

TRAÇO DE ASFALTO EM UMA MISTURA DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) PRODUZIDO POR UMA USINA DE ASFALTO PARA TAPA-BURACOS

Mayco Leonel Querino^{1*}

Orientadora: Prof^ª. Me. Laisa Cristina Carvalho^{2*}

RESUMO

Este trabalho aborda o tema do Traço de Agregados em uma Mistura de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), produzido por uma Usina de Asfalto. Tal abordagem se faz necessária devido ao fato de termos a garantia que o traço que está sendo aplicado nas ruas de Pouso Alegre/MG estão conforme as Normas Técnicas. Depois da época de chuvas as ruas pavimentadas de asfalto, devido ao alto fluxo de veículos, apresentam uma grande variedade de painéis ou buracos, este problema acarreta acidentes de trânsito, quebras na suspensão dos veículos, sendo o tapa-buracos uma forma de corrigir o problema de imediato, mas a sua aplicação possui técnicas bem definidas. Os serviços emergenciais nas cidades visando a recuperação da via urbana são variados com são cavidades (painéis ou buracos) que afetam estruturalmente o pavimento alterando a funcionalidade do pavimento. Os revestimentos mais utilizados em sua recuperação são o CBUQ e o Pré-misturado a frio (PMF). A finalidade deste estudo é analisar em uma Usina de Asfalto o processo da massa asfáltica, atento com os ensaios necessários para a execução do traço correto na mistura do CBUQ. Esta tarefa foi conseguida através da coleta de amostras dos materiais nas baias de agregados (Brita e Pó de Pedra) e acompanhamento dos ensaios dos materiais. Este trabalho foi desenvolvido no pátio da Usina de Asfalto do Grupo Duro na Queda, na cidade de Pouso Alegre/MG.

Palavras-chave: Remendo. Asfalto. Agregado. CAP. Brita. Pedrisco. Concreto Betuminoso Usinado a Quente.

^{1*} Aluno de Engenharia Civil na Instituição Centro universitário do Sul de Minas – UNIS/MG.

E-mail: maycoquirino@gmail.com

^{2*} Prof. Me. Laisa Cristina Carvalho. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutoranda em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda o tema do Traço de Agregados em uma Mistura de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), produzido por uma Usina de Asfalto para Tapa-Buracos e verifica a sua eficiência na execução e conclusão da massa na Usina da Empresa, em um trabalho de recapeamento das Vias de trânsito da cidade de Pouso Alegre/MG.

Tal abordagem se faz necessária devido ao fato de termos a garantia que o traço que está sendo aplicado nas ruas de Pouso Alegre/MG está conforme as Normas Técnicas. Com o traço correto da massa asfáltica pode-se garantir ao cliente final que o material comprado é o mesmo que foi acordado na sua execução. Além de gerar benefícios para a empresa de manutenção, o traço correto também gerará conforto ao usuário garantindo que o produto ali aplicado é de qualidade, em consequência haverá diminuição das patologias nas ruas, podendo até diminuir o índice de acidentes e de manutenção.

Depois da época de chuvas as ruas pavimentadas de asfalto, devido ao alto fluxo de veículos, apresentam uma grande variedade de panelas ou buracos nas ruas, conforme denominação da DNIT (2010b). Este problema acarreta em acidentes de trânsito, quebra na suspensão de veículos e atrasos diversos em seus destino. O tapa-buracos é uma forma de corrigir o problema de imediato, mas a sua aplicação possui técnicas definidas conforme DNIT (2010a).

A finalidade deste estudo é analisar em uma Usina de Asfalto o processo da massa asfáltica, atento com os ensaios necessários para a execução do traço correto na mistura do CBUQ. De modo a verificar as especificações de serviço conforme DNIT 031 (2006) e também a granulometria do material, verificar os ensaios do laboratório conforme padrão da empresa e comparar com os ensaios preestabelecidos da norma.

Esta tarefa foi iniciada no Pátio de uma Usina de Asfalto, conseguindo através da coleta de amostras dos materiais nas baias de agregados (Brita e Areia) e acompanhando os ensaios dos materiais, no laboratório de solos. A partir de uma pesquisa nas normas e procedimentos do DNIT. O Encarregado de Laboratório confronta os resultados dos ensaios laboratoriais com os dados solicitados pelo DNIT 031 (2006), para iniciar o processo de Usinagem da Massa de CBUQ.

2 REVESTIMENTOS EM PAVIMENTOS URBANOS

Os serviços emergenciais nas cidades, visando a recuperação da via urbana, são uma técnica que necessita de bastante conhecimento dos procedimentos a executar. Os revestimentos mais utilizados em sua recuperação são o CBUQ e o Pré-misturado a frio (PMF). O Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ) é uma mistura a quente com cimento asfáltico de petróleo (CAP), agregados (brita e areia) executado em usina de asfalto, devendo ser utilizada a quente e compactado. Segundo DNIT (2010b), "nas áreas degradadas menores e independentes[...] com recomposição do revestimento em panos [...] é empregado concreto asfáltico, conforme as recomendações da Norma DNIT 031/2006 ES". E o Pré Misturado a Frio (PMF) segundo (ABEDA, 2010), conhecido também por binder, é utilizado na execução das camadas do pavimento de forma intermediária de regularização, serve também como reforço da estrutura e é muito utilizado em serviços emergenciais de tapa-buracos.

2.1 Agregados

De acordo com Bernucci (2010, p. 115) o “agregado é um termo genérico para areias, pedregulhos e rochas minerais em seu estado natural ou britadas em seu estado processado”. Os agregados podem naturais, artificiais ou reciclados. Ele possui a função de suportar as tensões impostas no pavimento, além de possuir o componente agregador à mistura, ele deve ser classificado em ensaios de laboratório para garantir seu comportamento em serviço. (BERNUCCI, 2010). A Norma ABNT 7211 (2005) cita que agregados podem ser de origem natural ou industrial, produzidos, fragmentados ou resultantes da britagem de rochas, que passam pelas peneiras conforme necessidade, podendo ser graúdo ou miúdo. Os agregados podem também ser de materiais reciclados.

2.2 Graduação dos agregados e o teor de ligante

Segundo Cerrati (2015, p. 18) “quanto à graduação dos agregados, esta influencia o teor de ligante asfáltico de projeto e a macrotextura superficial da camada asfáltica”:

Cerrati (2015) cita que os dois principais compostos para composição do CBUQ são ligantes asfálticos e agregados minerais, e os destaca em três constituintes:

a) Misturas asfálticas de graduação densa e bem graduada

São misturas que preenchem bem os vazios, possuem uma excelente resistência ao cisalhamento e devido essa falta de vazios. O preenchimento de ligante fica entre 4 e 6% no geral, a mistura fica densa, impermeável, 3 a 5% de volume de vazios (Vv);

b) Misturas asfálticas de graduação descontínua.

Por terem dimensões bem semelhantes, os agregados formam Vv elevado, pois os pontos tocam muito em si, havendo a necessidade de incluir materiais graúdos. E para que fique impermeável o teor de ligante sobe para 5% e 6%;

c) Misturas asfálticas de graduação aberta

São consideradas permeáveis, com elevado índice de Vv entre 18% a 25%, requerem um teor de ligante 3,5% e 4,5%, bastante similar a mistura anterior, mas não incluídos agregados miúdos suficientes que preenchem o Vv, detalhe Figura 01;

Figura 01 - Os três tipos de distribuição granulométrica das misturas



Fonte: Cerrati (2015)

2.3 O Controle do Cimento Asfáltico (CAP), de Ligantes Asfálticos e a Granulometria

De acordo com DNIT 031 (2006), o controle da qualidade do CAP estabelece várias rotinas de ensaios para execução quando o material chega na Usina. Conforme quadro 01:

Quadro 01 - Controle da qualidade do CAP

Ensaio	Norma	Procedimento
01 ensaio de penetração a 25°C	DNER-ME 003	para todo carregamento que chegar à obra
01 ensaio do ponto de fulgor	DNER-ME 148	para todo carregamento que chegar à obra
01 índice de susceptibilidade térmica	DNER-ME 003	para cada 100t
01 ensaio de espuma	NBR 6560	para todo carregamento que chegar à obra.
01 ensaio de viscosidade	DNER-ME 004	para todo carregamento que chegar à obra

“Saybolt-Furol”		para cada 100t
01 Aparelho Marshall “Ensaio Marshall”	DNER-ME 043/95	determina a estabilidade e a fluência de misturas betuminosas com os agregados

Fonte: O autor com base em DNIT (2006)

A Norma DNIT 031 (2006) estabelece três tipos de ligantes - Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP): CAP-30/45, CAP-50/70 e CAP-85/100, como pode-se observar na tabela 01. O laboratorista deve-se atentar que o tipo de CAP utilizado na Usina é CAP-30/45 e serão estes dos ensaios apresentados para a pesquisa.

Tabela 01 - Especificação Técnica Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Características	Unidade	Limites				Métodos	
		CAP 30-45	CAP 50-70	CAP 85-100	CAP 150-200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25oC)	0,1mm	30 a 45	50 a 70	85 a 100	150 a 200	NBR 6576	D 5
Ponto de amolecimento, mín.	°C	52	46	43	37	NBR 6560	D 36
Viscosidade Saybolt-Furol							
a 135oC, mín.	s	192	141	110	80	NBR 14950	E 102
a 150oC, mín.		90	50	43	36		
a 177oC		40 a 150	30 a 150	15 a 60	15 a 60		
Viscosidade Brookfield							
a 135oC, mín. SP 21, 20rpm, mín.	cP	374	274	214	155	NBR 15184	D 4402
a 150oC, mín.		203	112	97	81		
a 177oC, SP 21		76 a 285	57 a 285	28 a 114	28 a 114		
Índice de Suscetibilidade Térmica		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	—	—
Ponto de fulgor, mín.	oC	235	235	235	235	NBR 11341	D 92
Solubilidade em tricloroetileno, mín.	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855	D 2042
Dutilidade a 25oC, mín.	cm	60	60	100	100	NBR 6293	D 113
Efeito do calor e do ar a 163oC por 85 minutos							
Varição em massa, máx.	% massa	0,5	0,5	0,5	0,5		D 2872
Dutilidade a 25oC, mín.	cm	10	20	50	50	NBR 6293	D 113
Aumento do ponto de amolecimento, máx.	oC	8	8	8	8	NBR 6560	D 36
Penetração retida, mín.(*)	%	60	55	55	50	NBR 6576	D5

Fonte: Bernucci, et al (2010, p. 61)

2.4 Os ensaios de rotina para controle de qualidade, conforme DNIT 031/2006

A composição da mistura do concreto asfáltico e agregado deve seguir (DNER-ME 083). E com os resultados dos ensaios o Laboratorista deve atentar-se que "a faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada." (DNIT 031, 2006, p. 5), conforme tabela 02.

Tabela 02 - Composição da Mistura

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%	

Fonte: DNIT (2006, p. 5)

A Norma DNIT (2019) apresenta modelo como exemplo do traço ideal para a curva granulométrica. Conforme Quadro 02:

Quadro 02 - Exemplo de resultado de curva granulométrica

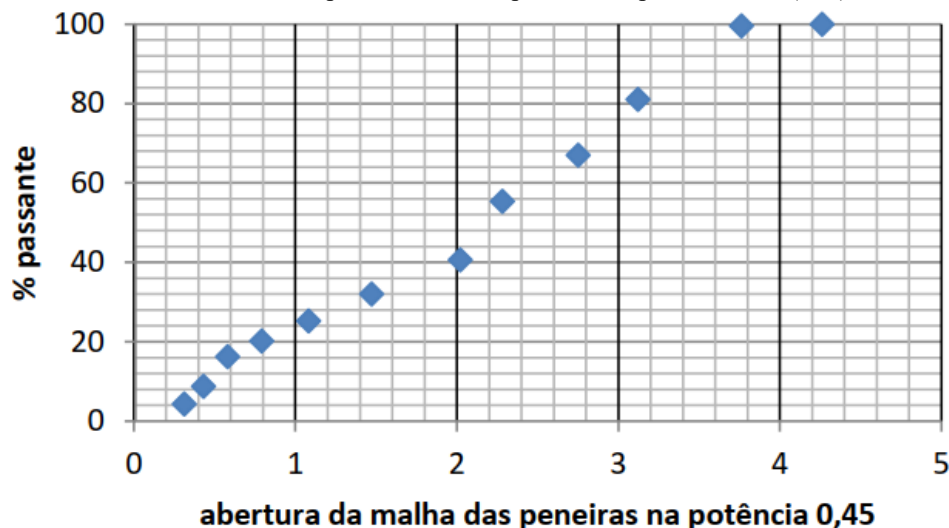
Peneira ASTM	Abertura da Malha (mm)	Escala Superpave (mm ^{0,45})	Massa individual retida	Percentual retido	Massa retida cumulativa	Percentual retido cumulativo	Percentual passante
1"	25	4,26	0,0	0,00	0,0	0,0	100,00
¾"	19	3,76	20,3	0,41	20,3	0,41	99,59
½"	12,5	3,12	925,4	18,51	945,7	18,91	81,09
3/8"	9,5	2,75	704,6	14,09	1650,3	33,01	66,99
¼"	6,25	2,28	579,3	11,59	2229,6	44,59	55,41
4	4,75	2,02	740,2	14,80	2969,8	59,40	40,60
8	2,36	1,47	429,8	8,60	3399,6	67,99	32,01
16	1,18	1,08	335,6	6,71	3735,2	74,70	25,30
30	0,6	0,79	255,2	5,10	3990,4	79,81	20,19
50	0,3	0,58	194,6	3,89	4185,0	83,70	16,30
100	0,15	0,43	375,3	7,51	4560,3	91,21	8,79

200	0,075	0,31	224,7	4,49	4785,0	95,70	4,30
Fundo			215,00	4,30	5000,00	100,0	0,00
Total			5000,00	100,0			

Fonte: DNIT (2019, p. 10)

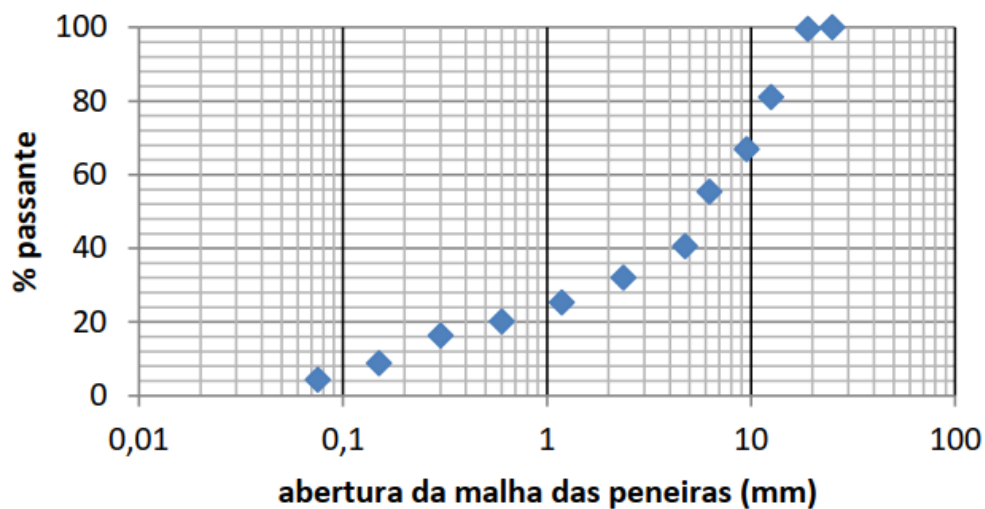
E os modelos gráficos da curva granulométrica conforme Gráfico das misturas 01 e 02 abaixo:

Gráfico da mistura 01 - Abertura para a malha das peneiras na potência 0,45 (mm)



Fonte: DNIT (2019, p. 10)

Gráfico da mistura 02 - Abertura para a malha das peneiras (mm)



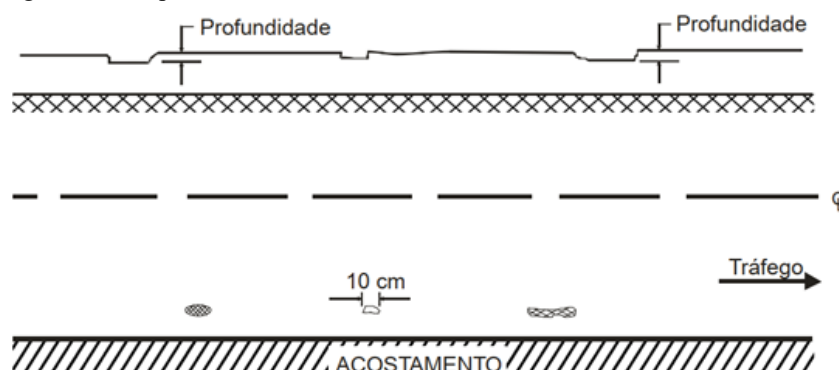
Fonte: DNIT (2019, p. 10)

2.5 Painelas e Remendos

Painelas ou buracos, segundo DNIT (2005), são cavidades que afetam estruturalmente o pavimento, que possuem dimensões diferentes alterando a funcionalidade do pavimento,

alterando a regularidade longitudinal. Geralmente iniciam com pequenas trincas por fadiga ou por desgaste, elas vão aumentando lateralmente e na profundidade formando o problema ao pavimento, conforme figura 02:

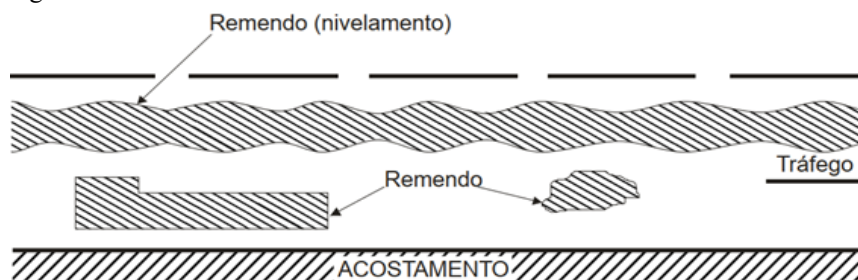
Figura 02 - Esquema Painelas ou Buracos



Fonte: DNIT (2005, p. 69)

Remendos, segundo DNIT (2005), o Remendo é onde foi feita uma limpeza com retirada do material danificado e sendo substituído por material da mesma composição ou diferente. Conforme figura 03.

Figura 03 - Remendo



Fonte: DNIT (2005, p. 69)

Leis e Normas Técnicas, são um conjunto de normas e procedimentos para atender as especificações, para o desenvolvimento da forma como procede a execução do trabalho. Segundo DNIT, ele quem nos orienta através de seus documentos técnicos, pois norma ABNT NBR 9935/2005 determina a terminologia dos agregados para a mistura do CBUQ, conforme ela é citada na NORMA DNIT 141/2010. E a norma DNIT 154/2010 - ES é a especificação de serviço de Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos. Já a norma DNIT 031/2006 – ES, ela trata da especificação de serviço em Pavimentos flexíveis de concreto asfáltico. O DNER-ME 152/95. Método de Ensaio, para agregados e o DNER-ME 035/98. para determinação da abrasão “Los Angeles”.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em no pátio da Usina de Asfalto do Grupo Duro na Queda, na cidade de Pouso Alegre/MG, figura abaixo.

Figura 04 – Usina de Asfalto



Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Foram colhidos agregados minerais como britas graúdas e miúdas do tipo Gnaisse oriundos da Pedreira Grupo Duro na Queda de Pouso Alegre/MG. A coleta das amostras seguiu os procedimentos contidos no DNER-PRO 120-97, como homogeneização mecânica do monte em estoque através da carregadeira executando a mistura dos materiais, coleta com pás ensacando-os e envio ao laboratório no carrinho de mão. O Autor acompanhou o processo da composição para a curva granulométrica brita 1, brita 0 e pó de pedra. E Para a composição da mistura utilizou o CAP 30/45, fornecido pela BETUNEL Industria e Comercio Ltda., onde pelo laudo apresentado, atendeu os parâmetros solicitados pela Norma DNIT 031/2006.

Figura 05 – Pá Carregadeira misturando os materiais



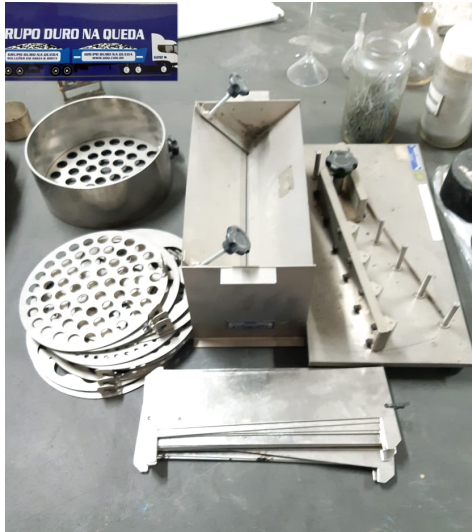
Figura 06 – Monte do estoque de Brita coberto



Fonte: Autor (2020)

No laboratório o material é separado para o processo de granulometria o Quarteador de agregado classifica os agregados em sua dimensão ajudando na separação em duas partes além de limitar o volume para a preparação evita o manuseio humano.

Figura 07 – Peneira e Quarteador de Agregados



Fonte: Autor (2020)

Figura 08 – Peneiras



Fonte: Autor (2020)

Em seguida levado para as peneiras para serem vibrado e classificados.

Com o material fino separado, uma amostra é levada ao equivalente de areia, relação entre o volume de areia e o volume total de material, utilizado para determinação do equivalente de areia em ensaios dos agregados miúdos.

Figura 09 – Ensaio Equivalente de Areia



Fonte: Autor (2020)

Figura 10 – Tubos de ensaio para decantação



Fonte: Autor (2020)

Logo após os ensaios dos agregados, eles foram classificados conforme item 2.4 tabela 02 e quadro 02 deste trabalho. Colocados na composição granulométrica conforme faixas de trabalho, acompanhando as porcentagens de acordo com faixa de trabalho “C” DNIT e a composição granulométrica da Mistura ficou de acordo com a tabela 03 abaixo:

Tabela 03 – Composição Granulométrica para enquadramento na Mistura do CBUQ

PENEIRAS	BRITA 1		BRITA 0		PÓ DE PEDRA		FAIXA "C" DNIT		
	#	% Mistura	#	% Mistura	#	% Mistura	FAIXA DE TRABALHO		
	% Pass.	10,0%	% Pass.	35,0%	% Pass.	55,0%	Mínimo	Obtido	Máximo
2"	100,00	10,0	100,00	35,0	100,00	55,0	100,0	100,0	100,0
1"	100,00	10,0	100,00	35,0	100,00	55,0	100,0	100,0	100,0
3/4"	100,00	10,0	100,00	35,0	100,00	55,0	100,0	100,0	100,0
1/2"	50,10	5,0	100,00	35,0	100,00	55,0	88,0	95,0	100,0
3/8"	12,20	1,2	56,00	19,6	100,00	55,0	68,8	75,8	82,8
Nº 4	2,60	0,3	10,40	3,6	100,00	55,0	53,9	58,9	63,9
Nº 10	2,30	0,2	3,50	1,2	61,70	33,9	30,3	35,3	40,3
Nº 40	2,40	0,2	3,00	1,1	31,70	17,4	13,7	18,7	23,7
Nº 80	2,20	0,2	2,70	0,9	22,00	12,1	10,2	13,2	16,0
Nº 200	1,80	0,2	2,00	0,7	13,70	7,5	6,4	8,4	10,0

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Com a composição granulométrica, o Encarregado do Laboratório desenvolveu o gráfico da mistura que nos mostra a distribuição Granulométrica nos atentando a faixa C, conforme Gráfico 01 e 02.

Figura 11 – Material com Betume Solto



Figura 12 – Prensa para CP



Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Em seguida, com o material granulométrico separado, foram moldados corpos de prova (CP) de asfalto com vários teores de betume, com os resultados dos ensaios de estabilidade MARSHALL, foi verificado se está dentro dos parâmetros de laboratório para poder gerar o relatório com os resultados obtidos. figura 13 e 14.

Figura 13 – CPS de asfalto CBUQ



Autor (2020)

Figura 14 – Rompimento de CPS a compressão



Fonte:

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Fórmula para os cálculos do Peso Específico Teórico:

$$\frac{100}{\frac{\% \text{ Lig.}}{D. \text{ Lig.}} + \frac{\% \text{ Agreg.}}{D. \text{ Agreg.}}}$$

fórmula 1

Tabela 04 – Peso Específico Aparente e Teórico

Corpo de Prova N°	% de Ligante		Altura da Capa	Peso		Volume	Peso Específico	
	na mistura			no ar	na água		Aparente	Teórico
	Por Peso de Agregado	Por Peso de Mistura	cm	gr	gr	cm³	gr/cm³	
1	95,4	4,6	6,29	1197,43	716,00	481,4	2,487	2,597
2	95,4	4,6	6,18	1200,09	717,31	482,8	2,486	2,597
3	95,4	4,6	6,20	1200,48	717,76	482,7	2,487	2,597

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Logo após é preparado o ensaio extração de betume e os resultados do ensaio extração de betume mostram valores médios em porcentagem do teor de ligantes, através do aparelho Rotarex. Para poder extrair o Betume é necessário adicionar Cloreto de Cálcio na mistura e desta forma realizar o ensaio. E então aciona o Rotarex para desagregar os materiais e extrai o Betume com o SOXHLET e preparar uma nova Granulometria para comparar as especificações.

Figura 15 – Adicionado Cloreto Cálcio no Betume



Fonte: Autor (2020)

Figura 16 – Separando o Betume do agregado



Fonte: Autor (2020)

O material betuminoso então é levado em amostras para o ensaio de viscosidade SAYBOLT-FUROL e em também para o equipamento de ensaio de ponto de fulgor

Figura 17 – Equipamento para ensaio de viscosidade SAYBOLT-FUROL



Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Figura 18 – Extração de Betume SOXHLET



Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Este capítulo traz os resultados dos ensaios com o CAP tradicional 30/45 e os agregados utilizado para capas de asfalto em rodovias e em tapa buracos com os mesmos ensaios e receita da mistura. A composição do CBUQ no dentro do laboratório é executado em um “passo a passo” dividido pelos colaboradores em 7 passos, no caso deste trabalho para a faixa C do DNIT, conforme tabela 02.

No 1º passo (coletar as amostras de forma individual para evitar mistura dos agregados) na sequência brita 1, brita 0, pó de pedra e filler. No tanque de armazenamento é coletado material de enchimento CAP. Desta forma fica mais organizada a distribuição de tarefa e contribuindo para boa qualidade dos materiais que serão ensaiados.

No 2º passo os materiais são preparados para a granulometria com o Quarteador Figura 08, desta forma são classificados para os ensaios de granulometria geral do agregado, dispondo de resultados individuais de cada material conforme tabela 03.

Já no 3º passo são separadas as amostras de agregados miúdos e os materiais são preparados ensaios de granulometria individual, onde se determina a densidade aparente (dada pela razão do peso da amostra dividida pelo volume do caixote), densidade real (é dada pela razão da amostra ao ar livre dividida com o volume da amostra) conforme Norma DNER-ME 152/95 e o equivalente de areia, figura 12. Em seguida é calculada a absorção de água, ensaios de abrasão Los Angeles DNER-ME 035/98, ensaios de durabilidade e ensaio de índice de forma, para garantir a qualidade dos materiais. Com esses elementos para cálculos, temos os dados para o cálculo Peso específico aparente e real e a porcentagem de vazios de ar. E são com estes dados que se prepara o início dos cálculos necessários para a composição da massa de CBUQ.

Tabela 05 – Agregados para a Mistura do CBUQ

ELEMENTOS PARA CÁLCULOS					
AGREGADO	TIPO	REGISTRO	PESO ESP.	PESO ESP.	% EM PESO
			APARENTE	REAL	DE MISTURA
			Kg / m ³	Kg / m ³	AGREG- P1
			BRITA 1	01	1,587
BRITA 0	01	1,437	2,855	35,0 %	
PÓ DE PEDRA	01	1,535	2,780	55,0 %	

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Para o 4º passo, são preparados os ensaios do CAP 30/45, Quadro 01 - Controle da qualidade do CAP, onde se encontra a densidade da massa de cada teor de CAP.

No 5º passo montar na planilha a composição granulométrica dos agregados para enquadrar nos percentuais dentro da faixa DNIT, no nosso caso Faixa C. Ao fazer esta composição iniciar a dosagem com a mistura de CAP 30/45 para moldar os corpos de prova na tara de 1200g, com teores de diferentes 4%, 6%, 8%, 5% de CAP, figura 16 deste trabalho, p. 13.

No 6º passo seria pesar ao ar e pesar imerso os esses corpos de prova, calculando com estes resultados a densidade aparente, índice de vazios %, RBV (Relação Betume Vazios) (75% a 82%) , VCB (Vazios cheio de Betume) colocar em Banho Maria durante 30 minutos a 60º para romper na prensa a compressão para saber a Estabilidade de fluência, Tabela 01.

No 7º passo com dois corpos de prova em temperatura ambiente rompê-los a tração diametral para comparar o resultado e ver se encaixa nos parâmetros do DNIT. A composição granulométrica resultante do ensaio Rotarex, conforme tabela abaixo:

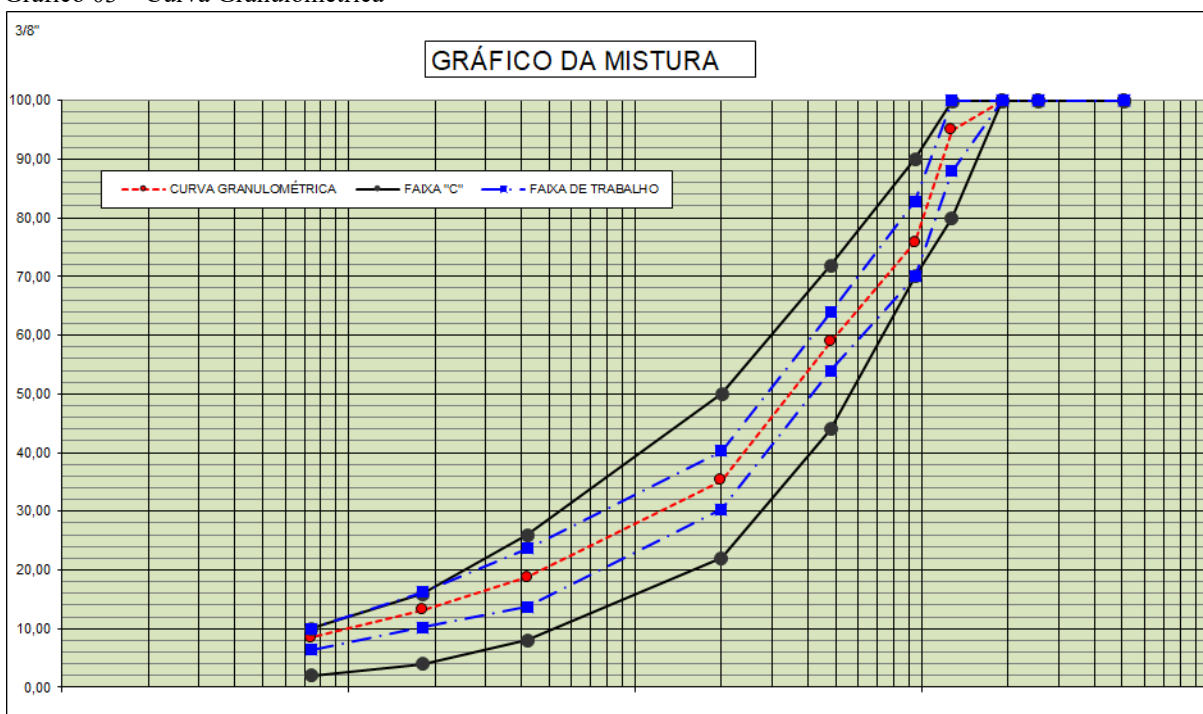
Tabela 06 – Composição Granulométrica Marshall

MISTURA DE AGREGADOS					MISTURA TOTAL		
GRANULOMETRIA % PASSANDO	PEN.	OBTIDO	FAIXA	C	CARACT.	OBTIDO	ESPECIF.
	pol.		LIMITES		ESTABILIDADE Kgf		1580 Kgf
	2"	100	100	100	VAZIOS	3,74	3 - 5
	1"	100	100	100	%		
	3/4"	100	100	100	REL. BET.	76,70	75 - 82
	1/2"	95	80	100	VAZIOS %		
	3/8"	76	70	90	TRAÇÃO	1,19	>0,65 mpa
	Nº 4	59	44	72	DIAMETRAL(mpa)		
	Nº 10	35	22	50			
	Nº 40	19	8	26			
	Nº 80	13	4	16	TIPO DE MISTURA		CBUQ
Nº 200	8	2	10	APLICAÇÃO		CAPA	

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Com os dados anteriores relatados dos ensaios gerou uma a estabilidade de 1580,00 kgf, acima do indicado, o índice de vazios 3,74 nos parâmetros, com a relação de betuminoso/vazios 76,70 e a tração diametral 1,19 mpa maior como especifica a Norma DNIT 031 (2006). O Encarregado do Laboratório estipula o traço a ser recomendado para o serviço, conforme nos mostra o Gráfico da Granulometria, abaixo:

Gráfico 03 – Curva Granulométrica



Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

Como podemos observar a Curva em preto representa a Faixa C - DNIT, a vermelha seria a média para trabalho e as linhas representam Faixa de trabalho referente aos resultados do laboratório.

Tabela 07 – Traço recomendado para Serviços de Tapa-buracos

TIPO		TRAÇO RECOMENDADO			
		% da Amostra Total - P		% da Amostra Total - P'	
		EM PESO	EM VOLUME	EM PESO	EM VOLUME
AGREGADO	BRITA 1	9,51%		10,00%	
	BRITA 0	33,29%		35,00%	
	PÓ DE PEDRA	52,31%		55,00%	
	-	0,00%		0,0%	
LIGANTE		4,90%		-	-
TOTAL		100,0%	0,0%	100,0%	

Fonte: Grupo Duro na Queda (2020)

E por fim, repetir os 7 passos relatados com o mesmo traço que se enquadrar nos parâmetros da especificação e fazer coleta da massa de CBUQ para confirmar os resultados. Acompanhar a usinagem diariamente com coletas e realização de ensaios laboratoriais para dar a garantia do asfalto ao cliente final.

5 CONCLUSÃO

Pela observação dos aspectos analisados de agregados e CAP em uma mistura de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), produzido na Usina de Asfalto do Grupo Duro na Queda, na cidade de Pouso Alegre/MG para tapa-buracos, verificou a eficiência e competência da equipe de Laboratório na execução dos ensaios aqui apresentados. Os métodos apresentados respeitam a NORMA DNIT 031/2006 ES.

Este trabalho procurou apresentar de forma técnica que os procedimentos para o preparo da massa estão em acordo com as diretrizes do DNIT. Além disso, o tipo de massa aplicado nas Ruas de Pouso Alegre é de alta qualidade com padrão de aplicação para rodovias, estas que possuem um tráfego mais pesado e necessitam de um material asfáltico com melhor qualidade para seu pavimento. Ao compararmos a técnica dos 7 passos apresentada pelo laboratório da Usina pôde-se observar que são seguidos os padrões estabelecidos pela NORMA DNIT 031/2006 ES.

O profissional que for responsável por uma empresa deve estar atento ao controle do cimento asfáltico (CAP) e dos Agregados (Brita 0, Brita 1, Pedrisco, Pó de Pedra ou outro), pois a garantia do serviço final está no acompanhamento, que vai desde a chegada do material no pátio, como diariamente na Usinagem com coletas e realização de ensaios laboratoriais para a garantia do asfalto.

Os serviços emergenciais nas cidades para a recuperação de suas vias urbanas são bastante procurados e não se limitam a Tapa-buracos. A escolha deste procedimento foi para demonstrar que a massa produzida para um simples remendo, atende a qualquer necessidade técnica, desde que possua em seus agregados a curva granulométrica dentro dos padrões estabelecidos por norma, para que possa ser lançada na capa dos pavimentos devidamente preparados para recebê-la.

**ASPHALT TRACE IN A MIXTURE OF HOT-MACHINED BITUMINOUS
CONCRETE (CBUQ) PRODUCED BY AN ASPHALT PLANT FOR
HOLE-SLAPPING**

ABSTRACT

This work addresses the theme of The Trace of Aggregates in a Mixture of Hot-Machined Bituminous Concrete, produced by an Asphalt Plant. This approach is necessary due to the fact that we have the guarantee that the trace that is being applied in the streets of Pouso Alegre /MG are in accordance with the Technical Standards. After the rainy season the paved streets of asphalt, due to the high flow of vehicles, present a wide variety of pots or holes, this problem causes traffic accidents, breaks in the suspension of vehicles, being the hole plug is a way to correct the problem immediately, but its application has well-defined techniques. The emergency services in the cities aiming at the recovery of the urban route, are varied with are cavities (pots or holes) structurally affecting the floor by changing the functionality of the floor. The most used coatings in its recovery are Mixture of Hot-Machined Bituminous Concrete and Cold Premixed.. The purpose of this study is to analyze in an Asphalt Plant the asphalt mass process, attentive with the tests necessary for the execution of the correct trace in the Mixture of Hot-Machined Bituminous Concrete. This task was achieved by collecting samples of the materials in the bays of aggregates (Gravel and Stone Powder) and monitoring of the tests of the materials. This work was developed in the courtyard of the Asphalt Plant of Grupo Duro in The Fall, in the city of Pouso Alegre/MG.

Keywords: Patch. Asphalt. Aggregate. CAP. Brita. Pedrisco. Hot-machined Bituminous Concrete.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTO - ABEDA. **Manual Básico de Emulsões Asfálticas. Rio de Janeiro, 2ª ed. 2010.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 7211. Agregados para concreto - Especificação. p. 11. Rio de Janeiro, 2ª ed. 2005.**

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 3ª Reimp. p. 144. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2010.

CERRATI, Jorge Augusto Pereira et al. **Utilização de Ligantes Asfálticos em Serviço de Pavimentação**. Rio de Janeiro: ABEDA, 1ª ed. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS . **DNER-ME 035/98**. Agregados - Determinação da abrasão “Los Angeles”. p. 06. Rio de Janeiro, RJ, 1998. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/col-etanea-de-normas/metodo-de-ensaio-me/dner-me035-98.pdf>> Acesso em: 27 out. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS . **DNER-ME 152/95**. Método de Ensaio. p. 03. Rio de Janeiro, RJ, 1995. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/col-etanea-de-normas/metodo-de-ensaio-me/dner-me152-95.pdf>> Acesso em: 27 out. 2020

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 031 - ES**. Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. rev DNER-ES 313/97. Rio de Janeiro, RJ p. 13, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/dnit031_2006_es.pdf> Acesso em: 17 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: pub: IPR 720. p. 310, 2005. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf> Acesso em: 17 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 141/2010 - ES**. Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, RJ, 2010a. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit141_2010_es.pdf/view> Acesso em: 15 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 154/2010 - ES** - Pavimentos flexíveis – Recuperação de defeitos em pavimentos - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, RJ, 2010b. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit154_2010_es.pdf> Acesso em: 15 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 412/2019 - ME**. Pavimentação: Misturas Asfálticas: Análise Granulométrica de Agregados Graúdos e Miúdos e Misturas de Agregados por Peneiramento – Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 2019. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/8791DNIT4122019.pdf>> Acesso em: 03 mai. 2020.