

RELATÓRIO TÉCNICO DE PAVIMENTAÇÃO

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

*PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA
PARA PAVIMENTAÇÃO EM DIVERSAS
RUAS DO BAIRRO PARQUE ESTORIL,
NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DA
ALDEIRA-RJ.*

FEVEREIRO / 2026



SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	4
3.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	5
3.1	INTRODUÇÃO.....	5
3.2	PAVIMENTO FLEXÍVEL	5
3.2.1	CONDICIONANTES DO TRÁFEGO	5
3.2.2	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO	8
3.2.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	9
3.3	PAVIMENTO RÍGIDO.....	13
3.3.1	PARÂMETROS DE PROJETO	14
3.3.2	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA.....	17
3.3.3	JUNTAS DO PAVIMENTO DE CONCRETO.....	19
3.4	QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO	20
3.5	ESPECIFICAÇÕES	23

1. APRESENTAÇÃO

No presente volume são apresentados os elementos, critérios e definições utilizados na elaboração do **Projeto de Pavimentação** referente às ruas do Bairro Parque Estoril, no Município de São Pedro da Aldeia -RJ.

O Projeto Básico de Engenharia é constituído dos volumes abaixo, sendo o presente documento o destacado:

**Volume 1: Relatório de Pavimentação - Memória
Justificativa;**

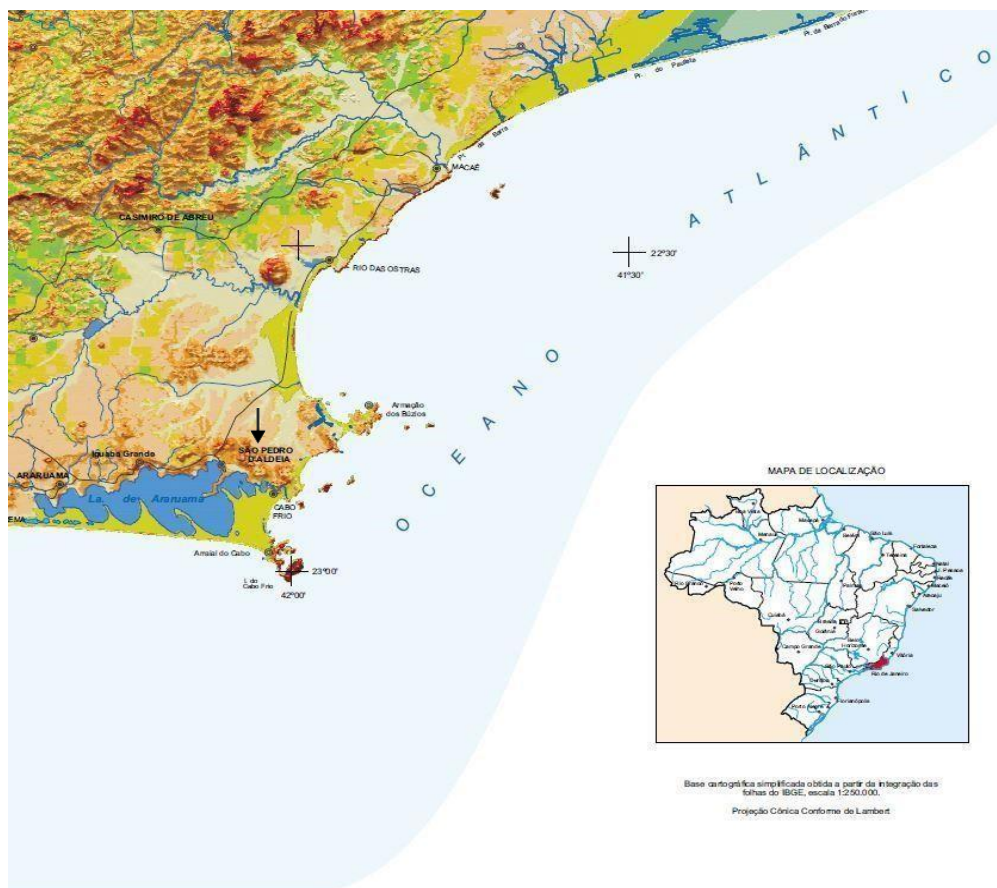
Volume 2: Projeto de Pavimentação – Desenhos.

O projeto de pavimentação foi desenvolvido em conformidade com as normas e instruções preconizadas pelos órgãos rodoviários no que diz respeito à Pavimentação e demais normas e instruções que balizam este tipo de atuação de Engenharia, tais como as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

2. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

São Pedro da Aldeia é um município brasileiro do estado do Rio de Janeiro e está a uma distância de 135 km da capital, possui uma área de aproximadamente 358,66 km², localizado na latitude Sul 22° 50' 10" e longitude Oeste 42° 06' 13", a 10 km a Norte-Oeste de Cabo Frio.

A seguir é apresentado o mapa do estado do Rio de Janeiro, com destaque para o município contemplado neste projeto.



3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

O presente projeto, visando a futura implantação do pavimento nas ruas do Bairro Parque Estoril, no Município de São Pedro da Aldeia –RJ, foi elaborado com o objetivo de dimensionar estruturas capazes de suportar as solicitações impostas pelo tráfego, mantendo o conforto e a segurança para os usuários durante o período de projeto.

Foram dimensionados dois tipos de pavimento: pavimento flexível, com revestimento em concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ), a ser adotado na maioria das ruas do projeto; e pavimento rígido, constituído de placas de concreto de cimento *Portland*, a ser implantando numa pequena área do projeto.

Nos itens a seguir são apresentadas as premissas de cálculo, os dimensionamentos dos pavimentos das ruas, as quantidades e as especificações dos serviços correspondentes.

3.2 PAVIMENTO FLEXÍVEL

3.2.1 CONDICIONANTES DO TRÁFEGO

No dimensionamento dos pavimentos são consideradas as solicitações impostas pelo tráfego de veículos pesados ao longo do período de projeto.

No caso dos pavimentos flexíveis, essas solicitações são representadas pelo “número N”, que é o número de repetições equivalentes do eixo padrão rodoviário.

O eixo padrão rodoviário, por definição, é o eixo simples de rodagem dupla (ESRD), com carga de 8,2 tf e pressão nos pneus de 5,6 kgf/cm².

O período de projeto, que corresponde a vida útil do pavimento, foi definido em 10 anos após a conclusão das obras, em conformidade com o preconizado nas especificações do DNIT para revestimento asfáltico.

3.2.1.1 Cálculo do Número N

O cálculo do número “N” no período de projeto (10 anos) foi realizado aplicando-se a fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996, obtida no Manual de Pavimentação (IPR-719/2006), a saber:

$$N_i = 365 \times VMDA \times FV_{pond} \times FR \times FD$$

Equação 1

$$N_a = \sum_{i=1}^{i=a} N_i$$

onde:

N_i = número equivalente a solicitações do eixo padrão no ano i ;

VMDA = volume médio diário anual de veículos comerciais na via;

FV = fator de veículos ponderado, calculado com base nos fatores de veículos individuais, na composição e carregamento da frota;

FR = fator climático regional (usualmente adota-se 1,0);

FD = fator direcional (também denominado fator de pista FP). Como se trata de pista simples, adotou-se $FD = 100\%$;

N_a = número equivalente a solicitações do eixo padrão durante o período de projeto.

A partir de informações locais, foi considerada a distribuição do tráfego de veículos pesados por dia conforme a Tabela 1, possibilitando o cálculo do fator de veículo individual. Cumpre dizer que, como são várias ruas, adotou-se o tráfego da rua que será mais solicitada, qual seja, Rua Dallas, a favor da segurança. Foram considerados eventuais caminhões de mudança, de entrega de mercadorias, de lixo, e caminhão do tipo Vacall (utilizado na subestação localizada na rua Dallas), totalizando a média de passagem de 5 veículos comerciais por dia.

Tabela 1 – Volume médio diário de veículos pesados e fator de veículo individual

Tipo de veículo	Quantidade / dia	Fator de veículo individual
Caminhão 2 eixos (2C)	3	3,85
Caminhão 3 eixos (3C)	2	9,22

Os fatores de veículo individuais foram calculados conforme a equivalência de carga de cada eixo considerando a metodologia USACE (*United States Army Corps of Engineers*), cujas equações podem ser obtidas no IPR-719/2006. Para efeito de cálculo, considerou-se 80% dos veículos trafegando cheios (carga máxima permitida pela Lei da Balança) e 20% trafegando vazios.

A partir das quantidades por tipo de veículo e de cada fator individual, chegou-se ao fator de veículo ponderado do projeto igual a 6,0.

Em resumo, para o atual projeto tem-se as seguintes considerações:

- Ano de abertura ao tráfego: 2026
- Ano horizonte do projeto: 2035
- Período de projeto: 10 anos
- Taxa de crescimento dos veículos: 3% ao ano
- Fator de veículo ponderado (FV) pela metodologia USACE: 6,0

Na Tabela 2 é apresentado o número N calculado ano a ano, conforme a Equação 1, e o N acumulado, considerando a metodologia USACE e as premissas supracitadas. Para o período de projeto considerado, obteve-se N_{USACE} de $1,29 \times 10^5$.

Tabela 2 – Cálculo do número N

Ano	Veículos pesados (un)	N USACE	
		Ano a ano	Acumulado
2025	5	-	-
2026	5	1,13E+04	1,13E+04
2027	5	1,16E+04	2,29E+04
2028	5	1,20E+04	3,48E+04
2029	6	1,23E+04	4,72E+04
2030	6	1,27E+04	5,98E+04
2031	6	1,31E+04	7,29E+04
2032	6	1,35E+04	8,64E+04
2033	6	1,39E+04	1,00E+05
2034	7	1,43E+04	1,15E+05
2035	7	1,47E+04	1,29E+05

3.2.2 CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

Para a caracterização do subleito da região foram realizados 4 (quatro) furos de sondagens à pá e picareta em quatro ruas diferentes do projeto. A partir das amostras coletadas foram realizados os seguintes ensaios de laboratório: granulometria, determinação dos índices físicos, ensaios de compactação e determinação dos Índices de Suporte Califórnia (ISC ou CBR). Os ensaios podem ser visualizados nos Anexos.

A partir dos resultados obtidos de ISC e de expansão, procedeu-se a análise estatística conforme preconizada no IPR-719, Manual de Pavimentação, a saber:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$X_{máx.} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{mín.} = \bar{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma$$

Onde:

N= Número de amostras

X = Valor individual

\bar{X} = Média aritmética

σ = Desvio Padrão

$X_{\text{máx.}}$ = Valor máximo provável, estatisticamente

$X_{\text{mín.}}$ = Valor mínimo provável, estatisticamente

Na Tabela 3 a seguir estão reunidos os valores de ISC e de expansão relacionados a cada amostra coletada em campo e os cálculos estatísticos.

Tabela 3 – Análise estatística dos valores de ISC e de Expansão

Local	Amostra	ISC (%)	Expansão (%)
Rua Pôr do Sol	SPP 01	6,6	1,8
Rua Francisco Souza Sá	SPP 02	5,80	2,13
Rua Filadélfia	SPP 03	7,2	1,62
Rua Dallas	SPP 04	8,2	1,49
média		7,0	1,8
desvio padrão		1,0	0,3
Xmáx		8,3	2,1
Xmín		5,6	1,4

A partir dos valores obtidos na Tabela 3, considerou-se para o atual projeto ISC do subleito igual a 6%, valor representativo do X mínimo, evitando-se assim a necessidade de reforço do subleito. A expansão média foi de 1,8%, próximo ao valor limite para o material de subleito, que deve ser no máximo 2%. Apenas na Rua Francisco Souza Sá o valor da expansão ultrapassou um pouco o limite, devendo ser avaliado durante o projeto executivo e/ou execução da obra, por meio de ensaios, a necessidade de substituição pontual desse material.

Nas demais ruas, durante a fase de execução, recomenda-se que os parâmetros de ISC e de expansão do solo sejam verificados, de forma a evitar problemas futuros como trincamentos e deformações excessivas, e visando prolongar a vida útil do pavimento projetado.

3.2.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

O dimensionamento dos pavimentos novos foi realizado pelo Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis (MPPF) de autoria do professor Murillo Lopes de Souza, conhecido também pelo método do DNER (atual DNIT), constante no IPR 719 – Manual de Pavimentação, 2006.

As espessuras mínimas de revestimento betuminoso em função do número “N” são recomendadas pela Tabela 4 abaixo, transcrita do IPR 719:

Tabela 4 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

N	Espessura mínima de revestimento
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	$R \geq 5$ cm
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	$R \geq 7,5$ cm
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	$R \geq 10,0$ cm
$N > 5 \times 10^7$	$R \geq 12,5$ cm

A determinação das demais camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{ref} \geq H_m$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

H₂₀ = espessura sobre a sub-base de ISC=20;

h₂₀ = espessura da sub-base;

H_n = espessura sobre o reforço do subleito;

h_n = espessura do reforço do subleito;

H_m = espessura total do pavimento para proteger material com ISC=m, e

K_R, K_B, K_S, K_{ref} = coeficientes de equivalência estrutural de cada camada.

As espessuras H_m, H_n e H₂₀ são obtidas pela equação 2 a seguir, na qual são dependentes do número de repetições do eixo padrão (N) e do ISC do material a ser protegido:

$$H_i = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Equação 2

A espessura fornecida pela equação 2 é em termos de material granular, ou seja, coeficiente estrutural (K) igual a 1,0.

Assim, as espessuras das camadas da estrutura do pavimento devem ser dimensionadas considerando os coeficientes de equivalência estrutural dos

materiais a serem adotados na obra, apresentados na Tabela 5, e nos valores de ISC previstos para os mesmos.

Ressalta-se que mesmo que o ISC da sub-base seja superior a 20, nos cálculos é considerado o valor de 20, conforme recomendação do método.

Tabela 5 – Coeficiente de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Considerando-se que a base será constituída de bica corrida e a sub-base de pó de pedra, ambas camadas granulares (K=1), tem-se o dimensionamento a seguir:

$$N = 1,29 \times 10^5$$

$$\text{ISC subleito} = 6\%$$

Utilizando a equação 2, tem-se:

$$H_{20} = 22,8 \text{ cm}$$

$$H_6 = 46,9 \text{ cm}$$

Revestimento (CAUQ) adotado: 5 cm (K=2)

Embora pela Tabela 4 e para o N previsto fosse possível adotar tratamento superficial, optou-se por utilizar revestimento de 5 cm de espessura, de forma a

evitar futuros problemas com fadiga, possibilitando assim maior durabilidade da estrutura do pavimento. Ademais, ressalta-se que a referida tabela é apenas uma referência de valores mínimos a serem adotados.

Resolvendo-se as inequações, tem-se:

Para a base:

$$5 \times 2 + B \times 1,0 \geq 22,8 \therefore B \geq 12,8 \text{ cm, mínimo} = 15 \text{ cm, adotado } B = 17,0 \text{ cm}$$

Para a sub-base:

$$5 \times 2 + 17 \times 1,0 + h_{20} \times 1,0 \geq 46,9 \text{ cm} \therefore h_{20} \geq 19,9 \text{ cm, adotado } h_{20} = 20,0 \text{ cm.}$$

Cumprir dizer que, como as camadas de base e sub-base devem somar no mínimo 37 cm (diferença entre H_6 e $R_x K_r$), caso fosse adotada base de 15 cm, a sub-base deveria ter 22 cm em vez de 20 cm. No entanto, pensando na execução do pavimento, cujas camadas devem ser limitadas a 20 cm (espessura acabada) para cada fase de compactação, e ainda no fato de que a base é mais resistente em comparação à sub-base (ISC mínimo de 80% contra ISC de 20%), optou-se por deixar a base mais espessa, enquanto a sub-base foi reduzida, conduzindo a uma estrutura de pavimento com maior vida útil.

Sendo assim, foi definida a seguinte estrutura para o pavimento:

- Revestimento: 5 cm em CAUQ;
- Base: 17,0 cm em bica corrida;
- Sub-base: 20,0 cm em pó de pedra.

Realizando a verificação da altura da estrutura concebida em termos de material granular, tem-se:

$$H_{\text{total}} = 10 + 17 + 20 = 47 \text{ cm}$$

$$N \text{ em função de } H_{\text{total}} = 1,34 \times 10^5 (N_{\text{admissível}})$$

Logo, como o N previsto ($1,29 \times 10^5$) é inferior ao N admissível, a estrutura proposta está validada.

Na Figura 1 a seguir pode ser visualizada a solução do pavimento dimensionado.

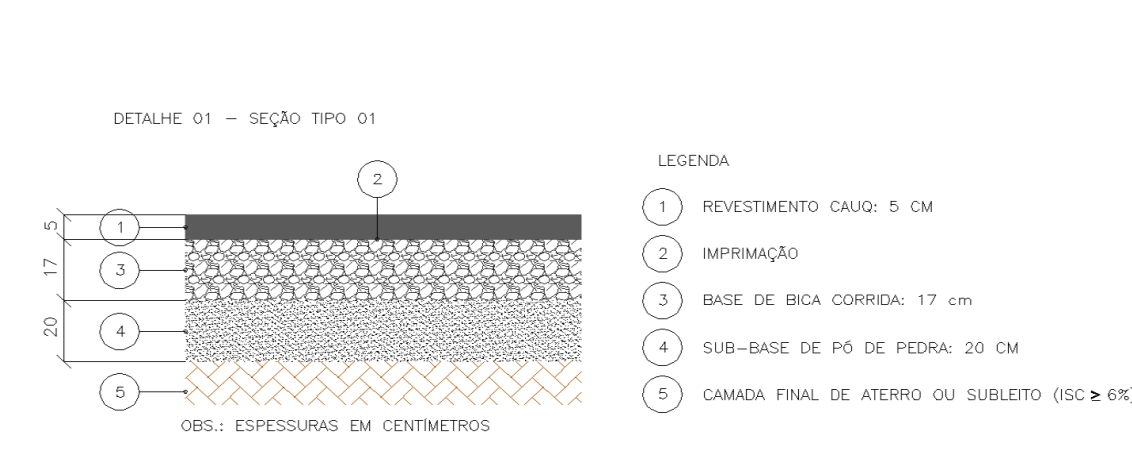


Figura 1 – Seção tipo da estrutura do pavimento flexível. Medidas em centímetros

Para melhor entendimento do projeto recomenda-se consultar o Volume 2 – Projeto de Pavimentação (desenho), onde constam as soluções do pavimento em planta.

3.3 PAVIMENTO RÍGIDO

Este item tem como objetivo apresentar a concepção e o dimensionamento do pavimento rígido a ser implantado numa pequena área da rua Por do Sol.

O problema do dimensionamento de um pavimento de concreto consiste, em síntese, na determinação da espessura “h” da placa de concreto, cuja resistência à tração na flexão seja σ_t , apoiada em um solo com coeficiente de recalque k, e que seja capaz de suportar uma carga P, repetidas vezes, sem ruptura.

Para o dimensionamento do pavimento de concreto foi adotado o método da *Portland Cement Association* (PCA), dos EUA, na versão de 1984.

O método da PCA/84 tem sido amplamente utilizado no Brasil e é um dos indicados pelo Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT (IPR – 714, 2005).

3.3.1 PARÂMETROS DE PROJETO

O sistema de cálculo do método da PCA/84 permite combinar diferentes fatores de projeto, propiciando a análise de diversas soluções alternativas. No método, o projetista estipula as espessuras iniciais para a placa de concreto e para a sub-base e então verifica-se se as mesmas atendem ao critério de fadiga e de dano por erosão. O processo é iterativo e finaliza quando se obtém uma estrutura que atenda aos dois critérios.

Detalhamento dos critérios de fadiga e de erosão constam no Estudo Técnico 97 da ABCP (1998). Em suma, define-se o limite máximo de consumo total de fadiga e de dano total por erosão em 100% para cada um, para que a espessura seja considerada adequada.

As considerações iniciais que determinam os fatores a serem utilizados no dimensionamento são:

- espessuras das placas de concreto e da sub-base;
- tipo de acostamento (se de concreto ou não);
- adoção ou não de barras de transferência;
- resistência à tração na flexão aos 28 dias;
- coeficiente de recalque;
- material utilizado na sub-base;
- fator de segurança; e
- tráfego esperado para cada nível de carga e de acordo com a vida de projeto do pavimento.

A seguir são apresentados todos os parâmetros de projeto considerados, assim como os ábacos e fatores utilizados e as estruturas então definidas.

Camada de rolamento

Cumprir dizer que há diversos tipos de pavimentos de concreto em placas e que neste projeto será adotado o pavimento de concreto simples (PCS). O concreto utilizado tem como característica a alta resistência em relação a concretos estruturais para edifícios, e deverá combater os esforços de tração na

flexão gerados na estrutura, por não possuir armaduras para isso. A seguir as características consideradas do concreto estrutural:

- resistência característica à tração na flexão igual a 4,5 MPa aos 28 dias;
- consumo de cimento de no mínimo 320 kg/m³; e
- relação água/cimento máxima igual a 0,50.

Sub-base

A estrutura do pavimento rígido inclui ainda, entre a camada de rolamento e o subleito, a camada de sub-base.

O material considerado neste projeto para compor a sub-base será a brita graduada simples (BGS).

Fundação

Quanto ao subleito, o parâmetro relativo ao seu suporte, fundamental para o dimensionamento da estrutura, é o coeficiente de recalque, k . O valor de k é determinado pelo ensaio de prova de carga estática, mas pode ser utilizada a sua correlação com o índice de suporte Califórnia (ISC ou CBR), satisfatória para fins de dimensionamento.

O valor do CBR de projeto considerado neste dimensionamento é igual a 6%, conforme os resultados dos ensaios apresentados no item 3.2.2.

No método de dimensionamento, porém, é considerado o coeficiente de recalque no topo do sistema subleito – sub-base, em função do tipo e da espessura desta e do CBR ou k do subleito.

Conforme a tabela encontrada em PITTA (1998), para CBR de 6% e sub-base granular de 15 cm, o coeficiente k do sistema é igual a 46 MPa/m.

Acostamento de concreto

A adoção do acostamento de concreto contribui substancialmente para a redução das deformações verticais ao longo da borda do pavimento. O modelo

estrutural computa uma eficiência de junta da ordem de 65%, no caso de haver ligação entre o acostamento e a pista.

Neste projeto não será considerado acostamento de concreto, uma vez que não existem, por se tratar de ruas de bairro.

Barras de transferência

As experiências mostram que a eficácia do sistema de transferência de carga é um dos fatores preponderantes no desempenho do pavimento. Neste projeto optou-se, portanto, pelo uso de barras de transferência, de forma a reduzir os danos por erosão.

Período de Projeto

O período de projeto considerado no dimensionado foi de 20 anos, em conformidade com o prescrito no Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT.

Frequências de cargas do tráfego e fator de segurança

Considerou-se fator de segurança igual a 1,0, em conformidade com os manuais, que estipulam esse valor para ruas ou vias que carregam pequena frequência de caminhões.

Para o dimensionamento do pavimento é necessário quantificar as cargas por tipo de eixo: eixo simples de rodagem simples (ESRS), eixo simples de rodagem dupla (ESRD), eixo tandem duplo (ETD) e eixo tandem triplo (ETT).

Foram considerados 5 veículos comerciais, assim distribuídos no ano de 2025:

Tipo de veículo	Quantidade / dia	Quantidade de eixos por veículo			
		ESRS	ESRD	ETD	ETT
Caminhão 2 eixos (2C)	3	1	1	0	0
Caminhão 3 eixos (3C)	2	1	0	1	0

Na Tabela 6 a seguir estão apresentados os volumes por eixo e por ano de projeto, assim como o volume total.

Tabela 6 – Volumes por tipo de eixo ao longo do período de projeto

ANO	Volume por ano, por sentido, na faixa mais carregada			
	ESRS	ESRD	ETD	ETT
2025	1.825	1.095	730	0
2026	1.880	1.128	752	0
2027	1.936	1.162	774	0
2028	1.994	1.197	798	0
2029	2.054	1.232	822	0
2030	2.116	1.269	846	0
2031	2.179	1.307	872	0
2032	2.245	1.347	898	0
2033	2.312	1.387	925	0
2034	2.381	1.429	952	0
2035	2.453	1.472	981	0
2036	2.526	1.516	1.010	0
2037	2.602	1.561	1.041	0
2038	2.680	1.608	1.072	0
2039	2.760	1.656	1.104	0
2040	2.843	1.706	1.137	0
2041	2.929	1.757	1.171	0
2042	3.016	1.810	1.207	0
2043	3.107	1.864	1.243	0
2044	3.200	1.920	1.280	0
2045	3.296	1.978	1.318	0
Total em 20 anos	50.510	30.306	20.204	0

A hipótese de carregamento é de que 20% dos veículos trafegam vazios e 80% trafegam com carga máxima mais tolerância. Desta forma, foi elaborada a Tabela 7, onde constam as frequências por carga.

Tabela 7 - Frequência por carga no período de projeto

Tipo de Eixo	Hipótese de Carregamento	Carga (t)	Solicitações
Eixo Simples de Roda Simples	Vazio	2,10	10.102
	Carregado com tolerância	6,30	40.408
Eixo Simples de Roda Dupla	Vazio	3,20	6.061
	Carregado com tolerância	10,50	24.245
Eixo Tandem Duplo	Vazio	5,70	4.041
	Carregado com tolerância	17,85	16.163
Eixo Tandem Triplo	Vazio	6,70	0
	Carregado com tolerância	26,78	0

3.3.2 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

O dimensionamento faz-se pelas análises de fadiga e de erosão, de modo

sistemizado por tabelas e ábacos. No uso das tabelas é permitida a interpolação, que se faz por regra de três. Nos ábacos, caso a reta de interseção saia acima da linha correspondente ao número admissível de repetições de carga, este deve ser considerado ilimitado. As tabelas e ábacos utilizados encontram-se no Estudo Técnico 97 da ABCP (PITTA, 1998 a).

Primeiramente, no Quadro 1 foi analisada uma estrutura com placa de concreto com espessura de 18 cm e sub-base granular de 15 cm. Observa-se que o consumo de fadiga foi acima de 60% e que os danos por erosão totalizaram 2%. Como consumo de fadiga encontrado foi alto, para maior segurança do pavimento, resolveu-se estudar a alternativa 2, com placa de concreto mais espessa, de 20 cm (Quadro 2).

Quadro 1 – Dimensionamento da alternativa 1

Dimensionamento do Pavimento de Concreto - Método PCA 84						
Local: Ruas do Bairro Parque Estoril, São Pedro da Aldeia-RJ					Alternativa 1	
Trecho: -						
Espessura revestimento	18	cm	Juntas com BT	sim <input checked="" type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>		
Espessura sub-base granular	15	cm	Acostamento de concreto	sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/>		
k_{sist}	46	MPa / m	Período de projeto	20 anos		
$f_{ctM,k}$	4,5	MPa	Fator de segurança de carga, Fsc	1,0		
CBR subleito (%)	6					
Carga por eixo (kN)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Número de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	Danos por erosão (%)
			Número de repetições admissíveis	Consumo de fadiga (%)	Número de repetições admissíveis	
1	2	3	4	5	6	7
Simplex			8- Tensão equivalente 9 - fator de fadiga	2,05 0,46	10- Fator de erosão	2,97
103,0	103,0	24.245	38.000	63,8	1.700.000	1,4
61,8	61,8	40.408	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
31,4	31,4	6.061	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
20,6	20,6	10.102	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
Tandem Duplos			11- Tensão equivalente 12 - fator de fadiga	1,74 0,39	13- Fator de erosão	3,08
175,1	175,1	16.163	ilimitado	0,0	3.000.000	0,5
55,9	55,9	4.041	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
Tandem Triplos			14- Tensão equivalente 15 - fator de fadiga	1,30 0,29	16- Fator de erosão	3,08
262,7	87,6	0	-	-	-	-
65,7	21,9	0	-	-	-	-
Total				63,8	Total	2,0

Quadro 2 - Dimensionamento da alternativa 2



Dimensionamento do Pavimento de Concreto - Método PCA 84						
Local: Ruas do Bairro Parque Estoril, São Pedro da Aldeia-RJ					Alternativa 2	
Trecho: -						
Espessura revestimento	19	cm	Juntas com BT	sim <input checked="" type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>		
Espessura sub-base granular	15	cm	Acostamento de concreto	sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/>		
k_{sist}	46	MPa / m	Período de projeto	20 anos		
$f_{ctM,k}$	4,5	MPa	Fator de segurança de carga, Fsc	1,0		
CBR subleito (%)	6					
Carga por eixo (kN)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Número de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	Danos por erosão (%)
			Número de repetições admissíveis	Consumo de fadiga (%)	Número de repetições admissíveis	
1	2	3	4	5	6	7
Simplex			8- Tensão equivalente 9 - fator de fadiga	1,90 0,42	10- Fator de erosão	2,89
103,0	103,0	24.245	160.000	15,2	3.400.000	0,7
61,8	61,8	40.408	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
31,4	31,4	6.061	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
20,6	20,6	10.102	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
Tandem Duplos			11- Tensão equivalente 12 - fator de fadiga	1,62 0,36	13- Fator de erosão	3,02
175,1	175,1	16.163	ilimitado	0,0	5.200.000	0,3
55,9	55,9	4.041	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
Tandem Triplos			14- Tensão equivalente 15 - fator de fadiga	1,22 0,27	16- Fator de erosão	3,12
262,7	87,6	0	-	0,0	-	-
65,7	21,9	0	-	0,0	-	-
Total				15,2	Total	1

Para a segunda alternativa o consumo de fadiga foi de 15,2% e os danos por erosão foi de 1%, sendo, portanto, uma estrutura suficiente para atender, com segurança, os dois critérios do dimensionamento.

A estrutura definida para o pavimento rígido, foi, então:

- placa de concreto de 19 cm;
- sub-base de BGS de 15 cm.

3.3.3 JUNTAS DO PAVIMENTO DE CONCRETO

Neste item são apresentados os tipos de juntas especificados.

As especificações deverão ser confirmadas e detalhadas durante a fase de

projeto executivo, haja vista que dependem da espessura e também do comprimento das placas.

Cumprir destacar que na fase de projeto executivo deverá ser detalhada a junta de transição entre o pavimento flexível e o pavimento rígido.

Juntas transversais

A distância entre as juntas transversais, ou seja, o comprimento das placas, foi definido, a princípio, em 4,5 m.

No presente projeto foi especificado o uso de barras de transferência nas juntas transversais.

As barras de transferência especificadas obedecem o estabelecido no Estudo Técnico 13 da ABCP (PITTA, 1998 b) conforme segue:

- barra lisa, aço CA-25;
- bitola de 25 mm;
- comprimento de 460 mm;
- espaçamento entre barras de 300mm.

Juntas longitudinais

Estas juntas serão detalhadas na fase de projeto executivo.

3.4 QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

3.4.1 Pavimento das vias

Na Tabela 8 a seguir estão reunidas as ruas do bairro Parque Estoril onde serão realizadas as obras de melhorias, incluindo a pavimentação, constando o comprimento e a largura de cada uma. Para o cálculo da área do revestimento asfáltico (CAUQ) foi descontado na largura da via carroçável 0,30 m de cada lado, correspondente à sarjeta.

Tabela 8 – Identificação das ruas e suas dimensões

RUA	PLATAFORMA CARROÇÁVEL		
	COMPRIMENTO (m)	LARGURA (m)	ÁREA TOTAL (m ²)
ASPINA VIEIRA DE ALMEIDA	218,43	6,55 (largura média)	1.430,72
TIMÓTEO DUARTE	303,55	7,55 (largura média)	2.291,80
GABRIEL DOS SANTOS	455,07	7,00	3.185,49
JOSEFA FELIPE ROSA	227,61	6,00	1.365,66
LOS ANGELES	133,93	6,00	803,58
MANOEL SOARES DA CUNHA	314,38	5,90 (largura média)	1.854,84
DALLAS	283,82	6,00	1.702,92
CALIFORNIA	273,45	6,00	1.640,70
BENFICA	262,65	3,60	945,54
CHICAGO	462,14	6,00	2.772,84
FILADELFIA (TRECHOS 01, 02 E 03)	624,70	5,50 (largura média)	3.435,85
FLÓRIDA	325,55	5,75 (largura média)	1.871,91
MIAMI	425,73	5,45	2.320,23
POR DO SOL	474,98	4,90 (largura média)	2.327,40
POR DO SOL (CONCRETO)	73,38	4,00 (largura média)	293,52
FRANCISCO SOUZA SÁ (TRECHOS 01 E 02)	279,18	5,30 (largura média)	1.479,65
LISBOA	70,75	6,00	424,50
NEM JERSEY	191,18	6,00	1.147,08
ATLANTA	213,32	6,00	1.279,92
OLIMPICA	372,44	5,50 (largura média)	2.048,42
TEXAS	241,94	5,00	1.209,70
WASHINGTON	185,72	3,80 (largura média)	705,74
COLORADO	145,96	5,00	729,80
NEM YORK	59,56	6,00	357,36
LAS VEGAS	207,30	5,65 (largura média)	1.171,25
DETROIT	127,29	4,40 (largura média)	560,08
TOTAL	6954,01		39356,50

Na Tabela 9 é apresentado um resumo dos quantitativos de pavimento.

Tabela 9 – Resumo das quantidades dos pavimentos

Item	Discriminação	Espessura (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
1	Revestimento em CAUQ	0,05	39.063,0	1.953,1
2	Imprimação	-	39.063,0	-
3	Base em bica corrida	0,17	43.174,9	7.339,7
4	Sub-base em pó de pedra	0,20	43.174,9	8.635,0
5	Revestimento em placas de concreto	0,19	293,5	55,8
6	Sub-base granular	0,15	293,5	44,0

3.4.2 Calçadas

Neste projeto o calçamento utilizado será do tipo contra piso de concreto de cimento *Portland* com resistência mínima a compressão simples, f_{ck} , de 20 MPa e espessura de 10 cm. A base será composta de material granular e terá espessura de 10 cm. Na Figura 2 é apresentada a seção tipo das calçadas, enquanto que na Tabela 10 constam as ruas do projeto e as respectivas áreas.

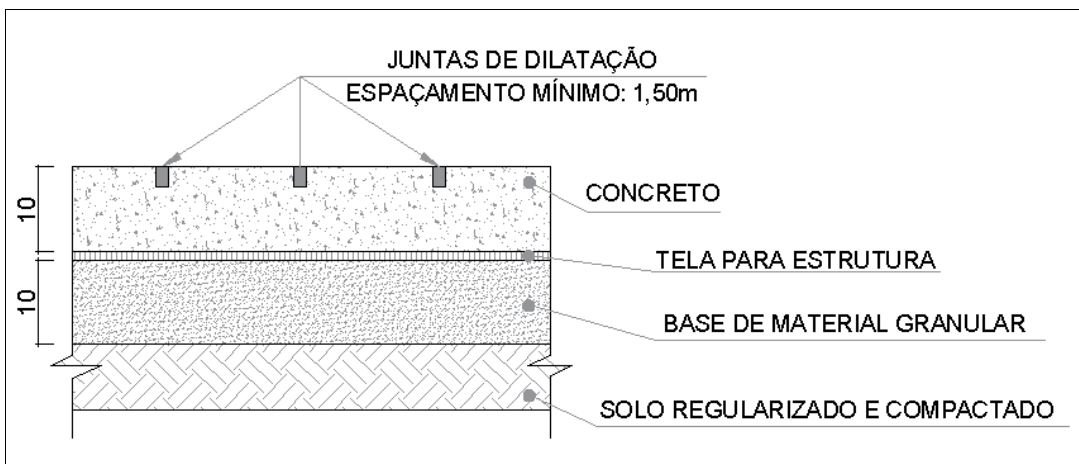


Figura 2 – Seção tipo das calçadas

Tabela 10 – Lista das ruas e respectivas áreas de calçamento



RUA	ÁREA DE CALÇADAS (m ²)
ASPINA VIEIRA DE ALMEIDA	1170,60
TIMÓTEO DUARTE	1235,98
GABRIEL DOS SANTOS	2522,18
JOSEFA FELIPE ROSA	1585,23
LOS ANGELES	848,51
MANOEL SOARES DA CUNHA	1537,72
DALLAS	1673,24
CALIFORNIA	1486,63
BENFICA	1290,59
CHICAGO	2586,07
FILADELFIA	2878,61
FLÓRIDA	1645,14
MIAMI	2290,77
POR DO SOL	2242,94
FRANCISCO SOUZA SÁ	1369,59
LISBOA	369,28
NEM JERSEY	1238,21
ATLANTA	1163,99
OLIMPICA	2230,49
TEXAS	1078,48
WASHINGTON	1202,70
COLORADO	933,29
NEM YORK	295,01
LAS VEGAS	1257,28
DETROIT	595,44
TOTAL	36727,97

3.5 ESPECIFICAÇÕES

A seguir constam as principais normas e especificações que deverão ser seguidas na execução dos serviços de pavimentação.

Pavimento flexível:

- Revestimento em CAUQ: DNIT 031/2006-ES;
- Imprimação: DNIT 144/2014-ES;
- Base de brita corrida: DER/SP ET-DE-P00/010;
- Sub-base de pó de pedra: DNIT 139/2010 – ES; e
- Camada final de aterro / regularização do subleito: DNIT 137/2010-ES.

Pavimento rígido:

- Camada de rolamento:

Pavimento rígido – pavimento de concreto de cimento Portland, compactado com rolo: DNIT 059/2004-ES;

Execução: DNIT 049/2013-ES, DNIT 048/2004-ES ou DNIT 047/2004-ES.

Destacam-se as seguintes recomendações:

- resistência característica à tração na flexão igual a 4,5 MPa aos 28 dias;
- consumo de cimento de no mínimo 320 kg/m³; e
- relação água/cimento máxima igual a 0,50
- Sub-base granular: DNIT, IPR 714/2005;

Destaca-se que o material deve se enquadrar nas faixas granulométricas recomendadas para uso em pavimentos de concreto, as quais podem ser consultadas na página 73 do referido manual.

- Camada final de aterro / regularização do subleito: DNIT 137/2010-ES.

Destacam-se ainda as seguintes recomendações:

a) o subleito regularizado ou a camada final de terraplenagem deverá apresentar ISC (ou CBR) superior a 6% e expansão inferior a 2%;

b) verificar antes do início da execução do pavimento se haverá a instalação de elementos subterrâneos, como por exemplo drenagem, água,

esgoto, energia elétrica, telefonia e tubulações;

c) supõe-se sempre que há uma drenagem adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado a, pelo menos, 1,50 m em relação ao greide de regularização.;

d) a camada final de terraplenagem, bem como o subleito, deverão estar isentos de matéria orgânica e impurezas, previamente à execução dos serviços de pavimentação;

e) a abertura da caixa do pavimento deverá ser executada observando-se a profundidade requerida para a estrutura, regularizando o fundo da caixa ou realizando a troca de solo, onde necessário, a partir do fundo da caixa na espessura mínima de 60,0 cm, regularizando as camadas finais, conforme especificação para melhoria e preparo do subleito;

f) nos casos de ocorrência de solos expansivos (expansão > 2%) ou “solo mole”, o subleito deverá ser substituído e a fundação devidamente tratada.

Referências bibliográficas

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2005) Manual de Pavimentos Rígidos (IPR - 714). Rio de Janeiro, RJ.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006) Manual de Pavimentação (IPR - 719). Rio de Janeiro, RJ.

PITTA, M. R. (1998) Projeto de Juntas em Pavimentos Rodoviários de Concreto. 6ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 36p. (ET-13)

PITTA, M. R. (1998) Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/84. 3ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 91p. (ET-97)

São Pedro da Aldeia, 19 de Janeiro de 2026.

Responsável Técnico pela elaboração,

Hildegardo Milagres Fontoura
Engenheiro Civil, Crea/RJ: 1982105464
Matrícula: 44880
Secretário de Obras e Desenvolvimento Urbano
SEMOD

Ratifico,

Felipe Amado Gonçalves
Engenheiro Civil, Crea/RJ: 2021668320
Coordenador de Desenvolvimento
Subsecretaria de Projetos de Engenharia - SUBPROJ
Secretaria de Estado das Cidades - SECID