



MUNICÍPIO DE **PATO BRANCO**

**Secretaria de Engenharia,
Obras e Serviços Públicos**

Rua Ararigboia, 94, Centro • CEP 85.501-260 • Pato Branco • PR
46 3223.2509 engenharia@patobranco.pr.gov.br www.patobranco.pr.gov.br

MEMORIAL DESCRITIVO E DE DIMENSIONAMENTO

CICLOVIA EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

APRESENTAÇÃO

O Município de Pato Branco entrega nesta oportunidade os presentes projetos de implantação de ciclovias com pavimentação asfáltica em CBUQ para formar um circuito na área rural do Município de Pato Branco – PR.

OBRA

Trata-se da execução dos serviços de pavimentação asfáltica em ciclovias anexas às Estradas Municipais:

- **Trecho 01:** Estrada Municipal Azelino Dala Costa – Comunidade São João Batista – Extensão 8.000,00 metros – Largura 1,40 metros – Área 11.200,00 metros quadrados.
- **Trecho 02:** Estrada Municipal Pioneiro Ricieri Picolo – Comunidade Nossa Senhora do Carmo Batista – Extensão 7.000,00 metros – Largura 1,40 metros – Área 9.800,00 metros quadrados.

O projeto destas ciclovias tem como objetivo formar um circuito na área rural para que os ciclistas trafeguem em segurança. Os trechos serão compostos com uma via de mão única interligados por uma estrada Municipal não pavimentada, entre as duas comunidades, conforme planta de localização.

O presente Memorial Descritivo apresenta as etapas a serem realizadas na obra, abordando as especificações dos materiais e equipamentos a serem utilizados e a forma de realização do controle tecnológico.

PROPRIETÁRIO

Prefeitura Municipal de Pato Branco.

1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos necessários à execução do projeto consistem em levantamentos pelos quais se caracteriza fielmente o pavimento existente, alvo do estudo, pela ótica planialtimétrica.

Os estudos foram programados de forma a se obter:

- Materialização dos eixos de locação;
- Nivelamento e contranivelamento do eixo e dos bordos da pista de rolamento;
- Levantamento de seções transversais;
- Levantamentos Complementares

1.1 Metodologia

Os levantamentos foram realizados a partir do eixo da via existente, executando o estaqueamento de vinte em vinte metros, e segue a metodologia da topografia convencional, com a utilização de aparelhos tipo GPS com precisão adequada a cada tipo de serviço.

Para a elaboração do projeto geométrico, se fez necessários alguns levantamentos complementares, tanto planimétricos quanto altimétricos dos cruzamentos, bueiros etc.

2. DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Por serem vias pavimentadas em CBUQ e consolidadas, a drenagem existente atende a destinação ao escoamento superficial para a proteção do corpo estradal da ação prejudicial das águas que o atingem, seja por meio das precipitações, das infiltrações, da condução através de talwegues, ou mesmo, das existentes sob a forma de lençóis freáticos ou artesianos.

Faz-se necessária apenas a readequação dos valetões laterais, tendo em vista que a via existente será alargada em 1,40metros para integrar a ciclovia. Esta movimentação de terra será executada pela Prefeitura Municipal de Pato Branco, antes da implantação da ciclovia.

3 - PROJETO DO PAVIMENTO

No projeto, as estacas estão distribuídas a cada 20,00m ao longo do comprimento da via, sendo a extensão total do trecho 01 de 8.000,00 metros, e do trecho 02 de 7.000,00metros.

O pavimento será composto de base e sub-base e revestimento em CBUQ com espessuras determinadas no projeto.

4 INSTRUÇÃO DOS SERVIÇOS DE EXECUÇÃO DA BASE

4.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

A regularização é um serviço que visa conformar o leito transversal e longitudinal da via pública, compreendendo cortes e ou aterros, cuja espessura da camada deverá ser de no máximo 20 cm. De maneira geral, consiste num conjunto de operações, tais como aeração, compactação, conformação etc., de

forma que a camada atenda as condições de grade e seção transversal exigidas. Toda a vegetação e material orgânico porventura existente no leito da rodovia, deverá ser removido. Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, deverá ser feita uma escarificação na profundidade de 0,20m, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Os aterros, se existirem, além dos 0,20m máximos previstos, deverão ser executados de acordo com as Especificações de Terraplenagem do DNIT/PR. No caso de cortes em rocha, deverá ser prevista a remoção do material de enchimento existente, até a profundidade de 0,30m, e substituição por material de camada drenante apropriada. Os cortes serão executados rebaixando o terreno natural para chegarmos à grade de projeto, ou quando se trata de material de alta expansão, baixa capacidade de suporte ou ainda, solo orgânico. Os aterros são necessários para a complementação do corpo estradal, cuja implantação requer o depósito de material proveniente de cortes ou empréstimos de jazidas. O aterro compreende descarga, espalhamento e compactação para a construção do aterro ou substituir materiais de qualidade inferior, previamente retirado. A camada de regularização deverá estar perfeitamente compactada, sendo que o grau de compactação deverá ser de no mínimo 95% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida na energia Proctor Intermediário.

O subleito é composto por cascalho, então apenas utilizaremos a motoniveladora para conformação da plataforma para receber a sub-base, e em locais que não temos o cascalho (alargamento de pista) teremos que fazer essa conformação com cascalho (disponível no local).

4.2 CONSTRUÇÃO DE DRENOS SUB-SUPERFICIAIS

Os locais que apresentarem excesso de umidade no subleito deverão ser escavados e feitos drenos subsuperficiais com a utilização de pedras rachão. Esta umidade deverá ser encaminhada para um local fora do corpo estradal, tomando-se os devidos cuidados com o caimento do referido dreno. Após, deverá ser

substituída a sub-base e a base por materiais novos, livres de impurezas, tudo de acordo com as especificações do DNIT/PR.

4.3 BASE DE RACHÃO BRITADO PREENCHIDO COM PÓ

Macadame seco é a camada granular composta por agregados graúdos, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja a estabilidade é obtida pela ação mecânica energética de compactação. A execução faz-se com o espalhamento de uma camada de espessura uniforme e homogênea, uniforme solta, após espalhado dever se passado rolo liso, em vez única sem vibração. O material de enchimento e travamento deve obedecer a faixa granulométrica específica (conforme o material graúdo), espalhado o mais seco possível com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo, a aplicação deve ser feita quantas vezes necessário, sem excessos superficiais, a compactação e feita com rolo liso vibratório.

4.4 BASE DE BRITA GRADUADA

A mistura de agregados para a base deve apresentar-se uniforme quando distribuída no leito da estrada e a camada deverá ser espalhada de forma única com espessura compactada de 20 cm. O espalhamento da camada deverá ser realizado com a utilização de motoniveladora. Após o espalhamento, o agregado umedecido deverá ser compactado com equipamento apropriado. A fim de facilitar a compressão e assegurar um grau de compactação uniforme, a camada deverá apresentar um teor de umidade constante e dentro da faixa especificada no projeto. O grau de compactação mínimo a ser requerido para cada camada de base, será de 100% da energia AASHTO Modificado. A referida base de rachão deverá estar enquadrada na Faixa “C” do DNIT/PR.

5 INSTRUÇÃO DOS SERVIÇOS DE RECAPE EM CBUQ

5.1 Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado à Quente

É uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filler) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente em temperaturas adequadas.

Só deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10º C.

Será utilizado o CBUQ tipo CAP 50/70 - faixa C, conforme classificação do DER/PR ES P21/05.

Foi adotada para cálculo de quantidades densidade do CBUQ igual a 2,5t/m³.

Deverão ser realizados ensaios durante a execução da obra, pela empresa contratada, para comprovar quantidade e densidade do material empregado.

5.2 Pintura de Ligação

É a pintura asfáltica de ligação executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicada em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente a execução de um reforço, recapeamento ou rejuvenescimento superficial.

A pintura de ligação deverá ser feita com emulsão asfáltica de ruptura rápida RR-1C e RR-2C conforme indicado em projeto.

Deverá ser executado de acordo com a norma DER/PR ES P 17/05.

5.3 Imprimação

Consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre toda a superfície da brita graduada concluída, antes da execução do revestimento betuminoso, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. O ligante betuminoso não deve ser aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10° C, nem em dias de chuva. A imprimação será feita com asfalto diluído de cura média do tipo CM –30.

Deverá ser executado de acordo com a norma DER/PR ES P 17/05.

6 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico de todos os materiais, solo e concreto asfáltico utilizados nos diversos serviços da obra em causa serão de responsabilidade da Contratada. Os custos deste serviço deverão ser diluídos nos preços unitários de cada serviço constante na planilha de preços e será feito por firma idônea especializada. Devem ser apresentados à fiscalização todos os laudos dos ensaios realizados acompanhados da Anotação de Responsabilidade Técnica emitida por profissional habilitado.

6.1 Controle Temperatura do ligante

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 SSF, “Saybolt-Furoi” (DNER-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.

6.2 Controle dos Insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor.

6.2.1 Cimento Asfáltico

O controle da qualidade do cimento asfáltico consta do seguinte:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio do ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNERME 148);
- 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e NBR 6560;
- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t.

6.2.2 Agregados

O controle da qualidade dos agregados consta do seguinte:

6.2.2.1 Ensaios eventuais

Somente quando houver dúvidas ou variações quanto à origem e natureza dos materiais.

- ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035);
- 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
- 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
- 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (filer), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

6.3 Controle da Usinagem do Concreto Asfáltico

Controles da quantidade de ligante na mistura:

Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).

A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3$.

Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m² de pista.

6.4 Controle da Graduação da Mistura de Agregados

Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "a". A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

Controle de temperatura:

São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- do agregado, no silo quente da usina;

- do ligante, na usina;
- da mistura, no momento da saída do misturador.

As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.

6.5 Controle das Características da Mistura

Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNERME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-deprova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.

Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.

Cuidados especiais deverão ser tomados com o controle para prevenir o envelhecimento precoce. O laudo técnico de controle tecnológico e o resultados dos ensaios realizados deverão ser emitidos conforme as exigências e normativas do DNIT.

6.6 Equipamentos e Pessoal Treinado

Moto Niveladora;
Rolo Vibratório;
Vibro acabadora;
Usina de asfalto;
Caminhão basculante;
Tanque estacionário – Caminhão;
Operador Trator;
Servente;

Encarregado de Pavimentação;
Encarregado de Usina;

7 SINALIZAÇÃO

O Projeto de sinalização está fundamentado nas normas e especificações contidas no Manual de Sinalização Rodoviária - DNIT, 2010; composto em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, que constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários.

Na elaboração do projeto foram considerados um conjunto de fatores que compõem o ambiente rodoviário, tais como, características físicas da rodovia, velocidade operacional da via, Características da região atravessada pela rodovia (região plana, ondulada ou montanhosa), e por fim, o tipo e intensidade de ocupação lateral da via (uso do solo urbano ou rural).

O emprego de materiais, tanto na sinalização vertical quanto na horizontal, deve estar de acordo com Normas da ABNT para chapas, tintas, películas e dispositivos auxiliares (taxas e elementos refletivos), bem como as estruturas de madeira de seção quadrada (suporte ecológico) para sustentação das placas.

8 DIMENSIONAMENTO

8.1 OBRA

Utilizamos o Roteiro para dimensionamento de pavimentação asfáltica método do DNER, Engenheiro Murilo Lopes de Souza, e que é uma variante do critério do CBR.

Tendo em vista a fundamentação no critério do CBR, o método do DNER apresenta como modo de ruptura, o acúmulo de deformações plásticas causadas pelos esforços de cisalhamento que ocorrem no subleito e demais camadas granulares do pavimento ao longo do período de projeto.

A presente especificação técnica descritiva visa estabelecer as normas e fixar as condições gerais e o método construtivo que deverão reger a execução das ciclovias em pavimentação asfáltica com C.B.U.Q. (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), bem como do projeto de pavimentação elaborado para as ciclovias.

Os gabaritos de todas as vias públicas foram previamente definidos e determinados pela legislação municipal vigente, levando em consideração os fatores locais, tais como a capacidade de tráfego, pesquisas geotécnicas e geológicas, cadastramento, capacidade da rede viária e parâmetros urbanísticos referentes à população residente na área, densidade demográfica, distribuição da população economicamente ativa e fluxos residência-emprego-residência.

8.2 OBRA

Fora utilizado o método empírico de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes), que roteiriza o processo em função dos seguintes fatores:

- Capacidade do subleito (CBR);
- Número equivalente de operação de eixo padrão (N);
- Espessura total do pavimento durante um período de projeto.

8.2.1 DADOS DE TRÁFEGO

- A pavimentação dos trechos das ciclovias tem a finalidade de atender o tráfego de ciclistas, porém tendo em vista que se trata de rodovia rural e que há trânsito de máquinas agrícolas e caminhões de escoamento de safra que poderão eventualmente invadir a ciclovia ao entrar e sair das áreas de lavouras, o volume de trânsito será dimensionado de forma compatível com o da rodovia existente para que não ocorra deterioração no pavimento.

Alem disso, futuramente será implantada uma usina de britagem que utilizará estes trechos para escoamento da produção, portanto o principal volume de trânsito será para o atendimento destes veículos, então seguiremos os percentuais abaixo, pois hoje o volume é intenso apenas nos períodos de safra.

- 30 caminhões por dia
- 10 carretas 1 viagem por dia;
- Carros para acesso 50 carros dia;
- Período de projeto: 10 anos;
- Veículos 2 eixos: 10%;
- Veículos 3 eixos: 30%;
- Veículos 4 eixos: 60%;

8.2.2 COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO

$$V_m = \frac{V_0 \times (2 + P \times t)}{2}$$

Sendo:

Vo: Volume inicial de tráfego;

P: Vida útil ou período de projeto (anos), mínimo 10 anos;

t: Taxa de crescimento anual, 5% ao ano;

$$V_o = (50 + 30 \cdot 8 + 10)$$

$$V_o = 50 + 240 + 10$$

$$V_o = 300$$

$$V_m = (300 \times (2 + 10 \cdot 0,05)) / 2$$

$$V_m = 375 \text{ veículos por dia}$$

FATOR DE EIXO (FE)

$$FE = (P_2/100) \times 2 + (P_3/100) \times 3 + \dots (P_n/100) \times n$$

Sendo:

P₂ = Porcentagem de veículos de 2 eixos;

P₃ = Porcentagem de veículos de 3 eixos;

P_n = Porcentagem de veículos de n eixos;

$$FE = (10/100) \times 2 + (30/100) \times 3 + (60/100 \times 4)$$

$$FE = 3.5$$

Tabela 1 – Fator de equivalência estrutural (FEC)

Eixo Simples Carga por eixo (tf)	FEC - fator de equivalência estrutural (f)	Eixo em Tandem Carga por eixo (tf)	FEC - fator de equivalência estrutural (f)
1	0,0004	1	0,001
2	0,004	2	0,002
3	0,02	3	0,005
4	0,05	4	0,01
5	0,1	5	0,02
6	0,2	6	0,06
7	0,5	7	0,1
8	1	8	0,2
9	2	9	0,4
10	3	10	0,6
11	6	11	0,7
12	9	12	1,3
13	15	13	2
14	25	14	3,1
15	40	15	4
16	50	16	6
17	80	17	7
18	110	18	10
19	200	19	15
20	260	20	20
		21	30
		22	35
		23	45
		24	55
		25	70
		26	80
		27	100
		28	130
		29	160
		30	190

Tabela 2 – Peso Máximo por eixo

Os “Pesos Máximos por Eixo” conforme definição da Resolução nº 210/06 do CONTRAN são apresentados a seguir:

EIXO ou CONJUNTO DE EIXOS	RODAGEM	SUSPENSÃO	ENTRE-EIXOS (m)	CARGA (kg)	TOLERÂNCIA (7,5%)
Isolado	simples	direcional	-	⁽¹⁾ 6.000	6.450
Isolado	simples	direcional	-	⁽²⁾ 6.000	6.450
Isolado	dupla	-	-	10.000	10.750
Duplo	simples	direcional	-	12.000	12.900
Duplo	dupla	tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	17.000	18.280
Duplo	dupla	não em tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	15.000	16.130
Duplo	simples+dupla	especial	< 1,20	9.000	9.680
Duplo	simples+dupla	especial	>1,20 ou ≤ 2,40	13.500	14.520
Duplo	Extralarga ⁽⁴⁾	pneumática	>1,20 ou ≤ 2,40	17.000	18.280
Tripl ⁽³⁾	dupla	tandem	>1,20 ou ≤ 2,40	25.500	27.420
Tripl ⁽³⁾	Extralarga ⁽⁴⁾	pneumática	>1,20 ou ≤ 2,40	25.500	27.420

⁽¹⁾ Para rodas com diâmetro inferior ou igual a 830 mm.

⁽²⁾ observada a capacidade e os limites de peso indicados pelo fabricante dos pneumáticos e diâmetro superior a 830 mm.

⁽³⁾ aplicável somente a semi-reboques.

⁽⁴⁾ pneu single (385/65 R 22,5) aplicável somente a semi-reboques e reboques conforme a Resolução nº 62 de 22/05/98 do CONTRAN. A utilização de outros tipos de pneumáticos "single" estará sujeita à Autorização Provisória Experimental - APEX (art. 2º da Resolução Nº 62).

Tabela 3 – Fator de carga (FC)

Eixo Simples - Carga por Eixo (ton)	%(a)	Fator de Equivalentcia (b)	Equivalencia de Operações	Veículos
<5	10,00%	0,05	0,5	
Eixo Tandem Carga por Eixo (ton)	%(a)	Fator de Equivalentcia (b)	Equivalencia de Operações	Veículos
12	30,00%	1,3	39	
17	60,00%	7	420	
	0,00%		0	
Soma	100,00%		459,5	

Portanto: $FC = \frac{\text{Equivalência de operações}}{100}$

→ $FC = 459.5/100$

→ $FC = 4.595$

Tabela 4 – Fator climático regional (FR)

Altura média anual de chuva (mm)	Fator climático regional (FR)
Até 800	0,7
De 800 a 1500	1,4
Mais de 1500	1,8

Conforme dados pluviométricos do IAPAR, em 2014, Pato Branco teve uma altura anual de chuva de 2334 mm, desse modo deve – se adotar o fator regional igual a 1,8.

$$N = 365 \times P \times V_m \times FE \times FC \times FR$$

$N = 365 \times 10$ (anos) $\times 375 \times 3,5 \times 4.595 \times 1,8$ (mais de 1500 mm/ano)
 $N = 3.96 \times 10^7$

8.2.3 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DO PAVIMENTO

Após a determinação de “N” é necessária a análise da espessura mínima de pavimento, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Espessuras mínimas de revestimento betuminoso em função de N

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,50 cm de espessura

Em função do “N” e do CBR, verifica-se através da expressão a altura total do pavimento.

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

$$H_t = 77,67 \times (3.96 \times 10^7)^{0,0482} \times (12.88)^{-0,598}$$
$$H_t = 39.15 \text{ cm}$$

Utilizaremos altura total de 40 cm.

Utilizado CBR médio das estradas rurais do município, além de sondagem a trado para caracterização do solo.

8.2.4 DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

Em função da espessura total do revestimento e do número “N” determinaremos as camadas do pavimento.

As espessuras da base (B), Sub-base (h_{20}) e do reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

Onde:

R = Espessura do revestimento (cm);

B = Espessura da base em brita graduada (cm);

h_{20} = Espessura da sub-base (cm);

K_R = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;

K_B = Coeficiente de equivalência estrutural da base;
 K_{SB} = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;

Figura 6 – Esquema de espessuras de pavimentos e seus coeficientes



Tabela 7 – Coeficientes de equivalência estrutural para alguns materiais

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (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 por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77(1,00)
Reforço do subleito	0,71(1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Não havendo a necessidade de reforço do subleito, sendo a sub-base executada com material rochoso presente no solo onde será executado o pavimento.

Dessa maneira de obtém as seguintes espessuras das camadas.

- $K_R \times R + K_B \times B \geq H_{20}$
- $2,00 \times 7,50 + 1,00 \times B \geq 20$
- $B \geq 5 \text{ cm}$
- $K_R \times R + K_B \times B + K_S \times h_{20} \geq H_n$
- $2,00 \times 7,50 + 1,00 \times 5,00 + 1,00 \times h_{20} \geq 40$
- $h_{20} \geq 20 \text{ cm}$

Sendo assim, utilizaremos as seguintes espessuras das camadas:

Vamos readequar as camadas para melhor eficácia do pavimento:
Dessa maneira obtém as seguintes espessuras das camadas.

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

$$\rightarrow 2,00 \times 5,00 + 1,00 \times B \geq 20$$

$$\rightarrow B \geq 10 \text{ cm}$$

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

$$\rightarrow 2,00 \times 5,00 + 10,00 \times 1 + 1,00 \times h_{20} \geq 40$$

$$\rightarrow h_{20} \geq 20 \text{ cm}$$

portanto utilizaremos

Revestimento em C.B.U.Q. = 3 cm;

Base com brita graduada = 15 cm;

Sub-base com rachão = 20 cm.

9 DISPOSIÇÕES FINAIS

Este memorial deve ser respeitado e qualquer mudança nas características dos materiais ou forma de execução dos serviços, não deve ser feita antes de consultar o responsável pela elaboração deste memorial.

Pato Branco, 09 de Novembro de 2022.

Fernanda Zianni Manarim
Engenheira Civil
CREA-PR 107.389/D



VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS



Código para verificação: 428E-48CE-D552-3550

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ FERNANDA ZIANNI MANARIM (CPF 009.XXX.XXX-81) em 08/03/2023 16:40:24 (GMT-03:00)
Papel: Parte
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

<https://patobranco.1doc.com.br/verificacao/428E-48CE-D552-3550>