

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DAS ENGENHARIAS DE VARZEA GRANDE**

STELLA BÁRBARA VIANA

**COMPARAÇÃO ENTRE OS ASPECTOS FÍSICOS E A PRODUTIVIDADE
DOS LIGANTES ASFÁLTICOS CM-30 E O IMPRIMA NO PROCESSO DE
PAVIMENTAÇÃO**

Cuiabá/MT

2022

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da CNT (Confederação Nacional de Transportes 2018). Nas últimas décadas o investimento em infraestrutura rodoviária se encontra bem atrasado as necessidades do país, com movimentação de mais de 60% das mercadorias e de mais de 90% dos passageiros, o transporte rodoviário enfrenta graves problemas com a baixa qualidade da infraestrutura no Brasil: apenas 12,4% da malha rodoviária é pavimentada. Já a frota, aumentou 63,6% no período de 2009 a 2017, chegando a quase 100 milhões de veículos em circulação no Brasil. Observando que os bens produzidos no país podem ser mais competitivos na fase de produção, mas perdem competitividade, no quesito de transportes devido a uma matriz modal deficiente, onde as estradas são o principal meio de escoamento da produção nacional, se encontram em estado que não são capazes de atender às necessidades de transporte de carga nacionais.

Uma obra rodoviária é caracterizada por diversos transtornos, como pela interdição de vias para movimentação de maquinário pesado ou construção de novas ruas; desvios de rotas; prejuízo para o comércio local durante a atividade e também o aumento da poluição atmosférica causada pela poeira e por gases tóxicos emitidos pelos ligantes asfálticos utilizados (GODOI, 2011). Diante disso, a necessidade de estudos ligados a esses dois ligantes.

Utilizando dos estudos do laboratório da empresa Betunel, e do laboratório LUBNOR da Petrobras serão analisadas as características físicas de cada material. Além disso foi feito o contato com empresas que utilização os dois materiais para analisar a produtividade. Vale ressaltar que apesar dos dois serem ligantes, eles passam por testes diferentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho busca trazer a base teórica para desenvolvimento dele, para isso os seguintes temas serão discutidos: pavimento e imprimação asfáltica.

2.1 Pavimento

O pavimento é um elemento estrutural e deve ser projetado em desfecho de evitar e aliviar as tensões e possíveis pressões que incidem sobre o mesmo, além disso, o pavimento deve distribuir de forma homogênea as tensões sobre as camadas inferiores (BALBO, 2007).

BERNUCCI et al. (2008, p.9), define pavimento como:

“Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.”

Para BALBO (2007) o ato de pavimentar consiste em construir e elaborar melhorias para tornar o tráfego mais eficiente, essa melhoria pode ser apenas uma superfície mais regular e que gere um conforto e uma maior segurança para os pedestres e veículos.

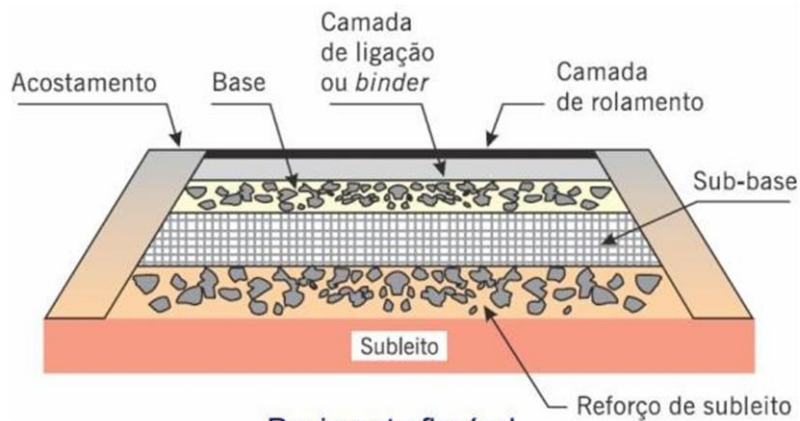
Com base no Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos são classificados:

- Flexível: Pode ser definido como aquele pavimento que todas as camadas sofrem deformação elástica diante de um carregamento, vide Figura 1. Ademais, essa deformação ocorre de forma praticamente homogênea entre as camadas. Podemos citar como exemplo um pavimento constituído de brita graduada com revestimento de camada asfáltica.

- Semirrígido: É aquele pavimento constituído por uma base cimentada e aglutinante que possui propriedades cimentícias. Um exemplo é o solo cimento com revestimento de camada asfáltica.
- Rígido: É caracterizado por seu revestimento ter um elevado grau de rigidez em relação às camadas localizadas abaixo, esse pavimento tem seu revestimento absorvendo aproximadamente todas as tensões e pressões oriundas de certo carregamento. Um exemplo de pavimento rígido é aquele constituído por lajes de concreto, vide

Figura 1 - Exemplo de pavimento flexível

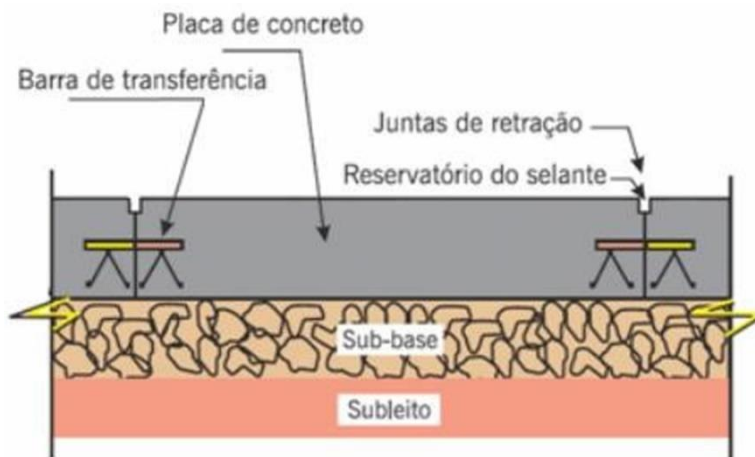
Figura 2.



Pavimento flexível

Fonte: IBRACON (2008)

Figura 2 - Exemplo de pavimento rígido



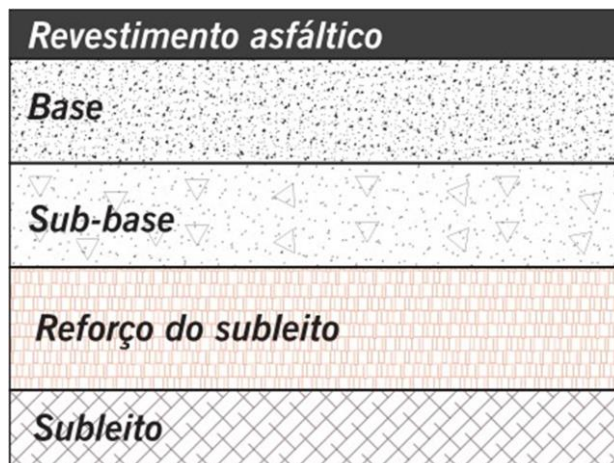
Pavimento rígido

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o pavimento flexível é constituído por cinco principais camadas, são elas:

- Subleito: é o próprio terreno natural de fundação do pavimento.
- Reforço de subleito: é uma camada que possui espessura constante, situada acima do subleito e que se caracteriza por ser constituída de um material melhor que aquele presente no subleito, porém, inferior à sua camada superior.
- Sub-base: em algumas situações não é aconselhável à construção da base diretamente sobre a superfície de regularização, assim a sub-base pode ser definida como uma camada de complemento da base. De acordo com SILVA (2008), existem alguns materiais que podem ser empregados na execução da sub-base do pavimento como, cascalho, solo-cal ou solo-cimento.
- Base: é a camada que recebe, resiste e distribui os esforços e tensões provenientes dos carregamentos, como por exemplo, o tráfego.
- Revestimento: é uma camada que deve dar comodidade, segurança e suavidade para o tráfego de veículos e pedestres, deve ser o máximo possível impermeável. O revestimento asfáltico é a camada superior responsável por receber diretamente os esforços provenientes do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, além de estar suscetível à ação dos agentes climáticos, tais como sol, chuva e variações de temperatura. Outra atribuição dessa camada é proporcionar conforto e segurança aos usuários, além de proteger as camadas anteriores por meio da impermeabilização do pavimento (BERNUCCI et al., 2007).

Todas essas camadas podem ser observadas da Figura 3.

Figura 3 - Estrutura de um pavimento-tipo



Fonte: Bernucci et al. (2008)

2.2 Concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ)

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente pode ser considerado a massa asfáltica mais popular e tradicional utilizada no país, tanto pelos materiais que fazem parte de sua fabricação como pelo controle na execução seja na pista ou na usina. A composição do CBUQ usualmente é composta por um agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita), e um ligante (Cimento asfáltico de petróleo – CAP), vale lembrar que, essa mistura é realizada a quente em uma usina de produção de asfalto, e em seguida levada até o local de aplicação (BALBO, 2007).

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é o mais utilizado no Brasil para pavimentação. Trata-se do produto da mistura de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, ambos aquecidos em temperaturas previamente escolhidas, em função da característica viscosidade- temperatura do ligante (NAKAMURA, 2011).

Figura 4 - Revestimento de CBUQ

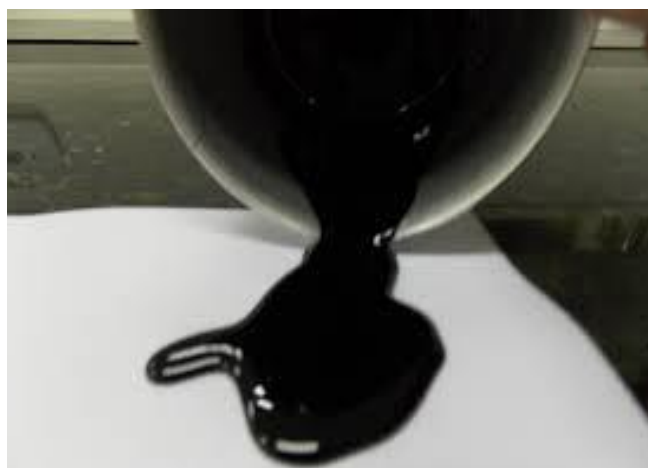


Fonte: HMV PAV. (2022)

Deve atender as especificações das normas no que tange algumas propriedades, como por exemplo, estabilidade, flexibilidade, durabilidade e também resistência ao deslizamento (MARQUES, 2006). Como dito anteriormente, essa mistura é feita através de um ligante, geralmente o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), sendo o mesmo obtido através da destilação do petróleo.

Segundo LEITE (2003, apud MARQUES 2006, p. 123) “o CAP é por definição um material adesivo termoplástico, impermeável à água, viscoelástico e pouco reativo”.

Figura 5 - Cimento asfáltico de petróleo (CAP)



Fonte: NTA Asfaltos (2015)

O CAP, Asfalto Convencional, foi utilizado na comparação neste trabalho. Dentro das especificações da Agência Nacional de Petróleo (ANP), Regulamento Técnico 03/2005, tem-se quatro tipos de CAP: CAP-30/45, CAP-50/70, CAP-85/100 e CAP-150/200. A nomenclatura de cada tipo de asfalto deve-se à profundidade de penetração de uma agulha de 100g, a 25°C em um intervalo de 5 segundos. Para pavimentação CAP 50/70 é o mais utilizado. Isso ocorre, pois ele não é rígido de mais como o 30 /45 e nem fluido demais como o 150 /200 (ABEDA, 2017).

2.2 EAI (IMPRIMA)

O Brasil recentemente busca por alternativas, para o processo de imprimação asfáltica. Assim, houve a aplicação da Emulsão Asfáltica IMPRIMA (EAI), empregada em obras nas regiões sudeste e sul do país.

Em 2014, o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) (DNIT, 2014), com o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), em revisão de suas normas de serviços, editou a atual Especificação de Serviço (ES) 144/2014/DNIT - Serviço de Imprimação e adicionou a “emulsão asfáltica de imprimação - EAI”, com a especificação de material EM-

265/2013, como material utilizado no serviço, o que proporcionará emprego em escala progressiva.

Consiste na emulsificação de asfaltos utilizando agentes tensoativos que promovem as características específicas do produto. O EAI (IMPRIMA) tem a propriedade de penetrar na base, deixando um resíduo asfáltico de característica betuminosa sobre a superfície granular concluída, conferindo à base coesão superficial e impermeabilização.

O produto IMPRIMA segundo a empresa BETUNEL, é constituído por uma mistura de hidrocarbonetos em meio aquoso, disperso em betume com bi diluente. É utilizado em serviços de imprimação de base, é produzido por uma tecnologia diferenciada. O resíduo tem baixo odor e é isento de solventes, que proporciona menor tempo de “cura.

Desde então, o produto é comercializado e aplicado em obras do DNIT, DER-SP, DER-MS, DER-MT, DER-GO, além de concessionárias.

A função da imprimação com a IMPRIMA é: recobrir e travar qualquer material solto presente da base, aumentar a coesão superficial da base, impermeabilizar a base durante a construção, fechar os vazios capilares. Para que isso seja possível, uma penetração da IMPRIMA na base entre 3 a 10 mm é suficiente. A emulsão é uma dispersão de glóbulos de ligante asfáltico em água estabilizados eletrostaticamente pela presença do agente emulsificante. Tanto o emulsificante devidamente ajustado quanto o tamanho de partícula da IMPRIMA permitem que a entrada nos capilares, cumprindo o seu papel. (BETUNEL,2014).

Tabela 2 - Características técnicas que influem na viabilidade técnica e ambiental da EAI.

Item	Funções
1	Impermeabilizar a base, com o preenchimento dos seus vazios superficiais
2	Fornecer coesão e estabilizar os grãos da porção superior da base
3	Reduzir o efeito da capilaridade
4	Permitir condições de aderência entre a base e o

Item	Funções
	revestimento
5	Proteger a base contra intempéries e tráfego até a execução do revestimento
6	Evitar absorção do ligante da primeira camada de revestimento

Fonte: Ferreira. (2018)

3 MÉTODOS E MATERIAIS

Na presente pesquisa, o ligante asfáltico empregado na imprimação será o asfalto diluído CM-30, em conformidade com a norma DNER – EM 363/97, e a emulsão asfáltica do tipo EAI IMPRIMA, em conformidade com a norma DNIT 165/2013 – EM.

3.1 Ensaio Físicos

3.1.1 Ensaio para o CM-30

Para comparação das características físicas dos dois materiais, foram utilizados resultados já existentes. Os ensaios do CM 30 tiveram como base as informações da refinaria de petróleo da Petrobras Gabriel Passos, distrito Industrial Paulo Camilo Sul, Betim – MG, realizado pelo laboratório LUBNOR, em Fortaleza-CE. Foi utilizado 1 litro do ligante asfáltico CM-30 para realização dos ensaios de Viscosidade Absoluta; Determinação de solubilidade em tricloroetileno; Determinação de Ductibilidade; Determinação de massa específica e do teor alcoólico por densímetro digital de bancada; Determinação de Viscosidade Cinemática; Ensaio de Destilação; Ensaio de Asfalto Diluído determinação do ponto de fulgor.

3.2 Análise de produtividade

Para analisar a produtividade de cada ligante foi feito um levantamento com as empresas do estado de Mato Grosso que utilizam esses produtos. Foi questionado para os engenheiros sobre custo, segurança de acordo com a tabela FISPQ, tempo de cura e a produtividade propriamente dita que será definida por m² por hora de aplicação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Apresentação dos resultados

Os resultados obtidos do IMPRIMA, foram disponibilizados pelo laboratório particular da Betunel de Cuiabá no Mato Grosso e o CM-30 disponibilizado pelo laboratório LUBNOR, em Fortaleza-CE. Neste relatório, é possível identificar quais os resultados são oriundos de qual faixa de temperatura estudada, informações mecânicas e volumétricas, dos ensaios também são disponibilizadas.

Vale lembrar que, os dois produtos analisados para imprimação, são de natureza diferentes. Sendo o IMPRIMA, uma emulsão asfáltica para imprimação com adição de uma solução química, já o CM-30, é asfalto diluído com solvente.

Portanto, os ensaios específicos realizados de Viscosidade Saybolt à 25°C, Resíduo por evaporação, Peneiramento, Sedimentação, Massa Específica a 25°C, PH que obteve resultados físicos do IMPRIMA se referem à um produto de emulsão asfáltica para imprimação.

Já os ensaios de Viscosidade Absoluta; Determinação de solubilidade em tricloroetileno; Determinação de Ductibilidade; Determinação de massa específica e do teor alcoólico por densímetro digital de bancada; Determinação de Viscosidade Cinemática; Ensaio de Destilação; Ensaio de Asfalto Diluído determinação do ponto de fulgor, obteve resultados para o CM-30.

Os dados serão apresentados através de tabelas, gráficos e textos que serviram de base para as conclusões e discussões. Será feita uma análise das

propriedades em questão, tanto as físicas como as mecânicas.

4.2 Resultados das propriedades físicas CM-30

A (tabela 4) apresenta o produto Asfalto diluído CM-30, os ensaios de Viscosidade Absoluta; Determinação de solubilidade em tricloroetileno; Determinação de Ductibilidade; Determinação de massa específica e do teor alcoólico por densímetro digital de bancada; Determinação de Viscosidade Cinemática; Ensaio de Destilação; Ensaio de Asfalto Diluído determinação do ponto de fulgor, obteve resultados para o CM-30 que são oriundos do laboratório LUBNOR na data do dia 01/06/2022. Os limites especificados são valores absolutos de acordo com a resolução ANP nº30 (2007) para cada ensaio.

Tabela 4 - Análise do ensaio da amostra TQ260F209B da Petrobras.

PRODUTO: ASFALTO DILUÍDO			
CM-30			
Característica	Especificação	Resultado	Unidade
Viscosidade Cinemática a 60°C	30 a 60	52	cSt
Ponto de Fulgor	38 min.	>93	Grau C
Destilado a 225°C	25 máx.	24	% volume
Destilado a 260°C	40 a 70	61	% volume
Destilado a 316°C	75 a 93	89	% volume
Resíduo a 360°C por diferença	50 min.	60	% volume
Água por destilação	0,2 máx.	<0,0	% volume
Viscosidade a 60°C no resíduo de dest.	300 a 1200	321	p
Solub. no tricloroet. no resíduo da dest.	99,0 min	100,0	% massa
Duct. a 25°C no resíduo da destilação	100 min	113	cm
Duct. a 15,5°C no resíduo da destilação	100 min	113	cm
Densidade relativa a 20/4 graus celsius	Anotar (1)	0,9253	

Fonte: PETROBRAS

Conforme tabela 4 observa-se que:

4.2.1 A Viscosidade cinemática a 60° C

O resultado de 52 cSt da amostra TQ260F209B da Petrobras, para viscosidade cinemática na temperatura de 60°C, com parâmetros de especificação de 30 a 60 cSt. Garante que o produto está pronto para ser espargido e fazer o trabalho de imprimação. Podendo ser trabalhado tanto em solos arenosos, quanto argilosos, demonstrando o mesmo resultado de otimização.

Se o produto apresenta o valor de viscosidade abaixo da especificação de 30 cSt, esse produto seria fino, portanto, quando aplicado pelo espargidor na base, penetraria mais ao solo, assim perdendo sua função de impermeabilização. Já acima do valor de referência, com a viscosidade alta, o produto tem dificuldade de penetração ao solo, retardando o tempo de penetração dos poros do pavimento.

4.2.2 Ponto de Fulgor

O ensaio determina o nível de segurança do produto dentro da operação, e se houve contaminação deste até o laboratório de análise.

Levando em conta o valor de 38 min. Grau C de especificação, a amostra TQ260F209B da Petrobras analisada está de acordo com os parâmetros com resultado >93 grau C, demonstra que atende a resolução ANP nº30 (2007).

4.2.3 Destilado a 225/260/316 GC

Designado para determinação do teor de solventes na amostra analisada. Os ensaios a 225 GC, 260 e 316 GC tem como referência da norma valores de 25% a 93% de volume de solventes na origem do produto, a amostra analisada pela Petrobras obteve valores de 24%,61% e 89% estando de acordo com a especificação.

4.2.4 Resíduo a 360 GC por diferença

Após a evaporação do solvente do produto no ensaio, é checado se o restante é asfalto.

O resultado do produto analisado obteve 60% de volume de asfalto, acima do valor min. de 50% da especificação.

4.2.5 Água por destilação

O teor de água de acordo com a norma não deve passar de 0,2 % max. do volume presente na amostra. O resultado demonstra a presença < 0,0% de volume de água, o que atende a norma e mostra seu bom resultado.

4.2.6 Viscosidade a 60 GC no resíduo da destilação.

A análise do resíduo da destilação, no ponto de ebulição manifesta a captação dos outros constituintes, sobrando o CAP. Assim, o valor apresentado no resultado da amostra de 321 p, está dentro dos valores de 300 a 1200p da norma. O que prova a presença de CAP, revelando que o produto não sofreu adulteração.

4.2.7 Solubilidade no tricloroetileno no resíduo da destilação

De caracterização do produto, a amostra deve ser diluída a 99,0% min. na solução de tricloroetileno. O resultado obtido no ensaio é de 100% massa, confirmando ser um produto de natureza betuminosa.

4.2.8 Ductilidade a 25/15,5 GC no resíduo da destilação

Teste de resistência do asfalto presente na amostra. O resultado de 113 cm no ensaio de 25/15,5 GC, permite dizer que a ductibilidade do produto está aceitável ao valor de 100 cm min. da resolução ANP n°30 (2007).

4.2.9 Densidade relativa a 20/4 graus celsius

Ensaio com especificações na norma NBR 15639. Expressa a caracterização do produto, se houve contaminação ou adulteração do mesmo. Na amostra TQ260F2009B da Petrobras o resultado de 0,9253 (kg/m³) da massa específica, confirma que é mesmo CM-30.

4.3 Resultados das propriedades físicas IMPRIMA (EAI)

Os valores da (tabela 5) são referentes ao produto IMPRIMA (EAI), as características estão de acordo com a resolução ANP N°36, de 13/11/2012 e regulamento técnico ANP N° 6/2012 para os ensaios de de Viscosidade Saybolt à 25°C, Resíduo por evaporação, Peneiramento, Sedimentação, Massa Específica a 25°C e PH.

Tabela 5 - Análise do ensaio da amostra BETUNEL.

PRODUTO: IMPRIMA (Emulsão Asfáltica Imprimação)		
Característica	Limites	Resultado
Viscosidade Saybolt à 25°C SSF	90 máx.	12
Resíduo por evaporação %peso	45 min.	49,7
Peneiramento, 0,84mm, %peso	0,1 máx.	0,01
Sedimentação, 5 dias, %peso	10 máx.	3,8
Massa Específica a 25°C, g/cm ³	0,92 a 1,05	0,99
PH	8 máx.	5,2

Fonte: BETUNEL

Conforme tabela 5 observa-se que:

4.3.1 Viscosidade Saybolt à 25°C

Um produto muito viscoso pode desbalancear o teor de ligação, causando problemas de penetração no solo. No ensaio de Viscosidade Saybolt, não apresenta um valor de limite mínimo segundo a ANP n°36, pois

como o IMPRIMA (EAI) é um produto disperso em água e produtos químicos ele adentra a base fixando o asfalto, por isso, viscosidade baixa não é problema.

No ensaio da Betunel o valor de 12 SSF está dentro do permitido, tendo como valor limite 90máx de acordo com a norma, porém o ideal para o processo de aplicação ficaria abaixo de 50 SSF na prática.

4.3.2 Resíduo por evaporação

No ensaio de resíduo por evaporação, tirando toda a água é calculado a porcentagem da fase asfáltica (betume + biodiluyente).

O valor de referência de acordo com a norma estabelece limite min de 45%. O valor encontrado no carregamento foi de 49,7% o que mostra estar de acordo com o permitido.

4.3.3 Peneiramento 0,84 mm

No ensaio, deve-se passar 1kg do produto IMPRIMA na peneira 0,84 mm, o teor de retenção de peso deve ser menor que 0,1% máx.

O valor do resultado obtido em análise foi de 0,01% de peso, assim, adaptável para aplicação. Não causando danos ao espargidor no momento da aplicação do produto.

4.3.4 Sedimentação, 5 dias

Com valor limite de 10% máx. para sedimentação segundo a resolução, o produto analisado encontrou resultado de 3,8%, com partículas menos densas o que demonstra sua qualidade no processo industrial e na estocagem do produto.

4.3.5 Massa específica a 25°C

O resultado da massa específica, baseia-se na densidade do aspecto físico do produto. O resultado de 0,99 g/cm³ dentro do permitido da resolução 0,92 a 1,05 g/cm³ demonstra que o produto não foi adulterado.

4.3.6 pH

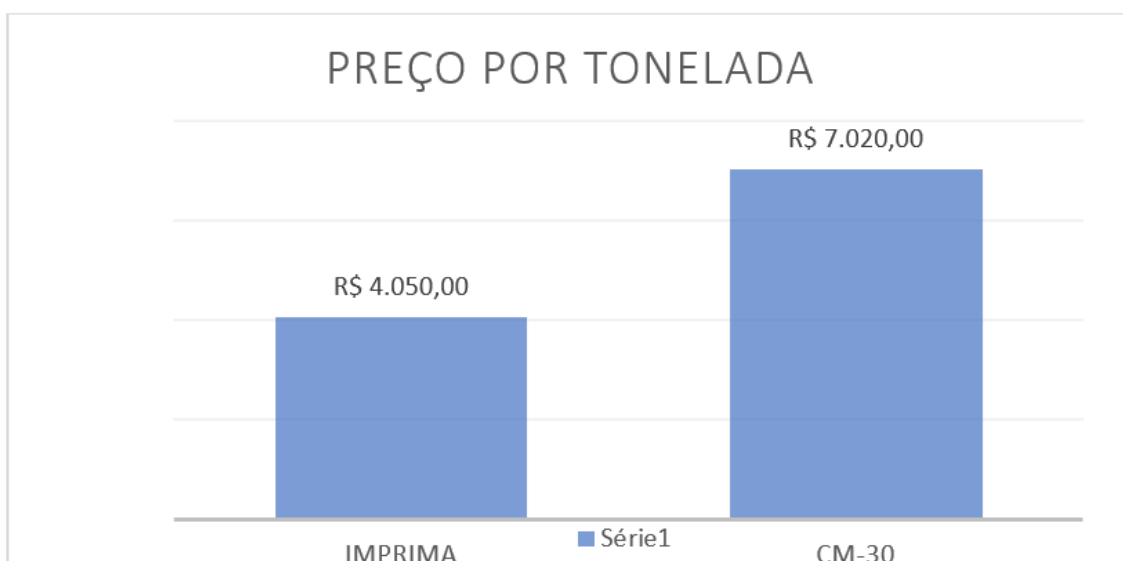
Um pH de acordo com a resolução acima de 8 máx, é inadequado para o uso. Pois, acontece a perda de suas características como separação e fases, estabilidade ou rompimento. No produto IMPRIMA (EAI) analisado, foi encontrado o resultado de carregamento de 5,2 o que mostra pH dentro da normalidade.

4.4 Análise de produtividade mecânica dos ligantes

4.4.1 Custos

Apresento a seguir a proposta comercial da empresa BETUNEL para o fornecimento dos produtos, abaixo relacionados (figura 9). Na data de junho/2022.

Figura 6 - Preço por tonelada CM-30 x IMPRIMA



Fonte: Betunel (2022)

O produto será entregue no canteiro de obras, na cidade de Nova Olímpia/MT. Já com o valor do frete e encargos tributários incluídos.

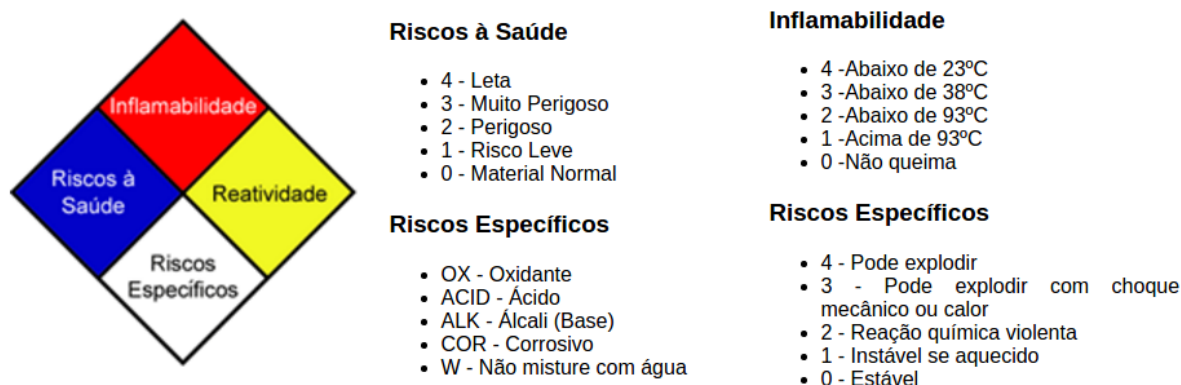
O reajustamento de preços poderá ser realinhado de acordo com a variação de preços dos asfaltos na fonte produtora (PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A).

De acordo com a proposta comercial apresentada pela empresa Betunel, o preço da tonelada do ligante asfáltico CM-30 é 42% mais caro que o IMPRIMA.

4.4.2 Segurança

Os ligantes CM-30 e o IMPRIMA são produtos químicos, e podem trazer efeitos adversos à saúde humana, efeitos ambientais, perigos físicos e químicos. Por isso são descritos na tabela FISPQ, documento normalizado pela NBR 14725-4, dividido por seções que contemplam informações sobre vários aspectos do produto e também sobre ações de emergência a serem adotadas em caso de acidente. A Figura 10 apresenta o diamante do perigo, numerado de 0 a 4 de acordo com os riscos apresentados no diagrama.

Figura 7 - Diamante do Perigo Produtos químicos NFPA



Fonte: CRRQ

Tabela 6 - FISPQ 16

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS CM-30

Líquido inflamável	Categoria -3
Corrosivo/irritante à pele	Categoria 2
Prejuízo sério aos olhos/irritação aos olhos	Categoria 2
Toxicidade sistêmica ao órgão-alvo após única exposição	Categoria 3
Toxicidade sistêmica em órgão alvo após exposição repetida	Categoria 2
Perigo por aspiração	Categoria 1

Fonte: Casa do asfalto (2018)

O CM-30 por conter querosene em sua fabricação é um produto de categoria- 3,muito perigoso. Por esse um líquido inflamável, libera quando aquecido fumos irritantes, acres e sulfeto de hidrogênio, o que causa graves danos a saúde. Assim como seu manuseio inadequado pode apresentar irritação à pele, irritação ocular grave e irritação da área respiratória. Já em caso de grandes derramamentos do produto, pode ser perigoso para o meio ambiente devido à possível formação de uma película do produto na superfície da água diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido.

Tabela 7 - FISPQ 13

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS IMPRIMA (EAI)	
Líquido inflamável	Categoria -1
Saúde	Categoria- 2
Ratividade	Categoria- 0
Outros	N.D

Fonte: Casa do asfalto (2016)

IMPRIMA (EAI) é uma emulsão asfáltica sendo um líquido não inflamável por sua composição ser dispersa em água. Porém o seu manuseio inadequado provocar danos a saúde como irritação dos olhos, irritação no

aparelho respiratório e na mucosa do aparelho digestivo. A sua combustão produz óxidos de carbono, fumaça, vapor d'água podendo também produzir óxidos de enxofre (S) e Nitrogênio (N). Ao meio ambiente, pode afetar a vegetação em contato direto, porém não apresenta percolação e seu resíduo seco apresenta características inertes a ecotoxicidade.

4.4.3 Tempo de Cura

Segundo os especialistas Thiago da MT Asfalto e Jonildo Buique, “[...] O processo de cura mínimo do CM 30 para a camada imprimada não deve ser inferior a 72 horas, já o IMPRIMA é de 24 a 48 horas”.

4.4.4 Produtividade por m² por hora de aplicação.

Para o especialista Thiago da MT Asfalto, “na questão de rendimento os dois produtos são iguais, não estando a produtividade ligada somente ao material, mais a qualidade do operador espargidor e do caminhão utilizado. [...] para ele algumas pessoas dizem adotar o CM-30 na questão de rendimento por conter querosene, o que facilita a passagem no bico do espargidor não causando entupimento na hora da aplicação”.

No processo de imprimação do solo, Thiago diz, “o CM-30 pela presença do querosene e da alta temperatura aprofunda mais ao solo, garantindo de meio a um centrimetro de solo impermeabilizado. Já o IMPRIMA faz um filme na camada de base, não adentrando muito ao solo, porém cumpre com sua função de imprimação.”

Já para o especialista Jonildo Buíque, “o CM-30 tem uma penetração maior que o IMPRIMA. Dependendo do tipo de solo, se é arenoso ou BGS ele consegue penetrar de 6 a 10 mm, onde o IMPRIMA não. [...] O IMPRIMA é um emulsificante, ele cria uma película acima do solo, não havendo penetração. [...] soltando com facilidade o produto da base”.

Então levando em consideração o que os especialistas falaram, nota-se que o IMPRIMA (EAI) é mais barato, além do ganho de tempo na cura que é

rápida. Mas existe a preocupação por não utilizar querosene e não utilizar altas temperaturas em sua aplicação. O que acaba não adentrando tanto ao solo.

5 CONCLUSÕES

Ao longo dos estudos das propriedades físicas dos materiais que compõe os ligantes asfálticos CM-30 e IMPRIMA(EAI) verificou-se que os mesmos atendem a todos os parâmetros recomendados pelas normas brasileiras. Os resultados obtidos para as propriedades dos ligantes atendem às especificações para a aplicação nos revestimentos asfálticos.

Nos ensaios do CM-30, o ensaio de Densidade Relativa, utilizado para característica do ligante, ficou dentro dos limite. A viscosidade a 60°C atendeu à faixa especificada por norma e o ponto de fulgor apresentou resultado maior que 93°C. Assim como os resultados dos ensaios de sedimentação, massa específica e PH do IMPRIMA (EAI) estavam de acordo com a norma. O que garante segurança de manuseio para o transporte, estocagem e produção, das amostras de CM-30 e IMPRIMA analisadas pelos fornecedores.

No que diz respeito da análise de produtividade, a proposta comercial apresentada pela empresa Betunel, demonstrou que o produto CM-30 é 40% mais caro que o IMPRIMA. O CM-30 devido o elevado valor agregado do querosene utilizado para sua fabricação, aumenta o preço de sua aquisição o que pode não compensar economicamente. A substituição do CM-30 pelo IMPRIMA (EAI) pode reduzir gastos no serviço de execução de imprimação.

A avaliação de segurança de acordo com a tabela FISPQ, revela, que o IMPRIMA (EAI), apresenta menor impacto ao meio ambiente e a saúde humana. Devido a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) lançados para atmosfera durante a atividade de imprimação do CM-30.

Dentre os motivos que levaram a utilização do IMPRIMA no presente estudo destaca-se, primeiramente, o fato de ser um tipo de ligante novo, pouco conhecido. Além de apresentar menor impacto ao meio ambiente, a saúde humana, menor custo e menor tempo de cura, sendo mais rápido o processo de imprimação. Porém, através dos depoimentos de especialistas entrevistados para essa análise de produtividade dos dois ligantes. O CM-30 tem maior penetração do solo em comparação que o IMPRIMA (EAI), podendo comprometer o resultado final no processo de pavimentação. Assim, outros estudos devem ser realizados a fim de promover a utilização de tal produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. RESOLUÇÃO ANP Nº 36, DE 5.12.2008, DOU 8 DE DEZEMBRO DE 2008 Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-36-2008?origin=instituicao>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. RESOLUÇÃO ANP Nº 36, DE 13.11.2012 - DOU 14.11.2012 Disponível em: <http://www.abeda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/resolucao-anp-n-36-de-13.11.2012-dou-14.11.2012-especificacoes-das-emulsões-asfálticas-para-pavimentação-e-catínicas.pdf>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

ALBUQUERQUE, Alexandre. Influência da energia e da temperatura de compactação nos parâmetros volumétricos e nas propriedades mecânicas dos concretos

ALL.BIZ. Manaus, Brasil. 2022. Disponível em: <https://all.biz/br-pt/asfalto-diluido-cm-30-e-cr-250-g48404>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

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

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/ABEDA, 2008.

BIANCHI, Flavia R.; BRITO, Isis R. T.; CASTRO, Veronica A. B. Estudo comparativo entre pavimento rígido e flexível. Espírito Santo: Associação de Ensino Superior

BIANCHI, Flavia R.; BRITO, Isis R. T.; CASTRO, Veronica A. B. Estudo comparativo entre pavimento rígido e flexível. Espírito Santo: Associação de Ensino Superior Unificado Centro Leste – UCL, 08 set. 2008. Disponível em: http://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav_apresentacoes/isis_raquel.pdf.

Acesso em: 9 de março, 2022.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 043: Misturas betuminosas a quente – Ensaio Marshall. Método de Ensaio. Rio de Janeiro: DNER, 1995.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 117: Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente. Método de Ensaio. Rio de Janeiro: DNER, 1994.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de pavimentação. 3ª ed. IPR. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a.

CASA DO ASFALTO. 2016. Ficha de Informações Segurança Produtos Químicos - FISPQ Disponível em: <http://www.casadoasfalto.com/produtos/fispq/cm-30.pdf>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

CASA DO ASFALTO. 2018. Ficha de Informações Segurança Produtos Químicos - FISPQ Disponível em: <blob:https://web.whatsapp.com/ded757fc-8b20-4de9-9995-229ca8a7d81b>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira; et al Estudo de misturas asfálticas mornas. Estudo laboratorial das temperaturas de usinagem e compactação de misturas asfálticas. Porto Alegre, 2007.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Malha rodoviária total 2018. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/1-3-1-1-1-/Malha-rodovi%C3%A1ria-total>. Acesso em: 10 març. 2022. (não encontrado no texto).

CRRQ. 2022. Disponível em: <https://www2.uepg.br/crrq/passivos/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Imprimação Rodoviária. São Paulo, 2005.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Imprimação Rodoviária. São Paulo, 2005.

EMULSÕES E ASFALTOS MODIFICADOS NTA: CAP 30/45. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.nta-asfaltos.com.br/cap>. Acesso em: 10 mar. 2022.

EMULSÕES E ASFALTOS MODIFICADOS NTA: CAP 30/45. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.nta-asfaltos.com.br/cap>. Acesso em: 10 mar. 2022.

IBRACON. PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL. 2008. Disponível em: https://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav_apresentacoes/isis_raquel.pdf. Acesso em: 21 de junho de 2022.

NAKAMURA, Juliana. Pavimentação asfáltica: Os tipos de revestimentos, o

maquinário necessário e os cuidados na contratação, projeto e execução. Edição 16 - Dezembro/2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/pavimentacao-asfaltica-os-tipos-de-revestimentos-o-maquinario-necessario-260588-1.aspx>. Acesso em: 09 de março de 2022.

NTA ASFALTO. Aplicação da imprimação. 2022. Disponível em: <http://www.nta-asfaltos.com.br/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

NTA ASFALTO.CAP.2015. Disponível em: <http://www.nta-asfaltos.com.br/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.