



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

LUCAS MENDES CERQUEIRA

**REVITALIZAÇÃO ASFÁLTICA:
VIABILIDADE DO MICRORREVESTIMENTO EM
PAVIMENTOS SE COMPARADO COM A LAMA
ASFÁLTICA CONVENCIONAL**

ARIQUEMES – RO
2020

LUCAS MENDES CERQUEIRA

**REVITALIZAÇÃO ASFÁLTICA:
VIABILIDADE DO MICRORREVESTIMENTO EM
PAVIMENTOS SE COMPARADO COM A LAMA
ASFÁLTICA CONVENCIONAL**

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do Grau em Engenharia Civil
apresentado à Faculdade de Educação
e Meio Ambiente - FAEMA

Profº Orientador: João Victor da Silva
Costa

Ariquemes - RO

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA

C416r	CERQUEIRA, Lucas Mendes.
	Revitalização asfáltica: viabilidade do microrrevestimento em pavimentos se comparado com a lama asfáltica convencional. / por Lucas Mendes Cerqueira. Ariquemes : FAEMA, 2020 .
	53 p.; il.
	TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.
	Orientador (a): Prof. Esp. João Victor da Silva Costa.
	1. Microrrevestimento. 2. Revitalização. 3. Viabilidade. 4. Lama Asfáltica. 5. Pavimento. I Costa, João Victor da Silva. II. Título. III. FAEMA.
	CDD:620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

LUCAS MENDES CERQUEIRA

**REVITALIZAÇÃO ASFÁLTICA:
VIABILIDADE DO MICRORREVESTIMENTO EM
PAVIMENTOS SE COMPARADO COM A LAMA
ASFÁLTICA CONVENCIONAL**

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do Grau em Engenharia Civil
apresentado à Faculdade de Educação
e Meio Ambiente - FAEMA

Profº Orientador: João Victor da Silva
Costa

Banca examinadora

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Esp. Bruno Dias Oliveira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Ruan Iuri de Oliveira Guedes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes - RO

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que é e por tudo que tem feito, pelo amor, pela paz e pela salvação. Por toda a graça e sabedoria, por ter sido comigo em toda a trajetória da vida acadêmica e auxiliado em todas as decisões e guiado pelo caminho da sua vontade.

A minha família que esteve sempre ao meu lado, apoiando nas tomadas de decisões e me auxiliando no dia a dia. Pelo acolhimento e paciência no decorrer dessa jornada.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, prontos pra escutar e vivenciar cada etapa da minha vida acadêmica.

Também gostaria de agradecer cada professor que agregou em conhecimento e experiência de vida, propiciando uma visão da área escolhida como profissão que ao longo dos anos aprendi a amar e admirar.

E a todos aqueles que de alguma maneira acrescentaram tanto neste trabalho de conclusão de curso quanto em experiência de vida no decorrer destes anos.

Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém.

Romanos 11:36

RESUMO

Resumo: As vias brasileiras sejam elas federais, estaduais ou municipais, necessitam de manutenções, preventivas ou corretivas para manter as condições de tráfego dos usuários da via. O microrrevestimento é uma lama asfáltica que possui basicamente a mesma mistura das lamas mais comuns, mas com materiais e equipamentos de alta qualidade, além de ser modificada por polímeros. Através de observações em campo, foram identificados locais no município de Ariquemes-RO que necessitam de revitalização asfáltica, e através da comparação entre as diversas técnicas disponíveis no mercado foi possível identificar a melhor e mais viável para atender a necessidade do pavimento. As informações qualitativas e quantitativas dos materiais que foram estudados foram coletadas através de órgãos que executam e fiscalizam esse tipo de serviço, visando a coleta de dados seguido a realidade e sem alterações de dados. Com as informações técnicas, além de custos de produção e aplicação do material na região do município de Ariquemes-RO, foi possível determinar a melhor aplicação de revestimento para revitalização asfáltica.

Palavras-chave: Microrrevestimento. Revitalização. Viabilidade. Lama asfáltica. Pavimento.

ABSTRACT

Abstract: The Brazilian roads, whether they are federal, municipal or state, need preventive or corrective maintenance to keep the traffic conditions to road users. The micro asphalt coating is an asphaltic emulsion that basically contains the same combinations of the most common types of asphaltic muds, but using higher quality equipments and materials, besides it's modified by polymers. Through the observation camp, we can identify places at Ariquemes-RO that need asphaltic revitalization, and through the comparison between various techniques available in market it was possible to identify the best and the more viable to attend the pavement needs. The qualitative and quantitative informations about the studied materials were collected through public agencies that implement and police that kind of service, looking for the closest reality data, without changes. With those techniques informations, besides production and application costs for these materials in the region of Ariquemes-RO, it was possible to determine the best coating for asphalt revitalization.

Keywords: Micro-asphalt. Revitalization. Viability. Asphaltic Mud. Pavement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fissuras	19
Figura 2 – Trinca interligada do tipo Jacaré	20
Figura 3 – Trinca interligada do tipo bloco	21
Figura 4 – Trinca isolada transversal	21
Figura 5 – Trinca isolada longitudinal	22
Figura 6 – Panela ou Buraco	23
Figura 7 – Afundamento por trilha de roda (a) e afundamento local (b).....	23
Figura 8 – Desgaste.....	24
Figura 9 – Emulsão asfáltica modificada por polímeros.....	26
Figura 10 – Agregados.....	26
Figura 11 – Representação da graduação dos agregados utilizados na composição.....	30
Figura 12 – Ruas Tucumã(a) e Cerejeira (b)	35
Figura 13 - Locais de aplicação do microrrevestimento	36
Figura 14 – Rua Ingazeira.....	36
Figura 15 – Localização da Avenida JK no mapa (a) e fotografia do local (b).	37
Figura 16 – Fissuras longitudinais	38
Figura 17 – Desgaste na camada de revestimento	38
Figura 18 – Quadro comparativo entre as duas lamas asfálticas	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de custos de transporte.....	39
Tabela 2 – Tabela de custos de transporte fluvial.....	39
Tabela 3 – Tabela de composição de custos dos equipamentos.....	40
Tabela 4 – Tabela de composição da mão de obra	41
Tabela 5 – Tabela de composição dos materiais.....	41
Tabela 6 – Tabela de composição dos materiais e equipamentos	44
Tabela 7 – Tabela de custos da Lama asfáltica.....	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. METODOLOGIA	15
4. REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1 DEFEITOS EM PAVIMENTOS	18
4.1.1 Fenda	19
4.1.2 Fissura	19
4.1.3 Trinca	19
4.1.4 Panela ou Buraco	22
4.1.5 Afundamento	23
4.2 COMPONENTES DO MICRORREVESTIMENTO	25
4.3 VANTAGENS DO MICRORREVESTIMENTO	27
4.4 DESVANTAGENS DO MICRORREVESTIMENTO E CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO	28
4.5 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E MÉTODOS DE EXECUÇÃO	28
4.6 OUTROS TIPOS DE LAMAS ASFÁLTICAS DISPONÍVEIS NO MERCADO E SUAS CARACTERÍSTICAS	29
4.6.1 Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	29
4.6.2 Concreto Asfáltico Denso	31
4.6.3 Camada Porosa de Atrito	32
4.6.4 Matriz Pétreo Asfáltica ou Stone Matrix Asphalt (SMA)	32
4.6.5 Areia Asfalto Usinada a Quente (AAUQ)	33
4.6.6 Misturas Asfálticas Usinadas a Frio ou Pré-Misturados a Frio (PMF)	33
4.6.7 Lamas asfálticas sem aditivo de polímero	34
4.7 LOCAIS DE APLICAÇÃO DO MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES	35

4.8 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	37
4.8.1 Local de Aplicação	37
4.8.2 Custos de Transporte	38
4.8.3 Custos de Materiais e mão de obra para o microrrevestimento asfáltico modificado com polímero utilizando camada de 0,8cm.....	40
4.8.3.1 Equipamentos.....	40
4.8.3.2 Mão de Obra.....	41
4.8.3.3 Materiais	41
4.8.3.4 Custo total da aplicação do microrrevestimento	42
4.8.4 Custos de Materiais e mão de obra para a Lama asfáltica com ruptura controlada	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.8.5 COMPARATIVO ENTRE O MICRORREVESTIMENTO E A LAMA ASFÁLTICA CONVENCIONAL.....	46
6. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Os projetos rodoviários surgem a partir de necessidades sociais, políticas e econômicas de cada região. Através das estradas, é possível impulsionar o desenvolvimento de cada localidade, trazendo um maior fluxo de veículos, uma maior circulação de produtos, formação de novos aglomerados populacionais, turismo, entre outros fatores. A partir do surgimento dessas necessidades, é preciso estudar alguns fatores para execução do projeto da rodovia, e são analisados, por exemplo: o fluxo atual de tráfego na região (tanto de veículos quanto de pessoas), a topografia, a hidrografia, e os impactos ambientais.

A malha rodoviária é importantíssima para o desenvolvimento de qualquer país, por meio dela podem ser feitos deslocamentos de mercadorias e pessoas tanto em âmbito nacional como internacional. Segundo o BBC news (2018), No Brasil, o escoamento de cargas por meio de rodovias corresponde a cerca de 75% entre as modalidades de transporte disponíveis, seguida pela marítima (9,2%), aérea (5,8%), ferroviária (5,4%), cabotagem (3%) e hidroviária (0,7%).

Observando a grande utilização do transporte rodoviário no país, é possível notar a importância de um projeto e execução de rodovias em excelente qualidade, para que não coloque em risco a vida de quem trafega no local, gerando perdas materiais e pessoais. No Brasil, a maioria das rodovias foi projetada muitos anos atrás, quando o fluxo de veículos, o peso, as emulsões asfálticas, eram totalmente diferentes das atuais, além da vida útil das malhas rodoviárias que também devem ser levadas em consideração.

Dados históricos mostram que a maioria das rodovias brasileiras foram construídas entre os anos de 1960 e 1970, e foram projetadas para suportar certas condições durante determinado período de tempo, e com o passar dos anos, essas estradas podem perder aderência, sinalização, além da proteção das camadas inferiores que são de extrema importância para sua estrutura (AKISHINO, 2008).

Sabendo da necessidade de manutenção dos pavimentos asfálticos, é necessário estudar técnicas que sejam eficazes, duradouras e viáveis para revitalização dessas rodovias, restaurando a segurança, o conforto e a qualidade das vias. Dentre essas técnicas de revitalização asfálticas pode-se citar o microrrevestimento asfáltico, um dos métodos mais utilizados na Europa e nos EUA a

partir dos anos 90, que é ideal para uso em rodovias, pois restaura e amplia algumas características do pavimento antigo.

É necessário estudar a viabilidade de cada tipo de lama asfáltica para identificar a melhor solução para cada caso, cada tipo de revestimento asfáltico possui características, métodos de aplicação, materiais e outros componentes que podem ser aplicados de diferentes formas. A viabilidade é importante para qualquer área da construção civil, portanto esse tipo de estudo é essencial para identificar e solucionar cada problema de forma efetiva e com o melhor custo-benefício.

A partir desses pontos, até onde a intervenção com aplicação de microrrevestimento asfáltico se apresenta viável para reestabelecer a qualidade de uma rodovia e a segurança de quem trafega no local?

Em casos onde o asfalto já passou por um processo de envelhecimento, mas ainda possui uma aceitável capacidade estrutural, o microrrevestimento asfáltico pode ser uma opção viável. Pois esse tipo de aplicação pode ser feita de maneira rápida, sem perturbar o trânsito local, proporcionando uma maior aderência ao pavimento antigo que as misturas asfálticas comuns, ajudando a restaurar durabilidade do pavimento e proporcionar características antiderrapantes a um custo inferior se comparado a outras formas de intervenção.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade da aplicação do microrrevestimento asfáltico em pavimentos do município de Ariquemes/RO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Listar os componentes dos diferentes tipos de microrrevestimentos asfálticos;
- Identificar as vantagens e desvantagens do microrrevestimento asfáltico;
- Comparar o microrrevestimento asfáltico com outros tipos de lamas asfálticas disponíveis no mercado, inclusive custos de produção e aplicação;
- Verificar locais que receberam a aplicação do microrrevestimento asfáltico;
- Identificar possíveis locais de aplicação do material na região;
- Realizar a composição de custos entre revestimentos asfálticos.

3. METODOLOGIA

A metodologia científica pode ser definida como um conjunto de processos formulados e abordados com o intuito de resolver e questionar métodos ou problemas, de obter conhecimento acerca de determinados assuntos através da realização de processos científicos (RODRIGUES, 2007).

A pesquisa científica sempre parte de um problema, de um questionamento já existente ou a necessidade de se conhecer um novo método para realização de um problema ao qual o conhecimento existente não atende de forma ampla ou não exista uma resposta adequada. Através desses questionamentos são levantadas hipóteses que podem, ou não, ser confirmadas através da pesquisa (PRODANOV, 2013).

A presente pesquisa, do ponto de vista dos objetivos apresentados, pode ser considerada descritiva, ou seja, quando o pesquisador, através de pesquisas e registros, analisa e descreve os dados coletados sem qualquer interferência neles. Em geral, através de levantamentos, procurando descobrir a natureza de um fato, suas características e comparativos com outros fatos semelhantes (PRODANOV, 2013).

A pesquisa baseia-se na viabilidade da aplicação do microrrevestimento asfáltico como meio de revitalização asfáltica dos pavimentos do município de Ariquemes-RO, portanto os dados coletados, tanto de custos quanto de aspectos técnicos acerca das lamas asfálticas disponíveis no mercado, não devem ser manipulados a fim de se obter a viabilidade da aplicação mais próxima da realidade desse tipo de revestimento quando se comparado a outros tipos de lamas asfálticas.

Já no ponto de vista da abordagem da problemática apresentada, essa pesquisa pode ser definida como quantitativa, ou seja, quando existem dados que podem ser quantificáveis, classificando e analisando informações e números, geralmente em forma estatística. Nessa abordagem é importante classificar e relacionar os fatores estudados. Através desses levantamentos foi possível quantificar os custos de produção e aplicação do microrrevestimento e outros tipos de lamas asfálticas presentes no mercado com função de revitalização de pavimentos.

Como procedimentos técnicos para obtenção dos dados necessários para formulação da presente pesquisa foi utilizado principalmente à pesquisa bibliográfica, que consiste na aquisição desses dados através de pesquisas já publicadas por meio

dos mais diversos materiais, sejam eles livros, artigos, jornais, internet, entre outros meios informativos disponíveis ao pesquisador.

Através dessas pesquisas foi possível identificar os componentes presentes no microrrevestimento, para conhecer melhor o revestimento asfáltico e sua composição, através desse conhecimento tornou-se possível diferenciar o microrrevestimento das lamas asfálticas mais comuns.

Algumas aplicações podem ser utilizadas em certas condições de uso e clima, enquanto a mesma já não pode ser utilizada da mesma maneira em outro tipo de pavimento em que as condições de tráfego e utilização da via são diferentes, portanto, é necessário analisar os diversos tipos de lamas asfálticas presentes no mercado e suas principais características para melhor escolha do revestimento que será utilizado.

Dentre as mais diversas técnicas de manutenção de rodovias, o foco do estudo é a viabilidade dos processos de revitalização asfálticas através do microrrevestimento asfáltico, uma aplicação que vem sendo cada vez mais utilizada em todo o país, que possui basicamente os mesmos princípios das lamas asfálticas comuns, mas dispõe de aditivos que contribuem significativamente para impulsionar as características físicas do pavimento antigo.

Para identificar a melhor solução foi necessário conhecer cada tipo de problema apresentado em cada via, através desses procedimentos técnicos, por meio das pesquisas bibliográficas, tornou-se possível conhecer melhor as patologias que podem surgir nesse tipo de pavimento e identificar a melhor solução para cada tipo de caso.

Após a identificação das características das patologias presentes em vias, fez-se necessário conhecer também as principais lamas asfálticas utilizadas pelas empresas que executam manutenções em pavimentos asfálticos, e através dessas pesquisas também foi possível distinguir cada tipo de lama, comparando-as, identificando sua finalidade na revitalização dessas vias e determinando a melhor solução para cada caso.

É sabido que o microrrevestimento não apresenta características de aumento na capacidade estrutural. Caso o pavimento antigo apresente patologias estruturais ou apresente depressões deve-se realizar manutenções prévias antes de utilizar a lama asfáltica para revitalização da via.

Todos esses dados serão coletados através das pesquisas bibliográficas, observando a coerência dos dados obtidos por meio das mais diversas obras,

atestando a veracidade dos fatos apresentados na pesquisa, buscando um amplo conhecimento do assunto pesquisado.

Além do aspecto técnico que é de extrema importância para a viabilidade dos revestimentos asfálticos disponíveis no mercado, também se tornou necessário realizar o levantamento dos seus custos de produção e aplicação, realizando uma comparação entre as técnicas de revitalização disponíveis. Esse quantitativo pôde ser levantado através de órgãos que regulamentam, fiscalizam e executam obras de pavimentação, principalmente através do Departamento de Estradas de Rodagem do estado de Rondônia (DER-RO).

Outro objetivo da pesquisa foi o de identificar os locais no município de Ariquemes-RO onde já foram aplicados microrrevestimentos asfálticos para revitalização do pavimento. Após a identificação do local pôde-se observar os impactos gerados pela aplicação desse revestimento na região, custos, tempo de execução entre outros fatores.

Também foi realizada uma pesquisa em campo, com o objetivo de adquirir informações acerca da necessidade da aplicação de uma revitalização asfáltica em determinada área do município, através de observações e análise, geralmente visual, do pavimento de uma região que foi possível ser determinada no decorrer da pesquisa. Identificando a necessidade de uma revitalização para restaurar condições de trafegabilidade, segurança e conforto de quem trafega no local, seja por meio de veículos automotores, pedestres ou ciclistas.

Após a identificação da necessidade da revitalização asfáltica no pavimento observado e a quantificação dos dados que serão coletados através das pesquisas bibliográficas e órgãos regionais, foi possível realizar a viabilidade do microrrevestimento asfáltico no município de Ariquemes-RO.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 DEFEITOS EM PAVIMENTOS

Os defeitos em pavimentos podem surgir de diversos fatores que devem ser previamente analisados e discutidos na elaboração de um projeto de pavimentação asfáltica. Pode-se relacionar grande parte dos defeitos que surgem em rodovias com o mau dimensionamento, dificuldade em prever cargas e fluxo do tráfego que circulará na via ao longo de sua vida útil, e também a má execução desse tipo de projeto. Esses dois fatores aliados a condições adversas de clima e falta de manutenção adequada podem auxiliar no desenvolvimento de patologias nas camadas inferiores do pavimento.

Portanto é indicado que as primeiras camadas da rodovia estejam em boas condições, tanto para propiciar melhores condições de trafegabilidade, segurança e conforto dos motoristas, quanto para proteger as camadas inferiores do pavimento. Então, faz-se necessário realizar obras de manutenção ou revitalização das camadas superiores das rodovias brasileiras que, segundo o CNT (Confederação Nacional do Transporte), através da 21ª pesquisa CNT de rodovias realizada no início de 2018, identificou que 50% dos quase 106 mil km de rodovias analisadas tiveram a qualidade classificada como regular, ruim ou péssima.

Para entender a necessidade de aplicação de cada tipo de manutenção é necessário reconhecer e identificar os principais defeitos encontrados em rodovias, A norma DNIT 005/2003 – TER, que trata dos defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, define os termos técnicos empregados em defeitos nesses tipos de superfícies para padronizar a linguagem utilizada pelos profissionais em elaboração de normas, manuais e projetos relacionados ao assunto.

A partir das definições dispostas pela norma DNIT 005/2003 – TER, e padronização através de manuais e métodos de recuperação de defeitos em pavimentos, principalmente segundo a norma DNIT 154/2010 – ES, que identifica os principais tipos de defeitos apresentados em pavimentos asfálticos, dentre eles podem-se citar:

4.1.1 Fenda

Pode ser descrita como qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, podendo ser dividida em dois seguimentos, a fissura e a trinca, de acordo com a espessura de sua forma.

4.1.2 Fissura

A fissura é uma fenda de largura capilar, ou seja, pode ser vista apenas a uma distância inferior a 1.5m, podendo estar disposta de diferentes formas diante do eixo da via. Esse tipo de fenda não causa problemas funcionais ao revestimento e geralmente é formada devido às más dosagens do asfalto, compactação excessiva, grande quantidade de filler no revestimento (DNIT, 2003).

Figura 1 - Fissuras



Fonte: SindEtrans (2018).

4.1.3 Trinca

A trinca é uma fenda com abertura maior que a fissura, podendo ser facilmente perceptível e identificável. Esse tipo de fenda pode ser subdividido em trincas isoladas e trincas interligadas (DNIT, 2003).

Existem dois tipos principais de trincas interligadas, as trincas do tipo “couro de jacaré” são aquelas trincas sem uma direção definida, formando um aspecto similar ao do couro de um jacaré. Esse tipo de patologia surge através da repetição de cargas

do tráfego após uma má previsão das cargas de projeto, fim da vida útil do pavimento, baixa capacidade estrutural do solo em que foi realizado o revestimento (DNIT, 2003).

Figura 2 - Trinca interligada tipo Jacaré.



Fonte: DNIT 005/2003.

E também as trincas interligadas do tipo “bloco”, onde as trincas formadas apresentam lados bem definidos e formação de um ou mais conjunto de blocos em toda a superfície do revestimento asfáltico. Essa patologia pode ser funcional, causando irregularidades apenas na superfície, ou estrutural, causando problemas em toda a estrutura do pavimento desde o solo até as camadas superiores. Geralmente são causados devido a ações de tração no solo, como a mudança brusca de temperatura que pode ocorrer em alguns pavimentos asfálticos, necessitando de uma revisão na dosagem dos materiais utilizados na resistência a esse tipo de solicitação de cargas (DNIT, 2003).

Figura 3 - Trinca interligada do tipo bloco.



Fonte: DNIT 005/2003.

As trincas isoladas podem surgir através de defeitos funcionais ou estruturais, e são divididas em três grupos: trincas transversais, trincas longitudinais e trincas de retração. Cada uma com suas características especificadas segundo a norma DNIT 005/2003.

As trincas transversais são aquelas que se formam na direção perpendicular ao eixo da rodovia. São denominadas curtas, quando a extensão da trinca for menor ou igual a 100 cm, ou longas quando sua extensão for maior que 100 cm (DNIT, 2003).

Figura 4 - Trinca isolada transversal.



Fonte: DNIT 005/2003

As trincas longitudinais são formadas paralelamente ao eixo da via. Também são classificadas em curtas ou longas nos mesmos parâmetros das trincas transversais (DNIT, 2003).

Figura 5 - Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DNIT 005/2003.

4.1.4 Panela ou Buraco

As panelas ou buracos são aquelas cavidades de tamanhos variados que podem ou não atingir camadas inferiores do pavimento, podendo ser causadas por excesso de solicitações de tráfego em determinada região, compactação mal executada, alto índice de umidade no solo, entre outros.

Figura 6 - Panela ou Buraco



Fonte: DNIT 005/2003

4.1.5 Afundamento

O afundamento é um tipo de depressão permanente da camada de rolamento que pode ser subdividido em duas principais características, os plásticos e os de consolidação, o tipo mais comum de afundamento é causado pelas trilhas de rodas, geralmente apresentando extensões maiores que 6 metros.

Figura 7 – Afundamento por trilha de roda (a) e afundamento local (b)



Fonte: DNIT 005/2003.

4.1.6 Desgaste

O desgaste é caracterizado pelo arrancamento da camada do revestimento ao longo do tempo, provocado principalmente devido ao esforço tangencial dos veículos que trafegam na pista. Essa falha é superficial e é comumente encontrado em pavimentos antigos, e também locais onde houve falha na aplicação do ligante.

Figura 8 - Desgaste



Fonte: DNIT 005/2003.

Após realização do diagnóstico apropriado do tipo de defeito apresentado na via de estudo é possível analisar o problema de forma mais específico, e então identificar as soluções mais viáveis para cada caso, buscando as melhores alternativas de manutenção ou revitalização do pavimento.

A lama asfáltica é utilizada principalmente para manutenção de pavimentos que apresentam desgaste superficial, com trincas pequenas, sendo empregada para restaurar as condições funcionais do pavimento, como o atrito superficial e resistência a aquaplanagem, além de diminuir a deflexão sofrida pelo impedimento ou redução da penetração de água no solo. É importante salientar que as lamas asfálticas não são utilizadas em irregularidades acentuadas, nem para aumentar a capacidade estrutural da rodovia (BERNUCCI, 2008).

4.2 COMPONENTES DO MICRORREVESTIMENTO

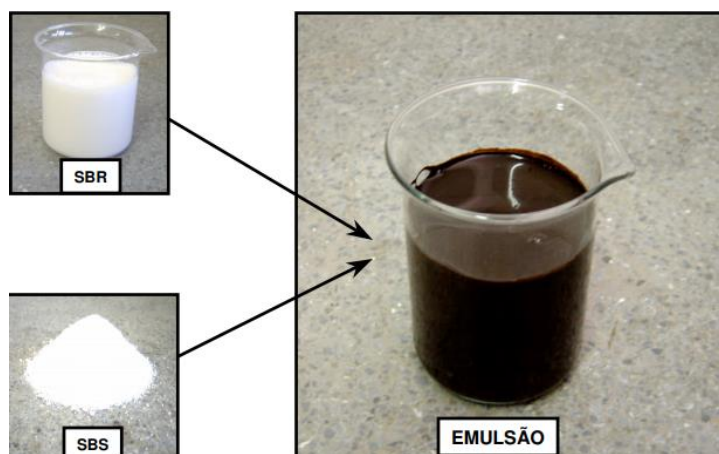
Apesar de utilizar os mesmos elementos presentes nas lamas asfálticas mais comuns, o microrrevestimento pode ser considerado uma evolução dessas lamas, pois utiliza polímeros em suas emulsões, o que aumenta sua vida útil e algumas características físicas importantes para o pavimento (BERNUCCI, 2008).

Segundo o DNIT (2018), o microrrevestimento asfáltico modificado por emulsão asfáltica modificada por polímero consiste em uma mistura de água, aditivos em casos onde é necessário retardar ou acelerar processos químicos, agregados, emulsão asfáltica modificada por polímeros. A mistura deve apresentar consistência fluida e deve ter uma superfície preparada, de preferência limpa e com defeitos acentuados com manutenções prévias, e o material deve ser uniformemente distribuindo ao longo da via.

O filler geralmente é incorporado ao traço de agregados em misturas asfálticas para promover um processo tixotrópico, deve ser constituído de materiais secos, não plásticos, sem grumos, e de acordo com a norma DNER – EM 367/97, os materiais podem ser o cimento Portland, pó de pedra, cal hidratada do tipo CH-I, pós-calcários, e outros materiais como fibra de vidro que podem ser utilizados em casos onde há dosagens previstas em projetos.

O microrrevestimento asfáltico modificado com polímeros elastoméricos regulamentado pela norma DNIT 128/2010 – EM, deve apresentar ruptura controlada, catiônica do tipo RC1C-E, esse tipo de emulsão possui uma excelente coesão interna, flexibilidade, reduz o envelhecimento do pavimento, apresentando uma ótima durabilidade a exposição dos efeitos do clima e solicitações de tráfego nas rodovias, o que é de grande importância para aumento da vida útil de qualquer pavimento asfáltico.

Figura 9 - Emulsão asfáltica modificada por polímeros.



Fonte: ABEDA (2006).

A água deve ser limpa, isenta de qualquer tipo de substância que ao entrar em contato com os outros tipos de elementos adicionados a mistura cause reações químicas que são prejudiciais ao funcionamento do revestimento asfáltico. A água deve ser dosada de acordo com a consistência desejada para cada tipo de situação.

Os aditivos podem ser adicionados para acelerar ou retardar o processo de ruptura da emulsão, de acordo com a necessidade de cada obra, sua escolha e sua quantidade devem ser previstas em projeto de acordo com o tempo de cada obra e o seu impacto no trânsito local. Dentre eles podemos citar o NTA AR-10 e o ARC, ambos utilizados para controlar as rupturas do microrrevestimento asfáltico (DNIT, 2018).

Os agregados são feitos através da britagem de rochas. Suas partículas devem estar livres de agentes naturais que possam prejudicar a emulsão, devem ser resistentes, livres de torrões, e sua granulometria depende do tipo de aplicação. Todos os agregados que forem adicionados as misturas devem estar de acordo com as normas indicadas para cada tipo de material (DNIT, 2018).

Figura 10 – Agregados.



Fonte: ABEDA (2006).

4.3 VANTAGENS DO MICRORREVESTIMENTO

Segundo a Norma DNIT 035/2018 – ES, o microrrevestimento asfáltico pode ser empregado de diversas formas que trazem benefícios ao pavimento, podendo ser aplicado como camada impermeabilizante, protegendo camadas inferiores da entrada em excesso de água, regularizadora em casos onde as depressões não são acentuadas, camada antiderrapante e rejuvenescedora.

Dentre as vantagens do microrrevestimento podemos citar:

- O microrrevestimento é uma solução versátil, podendo ser aplicada em vias onde há grande movimentação de veículos, restaurando condições de trafegabilidade e segurança de forma rápida se comparada a lamas asfálticas comuns, e também em vias locais com menor fluxo de veículos, pela facilidade e viabilidade da aplicação do material (CERATTI, 2011);
- Esse tipo de revestimento aumenta a rugosidade da última camada do pavimento (camada de rolamento), isso faz com que o pneu tenha melhor aderência com a via;
- Aumenta a drenagem superficial, diminuindo o spray que se forma através da movimentação de veículos em dias chuvosos, atrapalhando a visibilidade e colocando em risco a segurança dos usuários da pista;
- O microrrevestimento também é utilizado como camada intermediária em alguns pavimentos, diminuindo a espessura do reforço estrutural, selando trincas e fissuras das camadas inferiores do pavimento antigo;
- Apresenta uma excelente adesão ao pavimento antigo, normalmente dispensando o uso de pinturas de ligação utilizados em outros tipos de lamas para propiciar uma melhor adesão;
- Corrige defeitos superficiais que não afetam a estrutura do pavimento, como trincas e rachaduras pequenas, panelas e depressões superficiais e entre outros.
- Possui uma durabilidade maior que as lamas asfálticas comuns, diante de diversas ações comuns no tráfego além de condições adversas de clima;
- Melhor resistência a ações tangenciais;
- Maior elasticidade, visto que possui polímeros em sua emulsão;
- Pode ser utilizada como revestimento em locais onde há pouco fluxo de tráfego.

Essa técnica vem sendo cada vez mais empregada em todo o país em métodos de revitalização asfáltica devido a sua viabilidade, uma vez que possui características importantíssimas para qualquer via.

4.4 DESVANTAGENS DO MICRORREVESTIMENTO E CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

Apesar de possuir características que são importantes para qualquer tipo de pavimento asfáltico, é importante salientar que o microrrevestimento não pode aumentar a capacidade estrutural de uma via, caso apresente esse tipo de patologia é recomendado à utilização de outro meio de manutenção.

Para realização da revitalização asfáltica na via que apresenta necessidade de melhorias em suas condições, é necessário realizar algumas manutenções e cuidados prévios para que a emulsão asfáltica seja bem aproveitada, evitando falhas e procurando as melhores condições para que o microrrevestimento tenha uma vida útil dentro das estipuladas em projeto.

Dentre as patologias mencionadas anteriormente, principalmente as que apresentam falhas estruturas, e que devem ser corrigidas antes da aplicação do microrrevestimento, podemos citar: as trincas mais profundas, as trincas interligadas e de “couro de jacaré”, além das trincas do tipo “bloco”, as panelas ou depressões profundas. O microrrevestimento tem como principal função a revitalização do pavimento asfáltico, portanto não é amplamente utilizado para correções de patologias e sim para restaurar e melhorar algumas condições de uma via. Portanto é fundamental que as condições do pavimento sejam corretamente analisadas e tratadas antes da aplicação.

4.5 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E MÉTODO DE EXECUÇÃO

Segundo o DNIT (035/2018) Os equipamentos necessários para execução do microrrevestimento necessitam de algumas características físicas para esse tipo de material, entre elas:

- Um silo para depósito do agregado miúdo;
- Depósitos distintos para água, aditivos e emulsão asfáltica, além de um depósito para filler com um sistema de alimentação automática;

- Um sistema de circulação e alimentação do ligante asfáltico, necessário para controle do traço através da mistura desse ligante com o agregado miúdo presente no silo.
- Um veículo ou um trator de pneus que os itens mencionados acima possam ser montados;
- E uma caixa distribuidora que é colocada no veículo e apoiada sobre o pavimento, de modo a distribuir uniformemente todo o agregado já misturado na superfície do pavimento, devendo ter uma largura que pode ser regulável até o tamanho de uma meia pista (3,5m).

Para aplicação dessa emulsão asfáltica, além da correção das trincas e buracos presentes na rodovia, é necessário que o local esteja limpo e jateado, evitando que pedaços do pavimento antigo estejam soltos além de outros elementos que possam alterar as características do microrrevestimento que será aplicado no local (ABEDA, 2006).

O método executivo desse material deverá ser realizado após a correta limpeza do pavimento que receberá a camada de microrrevestimento com emulsão polimérica, essa limpeza pode ser realizada com jatos de ar comprimidos, vassouras mecânicas, entre outros. Após a correta limpeza da camada, é efetuado a aplicação do microrrevestimento através da caixa distribuidora que fica apoiada no chassi do equipamento responsável pelo deslocamento da mesma através da via. Essa aplicação deverá ser realizada numa velocidade uniforme, de preferência na menor velocidade possível, permitindo que a mistura seja distribuída no pavimento de forma uniforme, regulando, sempre que necessário, a alimentação de água para manter a consistência do material uniforme. O processo pode ser considerado rápido, o que não afeta drasticamente o tráfego do local e de simples execução (DNIT, 2018).

4.6 OUTROS TIPOS DE LAMAS ASFÁLTICAS DISPONÍVEIS NO MERCADO E SUAS CARACTERÍSTICAS

4.6.1 Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

Segundo o DNIT (031/2006), o concreto asfáltico é caracterizado por uma mistura quente, usinada em local apropriado, composto por material de enchimento (filler), agregados graúdos ou miúdos dependendo do projeto, além de cimento

asfáltico caso seja necessário, e que deve ser espalhada e compactada em sua superfície enquanto ainda está quente.

Esse é um dos revestimentos mais utilizados no Brasil, podendo ser subdividido de acordo com a granulometria dos grãos que são adicionados a mistura, mas todos são processados e aplicados em temperaturas determinadas por meio do projeto, de acordo com a necessidade do ligante que deve ser aplicado no pavimento para melhor aderência deste tipo de revestimento (BERNUCCI, 2008).

Segundo Bernucci (2008), O tamanho dos agregados varia de acordo com a necessidade da via, podendo ser divididos em:

- Graduação densa: nesse tipo de graduação o número de espaços vazios deve ser mínimo, utilizando variados tamanhos de agregados para melhor preenchimento desses espaços. Um exemplo desse tipo de granulometria é o Concreto Asfáltico (CA);
- Graduação aberta: quando os grãos utilizados são predominantemente do mesmo tamanho, aumentando o espaço de vazios em seu interior, geralmente utilizados onde há a necessidade de drenagem de água. Dentre as quais podemos citar a Camada Porosa de Atrito (CPA);
- Graduação descontínua: apresenta principalmente grãos de grandes dimensões, mas que também são preenchidos por grãos intermediários e finos, buscando maior contato entre eles para obter uma resistência maior a deformações. Entre os exemplos podemos citar a matriz pétreo asfáltica (SMA – sigla em inglês) e a mistura sem agregados de certa graduação (Gap-Graded).

Figura 11 – Representação da graduação dos agregados utilizados na composição



Fonte: Bernucci (2008).

Para realização do CBUQ em um pavimento é necessário realizar a imprimação da camada inferior para protegê-la de intempéries, impermeabilizando a camada e impedindo que haja perda de água através da mistura do solo com o cimento. Essa imprimação pode ser feita através dos asfaltos diluídos em petróleo (ADP) CM-30, aumentando significativamente a coesão da superfície da base em que será aplicado. Após esse procedimento, é executado a pintura de ligação, sendo indicado que seja realizada após 7 dias da aplicação da imprimação, para melhor adesão das camadas inferiores com o CBUQ.

Após a realização da imprimação, inicia-se a camada de revestimento com equipamentos como a moto niveladora, uma vibro acabadora, um rolo compactador liso e outro pneumático. Após a chegada do caminhão basculante que transportam o CBUQ da usina até seu local de aplicação, o revestimento é aplicado na camada através da vibro acabadora, espalhando o material sobre a região e posteriormente os rolos compactadores lisos e pneumáticos passam compactando o material. Todo esse processo de aplicação deve ser realizado com a mistura ainda a quente, com uma temperatura mínima de 107°C e máxima de 177°C (DNIT, 2006).

4.6.2 Concreto Asfáltico Denso

É uma mistura muito resistente no geral, desde que os materiais e os ligantes utilizados na mistura sejam bem dosados e utilizados durante a execução do serviço. Pode ser feito de forma convencional, quando é utilizado concreto asfáltico e agregados aquecidos e dosados em usinas, ou especial, quando utiliza ligantes modificados para melhor adesão com a camada anterior (BERNUCCI, 2008).

Apesar de ser amplamente utilizado em todo o território nacional, esse tipo de revestimento necessita de cuidado especial com o tipo de ligante a ser utilizado, pois suas características podem sofrer grandes alterações, podendo gerar deformações permanentes e exsudações. Outro ponto a ser observado é a baixa capacidade de drenagem que as vias com esse tipo de material possuem, podendo formar sprays nas vias que dificultam a visibilidade durante o período das chuvas.

4.6.3 Camada Porosa de Atrito

A camada porosa de atrito é um pré-misturado a quente de cimento asfáltico de petróleo (CAP) com adição de polímero do tipo SBS no ligante asfáltico. Essa camada é responsável por coletar a água das chuvas, por ser altamente permeável devido ao seu grande espaço de vazios, através da percolação a água pode chegar às sarjetas, dando destinação correta a água. Esse tipo de revestimento necessita de outras camadas para evitar que esse líquido entre nos níveis inferiores do pavimento, podendo causar patologias estruturais.

Essa camada reduz a formação da lâmina d'água na superfície e sprays que surgem através do atrito dos pneus com as partículas de água, auxiliando na segurança e visibilidade dos usuários da via (NTA, 2015).

Para execução dessa camada porosa de atrito a camada que receberá esse revestimento deverá estar limpa e com a pintura de ligação já executada. Nesse processo, o asfalto polímero deverá ser aquecido em função do ligante polimérico ao qual será adicionado no asfalto, sendo que o ligante é aquecido à 150°C e para cada porcentagem de aditivo polimérico adicionado a mistura deverá ser acrescido 3°C, sendo que a temperatura máxima não deverá ultrapassar os 183°C (DER,1999).

4.6.4 Matriz Pétreo Asfáltica ou Stone Matrix Asphalt (SMA).

O SMA é outro exemplo de lama asfáltica usinada a quente, focando o contato entre os agregados graúdos, utilizando grandes porcentagens de ligantes em sua composição, além de preencher os espaços vazios, gerados pela ampla utilização dos grãos maiores, com uma mistura de pequenos insumos de areia, ligante asfáltico, filler e fibras.

Apesar de ser uma mistura asfáltica densa, que resiste menos a certas solicitações e tem grande suscetibilidade ao surgimento de trincas e deformações permanentes, o SMA possui características em seus ligantes e misturas que são feitas para preenchimento dos espaços vazios que evitam o surgimento dessas patologias comuns nesse tipo de lama asfáltica (BERNUCCI, 2008).

4.6.5 Areia Asfalto Usinada a Quente (AAUQ)

Em locais de difícil acesso e que não possuem agregados graúdos para compor a mistura asfáltica, pode ser utilizado o AAUQ que consiste na mistura de agregado miúdo (Areia), filler caso seja necessário, e uma quantidade maior de ligantes para melhor aproveitamento da mistura. Geralmente esse tipo de composição é aplicado em locais onde há pouco fluxo de veículos devido a sua baixa capacidade estrutural.

Para realizar o processo executivo do material, deverá ser realizado uma camada de imprimação onde o revestimento será aplicado, após a realização dessa etapa é necessário realizar uma pintura com material de ligação entre as camadas, após 7 dias do final da imprimação. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C e nem superior a 177°C, essa temperatura deverá ser regulada de acordo com o nível de viscosidade do asfalto, obedecendo uma faixa de 75 a 95 segundos "Saybolt-Furol". Sua distribuição na superfície deverá ser realizada com máquinas acabadoras, e a temperatura ambiente não poderá ser menor que 10°C (DNIT, 2004).

4.6.6 Misturas Asfálticas Usinadas a Frio ou Pré-Misturados a Frio (PMF).

Esses pré-misturados a frio, consistem basicamente na composição dos de graduação descontínua, como os SMA, mas são essas emulsões são produzidas e executadas a temperatura ambiente, o que torna esse tipo de mistura mais simples e com menos custos de produção (GEWEHR, 2015).

O pré misturado a frio é executado a temperatura ambiente e geralmente utiliza de asfalto convencional, sua composição é comum a outros tipos de lamas asfálticas, além da emulsão asfáltica o PMF é composto por Filler, agregados de diferentes graduações, todos usinados em um determinado tipo de usina e seu revestimento é espalhado sobre o pavimento através de uma compressão a frio (DNIT, 2010).

Os PMF não possuem alta capacidade de carga, e geralmente são mal utilizados nas rodovias do país, principalmente pelo custo reduzido se comparado às misturas quentes, mas sua aplicação não pode substituir os CBUQs (GEWEHR, 2015).

Podem ser aplicados em rodovias com baixo fluxo de tráfego e onde não há trânsito de cargas pesadas, também podem ser utilizados como camada intermediária, utilizando essa camada como drenante, ou impermeabilizante, abaixo ou acima da camada de CBUQ dependendo das condições de projeto.

Como esse tipo de material não são moldados in loco, deverá ser feito o transporte do material da usina até seu local de aplicação em um caminhão basculante, evitando que o outros materiais entrem em contato com o revestimento no decorrer do caminho. Antes da aplicação do material a camada que receberá o PMF deverá estar limpa e já com a devida aplicação da imprimação ou pintura de ligação, após 7 dias da aplicação da mesma poderá ser iniciada a aplicação da camada do revestimento com uso dos equipamentos regulamentados pela norma DNIT 153/2010 – ES (DNIT,2010).

4.6.7 Lamas Asfálticas sem o aditivo de polímeros

Esse tipo de revestimento asfáltico possui basicamente as mesmas propriedades do microrrevestimento. É um elemento betuminoso que necessita de um teor relativamente grande de aglutinantes (ou ligantes asfálticos), além de agregados miúdos em sua estrutura, além água e outros materiais de enchimento.

A lama asfáltica é utilizada principalmente como método de prevenção, onde é aplicada para revitalização do pavimento antigo, podendo regularizar pequenas fissuras e impermeabilizando o local de aplicação, protegendo as camadas inferiores do pavimento (BERNUCCI, 2008).

Sua execução deverá ser feita em velocidade uniforme, de forma mais reduzida possível, para que o revestimento aplicado seja melhor distribuído sobre o pavimento. Caso ocorram irregularidades na aplicação do revestimento será necessário aplicar a correção imediatamente após a aplicação da lama asfáltica. Assim como no caso do microrrevestimento deverá ser feita uma análise na consistência da massa ao longo da aplicação, adicionando água caso seja necessário.

4.7 LOCAIS DE APLICAÇÃO DO MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES -RO

Para identificar os resultados da aplicação do microrrevestimento em pavimentos urbanos, tornou-se necessário analisar locais do município que receberam esse tipo de revestimento, suas condições de uso, o nível de tráfego presente na região e se houve o desgaste acentuado do pavimento na região. Esses locais puderam ser identificados por meio da prefeitura municipal de Ariquemes-RO, após a identificação do local dos mesmos, foi possível realizar uma consulta in loco das condições de alguns desses pavimentos urbanos que receberam a camada de microrrevestimento asfáltico.

Figura 12 – Ruas Tucumã(a) e Cerejeira (b)



Fonte: Autor (2020).

Através de uma tabela disponibilizada pelo núcleo de engenharia da Prefeitura Municipal de Ariquemes-RO, onde há uma relação dos pavimentos asfálticos que já foram executadas as camadas de microrrevestimento, sua extensão executada e os respectivos trechos. A Figura 13 representa um resumo dos dados obtidos através da tabela mencionada:

Figura 13 – Locais de aplicação do microrrevestimento

Setor 01	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Setor 11	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	12	4.940,00		2	849,00
Áreas Especiais Setor 01	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Colonial	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	5	515,00		1	522,00
Setor 02	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Áreas Especiais	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	15	11.283,00		4	1.020,00
Setor 03	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Jorge Teixeira	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	18	9.411,00		8	2.581,00
Setor 04	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Jardim das Palmeiras	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	8	7.037,00		6	1.934,00
Setor 05	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Setor 09	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	23	10.209,00		17	7.775,00
BNH	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Setor 10	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	18	5.773,00		7	3.133,00
Setor 06	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	Setor Parque das Gemas	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	9	5.785,00		3	2.641,00
Setor 08	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)	TOTAL	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)
	9	1.350,00		167	77.568,00
Monte Cristo	Número de ruas executadas	Extensão executada (m)			
	2	810,00			

Fonte: Prefeitura Municipal de Ariquemes (2020), Adaptada.

O grande número de ruas e extensão executada da camada de microrrevestimento asfáltico demonstra que esse material é acessível e já está sendo amplamente utilizado nos pavimentos do município, o que facilita tanto a obtenção de materiais quanto na execução dessa camada, visto que há profissionais que já acompanharam a aquisição e execução desse tipo de revestimento.

Figura 14 – Rua Ingazeira



Fonte: Autor (2020).

Dentre as ruas visitadas in loco, foi possível notar a qualidade do pavimento executado na maioria das vias, algumas possuíam algumas patologias pouco acentuadas, nessas ruas o fluxo de veículos era grande e possivelmente o processo de desgaste foi acelerado. Portanto a aplicação da camada de microrrevestimento

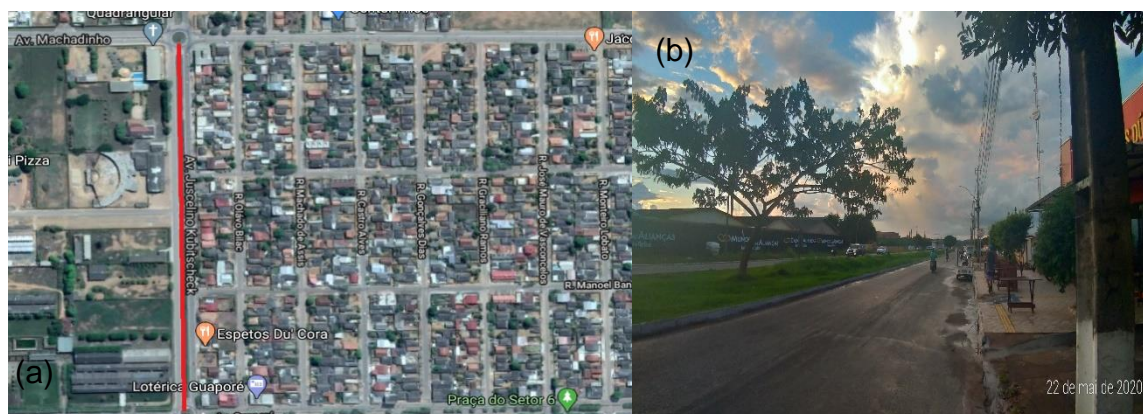
para revitalização das camadas se mostraram eficazes nos pavimentos observados, trazendo conforto e segurança na trafegabilidade para os usuários da via.

4.8 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

4.8.1 Local de Aplicação

Para melhor dimensionamento de materiais utilizados foi escolhido um pavimento no município de Ariquemes-RO que apresentasse desgaste na sua superfície, fissuras de pequenas dimensões e patologias que não apresentassem características comumente encontradas em defeitos estruturais, escolhida através de visitas in loco e identificação das condições da pavimentação. O local escolhido foi na Avenida Jucelino Kubitscheck, no município de Ariquemes-RO, no trecho entre as rotatórias de encontro entre essa avenida e as avenidas Machadinho e Guaporé. No local definido foram encontradas algumas fissuras e depressões de pequena expressão, que podem ser seladas com a aplicação do microrrevestimento asfáltico.

Figura 15 - Localização da Avenida JK no mapa (a) e fotografia do local (b).



Fonte: Google Maps (a) e próprio Autor (b) (2020).

As fissuras na via predominantemente eram no sentido longitudinal, presentes próximas ao eixo da via, possivelmente formadas por má dosagem do revestimento, má aplicação do material no local ou falta de manutenção adequada, além disso o pavimento apresentava característica de desgaste da sua vida útil.

Figura 16 – Fissuras longitudinais.



Fonte: Autor (2020).

Além disso existiam alguns trechos com pequenas depressões formadas ao longo da via que podem ser facilmente seladas com a utilização do microrrevestimento.

Figura 17 – Desgaste na camada de revestimento



Fonte: Autor (2020).

4.8.2 Custos de Transporte

Através de uma nota técnica informativa fornecida pelo Departamento de Estradas de Rodagem, Infraestrutura e Serviços Públicos (DER/RO), com referência de custos, tanto de materiais quanto o salário de seus colaboradores, no mês de março de 2019.

Para realização dos custos de transporte dos materiais asfálticos, a composição pode ser feita de acordo com as portarias do ano de 2017 realizadas pelo DNIT utilizando os preços disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O transporte dos materiais nessa pesquisa foi realizado através da tabela fornecida pelo DER/RO, como se os materiais transportados para a região de Ariquemes-RO fossem através do modal rodoviário,

principal meio de transporte utilizado em todo o país, onde “D” é a distância da fornecedora até o local de destino. Além disso, a portaria define que os locais mais próximos para aquisição desses materiais asfálticos, sendo a utilizada para estudo deste material a cidade de Manaus (AM) (DER/RO,2019).

Tabela 1 - Tabela de custos de transporte.

Natureza do Transporte	Equações Tarifárias de Transporte (R\$)
Rodovia pavimentada	$(26,939 + 0,253 \times D)$ por tonelada
Rodovia em revestimento primário	$(26,939 + 0,299 \times D)$ por tonelada
Rodovia em leito natural	$(26,939 + 0,412 \times D)$ por tonelada

Fonte: DER/RO (2019).

O transporte do material betuminoso também será feito através do transporte fluvial, de Manaus (AM) até a capital do estado de Rondônia, Porto Velho (RO), e da capital até o município de Ariquemes (RO) será através do modal rodoviário com rodovia pavimentada. O DER/RO define uma tabela de custos de transporte fluvial para materiais betuminosos.

Tabela 2 – Tabela de custos de transporte fluvial

Alternativa 01 - Transporte com utilização de empurrador e balsas especializadas com taques isotérmicos	
Alternativa 01	Equações tarifárias de transporte
Transporte a quente	$(24.3894 + 0,1603 \times D)$ por tonelada
Transporte a frio	$(20.7256 + 0,1603 \times D)$ por tonelada

Fonte: DER/RO (2019).

Portanto o custo de transporte nesse trecho seria de:

$$\text{Frete de Manaus a Porto Velho} = 24,3894 + 0,1603 * 890,9\text{km} = \text{R\$}:\frac{167,20}{t}$$

$$\text{Frete de Porto Velho a Ariquemes} = 26,939 + 0,253 * 202,7\text{km} = \text{R\$}:\frac{78,22}{t}$$

$$\text{Total} = \text{R\$}:\frac{245,42}{t}$$

4.8.3 Custos de Materiais e mão de obra para o microrrevestimento asfáltico modificado com polímero utilizando camada de 0,8cm

O quantitativo de materiais, equipamentos e mão de obra será determinado através da relação entre a unidade necessária por metro quadrado (m²) ou no caso de alguns equipamentos a sua utilização por tipo de obra. Os dados foram obtidos através da nota de informação técnica do DER/RO.

4.8.3.1 Equipamentos

Para realização da composição de custos dos equipamentos foi utilizado a tabela DERCONS041 presente na Tabela Referencial de Preços e Serviços Rodoviários do DER/RO.

Tabela 3 – Tabela de composição de custos dos equipamentos

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM E TRANSPORTES - DER-RO							mar/19	
COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE CUSTOS				CONS/REST RODOVIÁRIA (Valores em R\$)				
DERCONS040 Micro-revestimento a frio - Microflex 0,8cm (exclusive emulsão polim.)				Prod. Equipe: 1.125,00			m ²	
A	Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário	
			Operativa	Improdutiva	Operativa	Improdutiva		
E007	Trator Agrícola (74 KW)	1,00	0,36	0,64	92,16	16,71	43,87	
E016	Carregadeira de Pneus - 1,91 m ³ (113KW)	1,00	0,09	0,91	164,12	24,63	37,18	
E105	Rolo Comp. de Pneus Auto Prop. 25T (98KW)	1,00	0,77	0,23	165,23	16,71	131,07	
E107	Vassoura mecânica - Rebocável	1,00	0,36	0,64	4,70		1,69	
E110	Tanque de estocagem de Asfalto - 30.000L	2,00	1,00		20,38		40,76	
E161	Equip.distrib Lama asf.Rupt.Contr.acoplado em cavalo mec	1,00	1,00		360,22	25,51	360,22	
E404	Caminhão Basculante 10,0 m ³ (15,0 t) (210 KW)	0,07	1,00		185,44	20,67	12,98	
E406	Caminhão tanque - 6000 l (136W)	1,00	0,30	0,70	126,37	20,67	52,38	
E409	Caminhão carroceria fixa 9 t (136KW)	1,00	0,30	0,70	122,03	20,67	51,08	
Custo Horário dos Equipamentos ----->								731,23

Fonte: DER/RO (2019).

Para uma via que apresenta aproximadamente 7952m² de extensão em cada sentido, o quantitativo de materiais e custos de equipamentos para aplicação do microrrevestimento será:

$$\text{Tempo de execução} = \text{Área a ser executada} * \text{Produtividade da equipe}$$

$$\text{Tempo de execução} = \frac{7952m^2}{\frac{1.125m^2}{h}} = 7,068h$$

$$\text{Custo dos equip.} = \text{horas trabalhadas} * \text{custo horário total dos equip.}$$

$$\text{Custo dos equipamentos} = 7,068h * \frac{R\$731,23}{h} = R\$ 5.168,33$$

4.8.3.2 Mão de Obra

Tabela 4 – Tabela de composição da mão de obra

B	Mão de Obra	Quantidade	Salário Hora	Custo Horário
T511	Encarreg. de pavimentação	1,00	47,0600	47,06
T701	Servente	10,00	12,3100	123,10
Custo Horário da Mão de Obra ---->				170,16
Adc. Mão Obra: Ferramentas: (5,0%) + Alimentação(9,60%) + Transp(4,79%) + EPI (1,12%)		Adicional Mão de Obra	20,51%	34,90

Fonte: DER/RO (2019).

Tempo de execução = 7,068 horas

Custo da mão de obra = 7,068h * R\$: 205,06/h = R\$: 1.149,36

4.8.3.3 Materiais

Tabela 5 – Tabela de composição dos materiais

C	Material	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
M110	Emulsões Asf. RC1C-E preço ANP + ICMS+PIS+Cofins (sem frete)	0,00140	t	
Custo Total do Material ----->				
D	Atividades Auxiliares	Quantidade	Unidade	Preço Unitário
DERAUX033	Brita Comercial	0,00800	m³	84,66

Fonte: DER/RO (2019).

$$\text{Quantidade de materiais} = \text{Quantidade} * \text{Área}$$

- Emulsões Asf. RC1C-E

$$\text{Quantidade de materiais} = \frac{0,0014t}{m^2} * 7952m^2 \cong 11,13t$$

A emulsão asfáltica modificada por polímeros é vendida e distribuída pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Na pesquisa foi

adotado o custo unitário de R\$:3,674 por kg de material segundo a tabela disponibilizada pela ANP com referência no mês de jan/2020, para a região Norte.

$$\text{Custo do material} = \text{Custo unitário} * \text{Quantidade}$$

$$\text{Custo do material} = R\$: \frac{3,674}{kg} * 11.130kg = R\$: 40.891,62$$

$$\text{Total de frete} = \text{Custo} * \text{quantidade}$$

$$\text{Total de frete} = \left(R\$: \frac{167,2}{t} + R\$: \frac{78,22}{t} \right) * 11,13t = R\$: 2.731,53$$

$$\text{Custo total do material} = \sum R\$: 40.891,62 + R\$: 2.731,53 = R\$: 43.623,15$$

- Brita Comercial

Para esse material não será adotado o valor de frete, uma vez que esse elemento poderá ser encontrado no município de origem.

$$\text{Quantidade de materiais} = \frac{0,008m^3}{m^2} * 7952m^2 = 63,616m^3$$

$$\text{Custo do material} = R\$: 84,66 * 63,616m^3 = R\$: 5.385,73$$

4.8.3.4 Custo total da aplicação do microrrevestimento

O custo total da aplicação do microrrevestimento asfáltico modificado por emulsão polimérica para a Avenida Jucelino Kubitscheck, no trecho entre as avenidas Machadinho e Guaporé, sendo executado a camada desse revestimento para ambas direções de tráfego será de:

$$\sum R\$: 5.168,33 + 1.149,36 + 43.623,15 + 5.385,73 = R\$: 55.326,57$$

4.8.4 Custos de Materiais e mão de obra para a Lama asfáltica com ruptura controlada.

Os custos da execução da camada de revestimento presentes na figura 24 foram baseados nas tabelas do DER/RO com mês de referência no ano de 2019, os cálculos utilizados para realização da composição de custos da tabela foram os mesmos utilizados nos memoriais do microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero, inclusive custos de transporte e do material betuminoso fabricado e distribuído pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), com mês de referência em Janeiro de 2020.

Tabela 6 – Tabela de composição dos materiais e equipamentos

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM E TRANSPORTES - DER-RO		CONS/REST RODOVIÁRIA (Valores em R\$)					mar/19
COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE CUSTOS							
DERCONS045 Lama asf. grossa incl. filler, areia, pó de pedra (exclusive RL-1C)		Prod. Equipe: 469,00					m²
A	Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
			Operativa	Improdutiva	Operativa	Improdutiva	
E107	Vassoura mecânica - Rebocável	1,00	0,15	0,85	4,70		0,71
E007	Trator Agrícola (74 KW)	1,00	0,15	0,85	92,16	16,71	28,03
E016	Carregadeira de Pneus - 1,91 m³ (113KW)	1,00	0,01	0,99	164,12	24,63	26,02
E122	Equip. distrib. Lama Asf.montado em caminhão (210 KW)	1,00	1,00		227,27	20,67	227,27
E110	Tanque de estocagem de Asfalto - 30.000L	2,00	1,00		20,38		40,76
E406	Caminhão tanque - 6000 l (136W)	1,00	1,00		126,37	20,67	126,37
E105	Rolo Comp. de Pneus Auto Prop. 25T (98KW)	1,00	0,48	0,52	165,23	16,71	88,00
E112	Aquecedor de Fluido Térmico (12KW)	1,00	1,00		145,17		145,17
E404	Caminhão Basculante 10,0 m³ (15,0 t) (210 KW)	0,01	1,00		185,44	20,67	1,85
Custo Horário dos Equipamentos ----->							684,18
B	Mão de Obra	Quantidade	Salário Hora		Custo Horário		
T511	Encarreg. de pavimentação	1,00	47,0600		47,06		
T701	Servente	10,00	12,3100		123,10		
Custo Horário da Mão de Obra --->							170,16
Adc. Mão Obra: Ferramentas: (5,0%) + Alimentação(9,60%) + Transp(4,79%) + EPI (1,12%)							34,90
Adicional Mão de Obra 20,51%							889,24
Custo Horário de Execução --->							1,90
Custo Unitário de Execução --->							
C	Material	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário		
M109	Emulsão Asf. RL-1C preço ANP + ICMS+PIS+Cofins (sem frete)	0,00120	t				
M905	Filler	0,20000	kg	0,18000	0,04		
M705	Pó de pedra	0,00520	m³	73,75000	0,38		
Custo Total do Material ----->							0,42
D	Atividades Auxiliares	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário		
DERAUX032	Areia comercial	0,00130	m³	63,75	0,08		
Custo Total das Atividades ----->							0,08
E	Transportes de Materiais	Ton/Unid.Serviço	DMT	Preço Unitário	Custo Unitário		
M109	Emulsão Asf. RL-1C preço ANP + ICMS+PIS+Cofins (sem frete)	0,00120					
M905	Filler	0,00020					
M705	Pó de pedra	0,00780					
Custo Total Transp.Materiais ----->							
F	Transp. Material (Local / Comercial)	X1	X2	Ton/Unid.Serviço	DMT	Preço Unitário	Custo Unitário
DERAUX032	Areia comercial			0,00200			
Custo Total Transp.Mat. Produz./Comerc.-->							
Custo Unitário Direto Total							2,40
Lucro e Despesas Indiretas 35,76%							0,86
Preço Unitário Total R\$							3,26

Fonte: DER/RO (2019).

Tabela 7 – Tabela de custos da Lama asfáltica

Lama asf. incl. Filler, areia, pó de pedra (RL-1C)			
Custo de equipamentos e mão de obra			
Tempo de execução	Produtividade (m ²)	Área a ser executada (m ²)	Total (h)
	469	7952	16,96
Custo dos equipamentos	Custo horário (R\$/h)	Horas trabalhadas (h)	Total (R\$)
	R\$ 684,18	16,96	R\$ 11.600,43
Custo da mão de obra	Custo horário (R\$/h)	Horas trabalhadas (h)	Total (R\$)
	R\$ 205,06	16,96	R\$ 3.476,84
Custo de materiais			
Emulsão Asf. RL-1C preço ANP + ICMS+PIS+Cofins (sem frete)	Quantidade (t/m ²)	Área a ser executada (m ²)	Total (t)
	0,0012	7952	9,54
	Custo do material (R\$/KG)	Frete	Custo Total (R\$)
	R\$ 1,85	R\$ 2.341,90	R\$ 19.995,34
Filler	Quantidade (kg/m ²)	Área a ser executada (m ²)	Total (kg)
	0,2	7952	1590,40
	Custo do material (R\$/KG)	Frete	Custo Total (R\$)
	R\$ 0,18	R\$ -	R\$ 286,27
Pó de pedra	Quantidade (m ³ /m ²)	Área a ser executada (m ²)	Total (m ³)
	0,0052	7952	41,35
	Custo do material (R\$/m ³)	Frete	Custo Total (R\$)
	R\$ 73,75	R\$ -	R\$ 3.049,59
Areia Comercial	Quantidade (m ³ /m ²)	Área a ser executada (m ²)	Total (m ³)
	0,0013	7952	10,34
	Custo do material (R\$/KG)	Frete	Custo Total (R\$)
	R\$ 63,75	R\$ -	R\$ 659,02
			Custo Total de Aplicação
			R\$ 39.067,49

Fonte: Autor (2020).

A emulsão asfáltica RL-1C utilizada na composição do betume, foi acrescentada a mistura para controlar a ruptura do material durante a execução do pavimento asfáltico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 COMPARATIVO ENTRE O MICRORREVESTIMENTO E A LAMA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

Através dos estudos realizados para conhecimento técnico e seus respectivos custos, tanto de materiais quanto equipamentos e mão de obra disponibilizados a partir das notas técnicas do DER/RO, é possível realizar um comparativo entre os dois materiais que podem ser utilizados para revitalização asfáltica em pavimentos.

Figura 18 – Quadro comparativo entre as duas lamas asfálticas

COMPARATIVO ENTRE AS LAMAS ASFÁLTICAS		
	Microrrevestimento	Lama asfáltica convencional
Componentes	Agregado, filler, água, aditivos (caso necessário), emulsão asfáltica modificada por polímeros.	Agregado mineral, filler, emulsão asfáltica, aditivos (caso necessário), e água.
Principal diferença	A presença polímeros na composição do microrrevestimento, o que melhora significativamente as características físicas do pavimento que receberá essa camada, como o aumento da aderência do pneu com o pavimento, resistência a esforços tangenciais, maior elasticidade, entre outros.	
Equipamentos utilizados	Ambos utilizam os mesmos equipamentos: silo, depósito para materiais, sistema de circulação e alimentação do ligante asfáltico, veículo e uma caixa distribuidora	
Vida útil estimada	5 a 8 anos	2 a 6 anos
Custos de aplicação para o trecho analisado da Av. JK	R\$55.326,57	R\$39.067,49
Diferença de Custos	R\$ 16.259,08	

Fonte: Autor (2020).

Foi identificado que o comparativo entre os aspectos técnicos entre o microrrevestimento asfáltico com emulsão polimérica e a lama asfáltica possuem aspectos muito semelhantes em sua composição, mas que o microrrevestimento asfáltico pode ser considerado uma evolução da lama asfáltica por utilizar aditivos poliméricos em sua composição, o que aumenta suas características físicas e seus benefícios para a via em diversas condições de uso.

Também foi notado que os custos de aplicação de ambos os revestimentos não são grandes, uma vez que, em termos da dimensão das obras de pavimentação

asfáltica, os custos são elevados se comparados a obras convencionais e que os benefícios da aplicação de um material de qualidade superior é notória e deverão ser levadas em consideração na escolha de um determinado material.

Uma vez que a principal aplicação tanto do microrrevestimento asfáltico modificado por polímeros quanto da lama asfáltica convencional se dá em pavimentos que apresentem desgaste da camada superficial e, como já foi mencionado, esse evento patológico ocorre principalmente devido a esforços tangenciais que ocorrem entre o atrito do pneu dos veículos com a camada de rolamento e que a existência de polímeros na composição do microrrevestimento asfáltico tem melhor eficiência na resistência a esses esforços muito comuns nos pavimentos, conseqüentemente impulsionando consideravelmente a vida útil do pavimento que recebe esse tipo de camada revitalizante, se comparado com a lama asfáltica convencional.

A vida útil dos pavimentos que recebem a camada de microrrevestimento asfáltico com aditivos de polímeros em sua emulsão é estimada entre 5 a 8 anos enquanto a das lamas asfálticas convencionais é de 2 a 5 anos. A estimativa desse tempo varia devido principalmente as condições estipuladas em projeto, a correta execução do material de acordo com as normas vigentes, condições de clima, condições do asfalto, tráfego, entre outros (IETEC, 2018).

6. CONCLUSÃO

Através das pesquisas das diversas patologias que podem surgir durante a vida útil de um pavimento, desde fissurações pouco densas a trincas que surgem de defeitos estruturais. Foi possível notar que existem diversas formas de combater patologias existentes em pavimentos através dos revestimentos betuminosos que possuem suas peculiaridades, desde seus materiais até seus métodos executivos. Pois a viabilidade da aplicação de um revestimento em pavimentações asfálticas vai além dos seus custos de produção e aplicação, é necessário identificar aspectos técnicos que propiciem melhores condições aos usuários da pista e aumentem a vida útil do pavimento já existente. Manutenções são de extrema importância para manter a qualidade da trafegabilidade e segurança dos usuários da pista.

Além do aspecto técnico, o custo da aplicação do revestimento também é importante, portanto, é necessário realizar os cálculos da composição de custos para determinar a melhor aplicação. A escolha do material deve estar em conformidade com as condições dos cofres públicos do município de aplicação, para que seja melhor aproveitado o recurso coletado da população.

Existem outros tipos de pavimentos que podem trazer benefícios maiores a curto e longo prazo, como a utilização do concreto usinado a quente, mas que sua aplicação pode ser muito mais complexa e de custo elevado para o trecho escolhido para realização do estudo. Outro ponto identificado foi que o pavimento não possui aspectos que indiquem a presença de patologias estruturais, apenas a presença de algumas fissuras ao longo de sua extensão, provavelmente em decorrência da sua vida útil.

Então a aplicação do microrrevestimento seria de extrema importância para aumento da vida útil do pavimento existente, selando as fissuras que estão presentes na via e melhorando as características físicas, aliando o custo e o benefício. A escolha do microrrevestimento acaba sendo economicamente viável, visto que a diferença de durabilidade das lamas asfálticas são de 2 a 5 anos (lama asfáltica convencional) e de 5 a 8 anos para o microrrevestimento asfáltico modificado por polímeros, portanto a diferença de custos acaba sendo irrisória diante não só da durabilidade, mas também de todos os aspectos físicos que são impulsionados através da adição de polímeros em sua composição.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Jorge. **Conservação Rodoviária**. Paraná. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTOS (ABEDA). **Micro revestimento asfáltico a frio**. Paraná, 2006.

BBC NEWS. **Porque o Brasil depende tanto do transporte rodoviário?**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/por-que-o-brasil-depende-tanto-do-transporte-rodoviario.ghtml>. Acesso em: 29 Setembro 2019.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobrás; Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto, 2008.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira; REIS, Rafael Marçal Martins de. **Manual de Microrrevestimento Asfáltico a Frio**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento> Acesso em: 03 Outubro 2019.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS (DER/RO). **Nota técnica informativa – Tabela referencial de preços e serviços rodoviários**. Porto Velho, 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **DNER – EM 367/97. Material de enchimento para misturas betuminosas**. Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **DNER – ES 386/99. Pavimentação – pré-misturado a quente com asfalto polímero – camada porosa de atrito**. Rio de Janeiro, 1999.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 005/2003 – TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 031/2006 – ES. Pavimentos flexíveis – Concreto Asfáltico – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 035/2018 - ES. Pavimentação asfáltica – Microrrevestimento asfáltico – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 128/2010. Emulsões catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos – Especificação de material.** Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 153/2010 – ES. Pavimentação asfáltica – Pré-misturado a frio com emulsão catiônica convencional – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 154/2010 – ES. Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 032/2004 – ES. Pavimentos flexíveis – Areia-asfalto a quente – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2004.

GEWEHR, Juliano. **CBUQ X PMF.** Disponível em: <http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2015/09/cbuq-x-pmf.html>. Acesso em: 21 de Novembro de 2019.

GOOGLE EARTH-MAPAS. <http://mapas.google.com>. Acesso em: 30 de Maio de 2020.

IETEC. **Viabilidade dos Revestimentos Asfálticos Fabricados em Usinas Móveis.** Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/2219. Acesso em: 30 Setembro 2019.

NOVAS TÉCNICAS DE ASFÁLTO (NTA). **Tipos de Revestimentos asfálticos.** Disponível em: <http://www.nta-asfaltos.com.br/por-tipo-de-revestimento-asfaltico>. Acesso em: 20 de Novembro de 2019.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** Novo Amburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

RODRIGUES, William Costa et al. **Metodologia científica.** Faetec/IST. Paracambi, p. 01-20, 2007.

ANEXOS:



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Lucas Mendes Cerqueira

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 22.09.2020

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **1,09%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 🚩

Suspeitas confirmadas: **0,41%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 🚩

Texto analisado: **93,26%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.6.2
terça-feira, 22 de setembro de 2020 14:38

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **LUCAS MENDES CERQUEIRA**, n. de matrícula **22924**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 1,09%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente