

UMEDECIMENTO, ESPALHAMENTO E HOMOGENEIZAÇÃO.

O teor de umidade ótima tirado no campo não deve exceder em 1 ponto percentual e nem ficar inferior a 2 percentuais da umidade ótima para compactação do material.

Se o teor de umidade ficar inferior ao limite mínimo, o material deverá ser revolvido com grade discos ou motoniveladora e umedecido, homogeneizado e compactado novamente.

Se o teor de umidade ficar superior ao limite mínimo o material deverá aerado com a grade discos e a motoniveladora junto até que o material atinja a umidade adequada para uso.

COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

COMENTÁRIO

A compactação é um método de estabilização e melhoria do solo através de processo manual ou mecânico, visando reduzir o volume de vazios do solo. A compactação tem em vista estes dois aspectos: aumentar a intimidade de contato entre os grãos e tornar o aterro mais homogêneo melhorando as suas características de resistência, deformabilidade e permeabilidade.

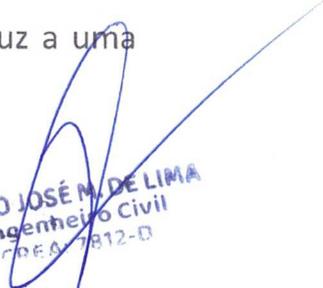
A compactação de um solo é a sua densificação por meio de equipamento mecânico, geralmente um rolo compactador, embora, em alguns casos, como em pequenas valetas até soquetes manuais podem ser

empregados. Um solo, quando transportado e depositado para a construção de um aterro, fica num estado relativamente fofo e heterogêneo e, portanto, além de pouco resistente e muito deformável, apresenta comportamento diferente de local para local.

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Aplicando-se certa energia de compactação (certo número de passadas de um determinado equipamento no campo ou certo número de golpes de um soquete sobre o solo contido num molde), a massa específica resultante é função da umidade em que o solo estiver. Quando se compacta com umidade baixa, o atrito as partículas é muito alto e não se consegue uma significativa redução de vazios. Para umidades mais elevadas, a água provoca um certo efeito de lubrificação entre as partículas, que deslizam entre si, acomodando-se num arranjo mais compacto.

Na compactação, as quantidades de partículas e de água permanecem constantes; o aumento da massa específica corresponde à eliminação de ar dos vazios. Há, portanto, para a energia aplicada, um certo teor de umidade, denominado umidade ótima, que conduz a uma massa específica máxima, ou uma densidade máxima.



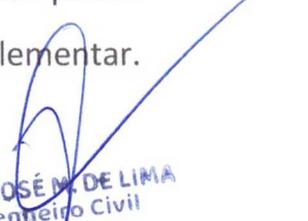
PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CPEA 7812-D

ENSAIO NORMAL DE COMPACTAÇÃO

O ensaio de Proctor foi padronizado no Brasil pela ABNT (NBR 7.182/86). Em última revisão, esta norma apresenta diversas alternativas para a realização do ensaio. Descreveremos inicialmente, nos seus aspectos principais, aquela que corresponde ao ensaio original e que ainda é a mais empregada.

A amostra deve ser previamente seca ao ar e destorroada. Inicia-se o ensaio, acrescentando-se água até que o solo fique com cerca de 5% de umidade abaixo da umidade ótima. Não é tão difícil perceber isto, como poderia parecer à primeira vista. Ao se manusear um solo, percebe-se uma umidade relativa que depende dos limites de liquidez e de plasticidade.

1. Uma porção do solo é colocada num cilindro padrão (10cm de diâmetro, altura de 12,73cm, volume de 1.000cm³) e submetida a 26 golpes de um soquete com massa de 2,5Kg e caindo de 30,5cm, ver Figura 01. Anteriormente, o número de golpes era de 25; a alteração da norma para 26 foi feita para ajustar a energia de compactação ao valor de outras normas internacionais. Levando em conta que as dimensões do cilindro padronizado no Brasil são um pouco diferentes das demais. A porção do solo compactado deve ocupar cerca de um terço da altura do cilindro. O processo é repetido mais duas vezes, atingindo-se uma altura um pouco superior à do cilindro, o que é possibilitado por um anel complementar. Acerta-se o volume raspando o excesso.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812-D

2. Determina-se a massa específica do corpo de prova obtido. Com uma amostra de seu interior, determina-se a umidade, com estes dois valores, calcula-se a densidade seca. A amostra é destorroada, a umidade aumentada (cerca de 2%), nova compactação é feita, e novo par de valores umidade- densidade seca é obtido. A operação é repetida até que se perceba que a densidade, depois de ter subido, já tenha caído em duas ou três operações sucessivas. Note-se que, quando a densidade úmida se mantém constante em duas tentativas sucessivas, a densidade seca já caiu. Se o ensaio começou, de fato, com umidade 5% abaixo da ótima, e os acréscimos forem de 2% a cada tentativa, com 5 determinações o ensaio estará concluído (geralmente não são necessárias mais do que 6 determinações).

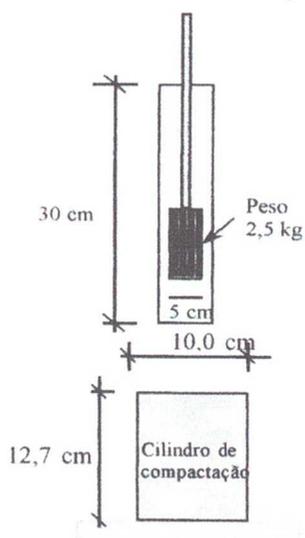


Figura 01: cilindro para ensaio de compactação

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7812-D



VALORES TÍPICOS

De maneira geral, os solos argilosos apresentam densidades secas baixas e umidades ótimas elevadas. Solos siltosos apresentam também valores baixos de densidade, freqüentemente com curvas de laboratório bem abatidas. As areias com pedregulhos, bem graduados e pouco argilosos, apresentam densidades secas máximas elevadas e umidades ótimas baixas.

METODOS ALTERNATIVOS DE COMPACTAÇÃO

A norma Brasileira de ensaio de compactação prevê as seguintes alternativas de ensaio:

- ▣ Ensaio sem reuso do material: é utilizada uma amostra virgem para cada ponto da curva;
- ▣ Ensaio sem secagem previa do material: dificulta a homogeneização da umidade. Para alguns solos a influência da pré-secagem é considerável;
- ▣ Ensaio em solo com pedregulho: quando o solo tiver pedregulho a norma NBR 7.182/86 indica que a compactação seja feita num cilindro maior, com 15,24cm de diâmetro e 11,43 cm de altura, volume de 2.085 cm³. Neste caso o solo é compactado em cinco camadas, aplicando-se 12 golpes por camada, com um soquete mais pesado e com maior altura de queda do que o anterior (massa de 4,536 kg e altura de queda de 47,5 cm).

- Ensaio Proctor Normal

O ensaio Proctor Normal utiliza o cilindro de 10 cm de diâmetro, altura de 12,73cm

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7812-D

e volume de 1.000cm^3 é submetida a 26 golpes de um soquete com massa de 2,5Kg e caindo de 30,5cm. Corresponde ao efeito de compactação com os equipamentos convencionais de campo.

- Ensaio Modificado

O ensaio Modificado utiliza o cilindro de 15,24 cm de diâmetro, 11,43 cm de altura, 2.085 cm^3 de volume, peso do soquete de 4,536 kg e altura de queda de 45,7 cm aplicando-se 55 golpes por camada. É utilizado nas camadas mais importantes do pavimento, para os quais a melhoria das propriedades do solo, justifica o emprego de uma maior energia de compactação.

- Ensaio Intermediário

O ensaio denominado Intermediário difere do modificado só pelo número de golpes por camada que corresponde a 26 golpes por camada, sendo aplicado nas camadas intermediárias do pavimento.

EQUIPAMENTOS DE CAMPO

Os princípios que estabelecem a compactação dos solos no campo são essencialmente os mesmos discutidos anteriormente para os ensaios em laboratórios. Assim, os valores de peso específico seco máximo obtidos são fundamentalmente função do tipo do solo, da quantidade de água utilizada e da energia específica aplicada pelo equipamento que será utilizado, a qual depende do tipo e peso do equipamento e do número de passadas sucessivas aplicadas.

A energia de compactação no campo pode ser aplicada, como em laboratório, de três maneiras diferentes: por meios de esforços de pressão, impacto, vibração ou por uma combinação destes. Os processos de compactação de campo geralmente combinam a vibração com a pressão, já que a vibração utilizada isoladamente se

mostra pouco eficiente, sendo a pressão necessária para diminuir, com maior eficácia, o volume de vazios interpartículas do solo.

Os equipamentos de compactação são divididos em três categorias: os soquetes mecânicos; os rolos estáticos e os rolos vibratórios.

1- Soquetes

São compactadores de impacto utilizados em locais de difícil acesso para os rolos compressores, como em valas, trincheiras, etc. Possuem peso mínimo de 15Kgf, podendo ser manuais ou mecânicos (sapos). A camada compactada deve ter 10 a 15cm para o caso dos solos finos e em torno de 15cm para o caso dos solos grossos.

2- Rolos Estáticos

Os rolos estáticos compreendem os rolos pé-de-carneiro, os rolos lisos de roda de aço e os rolos pneumáticos.

- Pé-de-Carneiro

Os rolos pé-de-carneiro são constituídos por cilindros metálicos com protuberâncias (patas) solidarizadas, em forma tronco-cônica e com altura de aproximadamente de 20cm. Podem ser alto propulsivos ou arrastados por trator. É indicado na compactação de outros tipos de solo que não a areia e promove um grande entrosamento entre as camadas compactadas.

A camada compactada possui geralmente 15 cm, com número de passadas variando entre 4 e 6 para solos finos e de 6 e 8 para solos grossos. A Figura 05 ilustra um rolo compactador do tipo pé-de-carneiro.

As características que afetam a performance dos rolos pé-de-carneiro são a pressão de contato, a área de contato de cada pé, o número de passadas por cobertura e estes elementos dependem do peso total do rolo, o número de pés em contato com o solo e do número de pés por tambor.

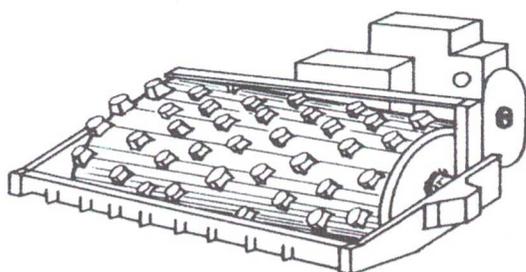


Figura 02: Rolo Pé-de-Carneiro

- Rolo Liso

Trata-se de um cilindro oco de aço, podendo ser preenchido por areia úmida ou água, a fim de que seja aumentada a pressão aplicada. São usados em bases de estradas, em capeamentos e são indicados para solos arenosos, pedregulhos e pedra britada, lançados em espessuras inferiores a 15 cm.

Este tipo de rolo compacta bem camadas finas de 5 a 15 cm com 4 a 5 passadas. Os rolos lisos possuem pesos de 1 a 20 t e freqüentemente são utilizados para o acabamento superficial das camadas compactadas. Para a compactação de solos finos utilizam-se rolos com três rodas com pesos em torno de 7 t para materiais de baixa plasticidade e 10t, para materiais de alta plasticidade. A Figura 03 ilustra um rolo compactador do tipo liso.

Os rolos lisos possuem certas desvantagens como, pequena área de contato e em solos mole afunda demasiadamente dificultando a tração.

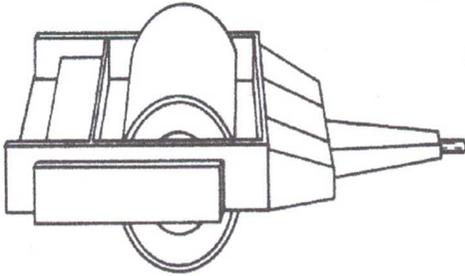


Figura 03: Rolo Liso

- Rolo Pneumático

Os rolos pneumáticos são eficientes na compactação de capas asfálticas, bases e subbases de estradas e indicados para solos de granulação fina e arenosa. Os rolos pneumáticos podem ser utilizados em camadas de até 40 cm e possuem área de contato variável, função da pressão nos pneus e do peso do equipamento.

Pode-se usar rolos com cargas elevadas obtendo-se bons resultados. Neste caso, muito cuidado deve ser tomado no sentido de se evitar a ruptura do solo. A Figura 07 ilustra um rolo pneumático

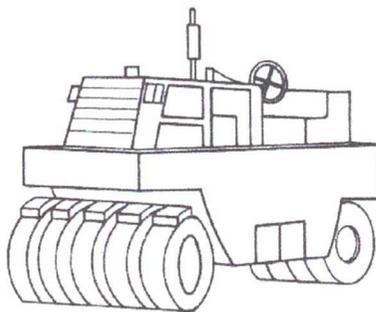


Figura 04: Rolo Pneumático

- Rolos Vibratórios

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
C.R.F.A.: 7012-D

Nos rolos vibratórios, a frequência da vibração influi de maneira extraordinária no processo de compactação do solo. São utilizados eficientemente na compactação de solos granulares (areias), onde os rolos pneumáticos ou pé-de-carneiro não atuam com eficiência. Este tipo de rolo quando não são usados corretamente produzem super compactação. A espessura máxima da camada é de 15cm. O rolo vibratório pode ser visto na figura 08.

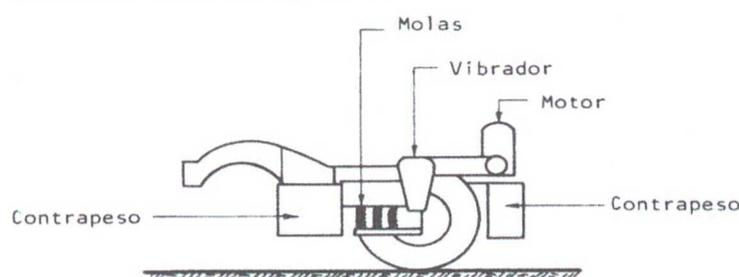


Figura 5: Rolo Vibratório

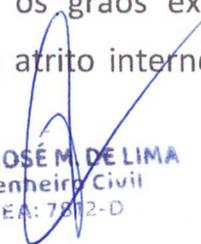
EQUIPAMENTOS DE COMPACTAÇÃO

Solos Coesivos

Nos solos coesivos há uma parcela preponderante de partículas finas e muito finas (silte e argila), nas quais as forças de coesão desempenham papel muito importante, sendo indicado a utilização de rolos pé-de-carneiro e os rolos conjugados.

Solos Granulares

Nos solos granulares há pouca ou nenhuma coesão entre os grãos existindo, entretanto atrito interno entre os grãos existindo, entretanto atrito interno entre eles, sendo indicado a utilização rolo liso vibratório.


PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7212-D

Mistura de Solos

Nos solos misturados encontra-se materiais coesivos e granulares em porções diversas, não apresenta característica típica nem de solo coesivo nem de solo granular, sendo indicado a utilização de pé-de-carneiro vibratório

Mistura de argila, silte e areia

Rolo pneumático com rodas oscilantes.

Qualquer tipo de solo

Rolo pneumático pesado, com pneus de grande diâmetro e largura.

CONTROLE DE COMPACTAÇÃO

Para que se possa efetuar um bom controle de compactação do solo em campo, temos que atentar para os seguintes aspectos:

1. tipo de solo;
2. espessura da camada;
3. entrosamento entre as camadas;
4. número de passadas;
5. tipo de equipamento;
6. umidade do solo;
7. grau de compactação alcançado.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812-D

Assim alguns cuidados devem ser tomados:

- ▮ A espessura da camada lançada não deve exceder a 30cm, sendo que a espessura da camada compactada deverá ser menor que 20cm.
- ▮ Deve-se realizar a manutenção da umidade do solo o mais próximo possível da umidade ótima.
- ▮ Deve-se garantir a homogeneização do solo a ser lançado, tanto no que se refere à umidade quanto ao material.

Na prática, o procedimento usual de controle de compactação é o seguinte:

1. Coletam-se amostras de solo da área de empréstimo e efetua-se em laboratório o ensaio de compactação. Obtêm-se a curva de compactação e daí os valores de peso específico seco máximo e o teor de umidade ótimo do solo.
2. No campo, à proporção em que o aterro for sendo executado, deve-se verificar, para cada camada compactada, qual o teor de umidade empregado e compará-lo com a umidade ótima determinada em laboratório. Este valor deve atender a seguinte especificação: $w_{\text{campo}} - 2\% \leq W_{\text{ótima}} \leq w_{\text{campo}} + 2\%$.
3. Determina-se também o peso específico seco do solo no campo, comparando-o com o obtido no laboratório. Define-se então o grau de compactação do solo, dado pela razão entre os pesos específicos secos de campo e de laboratório ($GC = \frac{\gamma_d \text{ campo}}{\gamma_d \text{ máx}} \times 100$). Deve-se obter sempre valores de grau de compactação superiores a 95%.
4. Caso estas especificações não sejam atendidas, o solo terá de ser

revolvido, e uma nova compactação deverá ser efetuada. (Fonte: Trabalho – UFSC)

TRANSPORTE

O transporte de solos deverá ser realizado em caminhões basculantes cap. 6,00m³ ou 12,00m³.

PROTEÇÃO AMBIENTAL

O impacto físico ao meio ambiente causado na execução de uma obra de recuperação de estradas, envolve uma área específica: os locais de onde são retirados os materiais.

A recuperação da estrada desenvolve-se obedecendo a projetos e especificações, nos quais se adotam medidas de proteção à obra acabada, tais como: drenagem lateral através de sulcos de modo que haja integração entre a obra e o meio ambiente o mais rápido possível.

Nos locais de retirada de materiais e caminhos de serviço adota-se as mesmas providências.

As áreas de retirada de materiais ou que sirvam de depósito de materiais, deverão receber o seguinte tratamento:

- Os taludes devem ficar regulares e estáveis;
- Reutilizar as terras vegetais provenientes de expurgos nas áreas exploradas;
- Favorecer o livre escoamento das águas, evitando poças;
- Plantar espécies vegetais da região com segurança de sua vitalidade.

O desmatamento deverá restringir-se aos locais de empréstimos de materiais.

(Fonte: Aula de Mecânica dos Solos 1 – Professora Agda – Curso Eng. Civil – UFPR)

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812-D

4.5 C2840 - INDENIZAÇÃO DE JAZIDA

DEFINIÇÃO

Os serviços preliminares na jazida compreendem todas as operações necessárias que objetivam limpar a área a ser ocupada pelo corpo estradal, locais de empréstimos e ocorrências de materiais de construção, de vegetação de qualquer porte, obstruções naturais ou artificiais, resguardando aquelas para preservação ambiental ou patrimônio cultural.

Não será permitido o uso de explosivos para remoção de vegetação. Outros obstáculos que possam ser removidos por meio de equipamentos convencionais, mesmo com certo grau de dificuldade, deverão ser criteriosamente analisados pela supervisão ambiental que definirá a metodologia a ser utilizada.

EQUIPAMENTO

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços manuais. A utilização do equipamento se fará em função da densidade e do tipo de vegetação local e do cronograma físico para execução do serviço, não sendo permitido o uso de explosivos e agentes químicos.

EXECUÇÃO

Após o recebimento da Nota de Serviço, o executante dará início às operações de desmatamento, destocamento e limpeza, que deverão obedecer rigorosamente os limites estabelecidos no projeto ou pela fiscalização, evitando acréscimos desnecessários.

O desmatamento compreende o corte e a remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade, e na área estritamente necessária a execução dos serviços.

Destocamento compreende a operação de corte e remoção de tocos de árvores e raízes após o serviço de desmatamento.

A limpeza compreende a operação de remoção de camada de solo ou material orgânico, na profundidade de até 20cm, bem como de quaisquer outros objetos e materiais

indesejáveis que ainda subsistam. Limpeza com profundidade superior a 20cm será considerada na Especificação DERT-ES-T 04/00 – Cortes.

O material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza será removido e estocado, obedecidos os critérios definidos nas especificações de Proteção Ambiental. A remoção ou a estocagem dependerá de eventual utilização, a critério da Fiscalização e como indicado em Especificações Complementares, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do Corpo da Estrada e em locais ou regiões, que possam provocar a obstrução do sistema de drenagem natural da obra.

Quando especificado a incineração deste material, o mesmo deverá ser removido para áreas previamente escolhidas, onde a queima possa ser controlada, evitando-se incêndios e/ou lançamentos de fumaça, cinza ou fagulhas sobre áreas habitadas.

A incineração deverá cumprir as exigências do Decreto Lei Nº 2.661, de 08/06/98, e regulamentada pelo parágrafo único do Artigo 27 da Lei 4771, de 15/09/65

(Código Florestal), referente ao emprego de fogo em prática agropastoris e florestais, e dá outras providências.

As operações correspondentes aos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza, para os casos de corte e aterro, terão lugar no interior da faixa de domínio.

A área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida entre os “off-sets” de cortes ou aterros com acréscimo de 2m para cada lado. No caso de empréstimo a área mínima será a indispensável à sua exploração.

A área desmatada nunca poderá ser superior a área preconizada pela lei 12.250, de 6 de janeiro de 1994, que dispõe sobre faixa de domínio das rodovias estaduais do Estado do Ceará.

Nos cortes exigir-se-á que a camada de 60cm abaixo do greide de terraplenagem, fique isenta de tocos e raízes.

Nas áreas destinadas a aterros de cota vermelha superior a 2m, o desmatamento deverá ser executado de modo que o corte das árvores fique, no máximo ao nível do terreno natural. Para aterros de cota vermelha abaixo de 2m, exigir-se-á a remoção da capa do terreno contendo raízes e restos vegetais, e será escarificado e compactado 0,30cm abaixo da cota de remoção.

Deverão ser preservados os elementos de composição paisagística devidamente assinalados no Projeto, bem como pela Fiscalização.

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7412-D

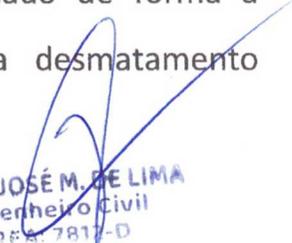
Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas devidas, não tenham sido totalmente concluídas.

A critério da Fiscalização, não se permitirá um avanço acentuado entre os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza e a execução de cortes e aterros do corpo da estrada.

PROTEÇÃO AMBIENTAL

Nas operações de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser tomadas medidas de proteção ambiental, visando atenuar ou mesmo evitar os impactos adversos sobre o meio ambiente:

- a) A terra vegetal resultante das operações de desmatamento, destocamento e limpeza de árvores da faixa de domínio da rodovia deverá ser estocada de forma que, após a exploração de empréstimos, a mesma seja espalhada nas áreas escavadas, visando propiciar a recomposição da cobertura vegetal pela ação da própria natureza;
- b) As árvores e arbustos que não interferirem na utilização da rodovia, devem ser deixadas intactas no local, especialmente nas regiões onde as árvores forem escassas;
- c) O tráfego de máquinas e funcionários deverá ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de vias, o que acarretaria desmatamento desnecessário;



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7817-D

d) Recomenda-se, durante a operação de desmatamento, facilitar a fuga dos animais, principalmente aqueles de lenta locomoção, deixando corredores de vegetação para sua fuga.

CONTROLE

O controle das operações de desmatamento, destocamento e limpeza será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

MEDIÇÃO

O serviço de desmatamento e destocamento de árvores de qualquer diâmetro e limpeza será medido em função da área efetivamente trabalhada em metros quadrados. A remoção e o transporte de material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza e bota-foras correspondente a estes serviços, não serão objeto de medição, devendo seus custos serem incluídos nos serviços pertinentes, conforme indicação do projeto.

PAGAMENTO

O serviço será pago pelo preço unitário contratual em conformidade com a medição referida no item anterior.

O pagamento do serviço incluirá todas as operações, tais como: mão de obra, encargos sociais, equipamentos, ferramentas, remoção e o transporte de bota-foras.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CDE nº: 7812-D

5. PAVIMENTAÇÃO

5.1 EXECUÇÃO DE SUB BASE

5.1.1 C3217 - ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS S/ MISTURA DE MATERIAIS (S/TRANSP)

5.1.2 C2987 - COMPLEMENTAÇÃO DE TRANSPORTE EM CAMINHÃO BASCULANTE

A presente instrução tem por objetivo, fixar a maneira de execução de sub-base constituída de solos selecionados, em locais que receberão pavimentação.

O material a ser usado como sub-base deve ser uniforme, homogêneo, e possuir características (IG e CBR). O subleito sobre o qual será executada a sub-base, deverá estar perfeitamente regularizado e consolidado, de acordo com as condições fixadas pela instrução referente ao PREPARO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO.

O material importado, será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total, em peso excluído o material graúdo, passe na peneira nº 4 (4,8 mm).

Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 1% ao teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação, executado de acordo com o método ME-9, proceder-se-á a aeração dele, com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite. Se o teor da umidade do solo destorroado for inferior em mais de 1% ao teor de umidade acima referido, será procedida à irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material, a fim de garantir uniformidade de umidade.

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7817-D

O material umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura não exceda de 20 cm.

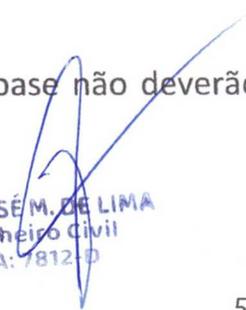
A execução de camadas com espessura superior a 20 cm, só será permitida pela Fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado seja capaz de compactar em espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada. Conforme os resultados dos ensaios, foi definida para este projeto, a espessura de 20 cm para camada de sub-base.

A compactação será procedida por equipamento adequado ao tipo de solo, rolo pé - de - carneiro, pneumático ou vibratório, e deverá progredir das bordas para o centro da faixa, nos trechos retos ou da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo da faixa a ser pavimentada. A compactação do material em cada camada, deverá ser feita até obter-se uma densidade aparente seca, não inferior a 100% da densidade máxima determinada no ensaio de compactação, de conformidade com ME - 7 (Proctor Intermediário).

Concluída a compactação da sub-base, sua superfície deverá ser regularizada com motoniveladora, de modo que assume a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto, sendo comprimida com equipamentos adequados, até que apresente lisa e isenta de partes soltas e sulcadas.

As cotas de projeto do eixo longitudinal da sub-base, não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm.

As cotas de projeto das bordas das seções transversais da sub-base não deverão apresentar variações superiores a 1 cm.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812/D

Far-se-á uma determinação do grau de compactação em cada 400 m² de área compactada, com um mínimo de 3 determinações para cada quadra. A média dos valores obtidos deverá ser igual ou superior a 100% da densidade máxima determinada pelo ensaio ME - 7, não sendo permitidos valores inferiores a 95% em pontos isolados. As verificações das densidades aparentes secas, alcançadas na sub-base serão executadas de acordo com o método ME-12, ME-13 ou ME-14.

Os trechos da sub-base, que não se apresentarem devidamente compactado de acordo com o item 4.1, deverão ser escarificados, e os materiais pulverizados, convenientemente misturados e recompactados.

5.2 EXECUÇÃO DE BASE

5.2.1 C3217 - ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS S/ MISTURA DE MATERIAIS (S/TRANSP)

5.2.2 C2987 - COMPLEMENTAÇÃO DE TRANSPORTE EM CAMINHÃO BASCULANTE

O material a ser usado como base deve ser uniforme, homogêneo, possuir características (IG e CBR) e pertencer a qualquer das faixas (A,B,C, D) do D.N.E.R., conforme parágrafo 5.

A sub-base sobre o qual será executada a base, deverá estar perfeitamente regularizada e consolidada, de acordo com as condições fixadas pela instrução sobre SUB-BASE DE SOLO SELECIONADO.

O material importado, será distribuído uniformemente sobre a sub-base, devendo ser destorroado nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total, em peso, excluído o material graúdo, passe na peneira nº 4 (4,8 mm).

Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 1% ao teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação, executado de acordo com o método ME-9, proceder-se-á a aeração dele, com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite.

Se o teor da umidade do solo destorroado for inferior em mais de 1% ao teor de umidade acima referido, será procedida à irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material, a fim de garantir uniformidade de umidade.

O material umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que, após a compactação, sua espessura não exceda de 20 cm. Conforme os resultados dos ensaios, foi definida para este projeto, a espessura de 20 cm para camada de base.

A execução de camadas com espessura superior a 20 cm, só será permitida pela Fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado seja capaz de compactar em espessura maior, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

A compactação será procedida por equipamento adequado ao tipo de solo, rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório, e deverá progredir das bordas para o centro da faixa, nos trechos retos ou da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo da faixa a ser pavimentada.

A compactação do material em cada camada, deverá ser feita até obter-se uma densidade aparente seca, não inferior a 100% da densidade máxima determinada no ensaio de compactação, de conformidade com ME - 7 (Proctor Intermediário).

Concluída a compactação da base, sua superfície deverá ser regularizada com motoniveladora, de modo que assume a forma determinada pela seção transversal

e demais elementos do projeto, sendo comprimida com equipamento adequado, até que apresente lisa e isenta de partes soltas e sulcadas.

As cotas de projeto do eixo longitudinal da base, não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm.

As cotas de projeto das bordas das seções transversais da base não deverão apresentar variações superiores a 1 cm.

Far-se-á uma determinação do grau de compactação em cada 40 m² de área compactada, com um mínimo de 3 determinações para cada quadra. A média dos valores obtidos deverá ser igual ou superior a 100% da densidade máxima determinada pelo ensaio ME - 7, não sendo permitidos valores inferiores a 95% em pontos isolados.

As verificações das densidades aparentes secas, alcançadas na base serão executadas de acordo com o método ME-12, ME-13 ou ME-14.

Os trechos da base, que não se apresentarem devidamente compactados de acordo deverão ser escarificados, e os materiais pulverizados, convenientemente misturados e recompactados.

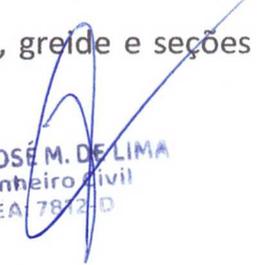
6. TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD / CONCRETO BETUMINOSO

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de revestimento asfáltico do tipo Tratamento Superficial Duplo sobre uma superfície imprimada ou pintada, de acordo com os alinhamentos, greide e seções transversais de projeto.

2 Definição

É adotada a seguinte definição:



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7872-D

Tratamento superficial duplo – TSD é a camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma coberta por camada de agregado mineral e submetida à compressão.

3 Condições gerais

a) O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície que irá recebê-lo apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

b) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

5 Condições específicas

5.1 Materiais

Os materiais constituintes do Tratamento Superficial Duplo são o ligante asfáltico e o agregado mineral, os quais devem satisfazer ao contido nas normas do DNIT.

5.1.1 Ligante Asfáltico

Podem ser empregados os seguintes ligantes, dependendo da indicação do projeto:

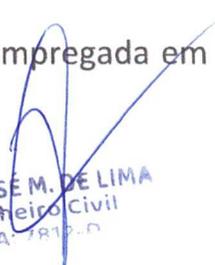
a) Cimentos asfálticos CAP-150/200;

b) Emulsões asfálticas, tipo RR-2C.

Os ligantes devem obedecer às exigências das Normas DNIT 095/2006-EM e DNER-EM 369/97.

O uso da emulsão asfáltica somente deve ser permitido quando for empregada em todas as camadas do revestimento.

5.1.2 Melhorador de adesividade



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 1812-D

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o ligante asfáltico deve ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto da mistura.

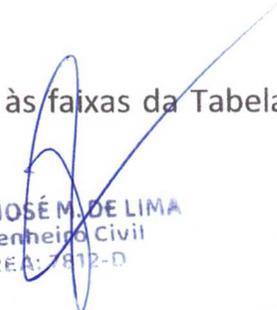
A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade deve ser definida pelos seguintes ensaios:

- Método para determinação expedita da adesividade - NBR 14329:1999.
- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado graúdo) - DNER-ME 078/94.
- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado) - DNER-ME 079/94.

5.1.3 Agregados

Os agregados podem ser pedra, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem constituir-se de partículas limpas, duras, resistentes, isentas de torrões de argila e substâncias nocivas, e apresentar as características seguintes:

- a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de em utilização anterior terem apresentado, comprovadamente, desempenho satisfatório;
- b) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- c) Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89/94);
- d) Granulometria do agregado (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas da Tabela 1:



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812-D

Tabela 1 – Granulometria dos agregados

Peneiras		% passando, em peso			Tolerâncias da faixa de projeto
Malha	mm	1ª camada	2ª camada		
		A	B	C	
1"	25,4	100	-	-	± 7
¾"	19,0	90-100	-	-	± 7
½"	12,7	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
Nº 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
Nº 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

5.1.4 Taxas de aplicação e de espalhamento

- As quantidades ou taxas de aplicação de ligante asfáltico e de espalhamento de agregados devem ser fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços.
- As quantidades de ligante asfáltico a serem empregadas na 1ª e na 2ª aplicação devem ser definidas no projeto.
- Quando for empregado agregado poroso deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico.
- Recomendam-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados convencionais e de ligantes asfálticos:

Tabela 2 – Taxas de aplicação

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 781/D

Camada	Ligante	Agregado
1 ^a	1,2 a 1,8 l m ²	20 a 25 kg/m ²
2 ^a	0,8 a 1,2 l m ²	10 a 12 kg/m ²

5.2 Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender ao recomendado nesta Norma, fator que deve condicionar a emissão da Ordem de Serviço. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- Carros distribuidores de ligante asfáltico, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores, termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil acesso, e espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante e que permitam uma aplicação homogênea;
- Distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados fixada no projeto;
- Rolos compressores do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem deve ter uma carga superior a 25 kg e inferior a 45 kg por centímetro de largura de roda. Seu peso total não deve ser superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 a 0,84 MPa (35 a 120 psi).

5.3 Execução

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
C.R.E.A.: 812-D

As operações para execução das camadas do TSD são discriminadas a seguir:

a) Inicialmente, deve-se realizar uma varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

b) A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada em função da relação temperatura x viscosidade. Deve ser escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas são:

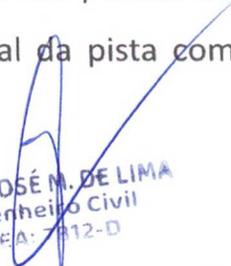
– Cimento asfáltico, 20 a 60 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94);

– Emulsão asfáltica, 20 a 100 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94). c) No caso de utilização de melhorador de adesividade deve-se exigir que o aditivo seja adicionado ao ligante asfáltico no canteiro de obra, obrigando-se sempre a recirculação da mistura ligante asfáltico-aditivo.

d) O ligante asfáltico deve ser aplicado de uma só vez em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes, falta ou escassez de ligante asfáltico na pista durante as operações de aplicação devem ser evitados ou corrigidos prontamente.

e) Cuidados especiais devem ser observados na execução das juntas transversais (início e fim de cada aplicação de ligante asfáltico) e das juntas longitudinais (junção de faixas quando o revestimento é executado em duas ou mais faixas), para se evitar excesso, escassez ou falta de ligante asfáltico aplicado nestes locais.

– No primeiro caso, geralmente deve ser utilizado, no início ou a cada parada do equipamento de aplicação de ligante, um recobrimento transversal da pista com papel ou outro material impermeável;



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7112-D

– No segundo caso, deve ser realizado pelo equipamento de aplicação de ligante um recobrimento adicional longitudinal da faixa adjacente, determinado na obra, em função das características do equipamento utilizado.

f) Imediatamente após a aplicação do ligante deve-se realizar o espalhamento da 1ª camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. Excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão.

g) Deve-se iniciar a compressão do agregado imediatamente após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelas bordas e progredir para o eixo nos trechos em tangente e nas curvas deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta, sendo cada passagem do rolo recoberta, na passada subsequente, de pelo menos metade da largura deste.

h) Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto.

i) Deve-se executar a segunda camada de modo idêntico à primeira.

j) Não deve ser permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado. Deve-se liberar o tráfego somente após o término da compressão e de maneira controlada.

6 Condicionantes ambientais

Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução do empreendimento, documentação esta que compreende o Projeto de

Engenharia, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

7 Controle da execução

O controle da execução do Tratamento Superficial Duplo deve ser exercido mediante as determinações a seguir indicadas, feitas de maneira aleatória e de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

7.1.1 Temperatura

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

7.1.2 Taxas de aplicação e de espalhamento

a) No caso de utilização de cimento asfáltico

O controle da quantidade de cimento asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo aplicado.

O cimento asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor.

Com a pesagem de bandeja com o cimento asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação (T) da seguinte forma:

$$T = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 0,2$ l/m².

b) No caso de utilização do ligante asfáltico RR-2C

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feita a aplicação.

O ligante asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor.

Com a pesagem da bandeja depois da ruptura total (até massa constante) do ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo TR da seguinte forma:

$$TR = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) da emulsão RR-2C, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

c) Agregados

O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente deve ser feito mediante a colocação de bandejas, de massa e área conhecidas na pista onde estiver sendo feito o espalhamento. Por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo espalhador, tem-se a quantidade de agregado espalhada. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 1,5 \text{ kg/m}^2$.

d) O número mínimo de determinações por segmento (área inferior a 3.000 m²) é de cinco.

A frequência indicada para a execução dessas determinações é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável.

7.3 Verificação do produto

PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA 7812-D

A verificação final da qualidade do Tratamento Superficial Duplo (Produto) deve ser exercida mediante as determinações descritas a seguir, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

7.3.1 Acabamento da superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto, sendo uma delas paralela ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas de locação. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

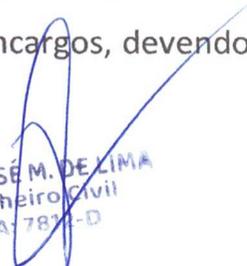
7.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas nas diversas seções correspondentes às estacas de locação é feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm.

8 Critérios de medição

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

a) O Tratamento Superficial Duplo deve ser medido em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto ligante asfáltico), transporte do ligante dos tanques de estocagem até a pista, armazenamento e encargos, devendo eles serem incluídos na composição do preço unitário;



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7821-D

- b) A quantidade de ligante asfáltico aplicada é obtida a partir da média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas;
- c) Não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) O transporte do ligante asfáltico efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre o fornecedor e o canteiro de serviço.

7.0 SINALIZAÇÃO

7.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

7.1.1 C3220 - FAIXA.HORIZONTAL/TINTA REFLETIVA/RESINA ACRÍLICA

A planta gráfica apresenta os locais onde deverão ser demarcadas as faixas de segurança, estas serão pintadas na cor branca, possuindo largura da faixa pintada de 30 cm e da faixa não pintada de 30 cm. A faixa irá de uma margem à outra da pista de terá largura de 3 m. Será demarcada também uma faixa de 8 cm no eixo da pista.

7.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

7.2.1 C3353 – PLACA DE REGULAMENTAÇÃO/ADVERTÊNCIA REFLETIVA EM AÇO GALVANIZADO

7.2.2 C3367 - PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRA EM AÇO GALVANIZADO

1.0. Conceito

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução da sinalização vertical, em rodovias e vias urbanas. Aspectos relacionados a estes serviços, integram o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT, o manual de sinalização de trânsito do DENATRAN e a resolução nº 666/86 do CONTRAN.

2.0. Definição e Generalidades

A sinalização vertical é constituída por placas, pórticos, balizadores, marcos quilométricos e semáforos, fixadas ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo

mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de símbolos e/ou legendas pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

A função das placas de sinalização é aumentar a segurança, mantendo o fluxo de tráfego em ordem e fornecendo as informações necessárias aos usuários da via. Nas placas ficam indicadas:

- a) Obrigação e limitação, proibição ou restrição, que governam o uso da via;
- b) Advertências sobre perigos existentes na via;
- c) Direção de logradouros e pontos de interesse, de forma a auxiliar os condutores de veículos em seus deslocamentos.

3.0 - Materiais

3.1 - Madeira

Para a confecção dos postes de sustentação e das travessas de armação que suportam as placas, deverá ser empregada madeira de lei. O poste, abaixo da placa, deverá ser pintado com tinta branca, acrílica. A travessa de armação e o prolongamento do suporte serão pintados com tinta preta, à base de PVA. A base do suporte, na parte a ser enterrada no solo, deverá ser tratada com óleo creosoto, como preservativo.

3.2 - Concreto

O concreto utilizado para suporte, balizadores e sapatas de fixação de pórticos e bandeiras, será executado com os materiais especificados a seguir:

- a) Cimento: "Recebimento e Aceitação de Cimento Portland Comum e Portland de Alto Forno";
- b) Agregados miúdos: "Agregado Miúdo para Concreto de Cimento";
- c) Agregado Graúdo: "Agregado Graúdo para Concreto de cimento";
- d) "Água para Concreto";
- e) Concreto: "Concreto e Argamassa";
- f) Formas: "Formas e Cimbres";
- g) Armadura: "Armaduras para Concreto Armado";
- h) O concreto utilizado deverá ser dosado experimentalmente para atingir a resistência, aos 28 dias, especificada em projeto, para cada um dos casos de

aplicação. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187 da ABNT.

3.3 - Chapas Metálicas e Acessórios de Fixação.

a) As chapas metálicas, utilizadas na confecção das placas, deverão ser do tipo chapa zincada especial, com no mínimo 270 gramas de zinco por metro quadrado, material encruado, aplainado, semimanufaturado na espessura de 1,25 mm, pintada por sistema contínuo e curada a temperatura de 350°C, com tratamento à base de cromo e fósforo e pintura com 5 micra de primer epoxi, mais 20 micra de poliéster, em cada face. Uma das faces será pintada na cor preta semi-fosca e a outra em uma das seguintes cores: verde, amarela, azul, vermelha e branca, segundo padrão de cores adotadas pelo DNIT.

b) As placas deverão ser fornecidas nas cores e dimensão detalhadas em projeto.

c) Para fins de fixação da placa aos suportes, devem ser utilizados parafusos zincados presos pôr arruelas e porcas, com dimensão e locais de aplicação indicados pelo projeto.

3.4 - Películas Refletivas

a) São utilizadas para compor sinais rodoviários, na forma de tarjas, símbolos, legendas, para obter legibilidade diurna e noturna, está por luz retro refletiva;

b) O tipo de película a ser utilizado deve ser o indicado pelo projeto. As condições de armazenagem das películas e de montagem dos sinais devem seguir as recomendações dos fabricantes, as quais devem garantir a qualidade e a durabilidade dos produtos fornecidos.

3.5 - Balizadores

Deverão ser confeccionados em tubos de PVC de 100 mm, com enchimento de concreto simples, e tamponados na parte superior com PVC e com elementos refletivos do tipo FLAT-TOP G 5 implantados em todo o trecho nas cores, branca, amarela e vermelha. Outros materiais poderão ser utilizados com a autorização prévia da fiscalização.

3.6 - Pórticos e Bandeiras

Os pórticos e bandeiras deverão ser metálicos. O projeto deve especificar o tipo de material a ser utilizado (ferro galvanizado, alumínio) bem como os perfis e comprimento das peças, e as formas de realizar as ligações ou união entre peças, por rebites, parafusos, solda ou outro tipo qualquer de acoplamento.

4.0 - Equipamento

O equipamento básico para a execução da sinalização vertical compreende os seguintes cuidados:

- a) Ferramentas manuais (pá, cortadeira, trado, chave de boca, chave torque variável, martelo, soquete, furadeira, etc.);
- b) Nível e prumo;
- c) Caminhão com guincho acoplado;
- d) Outros equipamentos que venham a ser necessários, em função do tipo do serviço.

5.0 - Execução

5.1 - Placas de sinalização

Os suportes e travessas serão confeccionados em madeira de lei, com as dimensões indicadas no projeto, devendo receber o tratamento indicado no item 3.1, desta especificação. As placas serão adquiridas com todo o tratamento especificado no item 3.3, e nos formatos, cores e quantidades especificadas no projeto.

A confecção dos sinais propriamente utilizará os tipos de película refletivas recomendadas pelo projeto e seguirá as recomendações dos fabricantes.

A instalação das placas de sinalização deverá seguir, basicamente, as seguintes etapas:

- a) Limpeza do terreno;
- b) Execução das caixas: as caixas para o assentamento dos suportes serão executados a trado, levando-se em consideração as indicações do projeto no que se refere à localização, afastamento da pista e profundidade da cava;
- c) Montagem das placas: a montagem das placas nos respectivos suportes será feita com utilização dos parafusos de fixação;
- d) Colocação dos suportes nas cavas: a colocação dos suportes nas cavas deve ser feita de maneira que a placa permaneça rigorosamente na altura prevista pelo projeto e em posição vertical. Para não prejudicar a legibilidade da placa, esta deverá ser posicionada levemente virada para fora da via, fazendo um ângulo compreendido entre 90º e 95º com o sentido de tráfego.

e) Concretagem: as cavas serão concretadas de modo a manter a placa, rigidamente, em sua posição permanente e correta.

5.2 - Pórticos e Bandeiras

Para a execução de pórticos e bandeiras, as etapas básicas são as seguintes:

a) Execução das sapatas de fundação: compreende a limpeza do terreno, a instalação das formas de madeira, colocação dos chumbadores de espera, umedecimento das formas, lançamento e vibração do concreto. Para a execução desta fase, deverão ser levadas em conta as localizações e dimensões indicadas pelo projeto;

b) Fixação das colunas: concretadas e curadas as sapatas de fundação, procede-se acomodação e fixação das colunas metálicas. A fixação será feita através dos chumbadores de espera, de acordo com o projeto, e deverá permitir o posicionamento correto das colunas e sua perfeita estabilidade;

c) Montagem das placas e treliças: as placas serão montadas na treliça através de parafusos. O içamento do conjunto far-se-á com auxílio de guincho, de modo a permitir a fixação das extremidades da treliça às respectivas colunas de sustentação.

6.0 - Controle

6.1 - Controle Tecnológico

a) Todos os materiais industrializados utilizados na elaboração dos dispositivos de sinalização vertical devem satisfazer as condições estabelecidas no item 3 - Materiais, desta especificação e outros que pôr ventura venham a ser exigidos pelo DER/CE, e, em casos especiais, às normas da ABNT. A fiscalização exigirá do executante, os certificados, expedidos pelos fabricantes, que comprovem a qualidade destes materiais;

b) Havendo suspeita quanto à qualidade dos materiais, a fiscalização exigirá ensaios, com ônus para a executante;

c) O tratamento da base dos suportes de madeira, deverá ser verificado antes de sua cravação ao solo.

6.2 - Controle Geométrico e de Acabamento.

a) O controle das condições de implantação e acabamento dos dispositivos que compõem a sinalização vertical será feito pela fiscalização, em bases visuais;

- b) Deverão ser procedidas medidas à trena, para verificação do correto posicionamento dos dispositivos, no que diz respeito a alturas, espaçamentos, afastamento da pista e localização com referência ao estaqueamento da rodovia;
- c) Para aferição do posicionamento dos dispositivos, deverá ser consultado o projeto e, em caso de dúvida ou não previsão no mesmo, os manuais referidos no item 1 - Objetivo, desta especificação.

6.3 - Aceitação

6.3.1 - Aceitação do Controle Tecnológico.

A aceitação dos materiais industrializados empregados será feita com base na comprovação de qualidade através de certificado do fabricante e/ou de laboratório idôneo.

6.3.2 - Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista geométrico e de acabamento, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) A implantação dos dispositivos tenha sido realizada de acordo com o projeto e dentro das normas do DENATRAN;
- b) As diferenças encontradas nas medidas das dimensões e posicionamento dos dispositivos não difiram em mais do que 10% dos de projeto.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

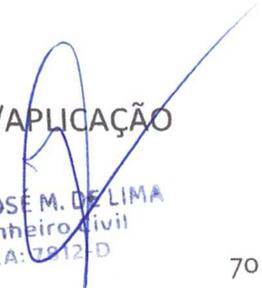
Serão utilizadas as seguintes Especificações Gerais para Serviços de Obras Rodoviárias do DERT. Relativamente aos itens Medição e Pagamento dessas especificações, quando conflitantes com as Normas para Medição de Serviços e/ou Tabela de Preços do DERT, deverá ser adaptadas para que essas Normas e Tabela sejam atendidas.

7.3 DIVERSOS

7.3.1. C4527 - TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL: FORNECIMENTO/APLICAÇÃO

Serão colocadas em locais definidos de acordo com o memorial de cálculo dos serviços do orçamento.

7.3.2. C4528 - TACHÃO REFLETIVO BIDIRECIONAL: FORNECIMENTO/APLICAÇÃO



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7012-D

Serão colocados em locais definidos de acordo com o memorial de cálculo dos serviços do orçamento.

8.0 SERVIÇOS COMPLEMENTARES

8.1 C3160 - DESMATAMENTO DE JAZIDA

Os serviços de desmatamento de jazida compreendem todas as operações necessárias que objetivam limpar a área a ser ocupada pelo corpo estradal, locais de empréstimos e ocorrências de materiais de construção, de vegetação de qualquer porte, obstruções naturais ou artificiais, resguardando aquelas para preservação ambiental ou patrimônio cultural.

8.2 C3218 - EXPURGO DE JAZIDA

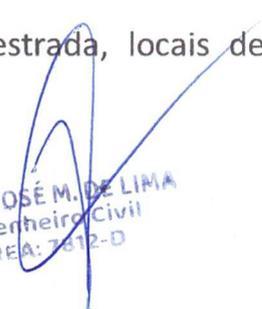
Retirada de 20 cm de camada vegetal na área de jazida para iniciar as escavações, carga e transporte de material para confecção dos aterros do corpo da estrada.

8.3 C4733 - CERCA COM ESTACAS DE MADEIRA ROLIÇA, D=10CM (DE 7 ATÉ 11CM), DISTANTES A 1,50M E MOURÕES ROLIÇOS, D=12CM (DE 10 ATÉ 15CM), DISTANTES A 50,00M - 8 FIOS DE ARAME FARPADO

Serão executadas novas cercas nos locais onde houveram as remoções indicadas na memória de cálculo dos serviços do orçamento.

8.4 C3308 - RECONFORMAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO, EMPRÉSTIMOS, JAZIDAS E TALUDES

Será feita toda a reconformação da faixa de domínio da estrada, locais de empréstimos, jazidas e taludes do trecho da estrada.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 7812-D

9. PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ DAS RUAS DO DISTRITO DE VIÇOSA

CONCRETO BETUMINOSO

MÉTODO EXECUTIVO

Transporte do Concreto Betuminoso

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, em caminhões basculantes apropriados. Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente para proteger todo o material.

Serviços Preliminares

Tendo sido decorridos mais de sete dias da execução da imprimação, tendo havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou tendo sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

Distribuição e Compressão da Mistura

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura/viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol (DNER-ME004). Recomenda-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos.

A temperatura do ligante deverá estar entre 107 °C e 177 °C.

A temperatura de aplicação do alcatrão será aquela na qual a viscosidade "Engler" (ASTM D 1665) situa-se em uma faixa de 25 ± 3 . A mistura, neste caso, não deverá deixar a usina com temperatura superior a 106 °C.

O espalhamento será efetuado por vibro-acabadoras. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as correções serão feitas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento executado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, será iniciado o processo de rolagem para compressão. A temperatura de rolagem deverá ser a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo esta temperatura fixada experimentalmente para cada caso.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura, é aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol (DNER ME 004), de 140 ± 15 segundos, para o cimento asfáltico, ou uma viscosidade específica, "Engler" (ASTM-D1665), de 40 ± 5 , para o alcatrão.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol^2), e aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol^2), adequando o número de passadas de forma a atingir o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deverá começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem seguirá até o momento em que seja atingida a compactação exigida.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-

rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Abertura ao Trânsito

Os revestimentos concluídos deverão ser mantidos sem trânsito até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização serão de inteira responsabilidade da Contratada.

Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser examinados pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, para que possa ser dada a ordem de serviço.

Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverá ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas da báscula. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina etc.) não serão permitidos.

Equipamento para Espalhamento

Para espalhamento e acabamento, serão utilizadas pavimentadoras automotrizes (acabadoras), capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas. Deverão possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. Serão equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento deles, com controle de temperatura, para colocação da mistura sem irregularidades. Equipamentos para a Compressão Serão utilizados rolos pneumáticos e rolos metálicos lisos, tipo tandem,

rolos vibratórios ou outros equipamentos aprovados pela Fiscalização. Os rolos compressores, tipo tanden, deverão ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitam a variação da calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada (2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm²).

O equipamento em operação deverá ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle do Espalhamento e Compressão na Pista

O controle da execução será exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

Temperatura de Compressão na Pista

Deverão ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa, imediatamente antes de iniciada a compressão.

Estas temperaturas deverão ser as indicadas para compressão, com uma tolerância de ± 5 °C.

O número de determinações das temperaturas de compressão será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a Tabela de Amostragem Variável apresentada no item “Controle Estatístico da Execução” desta Especificação.

Grau de Compressão na Pista

O controle do Grau de Compressão – GC – da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista ou área, por meios de brocas rotativas.

Não sendo possível a utilização deste equipamento, será permitido o processo do anel de aço. Para isso, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura de 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade aparente dos corpos de prova neles moldados.

Poderão ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicada no projeto.

Deverá ser realizada uma determinação a cada 150 m de meia pista (ou, aproximadamente, 500m²), em pontos aleatórios, não sendo permitidas densidades (GC) inferiores a 97% da densidade prevista no projeto.

O controle de compressão poderá, também, ser feito medindo-se as densidades aparentes dos corpos de prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos de prova deverão ser obtidas bem próximo ao local onde serão realizados os furos e antes da sua compactação. A relação entre estas duas densidades não deverão ser inferiores a 100%.

Controle Estatístico do Grau de Compressão O número das determinações ou ensaios de controle da execução, por jornada de 8 horas de trabalho será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
	5	1	6	1	5	1	6	3	1	0	8	6	4	1
	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5	5	0	5	9	5	0	8	6	5	4	3	2	1	
n = nº de amostras			K	=	Coeficiente				□	= risco da Contratada				
			multiplicador											

Tabela 01.

número mínimo de determinações por jornada de 8 horas de trabalho será de 5 (cinco).

Para o controle do espalhamento e compressão do CBUQ na pista, deverão ser analisados estatisticamente os resultados obtidos e, baseados na tabela anterior, verificar a condição seguinte (DNER-PRO 277/97):

Para o Grau de Compactação - GC - em que é especificado um valor mínimo a ser atingido deve-se verificar a condição seguinte:

Se $X - ks < \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow$ rejeita-se o serviço;

Se $X - ks \geq \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow$ aceita-se o serviço.

Sendo:

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

N

$$s = \frac{\sqrt{\sum (Xi - X)^2}}{n - 1}$$

Onde:

X_i - valores individuais.

X - Média da amostra.

s - Desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento

Controle Geométrico

Espessura da Camada

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos de prova na pista ou área, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitida a variação de $\pm 10\%$, da espessura de projeto, para pontos isolados, e até + 5% de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

- CONCRETO BETUMINOSO - CBUQ é o revestimento flexível com peso específico de 2.100kg/m^3 , resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (Filler) e material betuminoso, espalhada e comprimida a quente. A espessura (média) mínima permitida da camada (única) de massa asfáltica é de 6,00 cm, aplicada. A execução dos serviços de pavimentação asfáltica com CBUQ, deverá ser de acordo com as Normas Técnicas.
- PINTURA DE LIGAÇÃO - Para a execução da pintura da ligação, será empregada emulsão asfáltica do tipo RR-2C. A taxa de aplicação, para a emulsão asfáltica, será de 1,5 l/m². A distribuição do ligante deverá ser feita por veículo apropriado ao tipo caminhão espargidor, equipado com bomba reguladora da pressão e sistema completo de aquecimento; as barras de distribuição devem permitir ajustes verticais e larguras variáveis de espalhamento devendo também estar aferido este equipamento.

- Será empregado o seguinte material betuminoso: CM30. A taxa de aplicação deve-se situar em torno de 1,0 l/m².

Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos será feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

Acabamento da Superfície

Durante a execução, deverá ser feito, diariamente, em cada estaca da locação, o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista ou área. A variação da superfície, respectivamente, entre dois pontos quaisquer de contato, não deverá exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento da superfície deverá, ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta” devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182). Neste caso o acabamento ao Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km.

Condições de Segurança para Estradas Pavimentadas

O revestimento acabado deverá apresentar VRD, Valor de Resistência a Derrapagem, superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 British Standard), ou outros similares.

O projeto da mistura deverá ser verificado através de trecho experimental como extensão da ordem de 100m.

Poderá, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução serão realizados para cada 200m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos. As misturas de concreto betuminoso deverão ser fabricadas e distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e o tempo não se apresentar chuvoso.

Manejo Ambiental

Para execução da camada betuminosa do CBUQ serão necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque de ligante betuminoso e a operação da usina.

Tais cuidados estão descritos na Especificação “Concreto Betuminoso – Usinagem”.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A aplicação do concreto betuminoso usinado a quente será medida por tonelada de mistura efetivamente aplicada na pista e comprimida, de acordo com a seção transversal do projeto e verificando-se a densidade compactada da camada.

Estão consideradas nestes preços todas as operações necessárias à aplicação do concreto, tais como varredura e limpeza da pista, as perdas, a distribuição na pista, à compressão, as correções de eventuais falhas e a confecção e remoção de cunhas de concordância

A fabricação do CBUQ, incluindo todos os seus insumos, será remunerada separadamente, conforme composição pertinente.

Não será medido material fabricado, mas não aplicado.

O transporte da massa asfáltica da usina à pista será objeto de medição em separado, conforme composição específica.

TABELA DE DISTANCIAS DE TRANSPORTE:

1. Brita ----- 20 km --- distância em torno do local da usina.
2. CAP 50/70 ----- 365 KM --- distância entre a Fortaleza e o local da Usina
3. FILLER ----- 20 KM ---- distância em torno do local da usina.
4. RR2C ----- 194 KM ---- Distância de Fortaleza ao local de aplicação.
5. CBUQ ----- 250 KM ---- Distância da Usina ao local de aplicação.
6. AREIA ----- 20 km --- distância em torno do local da usina.

CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual incluindo toda a mão-de-obra, equipamentos e encargos necessários à aplicação e compressão do material.



PAULO JOSÉ M. DE LIMA
Engenheiro Civil
CREA: 1812-D