



**INSTITUTO
ÁGUA E TERRA**



INSTITUTO ÁGUA E TERRA

**RECUPERAÇÃO DA ORLA DE
MATINHOS**

**CAPÍTULO 6
PAVIMENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE
VIAS**

Março de 2021



ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
2	CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	4
3	SOLUÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO PROPOSTA	9
3.1	Trecho 1B – Av. Atlântica.....	9
3.2	Trecho 2A – Rua das Sereias e Apêndice.....	10
3.3	Trecho 2B – Bolsão de Acesso ao Mercado do Peixe	11
3.4	Trecho 2C – Acesso e Áreas de Estacionamento Automóveis, Motos e Ônibus de Turismo.....	11
3.5	Trecho 2D – Trecho Av. Beira Mar – Pavimentação Nova.....	12
3.6	Trecho 3 – Trecho Av. Beira Mar – Reconstituição da Plataforma Destruída...	12
3.7	Trecho 3 – Trecho Av. Beira Mar – Revitalização do Trecho Hígido do Final do Projeto Paisagístico	12
4	DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS NOVOS	13
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS E MATERIAIS	16
5.1	Terraplanagem de Remoção dos Solos Excedentes	16
5.2	Reforço do Sub Leito.....	17
5.3	Sub-Base de Bica Corrida - 4A	17
5.4	Base de Brita Graduada	17
5.5	Imprimação Impermeabilizante.....	17
5.6	Camada Final de Rolamento.....	18
5.7	Microrrevestimento com Emulsão Polimerizada	18
6	LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIAS PRIMAS DE PAVIMENTAÇÃO	19



1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nesta especificação, são abordados a tratativa a ser empregada para recomposição e revitalização de parte da pavimentação já existente e da pavimentação nova de partes afetadas pela ação de avanço da corrente marítima e de alguns setores onde o Projeto Paisagístico acrescentou novos traçados de espaço para circulação viária.

Nos segmentos deteriorados pela movimentação marinha e nos Espaços Paisagísticos Novos, constata-se a necessidade de refazer ou fazer a plataforma que irá compor o espaço onde será implementada a via de tráfego de veículos, os passeios para pedestres, as ciclovias e os espaços de arborização e ajardinamento. O projeto geométrico executivo destas plataformas não será abordado, somente serão apresentadas as melhores soluções para as recomposições, revitalizações e pavimentações novas nas vias existentes. Estas plataformas são objeto de Capítulo específico dentro do Projeto Global de Proteção da Orla de Matinhos.

Por fim, ainda estão previstos os trechos de vias a serem recuperados devido aos danos que venham a ser causados pelo tráfego pesado na malha urbana durante as intervenções da Recuperação da Orla de Matinhos. O projeto prevê a execução de estruturas marítimas dispostas ao longo da orla, o que implica no transporte de um grande volume de material pétreo, proveniente de jazidas fora da área urbana. As estruturas marítimas deverão ser compostas ainda por peças pré-moldadas de concreto, denominadas tetrápodes. Estas estruturas, que pesam cerca de 11 toneladas cada, estão previstas para serem fabricadas em um canteiro de obras dentro do município e, posteriormente, transportadas pelas vias urbanas até o local de aplicação.



2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO

O trecho denominado Trecho 1B é o segmento da Av. Atlântica entre o Canal da Av. Paraná até o Pico de Matinhos. A extensão aproximada é de 1600 m. de pavimentação asfáltica. Estima-se que 10% dessa área necessita de consertos localizados e em seguida será executado o recapeamento de todo o trecho.



Trecho 1 B – Av. Atlântica – Capa Asfáltica CBUQ

O trecho 2 comporta o final da Av. Atlântica e início da Rua das Sereias passa pelo Mercado do Peixe, atravessa o Canal do Rio Matinhos até encontrar com a Av. Curitiba. Dividimos essa extensão em Trecho 2A, 2B, 2C e 2D. A extensão nomeada como 2A tem seu comprimento aproximado em 210m onde será feito um balão de retorno. Também faz parte desse trecho uma rua sem nome que se inicia próximo ao balão de retorno rumas às pedras da praia com extensão aproximada de 118m. Este trecho foi executado em elementos pré-moldados de concreto com formato sextavado tendo parte de sido recapeado com CBUQ. Cerca de 10% da área deste trecho carece de remoção dos elementos e substituição da base e sub-base. Depois a indicação é recapeamento com CBUQ Faixa C DER/PR com 5 cm de espessura em toda a área.



Trecho 2A– Rua das Sereias – Elementos de concreto pré-moldado sextavado

O trecho 2B, com extensão aproximada de 328m compõe o bolsão de acesso e saída do Mercado do Peixe. Seu revestimento atual é em elementos pré-moldados de concreto sextavado que se encontram com superfícies irregulares em alguns pontos, evidenciando falta de capacidade de suporte das camadas inferiores. Cerca de 20% dessa área carece remoção dos elementos e substituição da base e sub-base. Posteriormente a indicação é recapeamento com CBUQ Faixa C DER/PR com 5 cm de espessura em toda a área.



Trecho 2B – Bolsão de Acesso ao Mercado do Peixe - Elementos de concreto pré-moldado sextavado

O trecho 2C trata do novo projeto destinado ao espaço para acesso e estacionamento de ônibus de turismo. Sua extensão é de aproximadamente 582m.



Trecho 2C – Estacionamento de Ônibus de Turismo – Terreno natural e Pavimentação nova



O trecho caracterizado como trecho 2D também se refere a um projeto novo e se estende a Av. Beira Mar em mais 700m rumo ao centro de Matinhos.



Extensão da Av. Beira Mar – Pavimentação nova após criar plataforma

O último trecho denominado como Trecho 3 se estende por toda a Av. Beira Mar até encontrar a Coordenada 749161,1, 7146305,1 nas proximidades da rua da Orquídeas. A extensão da Av. Curitiba até as proximidades da Rua Tamboara a plataforma não se apresenta em bom estado. Inclusive em aproximadamente 1355 m havia uma plataforma de terraplanagem que comportava a Av. Beira Mar asfaltada e que atualmente encontra-se destruída pela ação das correntes marítimas carecendo de recomposição da plataforma e da pavimentação dessa avenida.



Trecho 3 – Avenida Beira Mar – trecho erodido pela ação marinha. Necessita recompor a plataforma e pavimentação

A partir da Rua Tamboara até o final do trecho a ser revitalizado o asfalto permaneceu hígido, não apresentando deformidades notórias das camadas inferiores, no qual revitalizá-lo com uma delgada camada de microrrevestimento asfáltico com emulsão polimerizada deixará seu aspecto com condições homogêneas aos demais trechos do projeto urbanístico global. A extensão aproximada é de 2245m.



Trecho 3 – Av. Beira Mar – Pavimentação não apresenta problemas estruturais



No quadro que se segue apresenta-se um resumo dos trechos, suas extensões aproximadas, a condição atual do pavimento e as ações de pavimentação a serem implementadas.

Trecho	Localização	Extensão	Superfície Atual	Projeto
1B	Av. Atlântica	1600 m	CBUQ	Consertos localizados 10%, meio fios novos, recapeamento asfáltico de todo o trecho
2A	Rua das Sereias e Apêndices	328 m	Pré-moldados em concreto sextavado	Intervenções profundas 20% da área, meio fios novos e recape CBUQ
2B	Mercado do Peixe	322 m	Pré-moldados em concreto sextavado	Consertos localizados 10%, meio fios novos, recapeamento asfáltico de todo o trecho
2C	Estacionamento de Ônibus	582 m	Terreno natural	Pavimentação nova
2D	Av. Beira Mar - novo	640 m	Terreno natural	Pavimentação nova
3	Av. Beira Mar - destruído	1.355 m	Restos da plataforma antiga + terreno natural	Pavimentação nova
	Av. Beira Mar - íntegro	2.245 m	Pavimentação em bom estado	Revitalização com microrrevestimento

3 SOLUÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO PROPOSTA

3.1 Trecho 1B – Av. Atlântica

O pavimento existente neste trecho, com extensão total aproximada de 1600 m, apresenta em sua camada final, Concreto Betuminoso Usinado a Quente. Nele também se observa, via de regra, não haver falência nas camadas da estrutura inferior da pavimentação a exceção de pontos localizados, que possivelmente foram expostos a retenção superficial



de águas pluviais que produziram diminuição da capacidade de suporte e surgimento de trincas localizadas. Eliminados estes pontos, através de intervenções localizadas, fazendo-se o corte a disco das bordas do retângulo detectado, para remoção da capa afetada, removendo-se a base e sub-base afetada, substituindo-se estas camadas com material novo bem graduado e bem compactado e finalmente imprimando-se a nova base com Emulsão Imprimação, tamponando a superfície com uma nova camada de CBUQ Faixa C do DER/PR, faz-se a recomposição estrutural da região afetada.

Neste trecho o novo projeto de paisagismo prevê alteração da caixa da rua dos atuais 5,50m para 4,00m. Por esta razão surge a necessidade de remover-se os meios-fios existentes, em ambos os lados, assentar camadas de brita graduada, compactadas a sapo mecânico na base e nos lados dos meios-fios novos deixando-se os últimos 5,0cm de espessura, pela pequena largura faltante até a emenda com o asfalto antigo, para acabamento impermeabilizante com CBUQ faixa C compactados com placa vibratória. A homogeneização, reforço e revitalização do trecho todo far-se-á, posteriormente às intervenções localizadas, e o assentamento dos meios-fios novos com a emenda antes relatada, com a aplicação, em toda a extensão e largura de 6,00m, de uma camada adicional de Concreto Betuminoso Usinado a Quente, Faixa C do DER/PR, precedido de varredura e lavagem da superfície, pintura de ligação com Emulsão Asfáltica RR-2C com taxa de aplicação a ser determinada visual e experimentalmente para que não se produza nem falta de pintura nem excessos de material sobre a superfície pintada.

Este trecho também prevê a adoção de espaços para estacionamento em concregrama. O procedimento também deverá ser de assentá-los sobre uma camada de 20 cm de brita graduada compactadas a 100% do proctor intermediário, sobre a superfície de solo arenoso natural, devidamente adensado e compactado. A guia de separação pista / estacionamento deverá ser de meio fios de concreto pré-moldado, tipo rebaixado.

3.2 Trecho 2A – Rua das Sereias e Apêndice

Neste trecho, apresenta os elementos pré-moldados em concreto com formato sextavado, também haverá remoção dos meio fios existentes, intervenções corretivas de partes do pavimento que tenha sucumbido e implantação de espaços destinados a estacionamento. O projeto prevê largura final nova de 6,0m na Rua das Sereias e de 5,00m no Apêndice. Como o projeto de urbanização e paisagismo apresenta homogeneamente o



emprego de superfície em asfalto em todas as vias de tráfego de veículos, cabe alterar apenas o aspecto do revestimento atual em pré-moldado que restar neste trecho. Antes, porém deverão ser feitas as intervenções corretivas no pavimento existente neste trecho. A indicação de superfície final para ele é sobrepor uma camada de 5,0 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente, faixa C do DER/PR, sobre a superfície recuperada e restante entre os meios-fios novos. Precedendo esta camada deverá ser feita uma boa varredura e lavagem da superfície que depois de seca ao natural e precedendo a aplicação do CBUQ deverá receber uma aplicação de Pintura Asfáltica de Ligação empregando-se Emulsão Asfáltica RR-2C com taxa de aplicação a ser determinada visual e experimentalmente para que não se produza nem falta de pintura nem excessos de material sobre a superfície pintada. As espessuras das camadas estão especificadas nas pranchas e indicadas no dimensionamento de cálculo para o pavimento asfáltico.

3.3 Trecho 2B – Bolsão de Acesso ao Mercado do Peixe

Se assemelha pelo existente e pelas soluções de pavimentação necessárias mencionada no trecho anterior. A geometria apresenta larguras, tanto da caixa pavimentada de ruas, como dos estacionamentos, diferenciadas. As caixas de ruas serão de 6,00m e de 5,00m. Os estacionamentos serão de 2,00m, onde forem feitos ao longo da rua e de 5,00m quando forem feitos transversalmente ao sentido da rua.

3.4 Trecho 2C – Acesso e Áreas de Estacionamento Automóveis, Motos e Ônibus de Turismo

Este trecho, deverá receber pavimentação nova na via existente, visto que lá o terreno encontra-se ao natural. A geometria prevê caixas de ruas com 6,00m e com 4,00m de largura e estacionamentos em concregrama com larguras de 2,00m, 2,50m e 5,00m. Serão apresentadas as premissas que orientaram o dimensionamento dos pavimentos novos a serem implementados sobre terrenos naturais. As áreas que irão receber pavimentação, a partir da sub-base, passando pela base e acabamento de superfície, antes da sub-base receber um reforço de sub-leito, executado com areia argilosa de jazida (material coesivo) com espessura de 30 cm. Antes da execução deste reforço, dever-se-á fazer remoção de parte da areia de praia em altura adequada, adensamento e compactação da superfície de areia de praia que ficar, para então espalhar e compactar os 30 cm de reforço. Depois do



reforço que deverá receber compactação de 100% do proctor normal serão executadas as camadas de sub-base, base e revestimento final, conforme espessuras definidas no projeto.

3.5 Trecho 2D – Trecho Av. Beira Mar – Pavimentação Nova

Neste trecho o mar promoveu destruição total do pavimento que ali existia. É uma região que depois de feita a engorda da faixa de areia de praia, há que se fazer aterro com areia argilosa de jazida, em cota compatível com as plataformas naturais extra praia. A largura da caixa de rua neste trecho será de 6,00m. Neste documento será abordado apenas a solução de pavimentação, partindo do princípio de que o sub leito no local seja a areia argilosa de jazida que constituirá os aterros de erguimento de cota e que este material venha se constituir no novo sub leito, artificialmente criado.

3.6 Trecho 3 – Trecho Av. Beira Mar – Reconstituição da Plataforma Destruída

Este trecho carece de engorda da faixa de areia e aterro até o nível do pavimento que restou em frente as soleiras das propriedades lindeiras. Este aterro deverá ser executado com areia argilosa de jazida (material com boa coesão) que para o estudo da pavimentação deste capítulo será considerado com sub leito da pavimentação. A largura da caixa de rua neste trecho será de 6,00m. Este aterro deverá estar compactado com 100% do proctor normal. O dimensionamento das camadas de sub-base, base e capa asfáltica serão abordados no capítulo seguinte.

3.7 Trecho 3 – Trecho Av. Beira Mar – Revitalização do Trecho Hírido do Final do Projeto Paisagístico

Neste trecho a pavimentação existente encontra-se sem deformações permanentes. Há porem uma readequação de largura da caixa da rua, que exige reposicionar os meios-fios em ambos os lados. Para tanto há que se considerar a remoção dos existentes, o corte e encaixe do meio-fio novo, o reenchimento dos bordos afetados entre o pavimento existente e o meio fio novo com brita graduada compactada a sapo mecânico, imprimação impermeabilizante e capa CBUQ faixa C com espessura de 5cm. Depois de refeitas estas intervenções e recomposições de bordo novo para homogeneizar a largura toda, em toda extensão do trecho, é indicado proceder-se a aplicação de microrrevestimento asfáltico Faixa I do DER/PR. Como existem locais onde está sendo indicado a execução de baias de



estacionamento de veículos com superfície de elementos de concreto vazado tipo concregrama, adotar-se-á o mesmo procedimento já descrito para os trechos iniciais onde esses estacionamentos fazem parte do paisagismo. Será usado meio-fio rebaixado para separar a faixa de tráfego asfaltada para o acostamento de concregrama. A base destes estacionamentos deverá ser de uma camada de 20 cm de brita graduada compactada a 100% do proctor intermediário, sobre a superfície de solo arenoso natural, devidamente adensado e compactado.

4 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS NOVOS

O tráfego é considerado no dimensionamento de pavimentos asfálticos através do conceito de equivalência de carga, onde se transformam todas as solicitações no número de passagens de um eixo padrão de 8,16 tf, também conhecido como número “N”. Essa transformação normalmente é feita através da aplicação do fator de veículo ao volume previsto para o período de projeto.

As equações de equivalência de carga utilizadas foram àquelas propostas pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e pelo American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Para este estudo, utilizou-se dos parâmetros de tráfego (número N) de 5×10^6 . Neste trabalho, utilizou-se ainda o método de dimensionamento correntemente usado pelo DNER, baseado nos trabalhos do Corpo de Engenheiros do Exército Americano – USACE.

O método do DNER fornece a estrutura de pavimento necessária para suportar o tráfego previsto durante o período de projeto (10 anos) e para as condições geotécnicas dos solos da jazida a ser utilizada. Consideramos no dimensionamento, um reforço do sub leito com areia argilosa existente nas imediações cujo CBR deste material variou de 8,0 a 15,0. Por precaução, usaremos no cálculo do dimensionamento, o valor do CBR do sub leito = 8,0. Desta forma estaremos garantidos de sempre estar obtendo um valor de suporte do sub leito sempre maior que o mínimo.

Com base nas definições dos parâmetros de tráfego e suporte de subleito, estabelecidas



nos itens anteriores, definiram-se as espessuras equivalentes de camada granular, em termos de suporte do subleito. Vale salientar que o método determina a espessura total da base e do revestimento (H₂₀), com capacidade de suporte igual a 20%, mesmo que o material apresente capacidade superior.

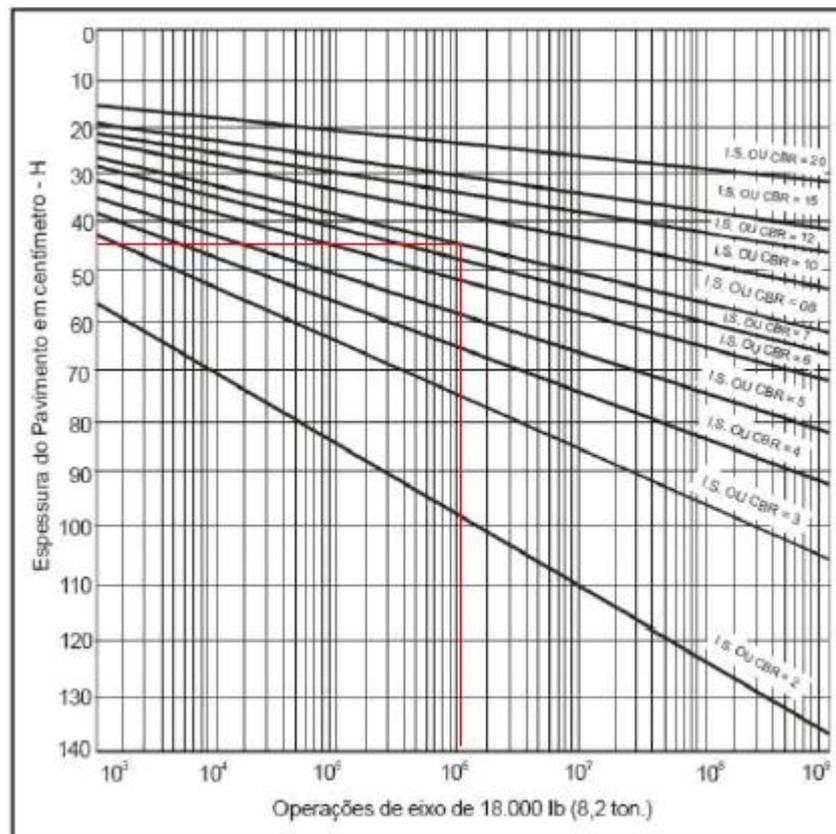


Figura: Espessura total do pavimento, em função de N e de IS ou CBR, em termos de material com $k = 1,00$, isto é, em termos de base granular

Resultados obtidos com o gráfico, considerando o CBR = 8,00 do sub-leito reforçado com areia argilosa coesiva

$$H_m = 44$$

$$H_{20} = 25$$

O método fixa os valores de coeficientes estruturais para cada material componente da estrutura do pavimento e a espessura mínima de revestimento em função do N, de acordo com os quadros, a seguir:



Camada	Equivalente Estrutural
Concreto Asfáltico	2,00
Brita Graduada Simples	1,00
Brita Corrida 4 ^a	1,00

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \cdot 10^6$	5,0 cm de espessura

As espessuras de base e sub-base foram definidas a partir da resolução das seguintes inequações:

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

$$2 \cdot 5 + 1 \cdot B \geq 25$$

$$B = 15 \text{ cm}$$

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B + K_{SB} \cdot SB \geq H_m$$

$$2 \cdot 5 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot SB \geq 19$$

$$SB = 20 \text{ cm}$$

Sendo:

R = espessura da camada de revestimento;

B = espessura da camada de base;

SB = espessura da camada de sub-base;

H_m = espessura total da camada de pavimento para proteger um material com CBR de projeto;

K_R = coeficiente estrutural do revestimento, igual a 2,00;

K_B = coeficiente estrutural da base igual a 1,00;

K_{SB} = coeficiente estrutural da sub-base igual a 1,00.

Estrutura final:



CBUQ: 5 cm

Base de brita graduada: 15 cm

Sub-base de Bica Corrida - 4A: 20 cm

Reforço e melhoria de coesão do sub-leito com areia argilosa: 30 cm

Especificações Técnicas

Material	Especificação
Micro Revestimento Asfáltico	DER/PR ES-P 30/05
Concreto asfáltico usinado a quente	DER/PR ES-P 21/05
Imprimação betuminosa ligante	DER/PR ES-P 17/05
Imprimação betuminosa impermeabilizante	DER/PR ES-P 17/05
Brita graduada simples	DER/PR ES-P 05/05
Brita Corrida 4ª	DER/PR ES-P 06/05
Camada de reforço do sub-leito	DER/PR ES-P 07/05

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS E MATERIAIS

5.1 Terraplanagem de Remoção dos Solos Excedentes

Este serviço será precedido de marcação topográfica que indique o quanto cortar e remover, para obtenção dos níveis corretos de cada ponto da superfície que se constituirá na superfície regularizada para início do assentamento das camadas de pavimentação. Como esta superfície não é plana e tem particularidades de concordância entre os diversos locais da área total, convém não economizar nas estacas de demarcação seguindo as indicações de concordância definidas em projeto. Atentar para considerar na marcação dos cortes, que haverá um abatimento por adensamento, quando se proceder a fase seguinte de regularização e compactação do sub-leito ou seja cortar um pouco menos do que as indicações de projeto estarão requerendo. É preferível cortar um pouco de excesso de altura que possa acontecer do que adicionar o que se constituirá numa sola que não será solidária ao maciço total do sub-leito.



5. 2 Reforço do Sub Leito

Feito com Areia Argilosa de jazida. Esta etapa do serviço de pavimentação, tem por objetivo obter um sub estrato com material com característica coesiva, diferente da areia de praia, sendo que esta, deverá ser bem adensada e compactada e bem regularizada para melhor controlar as espessuras das camadas subsequentes do pavimento, feitas após a remoção dos volumes da areia local que estejam em excesso na definição da superfície da terraplenagem. A energia de compactação do reforço, deverá ser a do Proctor Normal. Antes de iniciar a compactação atentar para a colocação do solo em umidade ótima de compactação e proceder uma perfeita homogeneização da mistura solo-água. A matéria prima, areia argilosa, existe próximo a Matinhos.

5. 3 Sub-Base de Bica Corrida - 4A

O projeto prevê uma camada de Sub-base com espessura total de 20 cm, reforçando estruturalmente o pavimento, com emprego de bica corrida – 4A. Este serviço deverá ser conduzindo à luz da especificação DER/PR ES-P 06/05, com exceção da faixa granulométrica que usar como pedra de maior diâmetro, a pedra com 4” de diâmetro compactada com energia do Proctor Normal. A matéria prima, brita corrida é fornecida nas proximidades de Matinhos, conforme croqui inserido neste capítulo.

5. 4 Base de Brita Graduada

Conforme foi apresentado anteriormente, o projeto prevê uma camada de base com espessura de 15 cm (após compactação), reforçando estruturalmente o pavimento, com emprego de Brita Graduada Simples usinada e umedecida (umidade ótima) em usina específica para estas misturas. Este serviço deverá ser conduzindo à luz da especificação DER/PR ES-P 05/05 empregando-se a Faixa A nela apresentada e seguindo-se o rigor da seleção dos agregados e procedimentos construtivos ali enunciados.

5. 5 Imprimação Impermeabilizante

Pintura que deverá ser executada com Emulsão Asfáltica para Imprimação, com objetivo de promover coesão de parte da superfície da base, impermeabilizá-la e dar



aderência à camada de CBUQ que venha a ser aplicada sobre ela. Deverá ser executada de acordo com a especificação DER/PR ES-P 17/05.

5. 6 Camada Final de Rolamento

Esta camada será executada em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ espessura de 5 cm (após compactação), faixa C da especificação DER/PR ES-P 21/05, atendendo todo o disposto nesta especificação. O cimento asfáltico de petróleo a ser utilizado deverá ser o CAP 50/70.

5. 7 Microrrevestimento com Emulsão Polimerizada

Este revestimento deverá ser executado em conformidade com a Especificação DER/PR ES-P 30/05 devendo ser utilizada a Faixa I da especificação.

Nestor Costin
Engenheiro Civil
CREA PR-4696/D



6 LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIAS PRIMAS DE PAVIMENTAÇÃO

