% em peso com espessura de 15 cm.

Via de tráfego médio com N Típico = $5,0 \times 10^5$ solicitações

Índice de Suporte Califórnia do subleito: CBR SL = 8,45%

Com os valores acima e conforme a figura 7 temos:

HBG=15 cm (mínimo); e

Alternativa Adotada: Base em solo-cal a 6% em peso com espessura de 15 cm.

Via de tráfego meio pesado com N Típico = $5,0 \times 10^5$ solicitações

Índice de Suporte Califórnia do subleito: CBR SL = 6%

Com os valores acima e conforme a figura 7 temos:

HBG=22 cm (mínimo); e

Alternativa Adotada: Base em solo-cal a 6% em peso com espessura de 22 cm.

Perfil do pavimento para Tráfego Leve e Médio com CBR subleito = 8,45%



BLOCO INTERTRAVADO	8 cm
Camada de Areia	5 cm
Base	15 cm

ESTRUTURA DO PAVIMENTO

**Estrutura de pavimento de bloco Intertravado para
Tráfego Leve e Médio**

BLOCO INTERTRAVADO (Espessura de 6 cm)
Camada de Areia (5 cm)
Base: Brita Graduada, Cascalho ou Solo-cal (ISC > 60%, 100% Proctor Intermediário) (15 cm)
SUBBASE (20 cm, 100% Proctor Normal) ($CBR_{\text{médio}}=8,45\%$)

5. ESPECIFICAÇÕES EM BLOCOS INTERTRAVADOS

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e especificações de materiais apresentadas nas normas técnicas do DNIT.

5.1. Base

5.1.1. Base de Brita Graduada

Será construída com a espessura indicada em projeto utilizando-se brita graduada, atendendo as recomendações das normas NB-1347 (Sub-base ou base de brita graduada) e EB-2105 (Materiais para sub-base ou base de brita graduada).

Quadro 1 - Faixas granulométricas para brita graduada

Peneira de malha quadrada		% passando, em peso das faixas	
Discriminação	Abertura mm	Graduação A	Graduação B
2''	50	100	100
1 ½''	38,1	90-100	100
1''	25,4	-	100
¾''	19,1	50-85	90-100
3/8''	9,5	34-60	80-100
Nº 4	4,8	25-45	35-55
N 40	0,42	8-22	8-25
N 200	0,074	2-9	2-9

Quadro 2 - Propriedades dos agregados para brita graduada

Propriedade	Limites	Norma
Durabilidade	20% no sulfato de sódio 30% no sulfato de magnésio	ASTM C88
Abrasão	Perda inferior a 40%	MB-170
Equivalente de areia	Maior do que 35%	MB-3389
Índice de forma	Inferior ou igual a 2	MB-1776
Índice de suporte califórnia	Superior ou igual 80%	MB-2545
Expansão	Inferior ou igual a 0,5%	MB-2545

5.1.2. Base de Cascalho

Será constituída de cascalho laterítico, compactada com energia semelhante àquela de ensaio proctor intermediário, levando em conta, no que for pertinente, as especificações DNER-ES 300/97 – Base Estabilizada Granulometricamente.

5.1.3. Base de Solo-cal

Será constituída de solo local adicionado com cal a 6% em peso, devendo sempre ser determinada em relação a massa de solo seco, e deve apresentar as seguintes características: CBR \geq 60% e expansão \leq 0,5% na energia intermediária, conforme NBR 9895, ou os definidos em projeto para base do pavimento, levando em conta, no que for pertinente, as especificações ET-DE-P00/005 do DER/SP.



5.2. Camada do Subleito

Deve ser executada em camada de 20 cm de espessura, sob a base, compactadas a 100% da energia do ensaio proctor normal, com material cujo ISC seja superior ou igual a 6%, possua expansão inferior a 2% e apresente comportamento laterítico, segundo a metodologia MCT.

5.3. Especificações Técnicas de Materiais e Serviços Pavimento Bloco Intertravado

Definição

O pavimento é constituído por lajotas ou blocos de concreto de cimento Portland com diversos formatos, justapostos, com ou sem articulação e rejuntados ou não com material asfáltico, assentados sobre lastro de pó de pedra, ou areia lavada, executados sobre sub-base ou base; de acordo com os alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecida pelo projeto e confinada lateralmente por sarjetas ou guias.

5.3.1. Materiais

5.3.1.1. Blocos

As peças pré-moldadas de concreto devem ser fabricadas por processos que assegurem a obtenção de concreto suficientemente homogêneo, compacto e de textura lisa, devendo atender as exigências da NBR 9781⁽¹⁾ e as seguintes características:

- Formato geométrico regular, não apresentando dimensões superiores a 45 cm nas duas direções ortogonais;
- Devem possuir as arestas da face superior bisotadas com um raio de 3 mm;
- Devem possuir dispositivos eficazes de transmissão de carga de um bloco a outro, não devendo possuir ângulos agudos e reentrâncias entre dois lados adjacentes;



- Quanto ao desempenho das faces, não são toleradas variações superiores a 3 mm, que devem ser medidas com o auxílio de régua apoiada sobre o bloco; e
- A resistência característica à compressão, determinada conforme NBR 9780(2), deve ser maior ou igual a 35 MPa para solicitação de veículos comerciais, ou de linha, e maior ou igual 50 MPa quando houver tráfego de veículos especiais ou solicitações capazes de produzir acentuados efeitos de abrasão, ou a resistência característica definida na estrutura do projeto de pavimento.

5.3.1.2. Areia

A areia lavada ou pó de pedra utilizado no lastro deve ser livre de torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas, e devem atender a especificação DNER EM 038(3). A areia deve possuir grãos que passem pela peneira 4,8 mm e fiquem retidos na peneira 0,075mm.

5.3.1.3. Asfalto

O material a ser utilizado para o rejuntamento das peças deve ser o cimento asfáltico de penetração CAP 30-45 ou CAP 50-70.

5.3.1.4. Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deverá ser examinado e aprovado pelo Contratante da Obra. O equipamento básico para a execução da camada de pavimento com peças pré-moldadas de concreto compreende as seguintes unidades:

- Rolo compressor liso de 10 t a 12 t;
- Caldeira para asfalto, dotada de rodas pneumáticas, engate para reboque, torneira lateral
- Para retirada de asfalto em baldes ou regadores, maçarico e termômetros; e

- Outras ferramentas, tais como: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, cordões, ponteiros de aço, vassouras, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos, placas vibratórias e outras.

5.3.2. Execução

5.3.2.1. Condições Gerais

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A camada de blocos pré-moldados só deve ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução do pavimento de com peças pré-moldadas de concreto.

Durante todo o tempo que durar a execução do pavimento com peças pré-moldadas de concretos os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

A base da camada dos blocos intertravados deve ser drenada, interligando o coxim de areia grossa ou pó de pedra à rede de drenagem, ou aos drenos laterais da via, a fim de permitir o escoamento d'água.

Quando este tipo de pavimento for executado sobre a sub-base, esta deve ser constituída por material coesivo ou brita graduada de granulometria fechada, ou seja, com mínimo de vazios, para evitar a perda de areia da camada de assentamento das peças, contribuindo para melhoria no padrão de acabamento da superfície do pavimento.

Colchão de areia

Sobre a sub-base ou base concluída deve ser lançada uma camada de material granular inerte, areia ou pó de pedra, com diâmetro máximo de 4,8 mm e com espessura uniforme, depois de compactada de 3 cm a 5 cm, na qual



devem ser assentados os blocos de concreto. O coxim de areia ou pó de pedra deve ser confinado por guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste tipo de pavimento.

Distribuição das Peças

As peças transportadas para a pista devem ser empilhadas, de preferência, à margem desta. Cada pilha de blocos deve ser disposta de tal forma que cubra a primeira faixa à frente, mais o espaçamento entre elas. Se não for possível o depósito nas laterais, as peças podem ser empilhadas na própria pista, desde que haja espaço livre para as faixas destinadas à colocação de linhas de referência para o assentamento.

Colocação de linhas de referência

Devem ser cravados ponteiros de aço ao longo do eixo da pista, afastados, no máximo, 10 m uns dos outros. Em seguida, cravar ponteiros ao longo de duas ou mais linhas paralelas ao eixo da pista, a uma distância desse eixo igual a um número inteiro, cinco a seis vezes as dimensões da largura ou comprimento das peças, acrescidas do espaçamento das juntas intermediárias.

Marcar com giz nestes ponteiros, com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que, referida ao nível da guia, resulte a seção transversal correspondente ao abaulamento estabelecido pelo projeto.

Em seguida distender fortemente um cordel pelas marcas de giz, de ponteiro a ponteiro, segundo a direção do eixo da pista, de modo que restem linhas paralelas e niveladas.

Assentamento das Peças

O assentamento das peças deve obedecer a seguinte seqüência:

- Iniciar com uma fileira de blocos, dispostos na posição normal ao eixo, ou na direção da menor dimensão da área a pavimentar, a qual deve servir como guia para melhor disposição das peças;
- O nivelamento do assentamento deve ser controlado por meio de uma régua de madeira, de comprimento um pouco maior que a distância



entre os cordéis, acertando o nível dos blocos entre estes e nivelando as extremidades da régua a esses cordéis;

- O controle do alinhamento deve ser feito acertando a face das peças que se encostam aos cordéis, de forma que as juntas definam uma reta sobre estes;
- O arremate com alinhamentos existentes ou com superfícies verticais deve ser feito com auxílio de peças pré-moldadas, ou cortadas em forma de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ de bloco;
- De imediato ao assentamento da peça, deve ser feito o acerto das juntas com o auxílio de uma alavanca de ferro própria, igualando assim, a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição do pedrisco para o rejuntamento, pois o acomodamento deste nas juntas prejudicará o acerto. Para evitar que areia da base também possa prejudicar o acerto, certos tipos de peça possuem chanfros nas arestas da face inferior;
- O assentamento das peças deve ser feito do centro para as bordas, colocando-as de cima para baixo evitando-se o arrastamento da areia para as juntas, permitindo espaçamento mínimo entre as peças, assegurando um bom travamento, de modo que a face superior de cada peça fique um pouco acima do cordel;
- O enchimento das juntas deve ser feito com areia, pedrisco, ou outro material granular inerte, vibrando-se a superfície com placas ou pequenos rolos vibratórios; e
- Após a vibração, devem ser feitos os acertos necessários e a complementação do material granular do enchimento até $\frac{3}{4}$ da espessura dos blocos.

Rejuntamento

Quando indicado em projeto, o rejuntamento das peças é feito com pedrisco seguido do derrame de asfalto. Distribui-se o pedrisco pelas juntas e depois, com

vassoura, procura-se forçá-lo a penetrar nessas juntas, de forma que cerca de $\frac{3}{4}$ de sua altura fiquem preenchidos.

Depois, com regador, derrama-se o asfalto previamente aquecido nas juntas, até que ele aflore na superfície do pavimento.

Entre o esparrame do pedrisco e o derrame do asfalto, deve ser procedida a compactação.

Esta é feita passando-se o rolo compactador iniciando por passadas na borda da pista e progredindo o centro, nos trechos retos e até a borda externa, nos trechos em curva.

A abertura das juntas deve estar compreendida entre 5 mm a 10 mm, salvo nos arremates, a critério da fiscalização.

Não devem ser tolerados desníveis superiores a 5 mm, entre as bordas das juntas.

5.3.2.2. Abertura do Tráfego

Durante todo o período de construção do pavimento, devem ser construídas valetas provisórias, com a finalidade de desviar as águas de chuva. E não deve ser permitido o tráfego sobre a pista em execução sob a responsabilidade da executante, eventualmente, deve ser liberado o trecho ao tráfego por prazo não inferior a dez dias, para que se processe devidamente o adensamento do material de enchimento.

5.3.3. Controle

5.3.3.1. Controle do Material

Blocos

O recebimento de cada lote deve ser feito, a critério da fiscalização, na fábrica ou no local de entrega. A cada fornecimento correspondente a 1.600m² de área a ser pavimentada, deve ser formado um lote de 32 amostras.

Cada lote deve ser formado por um conjunto de peças com as mesmas características, produzidas com as mesmas condições e os mesmos materiais. A



cada 300 m² deve ser retirada uma amostra de no mínimo 6 peças, e uma peça adicional para cada 50 m² suplementar, até perfazer uma amostra de 32 peças. Deve-se determinar:

- A resistência característica à compressão, aos 28 dias de cura, conforme a NBR 9780(1);
- Verificar as dimensões das peças do lote, conforme a NBR 9781 (2);
- Verificar as condições de acabamento das peças do lote.

5.3.3.2. Controle Geométrico e de Acabamento

Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, deve ser procedida a relocação e nivelamento do eixo e das bordas, de 20 m em 20 m ao longo do eixo, para verificar se a largura, a espessura e as cotas do pavimento estão de acordo com o projeto.

5.3.4. Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir:

5.3.4.1. Materiais

Blocos

Os lotes são aceitos desde que:

- A variação individual das dimensões dos blocos seja de no máximo ± 5 mm;
- Não apresentar dimensões superiores a 45cm, nas duas direções ortogonais; e
- As peças defeituosas do acabamento devem ser substituídas pelo fornecedor por peças que atendam às demais exigências do item 3.1, para que o lote possa ser aceito.

Resistência

A resistência característica estimada à compressão simples aos 28 dias de cura, calculada de acordo com a equação 5, do anexo B, é aceita desde que:

- Seja maior ou igual a 35 MPa , quando tratar-se de áreas com solicitação de veículos comerciais, ou a definida no projeto da estrutura do pavimento; e
- Seja maior ou igual a 50 MPa, para quando houver tráfego de veículos especiais, ou a definida no projeto da estrutura do pavimento.

5.3.4.2. Execução

Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

- a variação individual da largura da plataforma seja no máximo superior de +10% em relação à definida no projeto; e
- não se obtenham valores individuais da largura da plataforma inferiores as de projeto a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e, a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm.

5.3.4.3. Controle Ambiental

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados para proteção do meio ambiente e segurança, a serem observados no decorrer da execução do pavimento com peças pré-moldadas de concreto.

Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:



- Deve-se ser implantadas a sinalização de alerta e segurança de acordo com a norma pertinente aos serviços;
- Proíbe-se o tráfego desnecessários dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos à vegetação e interferências na drenagem natural;
- As áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, e localizadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- Todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na sua manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada ;
- É proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na execução dos serviços junto ao sistema de drenagem lateral, evitando assim o assoreamentos e soterramento da vegetação; e
- É obrigatório do uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

6. BIBLIOGRAFIA:

Senço, Wlastermiller de. 1997 – Manual de Técnicas de Pavimentação – Editora PINI.