XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS

Minicurso nº 01:

Execução e fiscalização de pavimentos em CBUQ

Instrutor:
Eng. Elci Pessoa Júnior*

Florianópolis, maio/2014

XVI SINAOP
Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas
e 4ª Oficina Internacional

"Desafios da infraestrutura:
do planejamento à execução."

Realização: Tribunal de Contas de Santa Catarina; IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas

Apoio: AJC ATRICON – Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil; Instituto Rui Barbosa 40 anos; CREA-SC

***Elci Pessoa Júnior -** Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Pós-Graduado em Auditoria de Obras Públicas pela Universidade Federal de Pernambuco e Bacharel em Direito, pela Faculdade de Direito do Recife, também da UFPE.

No IBRAOP - Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – foi Diretor Técnico no período de 2009 a 2012 e, atualmente, ocupa o cargo de Vice-Presidente.

Ligante utilizado → **CAP. Normalmente o 50-70**

Indicação →
- **Rodovias com N > 1 x 10^6**
- **Vias Urbanas**

Vantagens:

➔ Requerem menores cuidados com a conservação;

➔ Intervenções regenerativas apenas a partir do 10º ano;

➔ Maior conforto ao usuário (menos vibração e ruído);

➔ Menor custo de implantação (comparando com Pav. Conc.);

Desvantagens:

➔ Maior custo de implantação (comparando com Trat. Sup.);

➔ Reação com o óleo diesel – impróprio para corredores de ônibus;

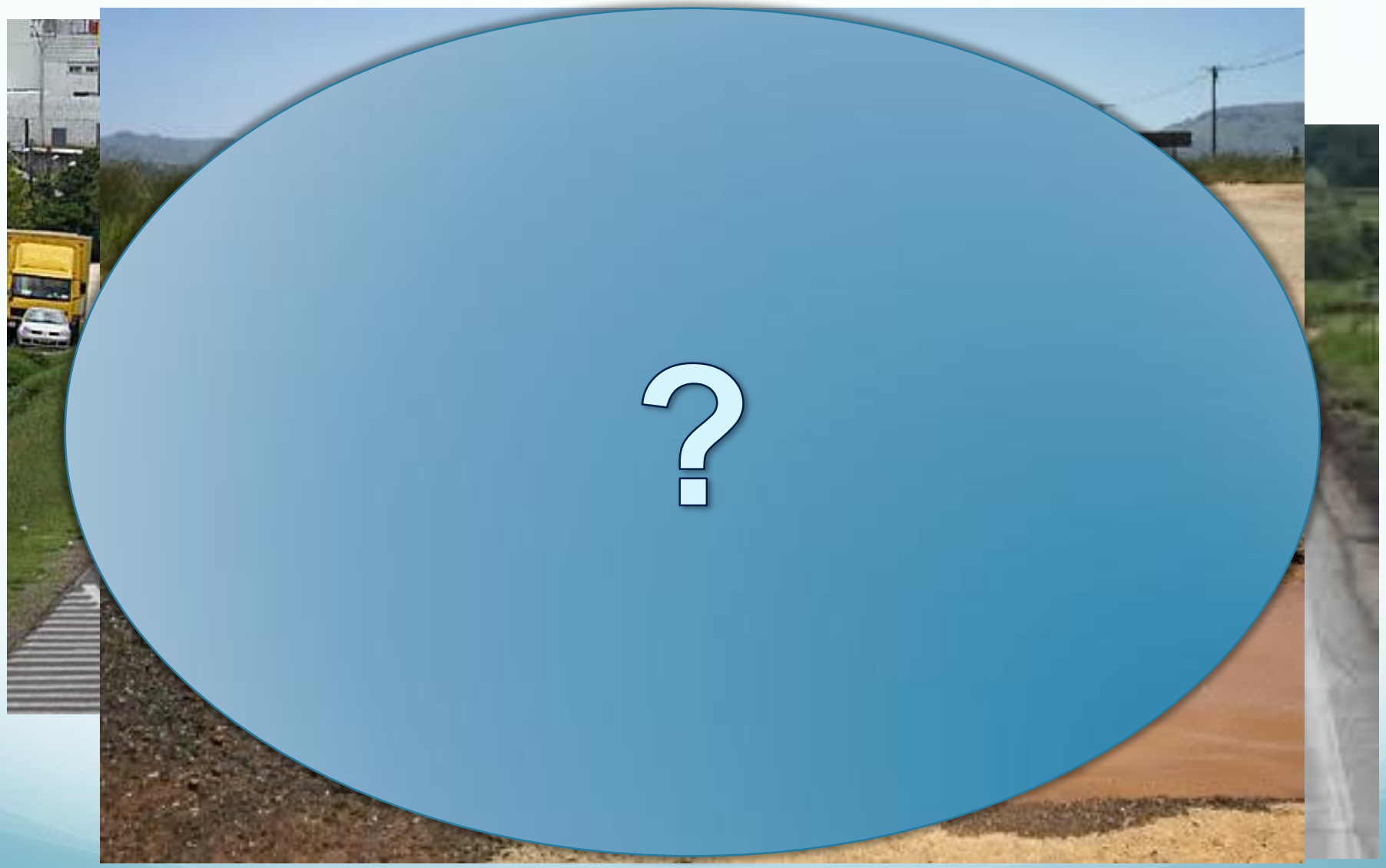
➔ Menor visibilidade noturna (comparando com Pav. Conc.);

➔ Menor vida útil (comparando com Pav. Conc.);

Por ter função estrutural, muitas vezes o CBUQ é especificado em elevadas espessuras, visando viabilizar pavimentos de tráfego pesado

Se necessário compactar-se uma espessura acima de 7cm, deve-se dividi-la em mais de uma camada: Binder e CBUQ

Que tipo de CBUQ se quer executar?



Pontos:

1. **Traço da mistura;**
2. **Espessura do revestimento;**
3. **CBUQ aplicado sobre pavimento de paralelepípedos;**
4. **Procedimentos Básicos de Execução;**
5. **Controle Tecnológico;**
6. **Verificação do Produto.**

1. Traço da mistura:

O Traço deve ser definido em projeto, mas o Engenheiro fiscal deve determinar os devidos ajustes sempre que necessário - em caso de mudanças de fornecedores de insumos ou das características destes

O Projeto deve definir:

➔O tipo de Cimento Asfáltico a ser utilizado
  ➔CAP 30-45; CAP 50-70; ou CAP 85-100 ;

➔A pedreira fornecedora, atendendo:
  ➔Desgaste "Los Angeles" igual ou inferior a 50%;
  ➔Índice de forma superior a 0,5;
  ➔Durabilidade, perda inferior a 12%.

➔O fornecedor de areia, atendendo:
  ➔Equivalente de areia igual ou superior a 55%;

➔A utilizaçã

➔A Faixa G

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

➔A porcentagem de cimento asfáltico na mistura
  ➔não deve ser inferior a 4%;

➔As demais características da mistura, obedecendo aos seguintes parâmetros:

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25ºC, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

Antes de autorizarem a usinagem de qualquer traço, os Engenheiros devem conferir se foram especificados e obedecidos todos os critérios mencionados

2. Espessura do revestimento

Os Engenheiros devem cuidar para que a espessura da camada seja superior a, no mínimo, 1,5 vezes o diâmetro máximo do agregado a ser utilizado

Recomenda-se que espessuras muito próximas a esse limite sejam evitadas

3. CBUQ aplicado sobre pavimento de paralelepípedos

- verificar se os paralelepípedos estão perfeitamente acomodados e inertes;

- verificar o nivelamento da camada em paralelepípedos. Havendo irregularidades, decidir entre:

  - Corrigir localmente as irregularidades;

  - Nivelar a Vibro-acabadora pelas cotas mais altas da camada de paralelepípedos;

  - Executar uma camada de regularização (com Binder).

4. Procedimentos Básicos de Execução

- Caso a imprimação tenha sido executada há mais de 7 dias, o Engenheiro fiscal deve exigir uma pintura de ligação;

- O Engenheiro fiscal deve inspecionar as instalações da Usina, observando em especial:

  - As condições de controle das temperaturas de usinagem;

  - Funcionamento da balança, automação e operação da usina;

  - Se o traço que fora passado corresponde ao indicado em projeto;

- ➔ Se o tipo de CAP disponível corresponde ao indicado em projeto;
  - ➔ Analisar ensaios enviados pela Distribuidora e checar, ao menos, a viscosidade.
    - ➔ Corrigir temperatura de Usinagem ➔ Viscosidade entre 75 e 95s.

- ➔ Se os agregados possuem todos os requisitos exigidos em norma e se têm a granunometria indicada no traço;

- ➔ alertar os responsáveis pela produção de que os agregados precisam ser aquecidos de 10ºC a 15ºC acima da temperatura indicada em projeto para o CAP, sem que se ultrapasse o limite de 177ºC.

É importante manter uma equipe de controle de produção na Usina, com poder de descartar qualquer carrada que seja usinada fora das especificações.





- Antes de autorizar o início dos serviços, o Engenheiro fiscal deve inspecionar os equipamentos que serão utilizados;
  - Os caminhões basculantes devem ser lonados;
  - Deve haver pelo menos dois rolos de pneus disponíveis;
  - Disponibilidade de óleo para lubrificar os pneus do rolo – não pode ser óleo diesel. Verificar o funcionamento da bomba automática;


DYNAPAC
CP224
DYNAPAC



➔A Vibro-acabadora, bem como os demais equipamentos, devem ser inspecionados quanto a vazamentos de óleo;


DYNAPAC


AP1055D
CAT

➔A Vibro-acabadora, bem como os demais equipamentos, devem ser inspecionados quanto a vazamentos de óleo;

➔Limpa-rodas no início e final do trecho;

➔O Engenheiro fiscal deve se certificar, por fim, da presença, no local, da equipe de laboratório;

➔Descartar qualquer carrada de massa que chegue a campo em temperatura inferior à indicada em projeto;



➔Após o espalhamento do material, o Engenheiro fiscal deve verificar por amostragem, com uma haste de gabarito, a espessura da camada;



Peso do material espalhado = Peso do material compactado

Volume espalhado x D_e = Volume compactado x D_c

(Área x E_e) x D_e = (Área x E_c) x D_c

$$E_e = E_c \times \frac{D_c}{D_e}$$

➔Qualquer incorreção na distribuição de material deixada pela vibro-acabadora deverá ser prontamente retificada manualmente;



➔Checar e registrar a temperatura do CBUQ no momento da compactação;



- a compactação deve sempre iniciar-se dos bordos para o eixo, no trechos em tangente, e do bordo mais baixo para o mais elevado, nos trechos em curva
  - Em cada passada, o rolo deve recobrir em 50% a passada anterior

- Inicia-se com os rolos de pneus, seguidos do rolo liso (tandem ou vibratório)
  - O primeiro rolo de pneus não deve se afastar da vibro-acabadora;
  - Atenção para a frequência de vibração do rolo liso.

Após a compactação da camada, o tráfego pode ser liberado tão logo se dê o esfriamento da massa asfáltica

5. Controle tecnológico:

5.1. Controle sobre os insumos a serem utilizados:

Quanto ao CAP:

➔ Analisar e arquivar os certificados, emitidos pelas distribuidoras, com os resultados dos seguintes ensaios:

- Penetração a 25ºC;
- Viscosidade "Saybolt-Furol" a 135ºC;
- Viscosidade "Saybolt-Furol" a diferentes temperaturas, para o estabelec. da relação viscosidade x temperatura;
- Ponto de Fulgor;
- Ensaio de Espuma;
- Susceptibilidade Térmica, determinado pelos ensaios de Penetração e Ponto de Amolecimento;

Quanto aos agregados:

➔Granulometria
- ➔Comparar com o especificado no traço;
- ➔2 ensaios de cada silo quente por dia.

➔Equivalente de areia do agregado miúdo
- ➔Comparar com o especificado no traço;
- ➔Repetir o ensaio todos os dias.

➔Granulometria do filler
- ➔Comparar com o especificado no traço;
- ➔Repetir o ensaio todos os dias.

- Adesividade
  - Conferir se não houve qualquer deslocamento, ainda que parcial, da película asfáltica da brita. Caso contrário, decidir entre:
    - Rejeitar o carregamento de ligante asfáltico;
    - Substituir a pedreira indicada;
    - Utilizar um aditivo melhorador de adesividade
  - Repetir a cada novo carregamento de ligante asfáltico à obra.

- Índice de Forma
  - conferir se os resultados são sempre superiores a 0,5;
  - Repetir a cada 900m^3 de brita.

- Determinação da abrasão "Los Angeles”
  - conferir se os resultados são sempre iguais ou inferiores a 50%;
  - Repetir a cada 900m^3 de brita.

4.7.5.2. Controle sobre a massa asfáltica:

➔ Aferir a temperatura (tolerância de 5ºC):

- ➔ Do agregado, no silo quente da usina;
- ➔ Do ligante, na usina;
- ➔ da mistura, no momento da saída do misturador;

- Logo após o espalhamento pela Vibro-acabadora, e para cada 700m^2 de pista, o Fiscal deve solicitar a realização dos seguintes ensaios:

  - Percentagem de ligante na mistura.
    - Tolerância máxima de 0,3%, para mais ou para menos;

  - Granulometria.
    - dentro da faixa especificada em projeto, conforme suas tolerâncias;

- Marshall.
  - Comparar os resultados com os parâmetros especificados no traço;
  - 3 ensaios por dia.

- Tração por compressão diametral.
  - 3 ensaios por dia.

- ➔ extração de corpos de prova com uma sonda rotativa a cada 700m^2 de pista para determinação do Grau de Compactação:
  - ➔ Tolerância de 3% para menos e 1% para mais;
  - ➔ O Engenheiro fiscal deve conferir pessoalmente, com paquímetro, as espessuras das amostras coletadas.


39



Elci Pessoa Júnior (elci.junior@terra.com.br)


Betunel
CAPFIX
Aditivo para Cimento Asfáltico de Petróleo


CAPFIX

O controle tecnológico serve não apenas para conferir a qualidade dos serviços, mas também como parâmetro para a medição dos itens de planilha referentes aos volumes de massa e aquisição e transporte do ligante

Nesse caso, os quantitativos medidos não podem ultrapassar os previstos geometricamente em projeto. Isso vale para a espessura, densidade e teor de ligante

6. Verificação do produto:

- ➔ Quanto ao alinhamento, o Engenheiro fiscal deve conferir por amostragem, à trena, se as larguras executadas não divergem mais que 5cm da especificada em projeto;

- ➔ Quanto ao acabamento da superfície, o Fiscal deve se utilizar de duas réguas de alumínio, com comprimentos de 3,00m e 1,20m. A variação da superfície não pode ser superior a 0,5cm;

- ➔ O Engenheiro fiscal deverá determinar a passagem de um aparelho medidor de irregularidade de superfície.
  - ➔ O Quociente de Irregularidade precisa ser igual ou inferior a 35 contagens/km.

E então, o que você vai querer?



CONTATO :

Elci Pessoa Júnior



(81) 9972-6701



elci.junior@terra.com.br