

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

ELISSON IVAR MULLER

FILIPPE RODRIGUES DA SILVA CORREIA

**COMPARATIVO DOS RESULTADOS APRESENTADOS PELO LAUDO DE
CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO 50/70 MODIFICADO COM BORRACHA
COM OS RESULTADOS ENSAIADOS**

CASCADEL - PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

ELISSON IVAR MULLER

FILIPPE RODRIGUES DA SILVA CORREIA

**COMPARATIVO DOS RESULTADOS APRESENTADOS PELO LAUDO DE
CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO 50/70 MODIFICADO COM BORRACHA
COM OS RESULTADOS ENSAIADOS**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professor orientador: Engenheiro Civil Esp.
Lincoln Salgado**

CASCADEL - PR

2018

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todos que contribuíram direta ou indiretamente
para a realização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente e principalmente aos nossos pais e familiares pelo constante apoio durante toda a jornada.

A nossas namoradas pela compreensão e paciência nos momentos difíceis.

A todos os amigos conquistados durante esses cinco anos, que nos ajudaram a chegar até aqui e tornaram esse período muito mais fácil e divertido.

Ao nosso professor orientador pela contribuição com o seu conhecimento na elaboração do trabalho.

Aos laboratoristas Luciano Augusto Simardo, Leonel da Silva, Fabionei Urban e Fernando Troni pela contribuição na execução dos ensaios.

A todos os professores que nos ajudaram a chegar até aqui.

EPÍGRAFE

“Sempre parece impossível até que seja feito.”

Nelson Mandela

RESUMO

O modal rodoviário é o principal sistema de transportes do Brasil. Segundo a Confederação Nacional do Transporte, cerca de 60% da matriz da movimentação de cargas do Brasil concentra-se no modal rodoviário. Devido a esta importância, é indispensável que a malha rodoviária esteja em conformidade com os parâmetros de qualidade, ou seja, conforto, segurança e economia. Com o objetivo de fornecer as condições necessárias à trafegabilidade de veículos muito se investe em caráter prioritário de restaurações, manutenções e correções na malha viária brasileira, com o objetivo de reverter o quadro das inúmeras rodovias em atual situação de má estado de conservação devido ao excesso de patologias. Com intuito de verificar a confiabilidade do laudo fornecido pela distribuidora de cimento asfáltico de petróleo, o presente estudo buscou realizar os mesmos ensaios presentes no laudo com as amostras coletadas, e comparar os resultados com os valores do laudo. Os ensaios foram executados seguindo a metodologia da NBR vigente para cada ensaio. Os ensaios foram: ensaio de determinação do ponto de amolecimento – NBR 6560 (2016), ensaio de penetração – NBR 6576 (2007), ensaio de recuperação elástica – NBR 15086 (2006), ensaio de determinação do ponto de fulgor – NBR 11341 (2014), e ensaio de viscosidade Brookfield – NBR 15529 (2007). Com a realização dos ensaios pode-se verificar que os valores obtidos estão muito próximos aos valores que constam no laudo, salvo algumas divergências que não foram significativas, pois atendem os limites mínimos e máximos determinados pela ANP (2008) para cada ensaio. Pode-se concluir como satisfatório o teste de confiabilidade do laudo.

Palavras Chave: Confiabilidade; Distribuidora; Rodoviário; Ensaio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura do pavimento flexível	15
Figura 2. Especificação brasileira de cimento asfáltico de petróleo.....	20
Figura 3. Anel de latão	28
Figura 4. Guia para centralização da esfera.....	29
Figura 5. Dimensões do recipiente de ensaio	32
Figura 6. Critérios para indicação de resultados.....	34
Figura 7. Molde para corpo-de-prova do ensaio de recuperação elástica	35
Figura 8. Ensaio de determinação do ponto de amolecimento	43
Figura 9. Ensaio de determinação da penetração	45
Figura 10. Preparação para o ensaio de recuperação elástica.....	47
Figura 11. Ensaio de determinação da recuperação elástica	48
Figura 12. Ensaio ponto de fulgor	50
Figura 13. Aparelho de viscosidade Brookfield	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado do ensaio do ponto de amolecimento	44
Gráfico 2. Resultado do ensaio de penetração.....	46
Gráfico 3. Resultado ensaio de recuperação elástica.....	49
Gráfico 4. Resultado do ensaio de ponto de fulgor	51
Gráfico 5. Resultado do ensaio de viscosidade Brookfield	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relatório de ensaio de CAP	27
--	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Determinação da recuperação elástica.....	37
--	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 1 (NF 29.638)	58
APÊNDICE B - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 2 (NF 29.661).....	59
APÊNDICE C - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 3 (NF 29.691).....	60
APÊNDICE D - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 4 (NF 29.724)	61
APÊNDICE E - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 5 (NF 29.767).....	62
APÊNDICE F - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 6 (NF 29.803)	63
APÊNDICE G - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 7 (NF 29.813)	64
APÊNDICE H - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 8 (NF 29.855)	65
APÊNDICE I - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 9 (NF 29.928).....	66
APÊNDICE J - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 10 (NF 29.937).....	67
APÊNDICE K - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 11 (NF 29.942)	68
APÊNDICE L - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 12 (NF 29.944).....	69
APÊNDICE M - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 13 (NF 29.963).....	70

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - LAUDO AMOSTRA 1 (NF 29.638).....	71
ANEXO B - LAUDO AMOSTRA 2 (NF 29.661).....	72
ANEXO C - LAUDO AMOSTRA 3 (NF 29.961).....	73
ANEXO D - LAUDO AMOSTRA 4 (NF 29.722).....	74
ANEXO E - LAUDO AMOSTRA 5 (NF 29.724).....	75
ANEXO F - LAUDO AMOSTRA 6 (NF 29.803).....	76
ANEXO G - LAUDO AMOSTRA 7 (NF 29.803).....	77
ANEXO H - LAUDO AMOSTRA 8 (NF 29.813).....	78
ANEXO I - LAUDO AMOSTRA 9 (NF 29.855).....	79
ANEXO J - LAUDO AMOSTRA 10 (NF 29.928).....	80
ANEXO K - LAUDO AMOSTRA 11 (NF 29.942).....	81
ANEXO L - LAUDO AMOSTRA 12 (NF 29.944).....	82
ANEXO M - LAUDO AMOSTRA 13 (NF 29.963).....	83

LISTA DE ABREVIATURAS

AD	Asfalto diluído
AMB	Asfalto modificado com borracha
ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ASTM	American Society for Testing and Materials
° C	Celsius
CAN	Cimento asfáltico natural
CAP	Cimento asfáltico de petróleo
cm	Centímetro
cP	centiPoise
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
g	Gramas
mm	Milímetros
NBR	Norma Brasileira
RPM	Rotações por minuto

Sumário

CAPÍTULO 1.....	10
1.1 INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	12
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
CAPÍTULO 2.....	13
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.1 Definição e classificação dos pavimentos	13
2.1.2 Estruturas de pavimentos	14
2.1.3 Estrutura de pavimento flexível	14
2.1.3.1 Subleito	15
2.1.3.2 Regularização do subleito	15
2.1.3.3 Reforço do subleito	15
2.1.3.4 Sub-base	16
2.1.3.5 Base	16
2.1.3.6 Revestimento.....	16
2.1.4 Ligantes asfálticos	17
2.1.5 Cimento asfáltico de petróleo.....	17
2.1.6 Materiais betuminosos.....	20
2.1.7 Cimento asfáltico.....	21
2.1.8 Asfalto diluído.....	21
2.1.9 Cimento asfáltico modificado	21
2.1.10 Asfalto-borracha.....	22
2.1.10.1 Histórico	22
2.1.10.2 Melhorias que a borracha emprega	24
2.1.11 Métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis.....	25
CAPÍTULO 3.....	26
3.1 METODOLOGIA	26
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	26
3.1.2 Caracterização da amostra.....	26

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para a coleta de dados.....	27
3.1.3.1 Determinação do ponto de amolecimento – NBR 6560/2016.....	28
3.1.3.1.1 Objetivo.....	28
3.1.3.1.2 Aparelhagem	28
3.1.3.1.3 Materiais.....	30
3.1.3.1.4 Preparação do molde	30
3.1.3.1.5 Preparação da amostra.....	30
3.1.3.1.6 Ensaio	30
3.1.3.1. Resultado.....	31
3.1.3.2 Determinação da penetração – NBR 6576/2007	31
3.1.3.2.1 Objetivo.....	31
3.1.3.2.2 Aparelhagem	32
3.1.3.2.3 Preparação da amostra.....	32
3.1.3.2.4 Ensaio	33
3.1.3.2.5 Resultado.....	33
3.1.3.3 Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro – NBR 15086/2006	34
3.1.3.3.1 Objetivo.....	34
3.1.3.3.2 Aparelhagem	34
3.1.3.3.3 Materiais.....	36
3.1.3.3.4 Preparação da amostra.....	36
3.1.3.3.5 Preparação do molde	36
3.1.3.3.6 Ensaio	36
3.1.3.3.7 Cálculo	37
3.1.3.3.8 Resultado.....	37
3.1.3.4 Determinação do ponto de fulgor – NBR 11341/2014.....	38
3.1.3.4.1 Objetivo.....	38
3.1.3.4.2 Aparelhagem	38
3.1.3.4.3 Amostragem	38
3.1.3.4.4 Preparação da aparelhagem.....	38
3.1.3.4.5 Procedimento.....	39
3.1.3.5 Ensaio de viscosidade Brookfield – NBR 15529/2007	39
3.1.3.5.1 Objetivo.....	39
3.1.3.5.2 Aparelhagem	39
3.1.3.5.3 Preparação da amostra.....	39
3.1.3.5.4 Ensaio.....	40
3.1.3.5.4 Resultado.....	40
3.1.4 Análise de dados	41
CAPÍTULO 4.....	42

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1.1 Determinação do ponto de amolecimento	42
4.1.2 Ensaio de determinação de penetração.....	44
4.1.3 Ensaio de recuperação elástica.....	47
4.1.4 Ensaio de ponto de fulgor.....	50
4.1.5 Ensaio de viscosidade Brookfield	51
CAPÍTULO 5.....	54
5.1 CONCLUSÃO	54
CAPÍTULO 6.....	55
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES.....	58
ANEXOS	71

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A pavimentação de uma via é de suma importância para facilitar o acesso aos usuários, abrindo novos caminhos e proporcionando conforto e segurança. Segundo Balbo (2007), uma via serve para dar acesso à educação, saúde, cultura, lazer, convívio social e ao trabalho.

A utilização de vias vem acontecendo há anos. Sua história acaba ocorrendo junto com a história da humanidade, onde buscam novos caminhos, exploram novos lugares e desenvolvem novas técnicas. Uma das primeiras vias pavimentadas foi construída com intuito de transportar cargas através de trenós. No decorrer do tempo, a quantidade de vias aumentava por conta das expansões de territórios, embarcações marítimas, comércio e fins religiosos. Os romanos foram os primeiros a utilizarem técnicas na pavimentação e melhoram de acordo com as suas necessidades (BERNUCCI *et al.*, 2008).

No Brasil, a primeira estrada deu-se início em 1560, ligando a cidade de São Vicente ao Planalto Piratininga, nomeada de Estrada do Mar ou Velha do Mar. Em 1789 foi recuperada e uma parte dela foi pavimentada com lajes de granito, conhecida como Calçada de Lorena. Outra estrada histórica é a Estrada Real ou Caminho do Ouro, originando-se de uma trilha usada por índios, em 1660, foi explorada e descoberta que a trilha facilitaria a ligação de São Paulo com o Rio de Janeiro, e assim, ajudaria no transporte de mercadorias como ouro e café (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Com o aumento da quantidade de vias e suas serventias, no decorrer dos anos, foi fundamental a melhoria das técnicas construtivas, buscando conforto e segurança. A pavimentação de uma via além de proporcionar conforto e segurança ao usuário tem uma grande influência no desenvolvimento de uma cidade.

Na pavimentação flexível o material ligante é o cimento asfáltico de petróleo (CAP), ligante betuminoso e impermeável. O CAP convencional é o mais utilizado na implantação de uma superfície de rolamento.

Com a pretensão de comparar os resultados do laudo do CAP modificado por pó de borracha de pneus inservíveis, com os ensaiados em laboratório será desenvolvida uma análise comparativa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar ensaios com amostras de CAP 50/70 modificado com borracha e comparar os resultados obtidos com os resultados apresentados no laudo da fornecedora.

1.2.2 Objetivos específicos

- Coletar amostras de CAP 50/70 modificado com borracha;
- Analisar os resultados presentes no laudo do CAP;
- Ensaiai amostras de CAP 50/70 modificado com borracha;
- Comparar resultado dos ensaios com o laudo.

1.3 JUSTIFICATIVA

A razão desse trabalho acadêmico justifica-se com a intenção de obter um teste de confiança no laudo do CAP apresentado pela distribuidora.

Com isso, pretende-se analisar a veracidade dos laudos e a necessidade de controle tecnológico.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

É possível que as características do CAP 50/70 modificado com borracha apresentadas no laudo não sejam válidas?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Os principais problemas em relação aos resultados apresentados no laudo do CAP estão na quantidade vendida perante a quantidade ensaiada.

Há a possibilidade de não haver coerência nos resultados dos laudos de CAP, necessitando um volume de amostragem maior perante a quantidade utilizada na execução do asfalto.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa limitou-se na comparação de dados extraídos do laudo, com os dados ensaiados em laboratório com treze amostras de CAP 50/70 modificado com borracha.

Os dados foram obtidos por meio de ensaios de ponto de amolecimento, ensaio de penetração, ensaio de recuperação elástica, ensaio de determinação do ponto de fulgor e ensaio de viscosidade Brookfield das amostras extraídas no momento da chegada do CAP 50/70 modificado com borracha na usina asfáltica.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Definição e classificação dos pavimentos

Pavimento é uma estrutura formada por camadas de espessuras finitas, construída sobre uma superfície terraplanada, com finalidade de resistir aos esforços provenientes do tráfego e ações climáticas, proporcionando conforto e segurança aos usuários com as condições da pista de rolamento (SENÇO, 2007).

Conforme o DNIT (2006), o pavimento é uma estrutura constituída conforme os materiais empregados, sendo classificado como pavimento flexível, rígido ou semirrígido.

2.1.1.1 Pavimento flexível

Para Senço (2007), pavimentos flexíveis são aqueles que sofrem deformação elástica, onde a deformação é causada por carregamento, não ocorrendo o rompimento da estrutura.

As principais camadas de sua estrutura são: revestimento asfáltico, base, sub-base, e reforço do subleito. E sua composição é basicamente de ligante asfáltico e agregados (BERNUCCI *et al.*, 2008).

De acordo com Balbo (2007), a estrutura do pavimento flexível é dimensionada conforme a compressão e a tração decorrente da flexão ocasionada devido aos esforços do tráfego de veículos, assim evitando a deformação permanente e rompimento por fadiga da estrutura.

2.1.2 Estruturas de pavimentos

A estrutura de um pavimento é composta por camadas de diferentes tipos de materiais, sobrepostas a partir do subleito. É projetada para atender o número de tráfego de veículos e resistir aos esforços solicitados por eles, evitando danos estruturais como deformação permanente e fadiga (BERNUCCI *et al.*, 2008). Ainda segundo Bernucci, *et al.*, (2008), o comportamento estrutural depende da camada, sendo necessário saber sobre as propriedades dos materiais utilizados: a resistência a ruptura, resistência a ações climáticas, permeabilidade e deformabilidade.

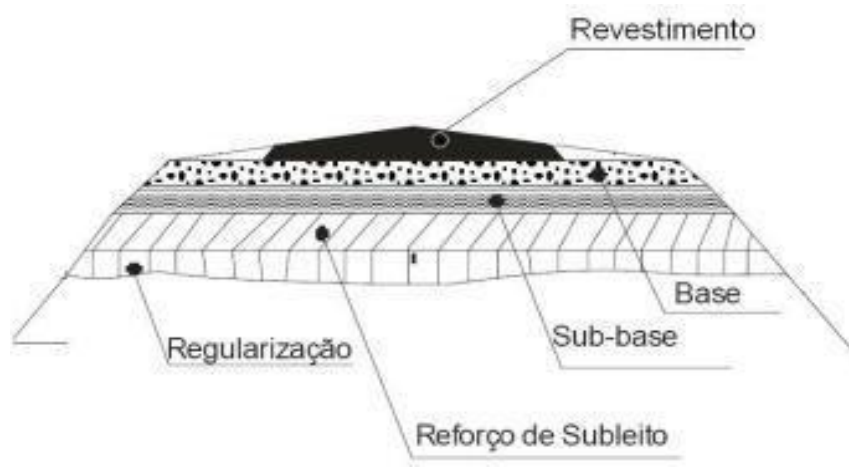
Para Balbo (2007), a estrutura do pavimento recebe e transmite os esforços com a finalidade de aliviar as tensões sobre as camadas inferiores. Cada camada tem sua determinada função.

De acordo com a classificação dos pavimentos, o que diferencia é apenas a estrutura, sendo dimensionadas conforme seu tipo, ou seja, para pavimentos rígidos no geral, sua estrutura é composta por: subleito, reforço do subleito, sub-base e placa de concreto de cimento Portland. As estruturas de pavimento flexível são compostas por: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento asfáltico (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

2.1.3 Estrutura de pavimento flexível

De acordo com o DNIT (2006), o pavimento flexível é constituído por camadas, como mostra a Figura 1

Figura 1. Estrutura do pavimento flexível



Fonte: DNIT, 2006

2.1.3.1 Subleito

É o terreno de fundação do pavimento, constituído por materiais naturais e compactado. Os esforços provenientes do tráfego sobre a superfície são absorvidos e aliviados no subleito (BALBO, 2007).

2.1.3.2 Regularização do subleito

Segundo o DNIT (2006), é a camada sobre o subleito, designado a conformá-lo transversalmente e longitudinalmente de acordo com o projeto do pavimento. A espessura desta camada pode ser regularizada com corte e aterro.

2.1.3.3 Reforço do subleito

É a camada sobreposta no subleito regularizado, constituída por materiais superiores da camada inferior, com finalidade de complementar o subleito e melhorar as qualidades do

mesmo. A espessura desta camada deve estar regularizada para receber a sub-base (SENÇO, 2007).

2.1.3.4 Sub-base

De acordo Senço (2007), é a camada complementar da base, que deve ser utilizada por circunstâncias econômicas e técnicas, pois se aconselha que não deva ser feito a base diretamente na camada de reforço do subleito.

2.1.3.5 Base

Conforme o DNIT (2006) é a camada sobre a sub-base, com intuito de resistir e distribuir os esforços provenientes pelo tráfego de veículos.

2.1.3.6 Revestimento

Conhecido também com camada de rolamento ou capa de rolamento, esta deve estar tanto quanto possível impermeável. É a camada que tem contato com os veículos. Como recebe diretamente a ação do tráfego, tem como propósito o melhoramento da camada, com intuito de transmitir segurança e conforto para os usuários e resistir aos desgastes proporcionados pelos veículos e ações climáticas (SENÇO, 2007).

Ainda segundo Senço (2007), pode-se considerar a principal camada da estrutura do pavimento, sendo sua principal composição o material asfáltico, capaz de garantir o comportamento da resistência no pavimento.

2.1.4 Ligantes asfálticos

Entre os motivos da utilização intensiva dos asfaltos em pavimentos, destaca-se que o betume proporciona uma forte união dos agregados, aumentando os parâmetros de resistência e durabilidade. Pode-se destacar também que é um material impermeabilizante e resistente à maioria dos agentes externos como os ácidos, álcalis e sais (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

O asfalto é produto da destilação do petróleo, composto em nível intermolecular de hidrocarbonetos saturados e aromáticos. No nível molecular, a grande variedade de moléculas presentes torna impossível a determinação exata de sua composição (CERATTI, 2010).

É um material visco elástico, adesivo, impermeável e pouco reativo. Apesar da baixa reatividade, o asfalto sofre um processo de oxidação lenta quando em contato com ar e água (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

Com as temperaturas elevadas (superiores a 150°C,) combinadas com finas espessuras de asfalto, a oxidação e a perda de materiais voláteis do material ocorrem rapidamente. Por essa razão, os asfaltos devem ser estocados a baixas temperaturas, mas suficientes para proporcionar a fluidez necessária para o uso proposto (HUNTER, 2001, *apud* BERNUCCI, *et al.*, 2007).

Os cimentos asfálticos podem ser obtidos de forma natural, sendo denominado cimento asfáltico natural (CAN), ou pela destilação do petróleo, recebendo o nome de cimento asfáltico do petróleo (CAP). No Brasil, o tipo mais utilizado é o CAP. A Norma EM 095 (DNIT, 2006) define o CAP como “o asfalto obtido especialmente para apresentar as qualidades e consistências próprias para o uso direto na construção de pavimentos” (EM 095 DNIT, 2006, p.2).

2.1.5 Cimento asfáltico de petróleo

Atualmente, o CAP é classificado em termos de sua penetração a 25°C conforme ensaio prescrito na norma NBR 6576 (ABNT, 1998). Quanto maior for a penetração da agulha, menor a consistência do material. Para a classificação, o resultado obtido no ensaio é enquadrado nas seguintes faixas estabelecidas pela norma: 30/45, 50/70, 85/100 e 150/200.

Em aplicações em condições especiais, como regiões com condições climáticas extremas, pistas de aeroportos ou rodovias com elevado volume de tráfego, tem-se mostrado cada vez mais necessário a melhora das propriedades dos ligantes, tornando-os mais resistentes e duráveis que o CAP convencional. A modificação do ligante é feita principalmente através da incorporação de polímeros à mistura, dando origem ao asfalto modificado por polímero (SILVA, *et al.*, 2006).

O tipo e a quantidade de polímero incorporada ao ligante dependem da finalidade desejada. O AMP é um dos tipos de ligantes abordados e utilizados neste trabalho. Trata-se de um ligante que melhora as características adesivas e coesivas da mistura, além de propiciar um material mais leve e de fácil manuseio. O revestimento composto por AMP costuma apresentar maior ponto de amolecimento, imprimindo maior resistência à deformação permanente, trincas de fadiga e térmicas, aumentando a durabilidade do revestimento. Por se tratar de um revestimento composto de difícil degradação, não aceita satisfatoriamente o processo de reciclagem, sem antes ser reprocessado (SILVA, *et al.*, 2006).

Na maioria dos países, incluindo o Brasil, a especificação do tipo de asfalto a ser utilizado em uma determinada obra de pavimentação é baseada principalmente nas características físicas dos ligantes, obtidas através de ensaios laboratoriais. Os principais parâmetros utilizados são a dureza, medida pela penetração, e a resistência ao fluxo, obtida através do ensaio de viscosidade. Essas propriedades dependem da temperatura na qual o ligante asfáltico se encontra, uma vez que ele se apresenta em estado semissólido a baixas temperaturas, visco elástico a temperatura ambiente e líquido a altas temperaturas (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

A seguir serão descritas as principais propriedades dos ligantes asfálticos que devem ser avaliadas.

a) Massa específica: Especificado pela norma NBR 6296 (ABNT, 2004), a massa específica do cimento asfáltico é definida como a razão entre a massa e o volume. A obtenção do volume da amostra é feita através de um picnômetro.

b) Penetração: Segundo a NBR 6576 (ABNT, 2007), a penetração é definida como a profundidade, em décimos de milímetro, que uma agulha padronizada de 100g penetra numa amostra de volume padrão de cimento asfáltico, durante 5 segundos, a uma temperatura especificada de 25°C. Na realização de cada ensaio é necessária a obtenção de três medidas de penetração, sendo que a variação das medidas não pode exceder ao limite especificado.

c) Ponto de fulgor: A determinação do ponto de fulgor tem objetivo de garantir a segurança no manuseio, estocagem, elaboração de misturas e transporte, através da determinação da menor temperatura, sob a qual os gases emitidos pelo aquecimento do ligante asfáltico entra em combustão quando em contato com uma chama padrão. Normalmente as temperaturas são superiores a 230°C. A norma brasileira para esse ensaio é a NBR 11341 (ABNT, 2008).

d) Viscosidade: A viscosidade é um parâmetro que mede a consistência do CAP por resistência ao escoamento. Essa característica é fundamental para determinar a consistência que o material deve apresentar na mistura, garantindo a trabalhabilidade necessária e permitindo o cobrimento completo dos agregados para aplicação no campo (BERNUCCI, *et al.*, 2008). As unidades de viscosidade variam de acordo com o equipamento utilizado para sua determinação. As unidades mais comuns são o *Poise* (g/[cm.s]), e o *centistoke* (mm² /s). A unidade mais utilizada no Brasil é o Segundo Saybolt Furol (SSF) proveniente do ensaio de viscosidade Saybolt Furol. Especificado pela NBR 14950 (ABNT, 2003), o ensaio Saybolt Furol é realizado medindo-se os segundos que uma amostra padronizada a 135°C consome para fluir através de um furo padronizado de diâmetro $3,15 \pm 0,02$ mm. O ensaio mais utilizado para a medição da viscosidade nos Estados Unidos e Europa é o Rotacional. Esse ensaio começou recentemente a ser implantado nos laboratórios de asfalto no Brasil e possibilita a medição das propriedades de consistência relacionados ao bombeamento e estocagem do CAP, além da obtenção de gráficos de Viscosidade x Temperatura para uma ampla faixa de utilização a partir de uma mesma amostra (BERNUCCI, *et al.*, 2008). Esse ensaio é normatizado no Brasil pela NBR 15184 (ABNT, 2004).

e) Ponto de amolecimento: O ensaio de ponto de amolecimento, especificado pela NBR 6560 (ABNT, 2008), define a temperatura na qual o asfalto, quando aquecido a certas condições particulares, amolece e atinge uma determinada condição de escoamento (CERATTI, 2010). Cada ensaio é realizado com duas amostras do mesmo material e a variação entre os resultados das duas amostras não pode exceder ao limite especificado em 2°C.

Em 2005, a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Energia (ANP) acatou uma nova especificação de CAP para o Brasil. Essa nova especificação é baseada nos ensaios vistos anteriormente. A Figura 2, mostra como é especificado o CAP no Brasil.

Figura 2. Especificação brasileira de cimento asfáltico de petróleo

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

(*) Relação entre a penetração após o efeito do calor e do ar em estufa RTFOT e a penetração original, antes do ensaio do efeito do calor e do ar.

Fonte: BERNUCCI, *et al.*, 2008

2.1.6 Materiais betuminosos

Materiais betuminosos são misturas de hidrocarbonetos solúveis em bissulfeto de carbono, com propriedades de aglutinação, são divididos em asfaltos e alcatrões (PINTO, 2015).

O asfalto é um material aglutinante de consistência variável, derivado do petróleo de forma natural ou destilação, como principal elemento, o betume (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

Alcatrão é o material obtido através de carbonização ou destilação de matérias orgânicas naturais, como a madeira e o carvão (SENÇO, 2007).

Segundo o mesmo autor, as principais características dos materiais betuminosos são: a aglutinação entre os agregados e o betume, impermeabilização, durabilidade da mistura, manutenção das propriedades do betume e versatilidade de uso.

2.1.7 Cimento asfáltico

Cimento asfáltico é o asfalto obtido através da destilação do petróleo ou de forma natural encontrado em jazidas, denominados como cimento asfáltico de petróleo (CAP), e cimento asfáltico natural (CAN). Utilizados na construção de pavimentos por apresentarem as características e consistências adequadas (PINTO, 2015).

2.1.8 Asfalto diluído

Asfalto diluído (AD) é o asfalto dissolvido de cimentos asfálticos em solventes derivados do petróleo, são classificados conforme o tempo de cura ou tempo de evaporação do solvente, como do tipo cura rápida - CR, cura média - CM, cura lenta - CL (SENÇO, 2007).

2.1.9 Cimento asfáltico modificado

A modificação do cimento asfáltico reduz as variações de suas propriedades em relação às temperaturas, assim evitando alterações no comportamento mecânico do pavimento (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

Os ligantes asfálticos convencionais têm um bom comportamento, porém, como as condições de volume de tráfego de veículos e peso por eixo vêm crescendo ultimamente, tem sido cada vez mais necessário o uso de modificantes em ligantes asfálticos (CERATTI; REIS, 2011).

Uma opção de se incorporar os benefícios de um polímero ao ligante asfáltico, e ao mesmo tempo diminuir problemas ambientais, é empregar a borracha de pneus inservíveis em misturas asfálticas. Os pneus inservíveis são problemas para a sociedade e sua utilização em pavimentação tem sido uma das técnicas mais utilizadas em todo o mundo porque se emprega grande volume desse resíduo com melhorias para as misturas asfálticas sob vários aspectos.

2.1.10 Asfalto-borracha

Para Wickboldt (2005), a incorporação de borracha de pneus inservíveis em revestimentos asfálticos de pavimentos rodoviários e urbanos tem sido empregada há décadas no exterior. Pesquisas e aplicações de numerosas técnicas utilizando asfalto-borracha é uma realidade incontestável em alguns estados americanos.

Segundo Oda (2000), descreve que a aplicação do ligante asfalto-borracha tem sido feita em diversos serviços de pavimentação, como selagem de trincas, tratamentos superficiais, camadas intermediárias entre pavimento existente e a camada de reforço, e em concreto asfáltico usinado a quente. Apesar da ocorrência de defeitos na superfície de rolamento, de uma maneira geral os resultados são positivos.

2.1.10.1 Histórico

Historicamente o asfalto-borracha começou na década de 40, quando a Companhia de Reciclagem de Borracha, U.S. Rubber Reclaiming Company, introduziu no mercado um produto composto de material asfáltico e borracha desvulcanizada reciclada denominada Ramflex™ (WICKBOLDT, 2005).

Charles H. MacDonald, considerado o pai do Asfalto-borracha nos Estados Unidos, em 1963 desenvolveu um material altamente elástico para ser utilizado na manutenção de pavimentos asfálticos. O produto era composto de ligante asfáltico e 25% de borracha moída

de pneu (de 0,6 a 1,2 mm), misturados a 20 190°C durante 20 minutos, para ser utilizado em remendos conhecidos como “bandaid” (WICKBOLDT, 2005).

Charles McDonald atravessava os Estados Unidos em um trailer para inspecionar rodovias quando utilizou uma mistura de pó de pneu com asfalto para selar trincas no teto do seu veículo. Ele observou que, com o passar do tempo, a mistura emborrachada não oxidava, ao contrário daquelas com asfalto convencional. O engenheiro, então, experimentou a mistura de pó de pneu e asfalto quente para os usuais serviços de tapa-buracos. Em 1963, começaram a ser publicados os primeiros artigos científicos apontando para as qualidades do novo material que surgia. (SPECHT, 2004).

Segundo a Rubber Pavement Association-RPA (2001), a utilização de misturas com asfalto emborrachado tem demonstrado que estas apresentam um desempenho muito superior às das misturas convencionais. Deste modo, as especificações da Califórnia chegam a permitir uma redução de 50% na espessura das camadas betuminosas quando este produto é utilizado. Na Flórida, desde a implantação, em 1994, até 1999, mais de 2,7 milhões de toneladas de misturas asfálticas modificadas com borracha foram empregados na execução de pavimentos (CHOUBANE *et al.*, 1999).

No Estado do Arizona, em torno de 90% dos serviços de pavimentação é feita com asfalto-borracha. Na Califórnia, o asfalto-borracha é aplicado em capas selantes, em membranas absorvedoras de tensão e como selante de trincas e juntas (SHATNAWI *et al.*, 2000).

Devido à importância ambiental em se encontrar alternativas para o consumo dos pneus usados, em 1991 o ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act - EUA) determinou a utilização de borracha de pneus em pavimentos asfálticos (EPPS, 1994).

A partir do ano de 1999 começam os estudos e pesquisas sobre o asfalto modificado por borracha (AMB) no Brasil. Os primeiros estudos tinham como foco a utilização da borracha como meio de aprimorar e melhorar as qualidades do asfalto comum. Em 2001, após pesquisas, houve a primeira utilização do AMB no Brasil. A primeira aplicação ocorreu em 17 de agosto, no quilômetro 319 da BR 116, rodovia sob concessão da Univas. O trecho escolhido fica entre Guaíba e Camaquã, no Rio Grande do Sul (INFORMATIVO QUADRIMENSTRAL GRECA ASFALTOS, 2011).

De acordo com Di Giulio (2007) no Brasil, o uso da borracha em pavimentação asfáltica foi aprovado em 1999, por Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama nº

258, de agosto de 1999). Entretanto, a Resolução é mais forte no que se refere à instituição da responsabilidade, ao produtor e importador, pelo ciclo total dos pneus, proibindo a sua destinação inadequada e obrigando os fabricantes e importadores a coletarem e darem destino final de forma ambientalmente correta aos produtos que colocam no mercado. Este papel é cumprido, basicamente, pela Associação Nacional das Indústrias de Pneumáticos (ANIP) que, desde 2000, tomou para si a responsabilidade pela coleta dos pneus inservíveis (sem condições de rodagem ou de reforma) e criou os chamados ecopontos — são 220 postos para coletas de pneus espalhados em várias cidades por todo o país.

Formada pela dezena das maiores empresas fabricantes de pneus novos instaladas no Brasil, a ANIP, além de recolher e destinar os pneus à reciclagem, também acompanha com interesse as pesquisas e projetos voltados à utilização de borracha em pavimentos asfálticos (DI GIULIO, 2007).

Hoje, os custos de investimento para esse tipo de asfalto ainda são altos. Mas considerando a técnica promissora, já que deve proporcionar maior durabilidade, menor ruído e menor manutenção (WICKBOLDT, 2005).

As misturas asfálticas com borracha são, normalmente, produzidas com restos ou resíduos de borracha e são obtidas por meio de várias técnicas, incluindo o processo seco e úmido. Essas misturas podem conter aditivos ou modificadores como diluentes e óleos, entre outros. No dia 24/12/2008 a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, regulamentou a utilização dos cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moídas de pneu, Asfaltos Borracha.

2.1.10.2 Melhorias que a borracha emprega

A borracha de pneu possui excelentes propriedades físicas e químicas, garantindo a melhoria na durabilidade do pavimento (PINTO, 2015).

Segundo o mesmo autor, o asfalto modificado por borracha, é um ligante asfáltico produzido através da incorporação de borracha moída de pneus inservíveis ao CAP, originando em um asfalto modificado de alto desempenho com melhores valores de viscosidade, ponto de

amolecimento e capacidade elástica, comparado com o asfalto convencional. Além de minimizar os problemas ambientais gerado com pneus descartados no meio ambiente.

Ainda segundo Pinto (2015), o ligante modificado por borracha apresenta as seguintes características:

- Maior flexibilidade;
- Redução na suscetibilidade térmica;
- Maior resistência ao envelhecimento;
- Aumento da vida útil do pavimento;
- Melhoria no módulo elástico dinâmico;
- Proporciona melhor aderência pneu-pavimento;
- Maior resistência à deformação permanente e trincas por fadigas;
- Reduz o ruído provocado pelo tráfego.

2.1.11 Métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis

Para Senço (2007) e Balbo (2007), o dimensionamento do pavimento consiste na determinação das espessuras de camadas e os tipos de materiais a serem utilizados na sua estrutura, que sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir os esforços provenientes do tráfego e resistir às ações climáticas, evitando problemas como desgastes, deformações e rupturas.

Para ocorrer o dimensionamento existem métodos a serem utilizados, que dependem de diversas condições, como, o volume de tráfego, as características do solo que serve como fundação e o tempo de vida útil do projeto. Pode ser realizado pelos métodos empírico, empírico-mecanístico e mecanístico (BALBO, 2007).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Tratou-se de uma análise de informações obtida através de treze laudos tecnológicos das propriedades do CAP colhidos em campo. Os laudos, conforme Anexos de A-M, foram fornecidos por uma distribuidora de CAP para uma concessionária de asfalto atuante na cidade de Cascavel, Paraná.

O estudo baseou-se em realizar os ensaios presentes no laudo para a comparação e verificação da veracidade dos dados do CAP fornecidos pela distribuidora. Os ensaios foram realizados em laboratório de uma empresa de engenharia viária, que também atua em Cascavel, Paraná.

Para determinar os dados da comparação, foram realizados: ensaio de: ponto de amolecimento, ensaio de penetração, ensaio de recuperação elástica, ensaio de viscosidade Brookfield e ensaio de ponto de fulgor.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso foi realizado em treze amostras de CAP 50/70 modificado com borracha coletadas no momento da chegada à usina de asfalto. De cada amostra de CAP 50/70 modificado com borracha, foram coletados os dados apresentados no laudo pela empresa distribuidora.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para a coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através da Tabela1. Foi preenchida uma tabela para cada amostra, após a realização de cada ensaio. Os dados presentes nessa tabela foram usados para fazer a comparação com os laudos fornecidos pela distribuidora de CAP.

Tabela 1. Relatório de ensaio de CAP

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo:	50 °C	Limite Máximo: 157 °C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):		°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):		°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:		°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo:	30 mm	Limite Máximo: 70 mm
Leitura da Penetração 01 (C):		mm
Leitura da Penetração 02 (D):		mm
Leitura da Penetração 03 (E):		mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:		mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo:	50%	
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$		E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)
Recuperação Elástica amostra 01 (F):		%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):		%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):		%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:		%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo:	cP	cP 800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):		cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):		cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):		cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:		cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo:	235°C	
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):		°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):		°C

Fonte: Autor, 2018

3.1.3.1 Determinação do ponto de amolecimento – NBR 6560/2016

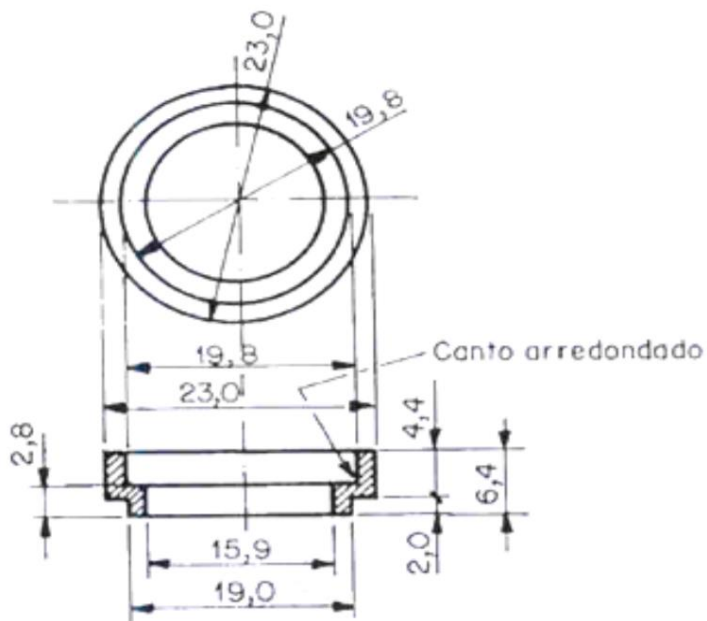
3.1.3.1.1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual determinou-se o ponto de amolecimento dos materiais asfálticos na faixa de 30° C a 80° C, utilizando a aparelhagem anel e bola.

3.1.3.1.2 Aparelhagem

- a) Anéis de latão, de acordo com a Figura 3;

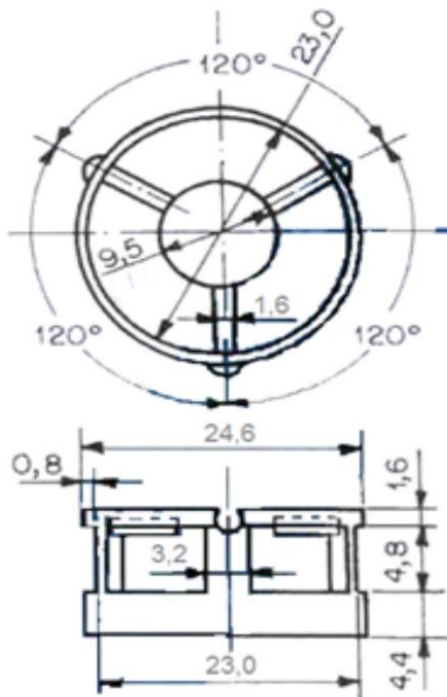
Figura 3. Anel de latão



Fonte: DNIT (2010)

- b) Guia das bolas para manter cada bola centrada sobre o anel, de acordo com a Figura 4;

Figura 4. Guia para centralização da esfera



Fonte: DNIT (2010)

- c) Bolas de aço, com massa entre 3,50 g e 3,55 g, com diâmetro de 9,50 mm;
- d) Suporte de latão, para os anéis e o termômetro;;
- e) Béquer de vidro, termo resistente, forma baixa, com capacidade de 800 ml;
- f) Termômetro de vidro ASTM 15 C;
- g) Termômetro de vidro ASTM 16 C;
- h) Bico de Bunsen ou aquecedor elétrico;
- i) Espátula metálica plana, com cabo de madeira;
- j) Placa de latão para moldagem do material nos anéis;
- k) Bastão de vidro, com pontas arredondadas.
- l) Banho capaz de manter a temperatura do ensaio, possuindo diâmetro interno de no mínimo 85 mm e altura de, no mínimo, 120 mm;

3.1.3.1.3 Materiais

- a) Água destilada recém-fervida e resfriada;
- b) Glicerina USP;
- c) Óleo de silicone ou graxa;
- d) Mistura de glicerina e dextrina, em partes iguais.

3.1.3.1.4 Preparação do molde

- a) A placa de latão usada para moldagem do material no anel da Figura 3 foi tratada com a mistura de glicerina e dextrina;
- b) Os anéis foram aquecidos até que chegassem em uma temperatura na qual a amostra flui facilmente;
- c) Foram colocados os anéis sob a placa de latão tratada, completamente plana e nivelada, de modo que, ao encher os anéis com material asfáltico, a espessura da amostra se mantivesse constante.

3.1.3.1.5 Preparação da amostra

- a) Aproximadamente 250 g do material foi aquecido a aproximadamente 135° C dentro do béquer, para torná-lo fluido, agitando continuamente com o bastão, para evitar aquecimento localizado e torná-lo homogêneo;
- b) Para evitar o desprendimento de gases e a inclusão de bolhas de ar, foi respeitado o tempo máximo de aquecimento de 30 minutos, conforme a NBR 6560/2016 exige.

3.1.3.1.6 Ensaio

- a) Os anéis foram preenchidos com a amostra fluida, deixando um ligeiro excesso de material acima do topo dos anéis;
- b) Os anéis ficaram resfriando por 30 minutos ao ar, em temperatura ambiente;

- c) Após o resfriamento de 30 minutos ao ar, os anéis foram desprendidos da chapa e limpos exteriormente;
- d) Como uma espátula aquecida, foi retirado o excesso de material asfáltico, garantindo que a superfície estivesse na mesma altura das bordas dos anéis;
- e) Foi executado a montagem do aparelho, e colocado água destilada no béquer, até uma altura de (105 ± 3) mm;
- f) Os anéis foram posicionados horizontalmente no suporte, de tal modo que a sua borda inferior estivesse a 25,4 mm da placa de referência; e esta estivesse entre 13 mm e 19 mm acima do fundo do béquer;
- g) Foram colocadas as guias das bolas sobre os anéis e introduzido o conjunto no béquer;
- h) As duas bolas de aço também foram colocadas dentro do béquer, porém não sobre os anéis, e sim no fundo do béquer;
- i) O termômetro ASTM 15C ficou suspenso, no suporte, de tal modo que o fundo do bulbo fique no mesmo nível da borda inferior dos anéis e afastado 13 mm destes;
- j) Foi dado um banho à temperatura de 5° C por 15 minutos;
- k) Com o auxílio de uma pinça, foi colocado uma bola em cada anel;
- l) Iniciou-se o aquecimento do béquer com o bico de Bunsen;
- m) Para cada bola, anotou-se a temperatura indicada pelo termômetro no instante em que o material que envolve a bola tocar a placa inferior;

3.1.3.1. Resultado

O ponto de amolecimento dá-se com a média das temperaturas indicadas pelo termômetro no instante em que o material que envolve cada bola tocar a placa inferior.

3.1.3.2 Determinação da penetração – NBR 6576/2007

3.1.3.2.1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual determinou-se a penetração de materiais asfálticos sólidos e semissólidos, para determinação do seu tipo.

3.1.3.2.2 Aparelhagem

- a) Recipiente de penetração, forma cilíndrica, fundo plano, de metal, com as dimensões internas apresentadas na Figura 5.

Figura 5. Dimensões do recipiente de ensaio

Para material com penetração (0,1 mm)	Diâmetro interno (mm)	Altura interna (mm)
40 a 200	55	35
≥ 201	55 – 75	45 – 70

Fonte: DNIT (2010)

- b) Penetrômetro – este aparelho, cuidadosamente calibrado e aferido, que permitiu o movimento, sem fricção, da haste que fixa a agulha, de modo a fornecer resultados de acordo com a definição de penetração, como exige a NBR 6576/2007.
- c) Agulhas de aço inoxidável tipo AISI 440-C;
- d) O banho de água, para conter o recipiente com amostra;
- e) Cuba de transferência, cilíndrica, de vidro, possuindo no seu interior um dispositivo que dê suporte ao recipiente da amostra e evite o seu deslocamento durante o ensaio.
- f) Cronômetro ou sistema automático apropriado que seja acoplado ao penetrômetro;
- g) Termômetros de imersão total, tipo ASTM D 17C

3.1.3.2.3 Preparação da amostra

- a) A amostra foi cuidadosamente aquecida até que ela se tornasse fluída.

3.1.3.2.4 Ensaio

- a) Transferiu-se a amostra para o recipiente de penetração;
- b) Foi colocada a amostra dentro do ductilômetro para o banho d'água, este aparelho possui uma cuba onde a temperatura da água foi mantida em 25° C
- c) A luva da agulha e a haste foram examinadas, para certificar a ausência de água e outros materiais estranhos. A agulha foi limpada com solvente adequado, secada com pano limpo e inserida no penetrômetro. Com auxílio de um indicador de nível, certificou-se de que o penetrômetro está nivelado;
- d) Seguindo a NBR 6576/2007, foi colocado um peso de 50 g acima da agulha, fazendo com que a carga total seja de 100 g para o “conjunto de penetração”, incluindo a agulha. Foi colocado o recipiente da amostra dentro da cuba de transferência, enchida com água do banho d'água. Colocou-se a cuba de transferência, com água, sobre o prato do penetrômetro e imediatamente foi ajustada a agulha na haste, já devidamente carregada, à superfície da amostra, de forma que sua ponta não exerça nenhuma pressão sobre o material;
- e) Após o ajuste da agulha à superfície da amostra e da leitura do mostrador do penetrômetro, foi liberado rapidamente a agulha durante o tempo especificado de 5 segundos. A distância da penetração, em décimos de milímetro, foi exibida no visor do aparelho e este valor anotado;
- f) O ensaio foi realizado três vezes para cada amostra;

3.1.3.2.5 Resultado

A penetração em décimos de milímetro deve ser a média obtida, aproximada até a unidade, de no mínimo três determinações, cujos valores não se afastem mais que os indicados na Figura 6.

Figura 6. Critérios para indicação de resultados

Penetração (0,1 mm)	Diferença máxima entre o valor mais alto e valor mais baixo das determinações (0,1 mm)
0 até 49	2
50 até 149	4
150 até 249	12
250 até 500	20

Fonte: DNIT (2010)

3.1.3.3 Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro – NBR 15086/2006

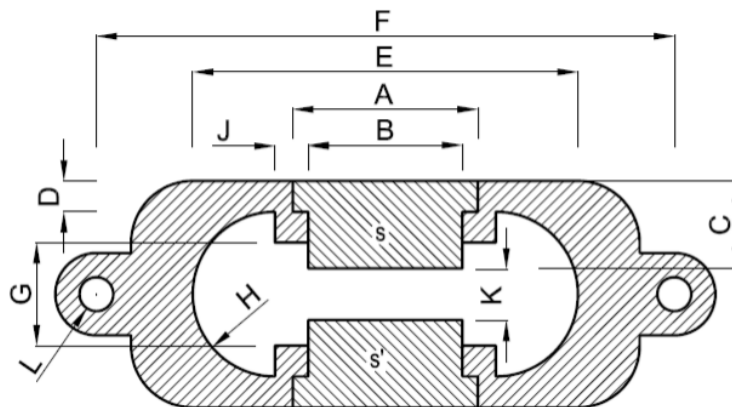
3.1.3.3.1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual determinou-se a recuperação elástica de materiais asfálticos utilizando o ductilômetro

3.1.3.3.2 Aparelhagem

- a) Molde de latão, de acordo com as dimensões da Figura 7;

Figura 7. Molde para corpo-de-prova do ensaio de recuperação elástica



Dimensões, em mm

A – $36,0 \pm 0,5$	G – $20,0 \pm 0,2$
B – $30,0 \pm 0,1$	H – Raio $16,0 \pm 0,25$
C – $17,0 \pm 0,1$	J – $6,5 \pm 0,2$
D – $6,0 \pm 0,1$	K – $10,0 \pm 0,1$
E – $75,0 \pm 0,5$	L – Diâmetro do furo - $6,6 \pm 0,1$
F – $112,5 \pm 1,0$	Espessura do molde – $10,0 \pm 0,1$

Fonte: DNIT (2010)

- b) Banho d'água para conter o corpo-de-prova;
- c) Ductilômetro – equipamento capaz de funcionar com velocidade uniforme de 5 cm/min sem vibração e cuja construção permita que o corpo-de-prova fique completamente imerso em água. Deve possuir uma escala em centímetros, a fim de medir o alongamento e a recuperação elástica da amostra;
- d) Bico de Bunsen;
- e) Béquer de vidro termo resistente, de 250 ml de capacidade;
- f) Bastão de vidro, com pontas arredondadas.
- g) Peneira de malha quadrada de 300 μm (nº 50) ou 850 μm (nº 20), em caso específico de acordo com a NBR NM – ISO 3310-1;
- h) Termômetro do tipo ASTM 63 C – 86 (faixa de -8°C a 32°C);
- i) Tesoura;
- j) Espátula plana, metálica, com cabo de madeira.

3.1.3.3.3 Materiais

- a) Cloreto de sódio (usar sal de cozinha refinado);
- b) Glicerina e dextrina;

3.1.3.3.4 Preparação da amostra

- a) O material asfáltico modificado a ser submetido ao ensaio foi aquecido no béquero, até ficar perfeitamente fluido;
- b) O resíduo da emulsão asfáltica modificada foi passado na peneira de 300 μm (nº 50);

3.1.3.3.5 Preparação do molde

- a) A placa de latão que suporta o molde e as suas partes laterais destacáveis foram tratadas com mistura de glicerina e dextrina;
- b) Montou-se o molde, juntando as respectivas partes sobre a placa de latão.

3.1.3.3.6 Ensaio

- a) Três moldes foram preenchidos, despejando o material do béquero, em movimentos alternados, de uma extremidade a outra, até um pouco acima de sua face superior. O conjunto composto por placa/molde/amostra foi mantida em temperatura ambiente para esfriar pelo tempo de 30;
- b) Os conjuntos foram levados ao banho d'água à temperatura de 25° C durante 90 minutos, após o excesso de material ter sido removida por meio de uma espátula ligeiramente aquecida;
- c) Levou-se o conjunto ao ductilômetro, contendo água à temperatura de ensaio, procedendo à retirada da placa.

- d) Encaixou-se os orifícios existentes em cada extremidade das garras, nos ganchos do ductilômetro. Iniciou-se a tração da amostra com a velocidade de 5 cm/min, até que o corpo-de-prova se alongue $(20,0 \pm 0,5)$ cm (L1). Parou-se a tração, desligando o equipamento. Imediatamente após, o material asfáltico distendido foi cortado no centro, com auxílio da tesoura. O material ficou no ductilômetro em repouso por 60 min, mantendo a temperatura constante de 25° C. Em seguida, o ductilômetro foi ligado em sentido contrário, até que as duas extremidades do corpo-de-prova encostem uma na outra, quando, então, foi feita a leitura na escala do equipamento, em centímetros (L2).

3.1.3.3.7 Cálculo

A recuperação elástica (RE) deve ser calculada, em porcentagem, pela Equação 1:

$$RE, \% = \frac{L1 - L2}{L1} * 100$$

Onde:

- L1 → comprimento após o alongamento da amostra, em centímetros;
- L2 → comprimento da amostra após a justaposição das pontas, em centímetros.

3.1.3.3.8 Resultado

A recuperação elástica é o valor da média de três ensaios, em %, expressa pelo número inteiro mais próximo.

3.1.3.4 Determinação do ponto de fulgor – NBR 11341/2014

3.1.3.4.1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual determinou-se o ponto de fulgor em derivados de petróleo com o aparelho de vaso aberto Cleveland.

3.1.3.4.2 Aparelhagem

- a) Aparelho de vaso aberto Cleveland manual consiste em uma cuba de ensaio, uma placa de aquecimento, um aplicador de chama de ensaio, um aquecedor e suportes.
- b) Dispositivo de medição de temperatura: dispositivo eletrônico de medição, tal como um termômetro de resistência ou termopar, ou termômetro de mercúrio.
- c) Fonte de ignição: chamas de gás natural (metano) ou gás engarrafado (propano, butano) são consideradas aceitáveis para uso como fontes de ignição.

3.1.3.4.3 Amostragem

- a) Foi utilizado 70 ml de amostra para cada ensaio, conforme exige a NBR 11341/2014.

3.1.3.4.4 Preparação da aparelhagem

- a) Colocou-se o aparelho numa superfície nivelada.
- b) Os ensaios foram realizados em ambiente ou compartimento livre de corrente de ar.
- c) Manteve-se o dispositivo de medição de temperatura na posição vertical com o bulbo posicionado a $(6,4 \pm 0,1)$ mm do fundo da parte interna da cuba e localizada num ponto médio entre o centro e o lado da cuba;

3.1.3.4.5 Procedimento

- a) Iniciou-se o procedimento acendendo a chama de ensaio;
- b) Quando a temperatura da amostra atingiu 210° C, a chama de ensaio foi passada através do centro da cuba em ângulo reto com o diâmetro que passa pelo termômetro.
- c) O ponto de fulgor observado foi relatado no momento em que a chama de ensaio causar um fulgor (lampejo ou clarão) distinto no interior da cuba de ensaio.

3.1.3.5 Ensaio de viscosidade Brookfield – NBR 15529/2007

3.1.3.5.1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual determinou-se a viscosidade Brookfield de materiais não newtonianos.

3.1.3.5.2 Aparelhagem

- a) Viscosímetro, tipo rotacional;
- b) Béquer de vidro de 1 litro (100 milímetros de diâmetro);
- c) Termômetro;
- d) Bastão de agitação, em vidro ou alumínio;
- e) Estufa capaz de manter temperatura em 60 °C a 200°C;
- f) Banho termostático, sistema capaz de manter a temperatura em $(175 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

3.1.3.5.3 Preparação da amostra

- a) A amostra foi retirada do caminhão a uma temperatura de aproximadamente 180° C;

- b) Foi vertido no recipiente 800 g de amostra. Para chegar na temperatura em 135° C, um banho termostático foi realizado, agitando o bastão até a temperatura de ensaio.

3.1.3.5.4 Ensaio

- a) Verificou-se o nível do instrumento;
- b) Foi realizado o posicionamento do conjunto recipiente e sistema de manutenção de temperatura que conteve a amostra abaixo do instrumento.
- c) Mergulhou-se o *spindle* na amostra, próximo a borda do recipiente;
- d) Abaixou-se o viscosímetro e foi feito o acoplamento do *spindle* que está previamente imerso;
- e) Após, foi mergulhado o *spindle* acoplado ao viscosímetro até o sulco (marca de imersão) e movido o recipiente devagar em um plano horizontal, até que o *spindle* estivesse localizado aproximadamente no centro do recipiente;
- f) Então, foi ajustado o viscosímetro na velocidade de rotação de 20 RPM e duração de 1 minuto;
- g) Para o ensaio foram realizadas três leituras, sendo a 1ª leitura da viscosidade após 1 minuto e mais duas realizadas com intervalo entre elas de 1 minuto.

3.1.3.5.4 Resultado

O resultado se deu através da leitura do aparelho de viscosidade Brookfiel reportados em centiPoise (cP).

3.1.4 Análise de dados

Foi feito um comparativo entre os dados obtidos com os ensaios descritos acima executados em laboratório com os dados fornecidos no laudo da distribuidora de CAP, buscando identificar se há compatibilidade ou uma oposição entre os valores.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Cordeiro (2006), o controle de qualidade dos diferentes tipos de asfaltos, é realizado através de vários ensaios, que começaram a ser desenvolvidos no século XX e hoje são tradicionais para a avaliação laboratorial e certificação de ligante asfálticos.

Bernucci, *et al.*, (2008), diz que para especificar de um determinado asfalto como adequado para pavimentação, à maioria dos países utiliza medidas simples de características físicas do ligante, pela facilidade de execução nos laboratórios de obras. As duas principais características utilizadas são: a “dureza”, medida através da penetração de uma agulha padrão na amostra de ligante, e a resistência ao fluxo, medida através de ensaios de viscosidade.

Os Apêndices de A-M mostram as tabelas de relatórios de ensaio com os resultados dos treze ensaios realizados.

4.1.1 Determinação do ponto de amolecimento

Segundo Bernucci, *et al.*, (2008, p. 48), “ponto de amolecimento é uma medida empírica que correlaciona a temperatura na qual o asfalto amolece quando aquecido sob certas condições particulares e atinge uma determinada condição de escoamento. ”

Esse ensaio é classificatório em especificações brasileira e europeia, e é agregado para avaliação de suscetibilidade térmica, além de também estar presente em especificações de asfaltos modificados e asfaltos soprados (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

A Figura 8 mostra o aparelho utilizado para os ensaios de determinação do ponto de amolecimento e o momento em que a amostra de CAP 50/70 modificado com borracha atinge este ponto tocando o fundo do béquer.

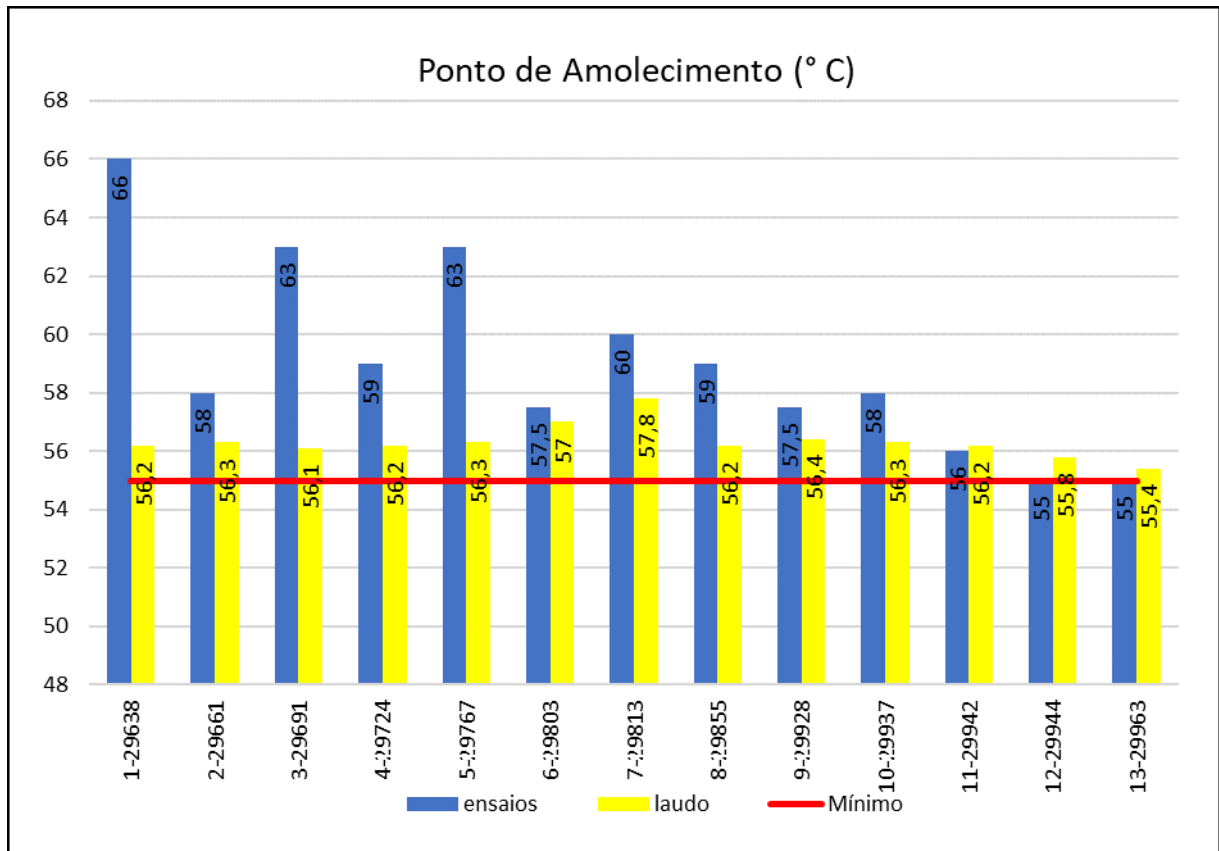
Figura 8. Ensaio de determinação do ponto de amolecimento



Fonte: Autor, 2018

O Gráfico 1, mostra o resultado do ensaio de ponto de amolecimento juntamente com os valores obtidos com a fornecedora de CAP 50/70 modificado com borracha para este mesmo ensaio, para que o comparativo pudesse ser realizado.

Gráfico 1. Resultado do ensaio do ponto de amolecimento



Fonte: Autor, 2018

A ANP (2008), exige um ponto de amolecimento mínimo de 55° C. Pode-se notar no resultado de algumas amostras algumas divergências dos valores obtidos com o ensaio com os valores fornecidos pelo laudo, porém, nada significativo, pois mesmo com divergência, os valores encontram-se sempre acima do mínimo aceitável, o que garante a qualidade do material neste requisito.

4.1.2 Ensaio de determinação de penetração

Bernucci, *et al.*, (2008), refere-se à penetração como a profundidade, em décimos de milímetro, que uma agulha de massa padronizada (100g) penetra numa amostra de volume padronizado de cimento asfáltico, por 5 segundos, na temperatura de 25°

A penetração a 25°C tem sido empregada na especificação de cimentos asfálticos em todos os países do mundo. A especificação de ligantes da Comunidade Econômica Europeia, que resultou de um acordo entre os vários países participantes, define nove classes de asfalto pela penetração, desde a classe 20/30 até 250/330. A penetração também é empregada na atualidade no Brasil para a classificação dos CAPs (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

A Figura 9 mostra o aparelho utilizado para os ensaios de determinação da penetração.

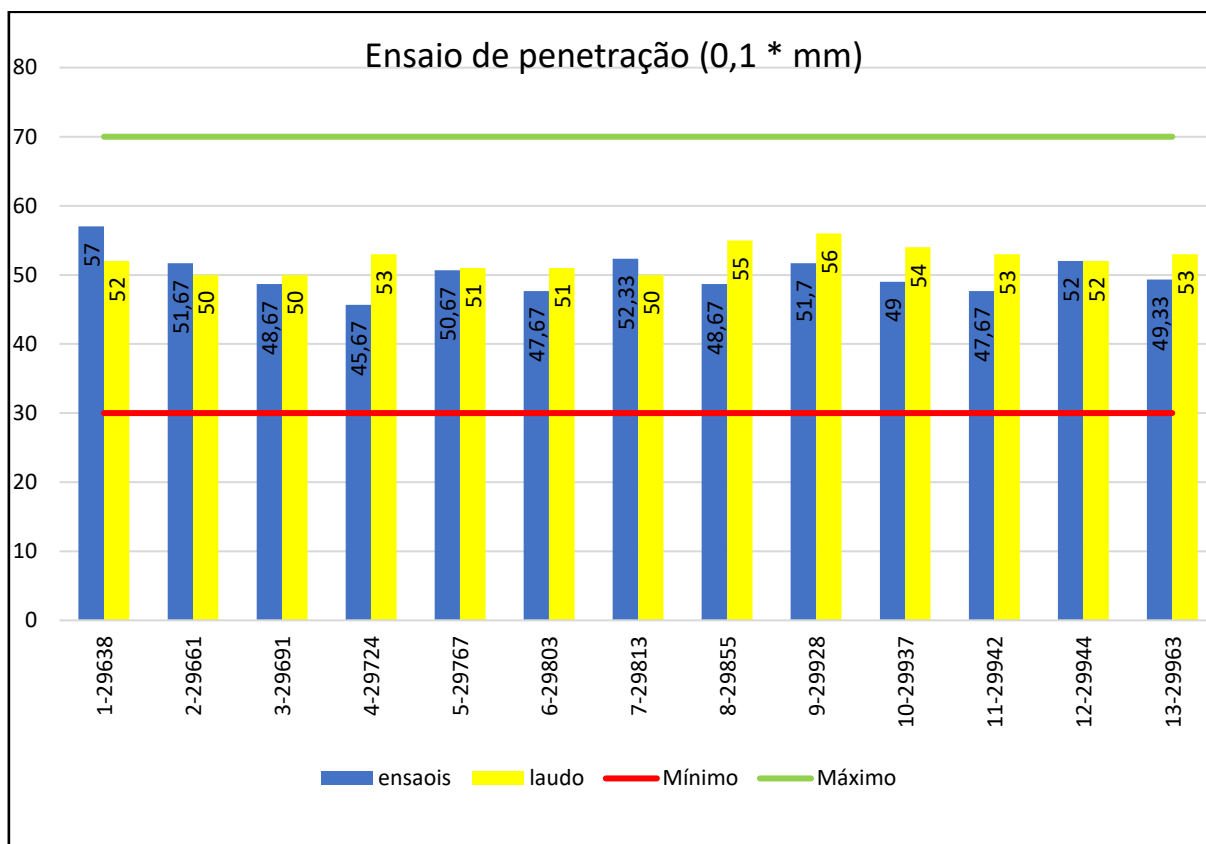
Figura 9. Ensaio de determinação da penetração



Fonte: Autor, 2018

O Gráfico 2, mostra o resultado do ensaio de penetração juntamente com os valores obtidos com a fornecedora de CAP 50/70 modificado com borracha para este mesmo ensaio, para que o comparativo pudesse ser realizado.

Gráfico 2. Resultado do ensaio de penetração



Fonte: Autor, 2018

É possível visualizar no Gráfico 2, que o valores obtidos com os ensaios realizados estão bem próximos aos valores fornecidos pelo laudo, o que confirma a confiança do laudo. A média obtida com os ensaios de penetração foi de 50 décimos de milímetros, muito próxima a média fornecida pelos laudos de 52 décimos de milímetros.

Para garantir que a amostra esteja de acordo com as características do CAP 50/70 modificado com borracha, a ANP (2008), estabelece valores mínimos e máximos, de 30 e 70 décimos de milímetros respectivamente. Em todos os casos, as amostras estão de acordo.

4.1.3 Ensaio de recuperação elástica

Segundo Bernucci, *et al.*, (2008), para estimar-se a coesão dos asfaltos é utilizado a medida empírica da ductilidade que é a capacidade do material de se alongar na forma de um filamento.

A Figura 10, mostra o despejo do CAP 50/70 modificado com borracha aquecido no molde para o ensaio.

Figura 10. Preparação para o ensaio de recuperação elástica



A Figura 11, mostra o momento em que o ductilômetro está tracionando a amostra de CAP com velocidade de 5 cm/min.

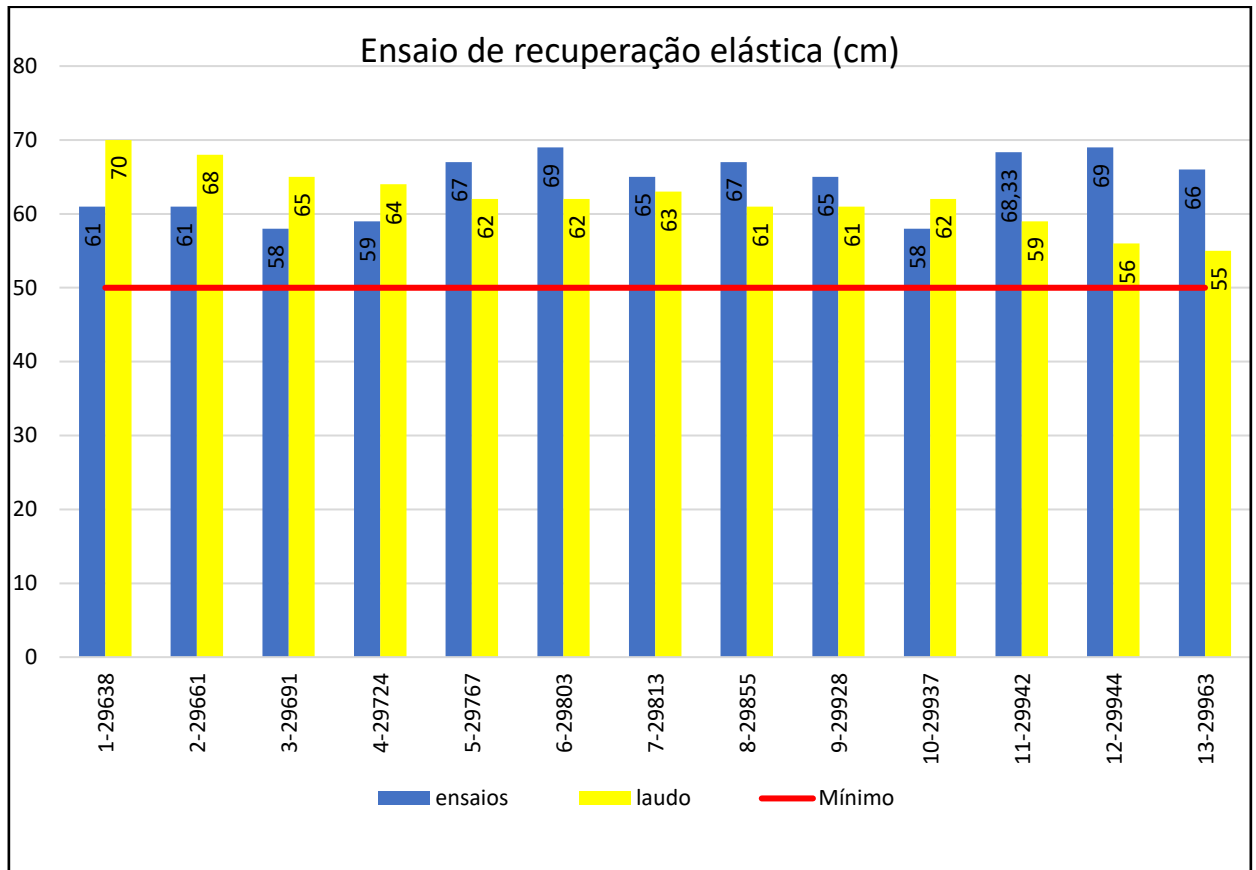
Figura 11. Ensaio de determinação da recuperação elástica



Fonte: Autor, 2018

O Gráfico 3, mostra o resultado do ensaio de recuperação elástica juntamente com os valores obtidos com a fornecedora de CAP 50/70 modificado com borracha para este mesmo ensaio, para que o comparativo pudesse ser realizado.

Gráfico 3. Resultado ensaio de recuperação elástica



Fonte: Autor, 2018

Pode-se notar que os valores obtidos com os ensaios realizados estão bem próximos aos valores fornecidos pelo laudo, o que confirma a veracidade dos dados do laudo. A média dos valores obtidos para os ensaios de recuperação elástica foi de 64 cm, muito próximo ao valor médio de 62 cm, fornecido pelo laudo.

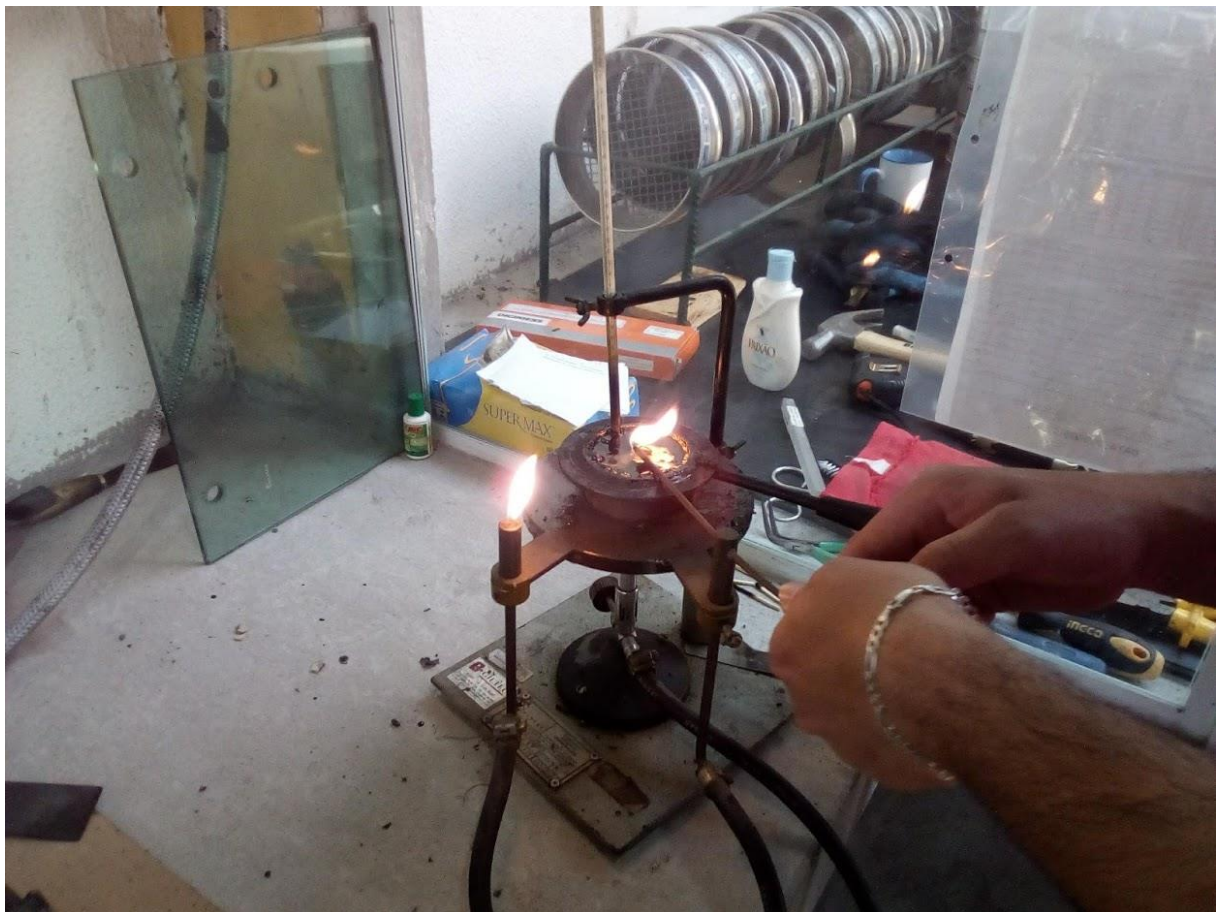
A ANP (2008) não define valor máximo em centímetros para o ensaio de recuperação elástica para o CAP 50/70 modificado com borracha, somente valor mínimo, que é de 50 cm. Pode-se observar pelo Gráfico 3 que em ambos os ensaios os valores estão acima do mínimo aceitável.

4.1.4 Ensaio de ponto de fulgor

O ponto de fulgor é um ensaio que busca garantir à segurança de manuseio do asfalto durante o transporte, estocagem e usinagem. Representa a menor temperatura na qual os vapores liberados durante o aquecimento do material asfáltico se inflamam por contato com uma chama padronizada (BERNUCCI, *et al.*, 2008).

A Figura 12, mostra o aquecimento da amostra sobre o bico de Bunsen durante o ensaio de determinação do ponto de fulgor.

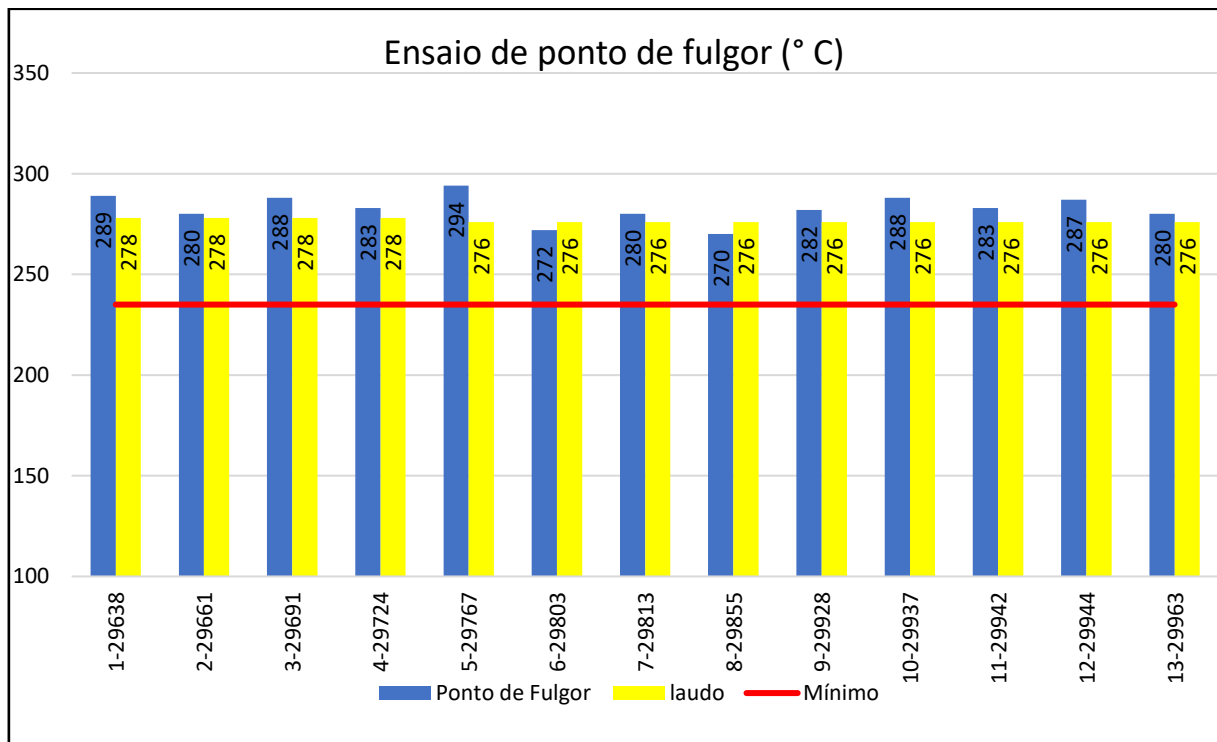
Figura 12. Ensaio ponto de fulgor



Fonte: Autor, 2018

O Gráfico 4, mostra o resultado do ensaio de ponto de fulgor juntamente com os valores obtidos com a fornecedora de CAP para este mesmo ensaio, para que o comparativo pudesse ser realizado.

Gráfico 4. Resultado do ensaio de ponto de fulgor



Fonte: Autor, 2018

A NBR 11341/2014 exige um ponto de fulgor mínimo de 230° C. Pode-se notar que os valores se encontram bem próximos, o que confirma a veracidade dos dados fornecidos no laudo. Em ambos os casos os valores estão muito acima do limite aceitável, garantindo a segurança no manuseio do ligante.

4.1.5 Ensaio de viscosidade Brookfield

Segundo Bernucci, *et al.*, (2008), a viscosidade é uma medida da consistência do cimento asfáltico, por resistência ao escoamento.

A Figura 13, mostra o aparelho de viscosidade Brookfield executando a leitura da viscosidade de uma das amostras.

Figura 13. Aparelho de viscosidade Brookfield

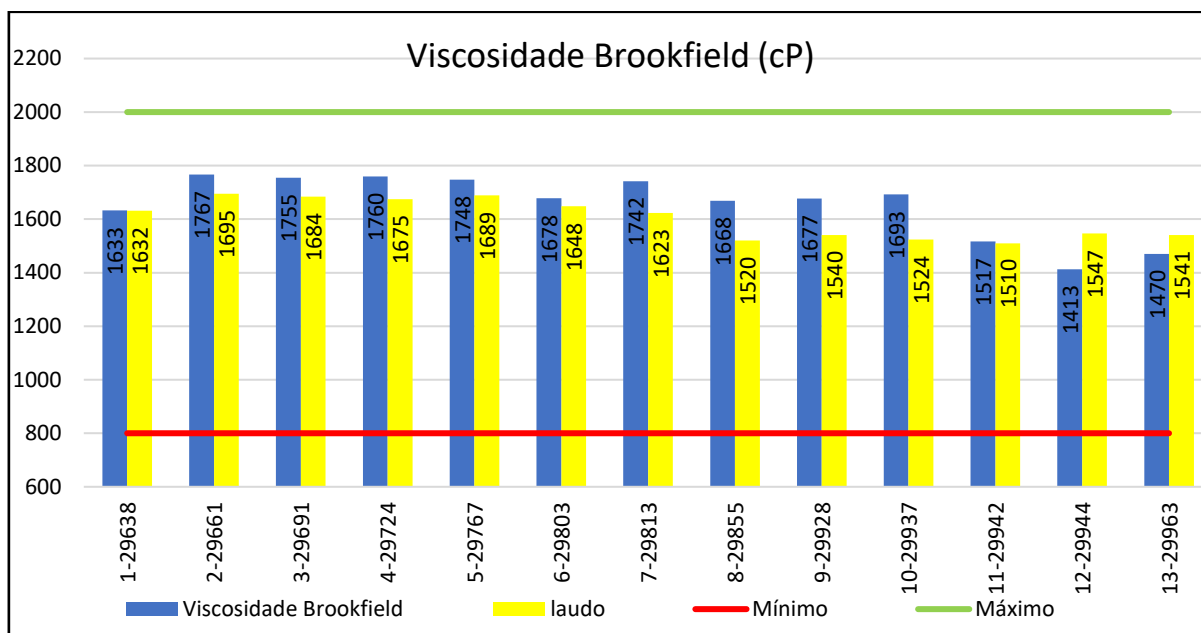


Fonte: Autor, 2018

Bernucci, *et al.*, (2008, p. 46) explicam que “a medida da viscosidade do ligante tem grande importância na determinação da consistência que ele deve apresentar quando da mistura com os agregados”, uma vez que a cobertura total destes é diretamente ligada ao resultado do ensaio e proporciona uma aplicação eficiente no campo.

O Gráfico 5, mostra o resultado do ensaio de viscosidade Brookfield juntamente com os valores obtidos com a fornecedora de CAP 50/70 modificado com borracha para este mesmo ensaio, para que o comparativo pudesse ser realizado.

Gráfico 5. Resultado do ensaio de viscosidade Brookfield



Fonte: Autor, 2018

É possível notar que os valores obtidos com os ensaios de viscosidade realizados estão bem próximos aos valores fornecidos pelo laudo. A média do ensaio de viscosidade Brookfield para as amostras ensaiadas em laboratório foi de 1655 cP. Muito próximo a média dos dados obtidos com a fornecedora de cimento asfáltico, de 1602 cP, o que é pouco significativo quando se compara a quantidade comercializada pela quantidade ensaiada.

Segundo Agência Nacional de Petróleo (ANP), o valor mínimo obtido no ensaio para o CAP 50/70 modificado por borracha deve ser de 800 cP, e o máximo de 2000 cP. Pode-se notar que em todas as amostras ensaiadas os valores obtidos estão dentro do limite aceitável, portanto de acordo com a norma.

CAPÍTULO 5

5.1 CONCLUSÃO

Segundo a regulamentação ANP 39/2008 cabe ao distribuidor de asfaltos preservar as características dos cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moída de pneus constantes no Certificado da Qualidade emitido pelo produtor, importador ou distribuidor de asfaltos a cada carregamento, garantindo a qualidade certificada até o recebimento pelo consumidor final.

Por ser uma obrigação dos fornecedores algumas empresas optam por aceitar controle tecnológico da própria empresa ou há também aquelas que por obrigações contratuais optam por refazer esses ensaios para comprovar o certificado. O presente estudo buscou identificar a consistência dos valores apresentados pelo laudo, para isso realizou ensaios de penetração, ponto de amolecimento, viscosidade Brookfield, recuperação elástica e ponto de fulgor. Embora exista a possibilidade de diferença de resultados o observado nesse estudo é que não há diferença significativa e mesmo quando houve diferença ficou dentro dos parâmetros das especificações, o que de certa forma pode ser positivo no sentido de que as amostras estudadas dão credibilidade ao fornecedor do ligante dentro do universo amostral estudado. Apesar de algumas amostras em alguns ensaios destoarem um pouco do resultado do laudo ainda assim estão próximos e dentro das especificações. Se por ventura se desprezasse o pior e o melhor resultado, nada de muito substancial aconteceria, os resultados ainda continuariam sendo aceitáveis. As diferenças embora pequenas podem ser explicadas por algum fator externo como por exemplo a calibragem dos aparelhos ou ainda o transporte do material da origem até o destino, temperatura e/ou agitação prejudicada, ou seja, inúmeras são as variáveis possíveis.

Assim sendo os resultados foram satisfatórios e atenderam às expectativas. Atestam a veracidade do laudo da fornecedora, embora não obtiveram valores iguais aos do laudo mas ficaram próximos e dada a quantidade fornecida ser muito grande e os valores serem semelhantes é correto dizer que o CAP coletado nesse período de tempo tem as características apresentadas em laudo.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar estudo com ensaio de solubilidade com o CAP 50/70 modificado com borracha;
- Realizar estudo com ensaio de espuma com o CAP 50/70 modificado com borracha;
- Realizar o mesmo estudo utilizando CAP's diferentes;

REFERÊNCIAS

ART. 6 - RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 – Dezembro, 2008 – disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2008/dezembro&item=ranp-39--2008>> Acesso em: 09/11/2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6560 **Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método anel e bola**, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6576 **Materiais asfálticos – Determinação da penetração**, 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 11341 **Derivados do petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland**, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15086 **Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro**, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15529 **Asfalto borracha – Propriedades reológicas de materiais não newtonianos por viscosímetro rotacional**, 2007.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**, Oficina de Textos, São Paulo, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**, Adeba, Rio de Janeiro, 2008.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira; DE REIS, Rafael Marçal Martins. **Manual de Dosagem de Concreto Asfáltico**, Instituto Pavimentar, Oficina de Textos, São Paulo, 2011.

CHOUBANE, B.; G. A. SHOLAR; J. A. MUSSELMAN; G. C. PAGE (1999) **Ten-Year Performance Evaluation of Asphalt-Rubber Surface Mixes**. Transportation Research Record, TRR, v. 1681, n. 0177

DI JULIO, Gabriela. **Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto**. Disponível em: < http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1808-23942007000300008&lng=es&nrm=is> Acesso em: 05/10/2018

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 148/94**, Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão, Rio de Janeiro, 1994.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 130/2010 - ME**, Determinação de recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro – Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2010.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 131/2010 - ME**, Material asfáltico – Determinação do ponto de amolecimento – Método do anel e bola método de ensaio, Rio de Janeiro, 2010.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 155/2010 - ME**, Material asfáltico – Determinação de penetração – Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2010.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT, Manual de pavimentação**, 3. ed., Rio de Janeiro, 2006.

ODA, Sandra. **ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DO LIGANTE ASFALTO-BORRACHA EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO**. Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em transportes, 2000.

PINTO, Salomão; PINTO, Isaac Eduardo. **Pavimentação Asfáltica – Conceitos Fundamentais sobre Materiais e Revestimentos Asfálticos**, LTC – Livros Técnicos Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, Aline de Freitas; SIQUEIRA, Jade de Castro; SEVERINO, Laura de Freitas. **ESTUDO COMPARATIVO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE COM DIFERENTES TIPOS DE LIGANTES UTILIZADOS EM GOIÂNIA**. Monografia apresentada na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, 2016.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação Volume 1**. 2, ed Pini, São Paulo, 2007

SPECHT, L. P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação da borracha reciclada de Pneus**. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 2004

WICKBOLDT, Viviane e Silva. **ENSAIOS ACELERADOS DE PAVIMENTOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE RECAPEAMENTOS ASFÁLTICOS**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na modalidade Acadêmico.

APÊNDICES

APÊNDICE A - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 1 (NF 29.638)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra: CP29638		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	66	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	66	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	66	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	55	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	58	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	58	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	57	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	61	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	61	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	61	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	61	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1820	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1595	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1485	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1633	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	289	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	289	°C

APÊNDICE B - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 2 (NF 29.661)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	58	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	58	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	58	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	53	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	51	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	51	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	51,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	61	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	61	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	61	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	61	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1920	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1750	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1630	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1767	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	280	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	280	°C

APÊNDICE C - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 3 (NF 29.691)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	63	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	63	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	63	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	45	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	50	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	51	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	48,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	58	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	58	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	58	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	58	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1920	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1735	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1610	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1755	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	288	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	288	°C

APÊNDICE D - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 4 (NF 29.724)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	59	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	59	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	59	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	47	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	45	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	45	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	45,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%	$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)	
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	59	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	59	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	59	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	59	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1975	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1715	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1590	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1760	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	283	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	283	°C

APÊNDICE E - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 5 (NF 29.767)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra: 		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	63	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	63	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	63	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	55	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	47	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	50	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	50,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	67	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	67	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	67	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	67	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1810	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1735	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1700	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1748	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	294	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	294	°C

APÊNDICE F - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 6 (NF 29.803)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra: 		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	58	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	57	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	57,5	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	47	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	48	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	48	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	47,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	69	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	69	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	69	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	69	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1935	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1640	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1460	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1678	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	272	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	272	°C

APÊNDICE G - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 7 (NF 29.813)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	60	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	60	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	60	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	51	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	53	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	53	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	52,33333333	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	65	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	65	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	65	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	65	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1975	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1730	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1520	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1742	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	280	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	280	°C

APÊNDICE H - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 8 (NF 29.855)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo:	50 °C	Limite Máximo: 157 °C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	59	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	59	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	59	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo:	30 mm	Limite Máximo: 70 mm
Leitura da Penetração 01 (C):	48	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	48	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	50	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	48,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo:	50%	
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	67	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	67	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	67	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	67	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo:	cP	cP
	175°C Spindle 3, 20 rpm	800-2000 cP
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1805	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1655	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1545	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1668	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo:	235°C	
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	278	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	278	°C

APÊNDICE I - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 9 (NF 29.928)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	57	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	58	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	57,5	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	51	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	52	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	52	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	51,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%	$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)	
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	65	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	65	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	65	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	65	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1800	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1655	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1575	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1677	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	282	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	282	°C

APÊNDICE J - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 10 (NF 29.937)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	58	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	58	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	58	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	47	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	50	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	50	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	49	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%	$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)	
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	68	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	68	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	68	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	68	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1870	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1655	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1555	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1693	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	288	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	288	°C

APÊNDICE K - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 11 (NF 29.942)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	56	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	56	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	56	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	47	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	48	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	48	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	47,66666667	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	68	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	68	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	69	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	68,33333333	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1615	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1485	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1450	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1517	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	283	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	283	°C

APÊNDICE L - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 12 (NF 29.944)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	55	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	55	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	55	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	Limite Máximo: 70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	52	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	54	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	50	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	52	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	69	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	69	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	69	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	69	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP cP 800-2000 cP		
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1550	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1385	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1305	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1413	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	287	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	287	°C

APÊNDICE M - RESULTADO DOS ENSAIOS DA AMOSTRA 13 (NF 29.963)

RELATÓRIO DE ENSAIO DE CAP		
Amostra:		
Ponto de Amolecimento (NBR 6560)		
Limite Mínimo: 50 °C	Limite Máximo: 157 °C	
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 01 (A):	55	°C
Leitura da Temperatura Conjunto Anel e Bola amostra 02 (B):	55	°C
Média das leituras de Temperatura [(A+B)/2]:	55	°C
Penetração (NBR 6576)		
Limite Mínimo: 30 mm	70 mm	
Leitura da Penetração 01 (C):	47	mm
Leitura da Penetração 02 (D):	50	mm
Leitura da Penetração 03 (E):	51	mm
Média das leituras de penetração [(C+D+E)/3]:	49,33333333	mm
Recuperação Elástica (NBR 15086)		
Limite Mínimo: 50%		
$Recuperação\ Elástica = \left(\frac{E - X}{E} \right) \times 100$ E: comprimento após a tração da amostra (cm) X: comprimento após justaposição da amostra (cm)		
Recuperação Elástica amostra 01 (F):	66	%
Recuperação Elástica amostra 02 (G):	66	%
Recuperação Elástica amostra 03 (H):	66	%
Média das recuperações elásticas [(F+G+H)/3]:	66	%
Viscosidade Brookfield (NBR 15529)		
Limite Máximo: cP	cP	800-2000 cP
175°C Spindle 3, 20 rpm		
Leitura da Viscosidade após 1 min (I):	1645	cP
Leitura da Viscosidade após 2 min (J):	1435	cP
Leitura da Viscosidade após 3 min (K):	1330	cP
Média das leituras de viscosidade [(I+J+K)/3]:	1470	cP
Ponto de Fulgor (NBR 11341)		
Limite Mínimo: 235°C		
Leitura da Temperatura no ponto de fulgor (L):	280	°C
Leitura da Temperatura no ponto de combustão (M):	280	°C

ANEXOS

ANEXO A - LAUDO AMOSTRA 1 (NF 29.638)



PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneus Inservíveis
DATA DE FABRICAÇÃO: 06/08/2018
PONTO DE COLETA: Tanque 03
DATA DE COLETA: 07/08/2018 9:00 AM

TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE
RESOLUÇÃO: ANP Nº 88, DE 24.12.2008 - RBR. TÉCNICO ANP Nº 05/2008
CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40748
DATA DE EMISSÃO: 07/08/2018

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MINIMO	MAXIMO
1 Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	55,2	55	-
2 Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	52	30	70
3 Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	79	90	-
4 Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1632	800	2000
5 Ponto de Fulgor	°C	NBR 11941	270	235	-
6 Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7 Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MINIMO	MAXIMO
8 Variação de massa	%	NBR 15235	-0,28	-1,0	1,0
9 Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10 Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11 Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MINIMO	MAXIMO
12 Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,55%	-	-
13 Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,68%	-	-
14 Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente visionado e a carreta seg. se lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA: _____ HORÁRIO: _____ TEMPERATURA: _____ PROTA: _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA: _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO: _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRO: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ CURITIBA PR 41 3091.2200 | R. João Bette, 431 - J. CIC. 81350-4 - Curitiba - PR

FL. AJS 41 3423.7177 5. J. JOSE CAMPOS SP 12 011.4178 EST. RIO 51 3488.3475 CONTAGEM MG 31 3396.3071

cbbasfaltos.com.br

ANEXO B - LAUDO AMOSTRA 2 (NF 29.661)



PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneus Inservíveis
 DATA DE FABRICAÇÃO: 09/08/2018
 PONTO DE COLETA: Tanque 03
 DATA DE COLETA: 10/08/2018 8:00 AM

TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40800
 DATA DE EMISSÃO: 10/08/2018

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,3	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	50	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	68	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1695	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	278	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente visitado e a carreta seguiu lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA _____ HORÁRIO _____ TEMPERATURA _____ FROTA _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D
 Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243
 aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ
 CURITIBA PR
 41 3091.2200 | Rua Bellego, 50 - Cx. 81350-00 - Curitiba PR

cbbasfaltos.com.br

FIJIS
 4 - ICARANA PR 3423.7177
 5 - JOS CAMPOS SP 911.4178
 ESTEIO RS 51 3458.3475
 CONTAGEM MG 31 3396.2071

ANEXO C - LAUDO AMOSTRA 3 (NF 29.961)


TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu: Inservíveis

DATA DE FABRICAÇÃO: 14/08/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 15/08/2018 8:00 AM

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40803

DATA DE EMISSÃO: 15/08/2018

29691

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,1	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	50	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	65	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C – spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1684	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	278	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA	HORÁRIO	TEMPERATURA	FROTA
NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA			
NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO			

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ
CURITIBA PR
41 3091.2200 | R. João Bettge 35 - CIC 81350-000 - Curitiba PR
cbbasfaltos.com.br

FILIAIS
APUCARANA PR 43 3413.7177
S. J. DOS CAMPOS SP 12 3111.4178
ESTEIO RS 51 3458.3475
CONTAGEM MG 31 3396.2071

ANEXO D - LAUDO AMOSTRA 4 (NF 29.722)



TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40869

DATA DE EMISSÃO: 17/08/2018

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu: Inservíveis

DATA DE FABRICAÇÃO: 16/08/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 17/08/2018 8:00 AM

29722

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,3	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	53	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	64	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1670	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	278	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Varição de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Varição do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sob uma amostra representativa e não exigem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATORIO)

DATA _____ HORÁRIO _____ TEMPERATURA _____ FROTA _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRC: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ
CURITIBA PR
41 3091.2200 | R. João Bettega 350 | JIC 81350-000 | Curitiba PR

FILIAIS
APUCARANA PR 43 342.7177 S. J. DO CAMPOS SP 12 39 4178 ESTEIO RS 51 3458.3475 CONTAGEM MG 31 3396.2071

cbbasfaltos.com.br

ANEXO E - LAUDO AMOSTRA 5 (NF 29.724)


TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 29, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu Inservíveis

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40870

DATA DE FABRICAÇÃO: 16/08/2018

DATA DE EMISSÃO: 17/08/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 17/08/2018 8:00 AM

29724

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MÍNIMO	MÁXIMO
1 Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,2	55	-
2 Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	53	30	70
3 Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	64	50	-
4 Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1675	800	2000
5 Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	278	235	-
6 Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7 Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MÍNIMO	MÁXIMO
8 Variação de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9 Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10 Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11 Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
				MÍNIMO	MÁXIMO
12 Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13 Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14 Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual, sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não exigem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA _____ HORÁRIO _____ TEMPERATURA _____ FROTA _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

alaine.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ
CURITIBA PR
41 3091.2200 | R. João Bettge 3500 - JAC 81350-000 Curitiba PR
cbbasfaltos.com.br

FILIAI
APUCARANA PR 43 34 3.7177 S. J. DO CAMPOS SP 12 391 4178 ESTREI RS 51 3458.3475 CONTAGEM MG 51 3396.2071

ANEXO F - LAUDO AMOSTRA 6 (NF 29.803)



TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO AMP Nº 20, DE 24.12.2008 - RES. TÉCNICO AMP Nº 01/2008

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40674

DATA DE EMISSÃO: 22/08/2018

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu Inservíveis

DATA DE FABRICAÇÃO: 18/08/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 20/08/2018 8:00 AM

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	55	55	-
2	Penetração, 300g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	30	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	50	50	-
4	Viscosidade Brookfield 125°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	800	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11941	235	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	A.P.A. (%)	NBR 15166	-	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	-	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-1,0	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	-	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	100	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	55	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	-	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	-	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	-	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar líquido no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de resquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser realizadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA	NOME	TEMPERATURA	NOTA
NOME LÍGVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA			
NOME LÍGVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO			

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luis Henrique Tabalera - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sandeski - CRQ: 9303996/DX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sandeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ

CURITIBA PR

41 3091.2200 | R. João Bettge 3 - J. CIC 81350-000 - Curitiba PR

cbbasfaltos.com.br

FIL AIS

AV. CAJANA PR

43 1423.7177

S. J. OS CAMPOS SP

12 - 11.4178

ESTERIO RS

51 3458.3475

CONTAGEM MG

31 3396.2071

ANEXO G - LAUDO AMOSTRA 7 (NF 29.803)



PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu I servíveis
DATA DE FABRICAÇÃO: 24/08/2018
PONTO DE COLETA: Tanque 03
DATA DE COLETA: 27/08/2018 11:00 AM

TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE
RESOLUÇÃO ANP Nº 26, DE 24.12.2008 - RES. TÉCNICO ANP Nº 08/2008
CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40967
DATA DE EMISSÃO: 27/08/2018

29803

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

ITEM	CARACTERÍSTICA	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES
					MINIMO MAXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	110	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	31	-
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	90	70
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15520	200	-
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11841	285	2000
6	Índice de Separação de Fumo	APAFI	NBR 15166	2	-
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6595	1,03	9

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

ITEM	CARACTERÍSTICA	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES
					MINIMO MAXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	110	-
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	90	70
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	31	-

NEGRO DE FUMO

ITEM	CARACTERÍSTICA	UNIDADE	METODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES
					MINIMO MAXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	20	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	MA	10	-
14	Poder de Correção da Extração	-	MA	2,0	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tanques deve ser limpo a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lavar no tanque.
- Caso ocorra parada longa no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura ambiente.
- Quando do início dos trabalhos, o processo de resquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser realizadas assim que o ligante se manter na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente visitado e a carreta segue lacrada.
- A entrega deverá ser obrigatoriamente colada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- São dados somente os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA: _____ HORÁRIO: _____ TEMPERATURA: _____ PONTA: _____

LOCAL: _____

ASSINATURA: _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teles - CREA: 38735/D

Eng.º Alina Sandeski - CRC: 0902396/K | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA
 +55 41 3081 2248
 alina.sandeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ: CURITIBA PR
 41 3091.2200 | R. João Bettge 350 | JIC 81350-000 Curitiba PR
 cbbasfaltos.com.br

FILIAIS

APUCARANA PR 43 242.7177

S. J. D. CAMPOS SP 12 39.4178

ESTERO RS 51 3486.3475

CONTAGEM MG 31 3396.3071

ANEXO H - LAUDO AMOSTRA 8 (NF 29.813)


TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 40968

DATA DE EMISSÃO: 28/08/2018

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu Inservíveis

DATA DE FABRICAÇÃO: 27/08/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 28/08/2018 11:00 AM

29813

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	57,8	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	50	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	63	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C – spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1623	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA: _____ HORÁRIO: _____ TEMPERATURA: _____ FROTA: _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO

1975 + 1730 + 1520
 V = 1741

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

alaine.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ - CBBASFALTOS
 41.3091.2200 - Rua João Bestaga, 350 - Jd. 81350 - 93 - Curitiba - PR
 cbbasfaltos.com.br

FILIAIS
 APUCARANA - PR 41.342.7177
 SÃO JERÔNIMO - CAMPOS SP 12.35.4178
 ESTEIO RS 51.3456.3475
 CONTAGEM MG 31.3396.2071

ANEXO I - LAUDO AMOSTRA 9 (NF 29.855)



cbb
ASFALTOS

TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO - IP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 051/2006
CONTROLE DE QUALIDADE Nº 41057
DATA DE EMISSÃO: 04/09/2018

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneus I servíveis
DATA DE FABRICAÇÃO: 02/08/2018
PONTO DE COLETA: Tanque 03
DATA DE COLETA: 04/08/2018 11:00 AM

29855

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,2	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	55	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	61	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1520	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	-
6	Ensaio de Separação de Fases	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	-
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Varição de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Varição do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tançagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 1- °C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual, sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente verificado e a carreta segue licenciada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não impedem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA: _____ HORÁRIO: _____ TEMPERATURA: _____ FROTA: _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA: _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELA RECEBIMENTO: _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39745/1
Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX - CPF: 155558/0-1

ASSISTÊNCIA TÉCNICA
+55 41 3091 2243
aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

V=1668

1805+1655+1545

ANEXO J - LAUDO AMOSTRA 10 (NF 29.928)

TERMINOS DE C. INDICADA A. NOME COMPLETO: _____

DECLARO QUE RECI. CHRGADA DATA / HORA: _____

NOME COMPLETO DO RECEBEDOR: _____

ENTRADA COLETA: 06/08/2018 2:00 PM

TYREFLEX AB8 WM
CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008
CONTROLE DE QUALIDADE Nº 41059
DATA DE EMISSÃO: 06/09/2018

129928

ENSaios DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,4	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	56	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	61	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1540	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	-
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	9

ENSaios DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Varição de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Varição do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATORIO)

DATA: _____ HORARIO: _____ TEMPERATURA: _____ FROTA: _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA: _____

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO: _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243
aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

2100 } 1852
1800 }
1655 } 1677
1575 }

MATRIZ: CURITIBA, PR 41.3091.2200 | Rua João Sertoga 351 - CIO: 81350-000 - Curitiba, PR
cbbasfaltos.com.br

FILIAIS: APUCARANA, PR 41.34.3.7177 | S. J. DOS CAMPOS, SP 12.35.1.4178 | ESTEREO, RS 51.3458.3475 | CONTAGEM, MG 31.3396.2071

ANEXO K - LAUDO AMOSTRA 11 (NF 29.942)



TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneu Inservíveis

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 41114

DATA DE FABRICAÇÃO: 05/08/2018

DATA DE EMISSÃO: 06/09/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 06/08/2018 11:00 AM

29942

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	56,2	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	53	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	59	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C – spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1510	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Varição de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Varição do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITE	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 130°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual: sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATORIO)

DATA _____ HORÁRIO _____ TEMPERATURA _____ FROTA _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO

1615
1485
1450 } 187

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRQ: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MATRIZ -
CURITIBA - PR
41 3091 2200 | R. João Beltrame 350 - CEC - 81330-000 - C. - Rua PRFILIAL
APOCARANA - PR
43 34 3 7177S. J. DOS CAMPOS - SP
12 31 1 4178ESTER - RS
51 3458 3475CONTAGEM - MG
31 3396 2071

cbbasfaltos.com.br

ANEXO L - LAUDO AMOSTRA 12 (NF 29.944)



TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008 - REG. TÉCNICO ANP Nº 05/2008

PRODUTO: Ligante Asfáltico Modificado por Pó de Pneus Inservíveis
 DATA DE FABRICAÇÃO: 05/08/2018
 PONTO DE COLETA: Tanque 03
 DATA DE COLETA: 06/08/2018 3:00 PM

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 41112
 DATA DE EMISSÃO: 06/09/2018

29944

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	55,8	55	-
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C, 0,1mm	0,1 mm	NBR 6576	52	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	56	50	-
4	Viscosidade Brookfield 175°C – spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1547	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	-
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. (°C)	NBR 15166	2,3	-	9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024	-	-

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
8	Varição de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Varição do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica Original, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	122,7	100	-
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	-

NEGRO DE FUMO

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS	LIMITES	
					MÍNIMO	MÁXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Pó de Pneu (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extração	-	NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tancagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 180°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de usinagem, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido à temperatura.
- Quando do reinício dos trabalhos, o processo de reaquecimento deverá ser gradual, sendo que a circulação e a agitação deverão ser reativadas assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB ASFALTOS não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistoriado e a carreta segue lacrada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente coletada na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia de Qualidade e não necessita ser assinado.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)

DATA: _____ HORÁRIO: _____ TEMPERATURA: _____ FROTA: _____

NOME LEGÍVEL E ASSINATURA DO MOTORISTA

NOME LEGÍVEL, ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng.º Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/D

Eng.ª Aline Sendeski - CRO: 9302996/IX | CREA: 155558/D PR

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2243

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br

MAPA

CURITIBA - PR

41 3091.2200 | R. João Botelho 21.37 - CEC - 81.550-000 - Curitiba - PR

Divulgações e venda

FILIAL

ARACATUBA - PR

41 423.7177

3. J. OS CAMPOS SP

12 11.4176

ESTADO RJ

51 3458.3473

CURITIBA - PR

51 3396.2021

ANEXO M - LAUDO AMOSTRA 13 (NF 29.963)



CBB ASFALTOS

Indústria de Ligante Asfáltico Modificado e Bor Po de Frio - Indisponíveis

DATA DE FABRICAÇÃO: 10/09/2018

PONTO DE COLETA: Tanque 03

DATA DE COLETA: 11/09/2018 2:00 PM

TYREFLEX AB8 WM

CERTIFICADO DE ANÁLISE

RECEBIMENTO: NBR 5424 DE 15.12.2008 - REG. TÉCNICO Nº 001/2008

CONTROLE DE QUALIDADE Nº 41116

DATA DE EMISSÃO: 11/09/2018

29963

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO LIGANTE

Nº	Descrição	Unidade	Método de Ensaio	Resultado	Limites	
					MINIMO	MAXIMO
1	Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	55,4	55	
2	Penetração, 100g, 5 s, 25°C	0,1mm	NBR 6576	53	30	70
3	Recuperação Elástica, 10cm, 25°C	%	NBR 15086	55	50	
4	Viscosidade Brookfield 175°C - spindle 3, 20 rpm	cP	NBR 15529	1541	800	2000
5	Ponto de Fulgor	°C	NBR 11341	276	235	
6	Ensaio de Separação de Fase	Δ P.A. 1°C	NBR 15166	2,3		9
7	Massa específica a 25°C	kg/m³	NBR 6296	1,024		

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO NO RTFOT

Nº	Descrição	Unidade	Método de Ensaio	Resultado	Limites	
					MINIMO	MAXIMO
8	Variação de massa	%	NBR 15235	-0,133	-1,0	1,0
9	Variação do Ponto de Amolecimento	°C	NBR 6560	3,3	-	+10
10	Porcentagem de Recuperação Elástica	%	NBR 15086	122,7	100	
11	Porcentagem de Penetração Original, 25°C	%	NBR 6576	71,4	55	

NEGRO DE FUMO

Nº	Descrição	Unidade	Método de Ensaio	Resultado	Limites	
					MINIMO	MAXIMO
12	Teor de Negro de Fumo no Produto (Puro)	%	ASTM D5805	23,35%	-	-
13	Teor de Negro de Fumo no Ligante	%	NA	3,46%	-	-
14	Fator de Correção da Extinção		NA	1,03580	-	-

ORIENTAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- A tançagem deve ser limpa a cada 6 meses.
- Temperatura máxima de armazenamento: 25°C.
- Não deixar lastro no tanque.
- Caso ocorram paradas longas no processo de armazenamento, o aquecimento do ligante pode ser interrompido e o produto mantido a temperatura ambiente. Quando a produção for retomada, a temperatura deve ser gradualmente elevada e a agitação deverá ser reativada assim que o ligante se mostrar na condição ideal.
- A CBB Asfaltos não se responsabiliza por uso inadequado do produto ou informações enviadas.

ORIENTAÇÕES DE RECEBIMENTO DE CARRETAS

- O recipiente do veículo transportador foi devidamente vistado, na carreta segurada.
- A contraprova deverá ser obrigatoriamente feita na presença do cliente, ou responsável.
- Uma cópia do certificado deve ser entregue juntamente com a nota fiscal e a outra deve retornar para a CBB devidamente preenchida.
- Exames dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não permitem o cliente de realizar seu controle no momento do recebimento deste material.
- A Garantia de Qualidade não necessita ser assinada.

ENTREGA DO CERTIFICADO (PREENCHIMENTO OBRIGATORIO)

DATA: _____

NOME LEGÍVEL ASSINATURA DO MOTORISTA: _____

NOME LEGÍVEL ASSINATURA E RG/CPF DO RESPONSÁVEL P/ RECEBIMENTO: _____

DIÁRIO: _____

TEMPERATURA: _____

IPOTA: _____

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Eng. Luiz Henrique Teixeira - CREA: 39735/1

Eng. Aline Sendeski - CRO: 9302996/IX - CPF: 15555870-0

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

+55 41 3091 2743

aline.sendeski@cbbasfaltos.com.br