

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA

DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BRUNO TEIXEIRA CUNHA

LUCIO HENRIQUE MACEDO

**APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO (COM
ADIÇÃO DE POLÍMERO ELASTOMÉRICO) NA REVITALIZAÇÃO DE
DIVERSAS VIAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE
GOIÂNIA - GO**

APARECIDA DE GOIÂNIA

2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☒ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☐ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Bruno Teixeira Cunha

Matrícula: 20362090040061

Título do Trabalho: Aplicação de micromembramento asfáltico (com adição de Polímero Elastomérico) na revitalização de ruas urbanas

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Assinatura do Autor: Bruno T. Cunha Local: Ap. de Goiânia Data: 30/12/2021

Bruno T. Cunha
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☒ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☐ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: *Lucio Henrique Macedo*

Matrícula: *2012.1090040188*

Título do Trabalho: *Aplicação de Microrevestimento asfáltico (com adição de polímero elastomérico) na revitalização de vias urbanas no município de Aparecida de Goiânia.*

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Op. de Goiânia, 30 / 12 / 2021
Local Data

Lucio Henrique Macedo

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

BRUNO TEIXEIRA CUNHA
LUCIO HENRIQUE MACEDO

**APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO (COM
ADIÇÃO DE POLÍMERO ELASTOMÉRICO) NA REVITALIZAÇÃO DE
DIVERSAS VIAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE
GOIÂNIA - GO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Aparecida de Goiânia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e desenvolvido na linha de pesquisa Construção Civil: Pavimentação, sob a orientação do Professor Me. Ricardo Fernandes de Andrade.

APARECIDA DE GOIÂNIA
2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA

Termo de Aprovação

BRUNO TEIXEIRA CUNHA

LÚCIO HENRIQUE DE MACEDO

APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO (COM ADIÇÃO DE POLÍMERO ELASTOMÉRICO) NA REVITALIZAÇÃO DE DIVERSAS VIAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Aparecida de Goiânia/IFG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Prof. Ricardo Fernandes de Andrade.

Aprovado em 27 de janeiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ricardo Fernandes de Andrade

Presidente da banca / Orientador(a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng. Geovane Gomes

Membro Externo

Instituto de Especialização - IPOS

Prof.^a Ana Maria Barboza Lemos

Membro Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Documento assinado eletronicamente por:

- GEOVANE GOMES, GEOVANE GOMES - Outros - Ipos (39519611000186), em 24/02/2022 10:24:49.
- Ana Maria Barboza Lemos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/02/2022 18:54:57.
- Ricardo Fernandes de Andrade, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/02/2022 09:29:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 239723

Código de Autenticação: 6d2fa5bbd8



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Avenida Universitária Vereador Vagner da Silva Ferreira, Qd. 1, Lt. 1-A, Parque Itatiaia, APARECIDA DE GOIÂNIA / GO, CEP 74968-755
(62) 3507-5958 (ramal: 5985)

APLICAÇÃO DE MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO (COM ADIÇÃO DE POLÍMERO ELASTOMÉRICO) NA REVITALIZAÇÃO DE DIVERSAS VIAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Bruno Teixeira Cunha ¹

Lucio Henrique Macedo ²

Orientador: Ms. Ricardo Fernandes de Andrade ³

RESUMO: O objetivo do trabalho é apresentar conceitos de restauração e manutenção, especialmente de vias urbanas, especificações de serviços, neste caso o serviço de recapeamento com microrrevestimento asfáltico; visando aumentar a segurança de tráfego, conforto de dirigibilidade, vida útil do revestimento e inibição de patologias nas vias constituídas de pavimentos flexíveis. Para observar a aplicação das técnicas foi elaborado um estudo de caso no município de Aparecida de Goiânia – Goiás. Dados referentes aos serviços foram coletados “*in loco*” e adquiridos na Secretaria Municipal de Infraestrutura, levantados através de procedimentos orientados em normas vigentes no Brasil. O trabalho aborda aspectos técnicos que interferem na qualidade dos pavimentos flexíveis do sistema rodoviário local que levam ao surgimento de manifestações patológicas. Com intenção de parametrizar a manutenção de ruas e avenidas, foi executado da seguinte forma: Na primeira fase foram identificadas as manifestações patológicas em algumas vias, as prováveis causas e consequências no pavimento. Na segunda fase apresenta-se o método de recuperação com microrrevestimento asfáltico com adição de polímero; buscando melhorar suas condições de segurança e conforto aos usuários depois de adequada recuperação. Na terceira fase são apresentados resultados e conclusões comparativos com quantitativos e custos.

¹ Bacharelado em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Goiás – IFG. Aparecida de Goiânia – Goiás - 2021/2. brunoviasifg@gmail.com

² Bacharelado em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Goiás – IFG. Aparecida de Goiânia – Goiás - 2021/2. infraconst@hotmail.com

³ Engenheiro Civil, Mestre em Geotecnia, Docente no curso Engenharia Civil no Instituto Federal de Goiás – IFG. Aparecida de Goiânia – Goiás. ricardo.andrade@ifg.edu.br

Palavras-Chave: microrrevestimento asfáltico, pavimentos flexíveis, recapeamento, manifestações patológicas, e polímero.

ABSTRACT: *The objective of the work is to present concepts of restoration and maintenance, especially of urban roads, specifications of services, in this case the service of resurfacing with asphaltic microcoating; aiming to increase traffic safety, driving comfort, service life of the coating and inhibition of pathologies in roads made of flexible pavements. In order to observe the application of the techniques, a case study was prepared in the municipality of Aparecida de Goiânia - Goiás. Data regarding the services were collected "in loco" and acquired at the Municipal Department of Infrastructure, collected through procedures guided by regulations in force in Brazil. The work addresses technical aspects that interfere in the quality of flexible pavements of the local road system that lead to the emergence of pathological manifestations. In order to parameterize the maintenance of streets and avenues, it was carried out as follows: In the first phase, pathological manifestations were identified in some roads, the probable causes and consequences on the pavement. In the second phase, the recovery method with asphalt microcoating with polymer addition is presented; seeking to improve safety and comfort conditions for users after adequate recovery. In the third phase, comparative results and conclusions are presented with quantitative and costs.*

Keywords: *Asphalt micro coating, flexible pavements, resurfacing, pathologic manifestations, and polymer.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo ZAFANELI et al. (2013), historicamente, a crise petrolífera no início dos anos 70 e o custo elevado com produtos derivados do petróleo utilizados na composição de produtos para execução de obras de pavimentação asfáltica gerou colapso nos serviços de construção e manutenção das vias.

O grande aumento no tráfego de veículos automotores combinados com a deficiência de manutenções nas vias compostas por pavimento flexível acarretou no surgimento de várias patologias funcionais e estruturais. Concomitante a este histórico, a Secretaria de Infraestrutura do município de Aparecida de Goiânia – GO entende que a necessidade de construir vias se estende ao processo de recuperação estrutural e restauração superficial das mesmas; a fim de, sanar problemas técnicos com as soluções utilizadas.

Para a definição das soluções apropriadas de restauração estuda-se a condição do pavimento existente, desde sua construção, período de vida útil até a

situação atual; abordando avaliações estruturais e funcionais. Tão logo, este trabalho enfatiza técnicas de restaurações para pavimentos flexíveis com problemas **funcionais** através da aplicação de microrrevestimento asfáltico com adição de emulsão asfáltica de ruptura controlada modificada por polímeros elastoméricos.

1 TERMOS MEDIANTE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Pavimento

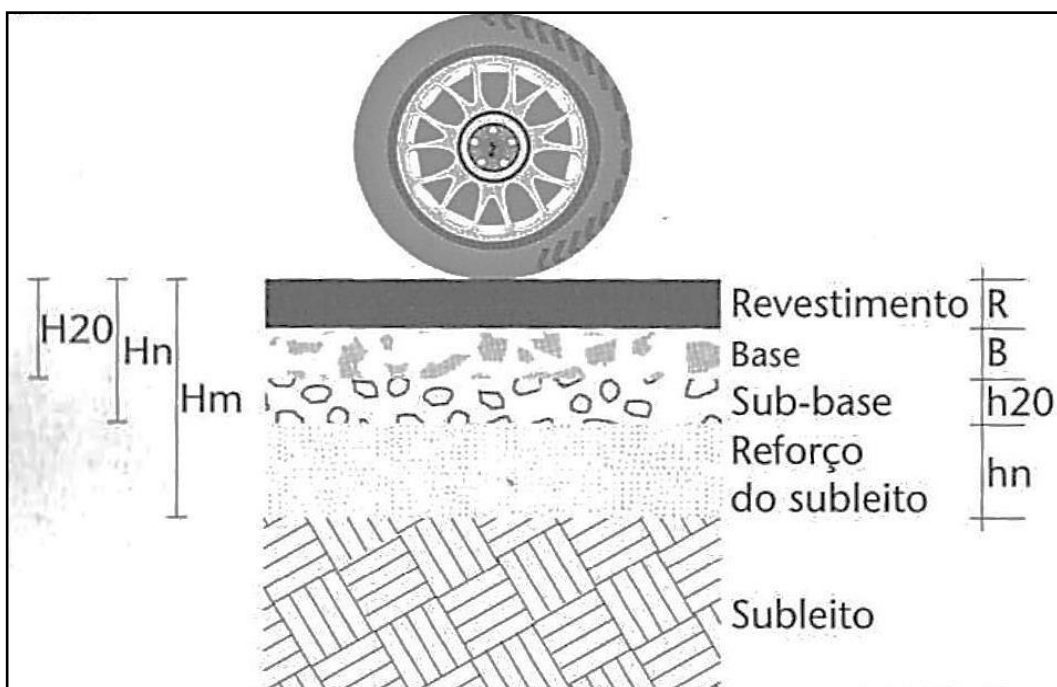
O termo pavimento significa:

[...] estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinado tecnicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos, às condições do clima e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança [...] (BERNUCCI, 2006, p.9).

Quanto à classificação os pavimentos podem ser: Rígidos (concreto-cimento), Flexíveis (concreto-asfáltico) ou semirrígidos (base concretada revestida por uma camada asfáltica). Este trabalho aborda e estuda as manifestações patológicas apenas no tipo flexível, por se tratar do tipo de pavimento mais utilizado nas vias urbanas do município de Aparecida de Goiânia, que apresenta em geral uma malha viária constituída de pavimento flexível, executados em concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ) e pré-misturado à frio (PMF). As camadas típicas de um pavimento flexível utilizadas no município de Aparecida de Goiânia são: revestimento, base, sub-base, reforço de subleito, subleito. Tais camadas podem ser observadas na Figura 1.

O revestimento do pavimento tem a função de impermeabilizar o pavimento e oferecer um acabamento final melhor, gerando conforto e a resistência à derrapagem. A base tem a função de distribuir as tensões nas camadas inferiores, além de permitir a drenagem da água por meio de drenos e resistir às deformações. A sub-base tem as mesmas funções da base e apenas a complementa, reduzindo a espessura e promovendo economia. O reforço do subleito, como o próprio nome diz tem a função de reforçar o subleito ajuda a distribuir as cargas e diminuir as deformações. (ROCHA, 2012, p. 4).

Figura 1 - Camadas do Pavimento



Fonte: Balbo (2007, p. 384)

1.2 Manifestações Patológicas em Pavimentos Flexíveis

Os levantamentos e caracterizações das manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis possuem a finalidade de avaliar o estado de conservação dos pavimentos, permitindo um diagnóstico preliminar da situação; favorecendo diagnóstico real do pavimento, assim como, as causas que levaram a ocorrer tais manifestações. Assim, possibilitando tomar melhor decisão sobre quais medidas de restaurações adequadas a cada tipo de situação.

Segundo JUNIOR (2014), os pavimentos apresentam períodos de vida útil que inicia numa condição ótima e vai até condição ruim. Este desgaste é resultado de causas naturais associadas ao tráfego intensamente superior ao projetado e as intempéries; acarretando em fadigas prematuras do pavimento.

Algumas manifestações patológicas encontradas em pavimentos flexíveis de vias urbanas são as trincas por fadiga, corrugações do revestimento, buracos fundos (conhecido popularmente como panelas) e desprendimento de capa; conforme observado na Figura 2. Tais patologias necessitam de uma recuperação funcional do pavimento, a fim de, reparar danos e deteriorações que foram formadas no decorrer do tempo de uso.

Figura 2 - Trincas (a), corrugação (b), buracos (panelas) (c) e desprendimento de capa (d), respectivamente



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

Os defeitos na superfície do pavimento podem surgir precocemente (devido a erros ou inadequações) ou a médio e longo prazo (devido a efeitos das intempéries e utilização pelo tráfego). Entre os erros ou inadequações que levam à redução da vida de projeto, destacam-se os possíveis fatores, agindo separada ou conjuntamente: erros de projeto; erros ou inadequações construtivas; erros ou inadequações nas alternativas escolhidas para conservação e manutenção.

O foco principal da recuperação funcional é fornecer ao usuário segurança e conforto; com isso, medidas de revitalizações devem ser tomadas para sanar os problemas no pavimento. Tendo ciência das intempéries que o pavimento fica exposto, e também do intenso fluxo de veículos nas vias, novas medidas de manutenção poderão ser tomadas futuramente, buscando sempre resolver os problemas que surgem na vida útil do pavimento.

1.3 Manutenção e Restauração

O Departamento Nacional de Infraestruturas e Transportes (DNIT), que é o órgão responsável pela construção de estradas, em seu manual publicado em 2006,

intitulado “Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos”, publicação IPR-720, apresenta a norma e explica as diretrizes necessárias para este tipo de processo. Este manual tem como objetivo auxiliar no diagnóstico das patologias dos pavimentos, na compreensão dos detalhes do projeto de restauração e na adoção de procedimentos adequados ao controle da qualidade das ações de manutenção de pavimentos flexíveis.

A manutenção de pavimentos consiste em um conjunto de procedimentos destinados a recompor a serventia característica do pavimento e a adaptar a via às condições de tráfego atual e futura, prolongando seu período de vida útil. Os serviços de manutenção englobam os seguintes tipos de intervenções: conservação de rotina, reabilitação, reconstrução e restauração.

A manutenção e conservação da malha rodoviária pavimentada já existente são tão importantes quanto à implantação de novas estradas. E identificar as patologias dos pavimentos, suas causas e origens são o primeiro passo no processo de uma restauração eficiente. (HUGHES, p. 3, 2017)

Bernucci et al. (2008) sugere que, quando não existem problemas estruturais e a restauração é necessária para a correção de defeitos funcionais superficiais, são empregados geralmente os tipos de revestimentos a seguir, isolados ou combinados e antecidos ou não por uma remoção de parte do revestimento antigo:

- a) Lama asfáltica;
- b) Tratamento superficial simples ou duplo;
- c) Mistura tipo camada porosa de atrito;
- d) Concreto asfalto;
- e) Microrrevestimento asfáltico à frio (MRAF) ou à quente (MRAQ).

Sendo o microrrevestimento asfáltico à frio com adição de polímeros elastoméricos o objeto de estudo neste trabalho.

1.4 Recapeamento com Microrrevestimento Asfáltico à Frio com Adição de Polímeros

Esta técnica pode ser considerada uma evolução das lamas asfálticas, pois usa o mesmo princípio e concepção, porém utiliza emulsões modificadas com polímero para aumentar a sua vida útil e acelerar a cura do mesmo.

O microrrevestimento é uma mistura a frio processada em usina móvel especial, de agregados minerais, fíler, água e emulsão com polímero, e eventualmente adição de fibras (ABNT NBR 14948/2003).

A definição de microrrevestimento com polímeros, segundo a Norma do DNIT, diz que:

Microrrevestimento asfáltico à frio com emulsão modificada por polímero – consiste na associação de agregado, material de enchimento (fíler), emulsão asfáltica modificada por polímero do tipo SBS, água, aditivos se necessários, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada. (DNIT 035 / 2005).

Esta técnica aplica-se na manutenção preventiva e corretiva de rodovias e vias públicas com pavimento flexível apresentando bons resultados de desempenho. A principal zona de aplicação do MRAF é em pavimentos cuja estrutura não esteja comprometida, ou seja, na manutenção preventiva, rejuvenescendo a superfície de rolamento e melhorando as condições de aderência. O microrrevestimento é utilizado em:

- a) Recuperação funcional de pavimentos deteriorados;
- b) Capa selante rejuvenescedora;
- c) Melhorias no atrito dos revestimentos;
- d) Revestimento de pavimentos de baixo volume de tráfego;
- e) Camada intermediária antirreflexão de trincas em projetos de reforço estrutural.

2 METODOLOGIA

Para apresentar a alternativa corretiva em algumas vias urbanas do município de Aparecida de Goiânia – GO, o presente trabalho disponibiliza informações relativas ao tema proposto, Recapeamento com Microrrevestimento Asfáltico à Frio com Adição de Polímeros Elastoméricos, bem como a localização onde foram executados os serviços, através de levantamentos de dados por meio de revisões bibliográficas de livros, normas e avaliações “in loco” das patologias em três logradouros com diferentes níveis de tráfego de veículos (baixo, médio e alto) para formulações comparativas.

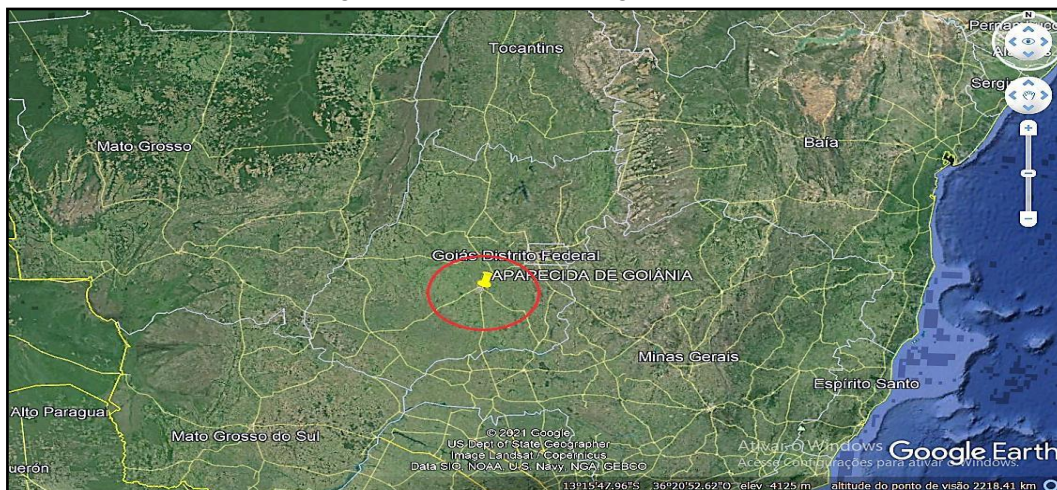
A Rua das Avenças, localizada no Setor Expansul, é uma via local (residencial) projetada para baixo volume de tráfego de veículos que foi executada com revestimento PMF no ano de 2010, geralmente utilizada por veículos de pequeno porte. A via em questão apresenta desnível longitudinal muito acentuado que favorece a degradação devido ao escoamento superficial das águas pluviais.

A Rua J-4, localizada no Loteamento Mansões Paraíso é uma via local (comercial) projetada para médio volume de tráfego de veículos, executada em CBUQ, no ano de 1999.

A Avenida Tropical, localizada no Jardim Tropical, é uma via arterial com pista dupla projetada para alto volume de tráfego de veículos, executada em CBUQ no ano de 1992. Está sujeita a trânsito intenso de veículos pesados (ônibus e caminhões), pois é uma via de acesso que liga a GO-040 a diversos bairros no interior do município.

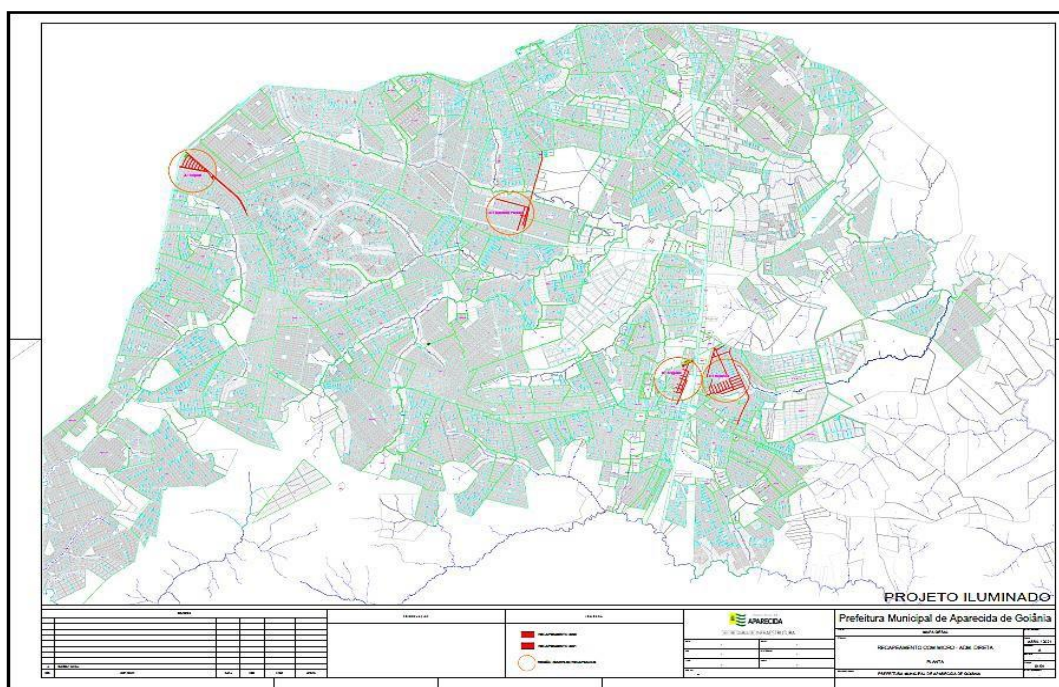
As figuras 3 e 4 demonstram a localização regional aérea e mapa geral de situação do município, fornecendo a localização dos bairros citados anteriormente.

Figura 3 - Vista Aérea Regional



Fonte: Google Earth (2021)

Figura 4 - Mapa Geral dos Bairros Recapeados – Aparecida de Goiânia



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

A coleta de dados é uma avaliação direta realizada *in loco*, cujo objetivo é definir a condição superficial do pavimento. O levantamento destes dados foi realizado entre os dias 5 de fevereiro até 15 de maio de 2021. Como o pavimento das ruas e avenidas em estudo é constituído de revestimento asfáltico, segue-se assim as orientações contidas na norma do DNIT (2003) sobre Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos. A finalidade do levantamento das manifestações patológicas é avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos bem como auxiliar a definição de uma solução tecnicamente adequada; para fim de análise deste trabalho será adotado o MRAF.

2.1 Características Geométricas

Na Rua das Avenças, a pista de rolamento possui 7,00m de largura e inclinação transversal de 2% para o bordo direito, onde são encontrados os dispositivos de escoamento superficial e coleta de águas pluviais (meio fio com sarjeta e bocas de lobo).

Na Rua J-4, a pista de rolamento possui 8,00m de largura, inclinação transversal de 3% para bordo direito; onde estão locados os dispositivos de

escoamento superficial de águas pluviais. (Meio fio com sarjeta). A via não possui dispositivos de coleta de águas pluviais no trecho em análise.

Na Avenida Tropical, existem duas pistas de rolamento com 7,00m de largura cada, inclinação transversal de 1,0%. De acordo com a topografia do terreno as duas pistas deveriam ser inclinadas para esquerda, onde estão localizados os dispositivos de escoamento superficial de águas pluviais, (meio fio com sarjeta), porém, observou-se que a via se encontra muito nivelada e não possui dispositivos de coleta de águas pluviais no trecho analisado.

2.2 Levantamento e Avaliação das Patologias Existentes

A avaliação funcional das vias está correlacionada à averiguação da superfície dos pavimentos e como este estado influencia no uso das faixas de rolamento, tendo por objetivo a determinação do grau de deterioração do revestimento do pavimento, a fim de identificar os problemas que afetam o conforto e a segurança dos usuários. Para tal, utiliza-se de métodos de avaliação subjetivo (Serventia) e objetivos (Índice de Gravidade Global – IGG) (SILVA, 2008).

Na Rua das Avenças, o trecho em estudo compreende uma extensão de 251,50m; localizado entre a Avenida Dr. Ignácio Xavier da Silva e Avenida Dr. Joaquim Craveiro de Sá no Setor Expansul, Município de Aparecida de Goiânia – Goiás. Foram identificadas as seguintes patologias:

- a) **Remendo:** local onde o material original fora substituído por outro material com a técnica apropriada ou por simples preenchimento em operação denominada de “tapa-buraco”;
- b) **Intemperismo:** corrosão do revestimento no pavimento asfáltico causada pela perda do ligante asfáltico, tal manifestação patológica pode ocorrer ao longo ou imediatamente abaixo da superfície do pavimento flexível.

Na Rua J-4, o trecho em estudo compreende uma extensão de 476,95m; localizado entre a Rua J- 17 e Avenida W-1 no Loteamento Mansões Paraíso, Município de Aparecida de Goiânia – Goiás. Foram identificadas as seguintes patologias:

- a) **Trincas:** Segundo Bernucci (2008), as trincas podem ser causadas por fadiga e retração térmica. Podendo ser causadas também pela falta de sistema de drenagem pluvial no pavimento. Nesta via, em particular, foram encontrados um tipo específico de trinca denominada Trincas Interligadas Tipo Couro de Jacaré, que tem como característica as trincas que se interligam formando pedaços com formas indefinidas;
- b) **Desgaste:** Como o próprio nome diz é o desgaste do pavimento flexível, que ao longo do tempo de utilização vai perdendo seus ligantes e agregados aos poucos, se tornando mais áspero. O desgaste é caracterizado por esforços tangenciais o que ocasiona desprendimento progressivo do ligante e do agregado do pavimento, tornando-o mais áspero. (JUNIOR, 2014, p. 4);
- c) **Panelas:** como são conhecidas as cavidades, que geralmente possuem formato arredondado, nos pavimentos, por sua semelhança com panelas, a principal causa desta manifestação patológica é a falta de aderência entre camadas do pavimento, causando a desagregação dessas camadas.

Na Avenida Tropical, o trecho em estudo compreende uma extensão de 2,03 quilômetros; localizado entre a Rodovia GO – 040 (km 2) e Avenida Atlântica no Jardim Tropical, Município de Aparecida de Goiânia – Goiás. Foram identificadas as seguintes patologias:

- a) **Afundamentos:** um dos problemas mais recorrentes nesses pavimentos. São deformações permanentes caracterizadas por depressões no pavimento, podendo ocorrer elevação ao longo da borda. Quando possuem comprimento de até 6,00m são chamados de “afundamentos locais”, quando maiores, são chamados de “afundamentos de trilha de rodas”; nesta via em específico, o afundamento ocorreu devido ao reparo inadequado do pavimento após a empresa concessionária instalar redes de esgotamento sanitário no bordo da faixa de rolagem neste trecho;
- b) **Escorregamento:** caracterizado pelo deslocamento horizontal do pavimento flexível, ocorre principalmente em áreas de frenagem e

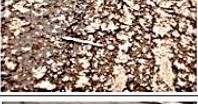
aceleração de veículos, formando manifestações patológicas em forma de meia lua. Essa patologia ocorre no pavimento devido à má compactação das camadas superiores juntamente com aumento da temperatura da superfície do pavimento e alto índice de fluxo de tráfego;

- c) **Exsudação:** Conforme DNIT (2006) a exsudação é uma ocorrência ocasionada pela formação de uma película ou filme de material betuminoso na superfície do pavimento e se caracteriza por manchas de variadas dimensões. Estas manchas resultantes comprometem seriamente a aderência do revestimento aos pneumáticos, principalmente durante tempo chuvoso, caracterizando um sério problema funcional relacionado à segurança.

Os projetos de recuperação das vias foram elaborados pela Secretaria Municipal de Infraestrutura do Município de Aparecida de Goiânia – SEINFRA/APGO e consiste em corrigir defeitos da superfície em toda pista de rolamento e estacionamentos, para garantir aos usuários melhor segurança e conforto.

Através de levantamentos visuais contínuos realizados pôde-se gerar um inventário da situação dos pavimentos, conforme observado no Quadro 1. Todos os trechos foram percorridos a pé, nas duas faixas; desta forma, planilhas de campo foram elaboradas especificando as características dos pavimentos e cada tipo de defeito. Segundo ROCHA (2010), o levantamento dos defeitos de superfície é feito para avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, desta forma se faz um diagnóstico da situação funcional. Com esse diagnóstico pode-se determinar soluções que sejam tecnicamente adequadas.

Quadro 1 - Inventário das Características e Situações dos Pavimentos Flexíveis – Aparecida de Goiânia

 PREFEITURA DE APARECIDA Fazendo cada vez mais SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA RUA GERVÁSIO PINHEIRO, QUADRA 30, APM, RESIDENCIAL VILLAGE GARAVELLO, CEP: 74968-500 APARECIDA DE GOIÂNIA - GO 				
LEVANTAMENTO TÉCNICO DAS PATOLOGIAS NAS VIAS MUNICIPAIS - 2020				
BAIRRO	FOTO 1	FOTO 2	FOTO 3	OBSERVAÇÕES
SETOR EXPANSUL				* IDADE DO PAVIMENTO DE 12 ANOS EM DIFERENTES TRECHOS, OXIDAÇÃO E PERDA DE ELASTICIDADE DEVIDO AO TEMPO, TRINCAS, BURACOS E PANELAS, OCASIONADOS POR ACÚMULO DE ÁGUA DEVIDO AOS SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO DE RAMAIS DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO; REMENDOS EXECUTADOS DE FORMA INAPROPRIADA.
SETOR CENTRAL				* IDADE DO PAVIMENTO DE 23 E 29 ANOS EM DIFERENTES TRECHOS, OXIDAÇÃO E PERDA DE ELASTICIDADE DEVIDO AO TEMPO, TRINCAS, BURACOS E PANELAS, OCASIONADOS POR ACÚMULO DE ÁGUA DEVIDO A TOPOGRAFIA PLANA E NIVELADA; REMENDOS EXECUTADOS DE FORMA INAPROPRIADA.
SETOR MANSÕES PARAÍSO				* IDADE DO PAVIMENTO DE 22 ANOS, OXIDAÇÃO POR TEMPO, DESGASTE E SEGREGAÇÃO POR ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E TRÂNSITO DE VEÍCULOS, RANHURAS LONGITUDINAIS PROVAVELMENTE CAUSADAS POR DEFETO NO BICO ESPARGIDOR DURANTE PROCESSO DE IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO.
JD. BELO HORIZONTE				* IDADE DO PAVIMENTO DE 23 ANOS, OXIDAÇÃO DEVIDO AO TEMPO, INTEMPÉRIES E USO, RANHURAS LONGITUDINAIS, REMENDOS E REPAROS APÓS SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO DE RAMAIS DE ÁGUA, DESNÍVEIS POR AFUNDAMENTOS QUE CAUSAM EMPOÇAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.
CONJUNTO ANA ROSA				* JÁ EXECUTADO SERVIÇOS DE RECAPEAMENTO EM 2019, PODE SER SUBSTITUÍDO PELA LINHA DE ÔNIBUS DO SETOR EXPANSUL.
JARDIM TROPICAL				* IDADE DO PAVIMENTO DE 29 ANOS, REMENDOS E REPAROS APÓS SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO DE REDES HIDROSSANITÁRIAS, RECALQUES, TRINCAS TIPO COURO DE JACARÉ, ESCORREGAMENTO DE MASSA EM DIVERSOS TRECHOS.

Fonte: SEINFRA-APGO (2020)

Alguns exemplos de **prováveis** erros construtivos que podem favorecer ao surgimento de patologias nos pavimentos asfálticos são:

- Espessuras menores que as previstas em projeto;
- Falta de compactação apropriada das camadas (causando deformações e afundamentos excessivos ou rupturas localizadas);
- Técnica de compactação inadequada (com uso de equipamentos de baixa eficiência);
- Compactação de revestimento asfáltico em temperaturas inadequadas ou variações de temperatura na mistura asfáltica durante o processo de compactação;
- Erros nas taxas de imprimação ou pintura de ligação, entre outros.

2.3 Solução Corretiva Adotada

Diante das patologias verificadas, optou-se por executar o microrrevestimento asfáltico à frio como método de conservação preventiva e corretiva das vias públicas do município de Aparecida de Goiânia. Tal decisão foi consentida, pois as estruturas dos pavimentos (base e sub-base) não estavam comprometidas e este procedimento consta como aplicação de uma camada para selagem inibidora de trincas, impermeabilizante, rejuvenescimento e aumento de adesão dos pneumáticos dos veículos em contato com a pista de rolagem, garantindo o desempenho funcional da via.

2.4 Procedimentos Executivos

2.4.1 Sinalização

Antes de iniciar o processo executivo em sua generalidade, o local foi sinalizado para evitar possíveis intervenções externas que prejudicassem a execução da obra e a segurança do tráfego no segmento rodoviário e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços. Para isso, foi solicitado à equipe de trânsito os devidos suportes na sinalização e canalização de tráfego em caráter de desvio.

2.4.2 Regularização e Limpeza da Superfície

Este é o processo pelo qual se combate imperfeições no perfil da via, onde foi retirado excessos de lixo e materiais soltos que poderiam vir a contaminar os ligantes betuminosos responsáveis pela coesão do revestimento à superfície.

2.4.3 Reparos

Como o próprio nome diz, é o procedimento usado para corrigir as deformações não estruturais na via onde foi aplicado o microrrevestimento.

2.4.4 Aplicação do Microrrevestimento

Segundo DNIT (2006), a espessura de aplicação do micro revestimento pode variar, aproximadamente, de 4 a 40mm; podendo ser utilizado em vias urbanas, rodovias de tráfego pesado e em aeroportos. Mas a SEINFRA-APGO, mediante suas atribuições de projeto e execução, adota um mínimo de 8mm como forma de garantir

o cobrimento da superfície e máximo de 30mm; pois o dimensionamento de projeto recomenda uso de PMF e/ou CBUQ para revestimentos com espessuras acima de 30mm. A aplicação do MRAF deve ser realizada com usinas móveis próprias acopladas em chassis de caminhões, que garantam a continuidade no espalhamento do MRAF. Estas devem ser providas de silos para agregados, fíler, fibras (quando houver), tanques separados para emulsão asfáltica, água e aditivos, dispositivo de mistura e caixa espalhamento e nivelamento (DNIT ES-035/2018).

Figura 5 - Aplicação de Microrrevestimento



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

Durante execução do MRAF nas vias de Aparecida de Goiânia é utilizada a emulsão asfáltica modificada com polímero elastomérico, de ruptura controlada, catiônica do tipo RC1C-E, em conformidade com a norma DNIT 128/2010-EM.

Não aplicar em dias chuvosos com temperatura ambiente abaixo de 10°C ou a umidade do ar superior a 80%. Precauções adicionais devem ser tomadas quando a temperatura ambiente estiver acima de 40°C ou a temperatura da superfície de aplicação acima de 60°C. (DNIT ES-035/2018).

Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação requerida consiste em observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação d'água, de modo a obter uma consistência uniforme e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa (DNIT ES-035/2018).

2.4.5 Correções, Adensamento e Acabamento

As possíveis falhas de execução tais como escassez ou excesso de massa e a irregularidade na emenda de faixas, devem ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez deve ser corrigida com adição de massa e os excessos com a retirada, por meio de vassouras, rastelos, rodos de madeira ou de borracha.

O Acabamento final engloba os serviços de sinalização horizontal, recomposição e pintura de meio-fio, e limpeza de materiais remanescentes.

Figura 6 – Correções (a), adensamento (b), sinalização (c) e limpeza (d), respectivamente



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

2.4.6 Medição

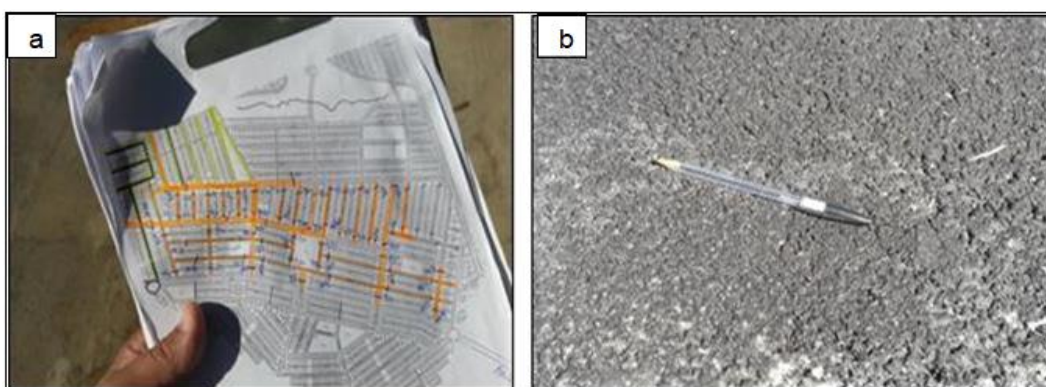
O microrrevestimento asfáltico à frio deve ser medido na pista; quantitativa e qualitativamente, em metros quadrados de área executada, avaliando-se a geometria

da via e a macro textura do revestimento. A quantidade de emulsão efetivamente aplicada deve ser obtida através de média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas.

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções efetuadas o colocarem em conformidade com o disposto na norma, caso contrário, deverá ser rejeitado.

Figura 7 - Medição quantitativa (a); e qualitativa (b), respectivamente

Fonte: SEINFRA-APGO (2021)



3 RESULTADOS

Foram realizados ensaios laboratoriais e comparativos orçamentários para obtenção de resultados, que levaram a conclusão de que a Aplicação de Micro Revestimento Asfáltico à Frio é satisfatória levando em consideração as necessidades das vias urbanas e os resultados esperados.

3.1 Dosagens e Ensaios

A seguir, anexas especificações da norma, determinações de dosagens projetadas segundo a SEINFRA/APGO e resultados laboratoriais satisfatórios obtidos por empresa contratada para realização dos ensaios, respectivamente; conforme NBR de referência para cada tipo:

Quadro 2 - Composição Granulométrica da Mistura de Agregados (ISSA A-143, 1990)

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			Tolerância da curva de projeto (%)
Peneiras		Faixa I	Faixa II	Faixa III	
Nome	Abertura, mm				
1/2"	12,5	-	-	100	-
3/8"	9,5	100	100	85 - 100	± 5
nº 4	4,75	90 - 100	70 - 90	60 - 87	± 5
nº 8	2,36	65 - 90	45 - 70	40 - 60	± 5
nº 16	1,18	45 - 70	28 - 50	28 - 45	± 5
nº 30	0,60	30 - 50	19 - 34	19 - 34	± 5
nº 50	0,33	18 - 30	12 - 25	14 - 25	± 5
nº 100	0,15	10 - 21	7 - 18	8 - 17	± 3
nº 200	0,075	5 - 15	5 - 15	4 - 8	± 2
Asfalto residual	% em peso do agregado	7,5 - 13,5	6,5 - 12,0	5,5 - 7,5	± 0,2
Filler	% em peso do agregado	0 - 3	0 - 3	0 - 3	-
Taxa de aplicação	Kg/m²	5 - 11	8 - 16	15 - 30	-
Espessura (mm)	-	4 - 15	6 - 20	12 - 37	-
Utilização		Rodovias de média intensidade de tráfego e aeroportos.	Rodovias de tráfego pesado, Trilhas de Roda, camada de texturização ou nivelamento.	Rodovias de tráfego pesado, Trilhas de Roda, camada de texturização ou nivelamento. Normalmente executada em duas camadas	-

NOTA: As tolerâncias constantes do quadro são permitidas desde que os limites da faixa de projeto não sejam ultrapassados.

Fonte: NORMA DNIT 035/2018 - ES (2020)

Segundo orientações específicas dos fornecedores de materiais e na norma DNIT 035/2018 – Especificação de Serviço o projeto foi determinado na **FAIXA II**, com a seguinte composição:

Quadro 3 – Dosagem de Materiais Conforme Especificações de Projeto



PREFEITURA DE

APARECIDA

Fazendo cada vez mais

"COMPOSIÇÃO MICRO-REVESTIMENTO ASFÁLTICO"



AGETOP

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

LOCAL:	DIVERSAS VIAS DO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - (OBJETO DE ESTUDO PARA TCC)				
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	TECNÓLOGO EM ESTRADAS - LUCIO HENRIQUE MACEDO - CREA 25061 / D-Go		CONFERIDO POR:	Engº Ulysses Barbosa Sena - CREA 22435/D-GO	

OBS.:

PE - Pedrisco

B0 - Brita Zero

CAL - Cal hidratada

PO - Pó de Pedra

RL-1C - Emulsão RL-1C com Polímero

MICRO - Micro Revestimento Asfáltico com Polímero

MICRO	PESO ESPECÍFICO		TRAÇO de MICRO REVESTIMENTO			
	2,20	t / m³	Item	%	Toneladas	
IMPRIMAÇÃO - CM 30	TAXA		TRAÇO	Umid. Agregados =>	2,50%	0,05
			1	Taxa de RL1C =>	7,00%	0,15
	1,20	Kg / m²	2,86	Taxa de PE =>	20,00%	0,4
PINTURA DE LIGAÇÃO - RL-1C			6,43	Taxa de B0 =>	45,00%	0,9
	TAXA		0,14	Taxa de CAL =>	1,00%	0,02
	0,60	Kg / m²	2,86	Taxa de PO =>	20,00%	0,4
CASCALHO	PESO ESPECÍFICO		0,64	Taxa de água=>	4,50%	0,09
	1,80	t / m³			100,00%	

TÍTULOS

REFERÊNCIAS OU SUBTÍTULOS

ENTRADA DE DADOS

Consumo de Materiais (T) / m²					
PE	B0	CAL	PO	RL1C	ÁGUA
0,00440	0,00990	0,00022	0,00440	0,00154	0,00154

IMPRIMAÇÃO COM CM - 30	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RL-1C - E	CASCALHO (base de 15cm) x FH (20%)	AREIA
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Fonte: SEINFRA-APGO (2020)

As amostras foram coletadas em campo conforme especificações e acompanhadas por encarregados e fiscais, a fim de manter o controle tecnológico na produção e execução.

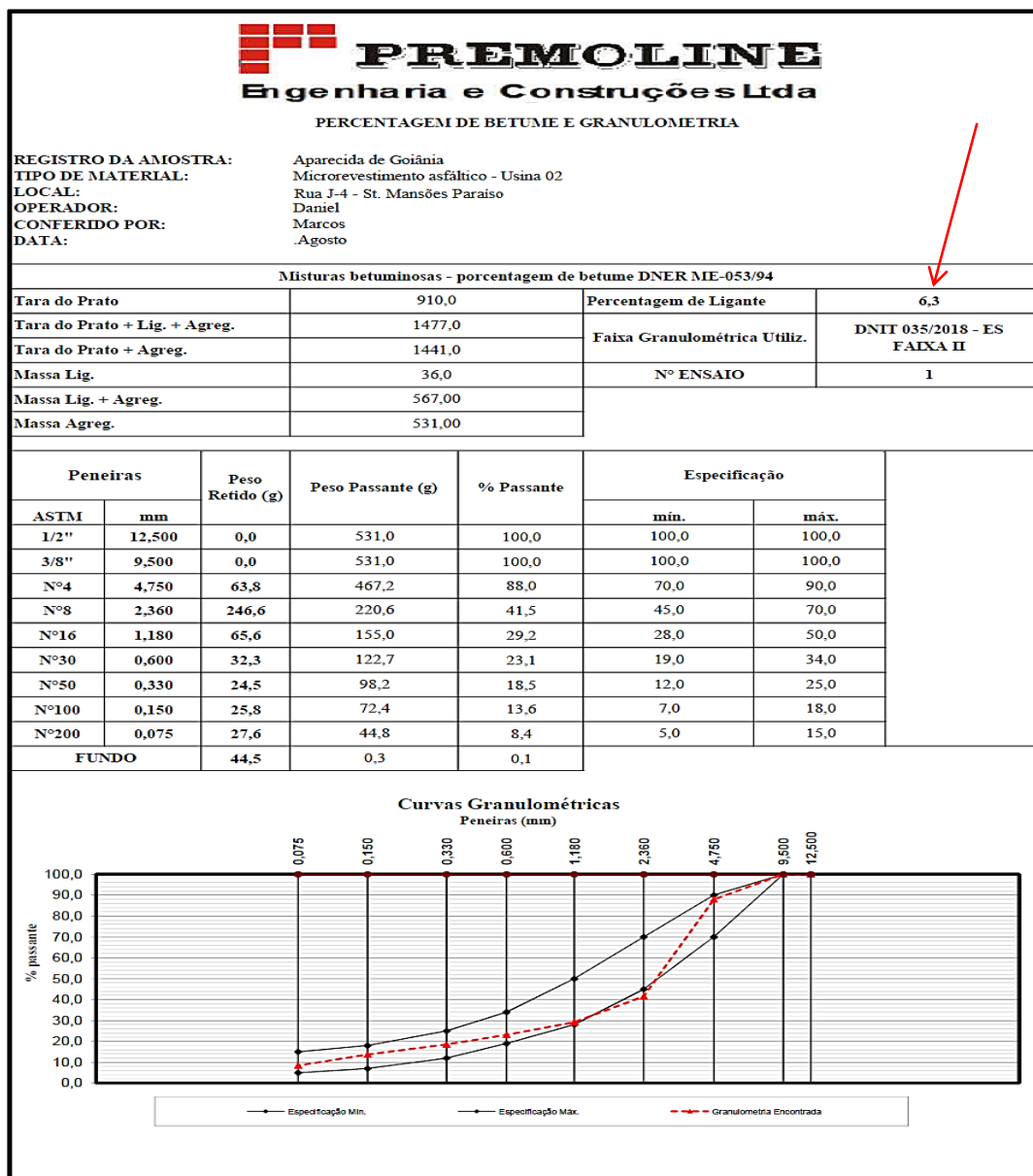
Figura 9 – (A) Coleta, (B) Transporte de Amostras, (C) Marcador da Usina, e (D) Análise Visual da Textura, respectivamente



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

Após coleta e análise dos materiais, foram elaborados laudos laboratoriais com as informações necessárias para controle tecnológico e comprovação dos serviços realizados.

Figura 8 – Laudo Laboratorial dos Ensaio



Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

Apesar dos valores encontrados nos ensaios serem pouco menores que os de projeto, não houve influência significativa nos resultados esperados. Logo, os técnicos responsáveis orientaram que fosse feita uma calibragem correta da usina.

3.2 Quantitativos e Custos

Com base nas especificações de projeto da SEINFRA/APGO e análise dos quantitativos extraídos dos ensaios laboratoriais, pôde-se elaborar um orçamento comparativo de custo com referência na tabela GOINFRA, data base Novembro/2021, para execução de serviços de conservação viária urbana com MRAF e CBUQ.

Quadro 4 – Quantitativo

 ESTIMATIVA DE QUANTITATIVOS PARA RECAPEAMENTO - DIVERSAS RUAS EM APARECIDA DE GOIÂNIA 								
ESPESSURA MÍNIMA DA CAMADA DE (MICRO) ADENSADA (m):					0,01	TAXA DE IMPRIMAÇÃO (T/m²):		0
ESPESSURA MÍNIMA DA CAMADA DE SUB BASE (m):					0	TAXA DE PINTURA DE LIGAÇÃO (T/m²):		0,0006
ESPESSURA MÍNIMA DA CAMADA DE BASE (m):					0	PESO ESPECÍFICO DO MICRO - ADENSADO (T/m³)		2,2
LOGRADOURO	*TIPO DE VIA	COMP. (m)	LARGURA (m)	ÁREA(m²)	BASE (m³) + EMPOLAMENTO DE 25%	IMPRIMAÇÃO (T)	PINTURA DE LIGAÇÃO (T)	MICRO (T)
RUA DAS AVENCAS (SETOR EXPANSUL)	LOCAL	251,50	7,00	1.760,50	0,00	0,00	1,06	38,73
RUA J-4 (LOTEAMENTO MANSÕES PARAÍSO)	COLETORA	476,95	8,00	3.815,60	0,00	0,00	2,29	83,94
AVENIDA TROPICAL - P.D. (JARDIM TROPICAL)	ARTERIAL	2030,00	7,00	14.210,00	0,00	0,00	8,53	312,62
AVENIDA TROPICAL - P.E. (JARDIM TROPICAL)	ARTERIAL	2030,00	7,00	14.210,00	0,00	0,00	8,53	312,62
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL:		4.788,45		33.996,10	-	-	20,40	747,91

Fonte: SEINFRA-APGO (2021)

Quadro 5 – Orçamento Estimativo para Recapeamento com MRAF (Data Base: Novembro/21)

PLANILHA DE ORÇAMENTO									
Obra: RECAPEAMENTO DE DIVERSAS RUAS DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GO								BDI GOINFRA : 19,52%	
Área: 33996,10 M²									
Código	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unit.	BDI	Pç. Unit.	DT	Custo Total	Preço Total
1	SERVIÇOS INICIAIS								
44001	Limpeza da área	m²	33.996,10	0,18	19,52%	0,22		6.119,30	7.479,14
Total - Pavimentação								R\$ 6.119,30	R\$ 7.479,14
1	PAVIMENTAÇÃO								
44201	Pintura de ligação	m²	33.996,10	0,37	19,52%	0,44		12.578,56	14.958,28
40611	Microrrevestimento à Frio - 0,8cm S/ Compactação (Incluso Emulsão)	m²	33.996,10	8,77	19,52%	10,48		298.167,06	356.279,13
Total - Pavimentação								R\$ 310.745,62	R\$ 371.237,41
2	MATERIAL ASFÁLTICO								
	Emulsão Asfáltica RM1C (Pintura de Ligação)	t	20,40	2774,95	0,00%	2.774,95		56.602,49	56.602,49
Total - Material Asfáltico								R\$ 56.602,49	R\$ 56.602,49
3	TRANSPORTE								
44302	Transporte de Agregados	m³/km	306,64	31,49	0,00%	31,49	9,60	9.655,63	9.656,25
PORTARIA Nº 1078	Transporte de Emulsão Asfáltica RL1C-E	t	67,31	34,36	0,00%	34,36	9,60	2.312,85	2.312,85
PORTARIA Nº 1078	Transporte de Emulsão Asfáltica RM1C	t	20,40	34,36	0,00%	34,36	9,60	700,86	700,86
Total - Agregados								R\$ 12.669,34	R\$ 12.669,96
RESUMO									
Item	Descrição							Custo Total	Valor Total
1	SERVIÇOS INICIAIS					1,67%		R\$ 6.119,30	R\$ 7.479,14
2	PAVIMENTAÇÃO					82,87%		R\$ 310.745,62	R\$ 371.237,41
3	MATERIAL ASFÁLTICO					12,63%		R\$ 56.602,49	R\$ 56.602,49
4	TRANSPORTE					2,83%		R\$ 12.669,34	R\$ 12.669,96
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO									R\$ 447.989,00
Valor Total da Obra								R\$ 447.989,00	
Valor da Obra - R\$ / m²								R\$ 13,18	

Fonte: autores (2021)

Quadro 6 – Orçamento Estimativo para Recapeamento com CBUQ (Data Base: Novembro/21)

PLANILHA DE ORÇAMENTO									
Obra: RECAPEAMENTO DE DIVERSAS RUAS DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GO								BDI GOINFRA : 19,52%	
Área: 33996,10 M²									
Código	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unit.	BDI	Pç. Unit.	DT	Custo Total	Preço Total
1	SERVIÇOS INICIAIS								
44001	Limpeza da área	m²	33.996,10	0,18	19,52%	0,22		6.119,30	7.479,14
Total - Pavimentação								R\$ 6.119,30	R\$ 7.479,14
1	PAVIMENTAÇÃO								
40465	Fresagem descontinua	m³	849,90	203,58	19,52%	243,32		173.023,15	206.798,28
44201	Pintura de ligação	m²	33.996,10	0,37	19,52%	0,44		12.578,56	14.958,28
40602	Concreto Betuminoso Usinado à Quente	m²	849,90	366,10	19,52%	437,56		311.149,31	371.883,34
Total - Pavimentação								R\$ 323.727,87	R\$ 593.639,90
2	MATERIAL ASFÁLTICO								
	Emulsão Asfáltica RM1C (Pintura de Ligação)	t	20,40	2774,95	0,00%	2.774,95		56.602,49	56.602,49
	Cimento Asfáltico 50/70	t	101,99	4152,65	0,00%	4.152,65		423.521,47	423.521,71
Total - Material Asfáltico								R\$ 56.602,49	R\$ 480.124,20
3	TRANSPORTE								
PORTARIA Nº 1078	Transporte de Cimento Asfáltico 50/70	t	101,99	34,36	0,00%	34,36	9,60	3.504,32	3.504,32
PORTARIA Nº 1078	Transporte de Emulsão Asfáltica RM1C	t	20,40	34,36	0,00%	34,36	9,60	700,86	700,86
Total - Agregados								R\$ 4.205,18	R\$ 4.205,18
RESUMO									
Item	Descrição							Custo Total	Valor Total
1	SERVIÇOS INICIAIS					0,69%		R\$ 6.119,30	R\$ 7.479,14
2	PAVIMENTAÇÃO					54,69%		R\$ 323.727,87	R\$ 593.639,90
3	MATERIAL ASFÁLTICO					44,23%		R\$ 56.602,49	R\$ 480.124,20
4	TRANSPORTE					0,39%		R\$ 4.205,18	R\$ 4.205,18
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO									R\$ 1.085.448,42
Valor Total da Obra								R\$ 1.085.448,42	
Valor da Obra - R\$ / m²								R\$ 31,93	

Fonte: autores (2021)

4 CONCLUSÃO

Ao realizar este trabalho, observou-se que os resultados obtidos com aplicação do MRAF nas vias urbanas do Município de Aparecida de Goiânia são considerados satisfatórios no quesito proposto de rejuvenescimento do revestimento asfáltico antigo; de forma a proporcionar condições de trafegabilidade segura e confortável através da aderência e impermeabilização. Estima-se um aumento da vida útil do pavimento em até dois anos, segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Considera-se vantajosa a aplicação do microrrevestimento com emulsão asfáltica de ruptura controlada modificada por polímero elastomérico; pois a emulsão é preparada de modo a permitir sua mistura aos agregados, *in loco*, com características de ruptura lenta e em seguida à aplicação, sua ruptura torna-se rápida

a fim de permitir a liberação do tráfego em pouco tempo, aproximadamente duas horas.

Em relação aos custos, nota-se uma onerosidade inferior do MRAF (R\$ 13,18) em relação ao CBUQ (R\$ 31,93); valores com base nas tabelas de referência da GOINFRA, data base Novembro/2021. Esta diferença (R\$ 18,75) favorece a possibilidade de executar manutenção e conservação em maior quantidade de vias no município, sem deixar de atender aos requisitos principais exigidos em norma. Tal resultado se explica devido ao fato de, primeiramente, ser necessário remoção de parte do revestimento antigo (fresagem) para que, posteriormente, quando aplicado o CBUQ, sejam mantidas as características geométricas de projeto da via, tais como: perfil longitudinal, perfil transversal e largura.

REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas, Microrrevestimento.** NBR 14948/2003.

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

BERNUCCI et al, L.B. et al. **Pavimentação Asfáltica:** Formação básica para engenheiros. 1.Ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2008.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) IPR 720. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**, 2006.

DNIT Abril / 2018. DNIT 035/2018. – **ES Pavimentação asfáltica – Microrrevestimento asfáltico** – Especificação de serviço.

GOINFRA AGO / 2019. – **ES Pavimentação – Microrrevestimento asfáltico a frio** – Especificação de serviço.

HUGHES, Lucas Oliveira; FIGUEIREDO, Vitor Lemos; CRUZ, Zoraide Vieira. **Aplicação de Whitetopping Tradicional para Recuperação de Rodovias.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 15. Pg. 05-20., 2017.

JUNIOR, Edmar. **Pavimentação em vias públicas: Análise do estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá - MT.** Engineering and Science, 2014.

JUNIOR, Edmar; MAGALHÃES, Sérgio. **Pavimentação em Vias Públicas Análise do Estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá – MT.** Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/1606/1240> Acesso em: 14/08/2017.

ROCHA, Robson. **Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: Estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar.** Dissertação (Graduação). Universidade Católica de Salvador, 2012.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2. Ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

ZAFANELI Benedetti, L.; KHALIL Ahmad Suleiman, G.; BRASIL Fontana, T.; FERREIRA de Ferreira, F. **Problemas e soluções em estruturas de pavimentos asfálticos.** Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 4, n. 1, 15 mar. 2013.



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS

Documento Digitalizado Público

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC Versão Final

Assunto: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC Versão Final

Assinado por: Matheus Souza

Tipo do Documento: Documentos

Situação: Finalizado

Nível de Acesso: Público

Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Matheus Pereira de Souza, ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO**, em 29/03/2022 16:05:03.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/03/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 262687

Código de Autenticação: 24f6e7a07b

