

AValiação Superficial de Patologias em Pavimento Flexível:

Estudo de caso em um trecho da Av. Celina Ferreira Otoni, Varginha, MG

William Gregorio Grande^{1*}

Laisa Cristina Carvalho^{2*}

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as patologias existentes em pavimentos flexíveis e as técnicas utilizadas para recuperação. Foram realizados levantamentos e análises de forma visual de inúmeras patologias encontradas em uma via urbana do município de Varginha no estado de Minas Gerais. Para análise, foram realizados relatórios fotográficos, contagem de veículos, ensaios laboratoriais e análise da estrutura da via. Essa análise se deve ao fato do intenso número de veículos que circulam nesta via e do aumento considerável de veículos com capacidade de carga aumentada ou excesso de peso transportado pelos veículos agravado pela falta de fiscalização dentro do perímetro urbano, ocasionando inúmeras patologias no revestimento asfáltico. Este propósito será alcançado através de levantamento de dados de campo e resultados de ensaios laboratoriais, bem como pesquisas bibliográficas e um comparativo da estrutura do pavimento existente com a necessidade atual. Após análise dos dados, fica evidenciado que a via pode ter sido projetada de acordo com a necessidade e com previsão para um crescimento razoável, no entanto com a mudança do trânsito e ao aumento de veículos de carga, a via necessitaria de um reforço estrutural para garantir uma vida útil maior.

Palavras-Chave: Restauração de Pavimentos. Patologias. Pavimentos Flexíveis. Revestimento Asfáltico.

^{1*}Graduando do curso de Engenharia Civil No Centro Universitário do Sul de Minas - E-mail: willia.g@hotmail.com E-mail.

^{2*}Coordenadora do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário do Sul de Minas. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, Mestre e Doutoranda em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos. - E-mail: laisa.carvalho@unis.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

O pavimento é um local onde se pode transitar, como calçadas, calçamentos e pisos. Considera-se pavimento flexível a estrutura construída sobre uma terraplenagem, executado pelo método de aplicação de camadas com diferentes tipos de materiais e granulometrias diversificadas, direcionada principalmente para utilização de veículos automotores, a fim de garantir conforto e segurança aos usuários e condutores. As condições de uma boa via de pavimento flexível têm como principal finalidade dar fluidez e agilidade, proporcionando condições favoráveis de trafegabilidade e equilíbrio aos usuários.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (2018), o Brasil possui apenas 12,40% da malha rodoviária pavimentada, ou seja, o país não possui estrutura capaz de suportar o crescimento exorbitante da frota brasileira aliado à sobrecarga de veículos nas vias proporcionando um desgaste excessivo no pavimento dificultando escoamento da produção, transporte de passageiros e inúmeros prejuízos para empresas logísticas. Essa realidade não é diferente nos municípios como Varginha/MG, onde a falta de investimento em infraestrutura e melhorias de pavimentos causa diversos prejuízos aos municípios além de colocar em risco a integridade física dos mesmos.

Afim de contribuir para pesquisas relacionadas à manutenção de pavimentos flexíveis, este trabalho analisa o impacto causado pelo intenso número de veículos que circulam na via e do aumento considerável de veículos com capacidade de carga e excesso de peso transportado pelos veículos, ocasionando a maioria das patologias existentes no revestimento asfáltico.

Foi escolhida para a análise uma via coletora, pavimentada de mão dupla, sem estacionamento de ambos os lados, que tem como finalidade a interligação norte/sul do município, com características de parte de um anel rodoviário muito utilizada por veículos de carga que entram e saem da cidade.

Foram realizados diversos trabalhos e pesquisas de campo, bem como relatórios fotográficos, contagem de veículos em um período, ensaios laboratoriais com extração de betume e análise da estrutura da via.

A partir dos resultados da pesquisa é possível afirmar que esse trabalho proporcionou um estudo aprofundado na área de pavimentos além de contribuir com o desenvolvimento na qualidade do pavimento asfáltico, bem como a manutenção das patologias que puderam ocorrer

durante a execução ou até mesmo em toda vida útil de um pavimento, com o intuito de aumentar a sua durabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os pavimentos flexíveis têm como finalidade a estruturação complementar de locais para trânsito de veículos. De acordo com a NBR-7207/82 da ABNT :

O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego; b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

O desenvolvimento de uma determinada região está diretamente ligado à infraestrutura de transporte, pois toda e qualquer produção nela comercializada deve ser escoada pelos diversos canais físicos capazes de suportar o fluxo da produção nacional.

Segundo o Ministério do Transporte (BRASIL 2017), o sistema de infraestrutura de transporte é composto por vários tipos de modais, bem como portos, aeroportos, estradas e ferrovias. Com o crescimento desfavorável da frota brasileira comparado ao desenvolvimento dos modais de países desenvolvidos, nota-se que o Brasil está na contramão da logística de transporte mundial.

De acordo com dados do Ministério dos Transportes (BRASIL 2017), o transporte aéreo é o mais caro e por consequência o menos utilizado, seguido do aquaviário. Embora o Brasil possua uma grande extensão de rios com possibilidade de navegação, não foram realizados investimentos por parte do poder público que poderiam fomentar o setor. O ferroviário que apresentou um grande crescimento nas últimas décadas por consequência das privatizações que aconteceram no setor e por último o modal rodoviário, comentado como maior modal da matriz de transportes do Brasil, que apresenta sérios problemas por falta de investimento impactando no alto custo agregado ao valor dos produtos.

Essa falta de investimento no setor de transporte rodoviário nacional não é muito diferente na esfera estadual e municipal como no caso da cidade de Varginha, que sofre com a escassez de verbas direcionadas à infraestrutura urbana especificamente direcionada a malha viária. Em pesquisa aos documentos da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, o município possui uma malha viária extremamente antiga, salvo os novos loteamentos, existem pavimentos com vida útil acima de quarenta anos.

Com um pavimento tão desgastado e com obras de conservação aquém do necessário, a durabilidade da infraestrutura acaba condenada e muitas vezes são realizados apenas reparos paliativos que não atendem as necessidades e muitas vezes não são executados dentro das técnicas necessárias.

Segundo o Manual De Reparação de Pavimento Asfáltico IPR 720 do DNIT, a idade do pavimento e a solicitação intensa do tráfego compõem o problema da vida útil dos projetos originais do pavimento. Podemos observar que a idade da malha viária do município foi superada de tal forma que possivelmente pode ter condenado toda estrutura do pavimento. Esse manual ainda se apresenta como uma ferramenta de auxílio no diagnóstico de patologias do pavimento bem como procedimentos adequados para restauração e manutenção de pavimento flexível.

Segundo Gonçalves (1999), para apresentação de um parecer confiável é imprescindível que os técnicos responsáveis pelas intervenções possam tomar as decisões de quando e como as mesmas deverão acontecer e com isso possam analisar o desempenho oferecido e assim permitir lançar mão de medidas que efetivamente possibilitem o controle dos mecanismos que estão concorrendo para a queda da serventia do pavimento.

Os municípios de pequeno porte enfrentam grande dificuldade com a manutenção dos equipamentos públicos e infraestrutura urbana. Com as dificuldades financeiras, o planejamento e a programação para adoção de estratégias de manutenção que deveriam ser adotadas para o aumento do ciclo de vida útil do pavimento acaba sendo frustrado por inúmeras dificuldades com contratação de mão de obra especializada ou fornecimento de materiais. Isso ocorre sobretudo devido às dificuldades impostas pela legislação específica de licitações.

Segundo Bernucci (2008), a condição das vias pode ser determinada de várias formas incluindo métodos de pesquisa da condição de pavimento, níveis de serviço, valores de serventia e desempenho. Diante das características da via em questão, o valor de serventia atual (VSA) e o desempenho são os de maiores relevâncias.

Ainda de acordo com Bernucci (2008), o VSA (Valor de Serventia Atual) é a avaliação funcional de um pavimento relacionada à análise da superfície dos pavimentos e a maneira como este estado pode influenciar no conforto dos usuários. Esse valor de serventia atual é expresso numericamente determinado em uma escala de 0 a 5, obtida através da média das notas do avaliador para conforto do usuário de um veículo que trafega em uma determinada via onde para

um pavimento perfeito e 0 para um pavimento intrafegável. Esta escala compreende cinco níveis distintos de serventia.

Segundo o Manual do DNIT IPR- 745 de 2011, o desempenho é a variação do nível de serventia ao longo de um determinado tempo, variando de acordo com a oscilação da nota arbitrada pode alternar entre os níveis de ótimo a péssimo. Os pavimentos flexíveis podem apresentar diversos tipos de patologias tais como: deformação da superfície com enrugamentos e afundamentos, exsudação e desgaste do asfalto, panelas, escorregamento do revestimento, trincas e fissuras. Todas essas patologias podem ser classificadas de acordo com suas características e possuem uma técnica específica para reparos atendendo as normas e garantindo qualidade e durabilidade na recomposição.

De acordo com o manual IPR-719 Do DNIT, os pavimentos podem ser classificados em três tipos básicos:

- Flexível: pode sofrer deformação elástica de acordo com aplicação de cargas, sua execução é realizadas com lançamento de camada de materiais pedregulhosos revestido com uma capa asfáltica.
- Rígido: lançado também sobre camadas inferiores, possui alta rigidez sendo capaz de resistir todos os esforços solicitados.
- semi-rígido: possui características semelhantes ao pavimento rígido e ao flexível, pois sua composição contempla materiais relacionados a concreto de cimento portland e cimento asfáltico.

O pavimento asfáltico possui estrutura resistente a esforços verticais e horizontais tornando mais resistente a intempéries, prolongando a vida útil da superfície de rolamento. De acordo com a Norma DNIT 005/2003, as definições dos defeitos em pavimentos são: fendas, fissuras, trincas, afundamentos, ondulações escorregamentos, exsudação, desgaste e panelas.

Fenda: Deformidade ou descontinuidade na camada de rolamento, que pode causar a aberturas de diversos tamanhos e formas.

Já as fissuras podem ser descritas como fendas com aberturas minúsculas existentes no pavimento, geralmente longitudinais ao leito carroçável ou transversal, muitas vezes imperceptível pelo seu minúsculo tamanho.

As trincas são aberturas maiores existentes no revestimento, de fácil visibilidade, com aberturas superiores à da fissura, geralmente apresenta-se em forma de trincas isoladas ou interligadas.

Os afundamentos originam-se de deformações permanentes com características de depressões da superfície da via, possivelmente acompanhadas, de sollevamento e afundamento plástico.

Já as ondulações ou corrugações são as deformações com características de elevação ou afundamentos transversais na superfície do pavimento que como o próprio nome já diz relaciona-se como uma onda.

O escorregamento é o deslocamento do revestimento em relação à camada inferior da estrutura, proporcionando o surgimento de fendas em forma de arco.

Outra imperfeição muito comum é a exsudação, causada pelo excesso de ligante betuminoso no concreto betuminoso, originado da percolação do ligante através da camada de revestimento.

O desgaste é a degradação ou a remoção sistêmico do agregado do pavimento, proporcionando uma camada áspera na superfície do revestimento, geralmente provocado pelos esforços aplicados na superfície pelos veículos.

Por fim, a panela ou buraco são as deformações mais comuns entre todas apresenta-se como uma concavidade formada no revestimento por inúmeras causas como infiltração de água nas trincas, desgaste da camada, excesso de carga aplicada no pavimento e fadiga.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados na elaboração deste trabalho, apresentados no cronograma a seguir, foram de pesquisa de campo através da coleta dados com contagem de veículos e aferição manual dos dimensionamentos da Av. Celina ferreira Otoni, sendo uma via arterial coletora, localizada na cidade de Varginha/MG.

O trecho analisado possui aproximadamente 2,75km com alternâncias entre indústrias e bairros residenciais situados às suas margens. Também foram comparados os parâmetros apresentados em bibliografias e confirmados através de ensaios laboratoriais de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma e descrição a seguir:

Figura 1: Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: O autor

Em resumo, as etapas estão descritas a seguir:

- Caracterização de uma via da cidade já determinada previamente nesta etapa, de acordo com o código de Trânsito Brasileiro.
- Levantamento do VMD (volume médio diário de veículos) por meio de pesquisa de campo, ou seja, a realização da contagem de veículos, separados e classificados por tipos conforme determina o Código de trânsito Brasileiro.
- Análise da influência do veículo de carga e de passeio no pavimento, obedecendo a especificação técnica do DNIT.
- Estudo e levantamento das patologias apresentadas no pavimento através de verificação in loco e elaboração de relatório fotográfico..

- Ensaios laboratoriais para análise da qualidade do pavimento compreendendo a extração de betume e classificação dos agregados a fim de verificar se os mesmos encontram-se dentro da faixa conforme o Manual do DNIT .
- Demonstração por meio de fotos, tabela, registros a situação real de todo trecho em estudo, analisar as características físicas do asfalto, promover ensaios de acordo com as normas técnicas específicas para o asfalto em estudo, com o intuito de demonstrar as possíveis falhas de execução, dimensionamento de projeto e manutenção.
- Proposta de melhoria ou reparo total do pavimento a depender do diagnóstico final da pesquisa.

4 ESTUDO DE CASO

O dimensionamento do pavimento geralmente é projetado para atender a demanda da via e em conformidade com as determinações estabelecidas em normas específicas e pertinentes. No entanto, o fluxo de veículos de pequeno e grande porte aumentou consideravelmente na via em questão impactando diretamente na capacidade de suporte. Outro fato observado que também influencia, são os veículos com excesso de carga que aplicada diretamente no pavimento se torna um fator determinante no dimensionamento e na durabilidade da estrutura do pavimento. A análise das patologias superficiais do pavimento flexível foi realizada em um trecho da Avenida Celina Ferreira Ottoni, onde podem-se observar inúmeras falhas e defeitos no pavimento.

Ao delimitar um trecho da avenida e identificação dos pontos mais críticos na estrutura do pavimento flexível, foi elaborado um relatório fotográfico e a investigação das possíveis causas das anomalias levantadas em campo.

Foram realizados ensaios de extração de betume de acordo com as normas do DNIT, confrontando com as possíveis especificações de projeto e das normas técnicas, para redimensionar o pavimento.

Para aferição do dimensionamento do pavimento foi necessário o levantamento dos veículos que trafegam pela via em questão, pois um dos possíveis agravantes e causadores das patologias existentes está relacionado ao tipo de veículo e capacidade de carga.

4.1 Delimitação do trecho

Para delimitação do trecho foram observados os pontos com maiores irregularidades, intensidade de veículos de carga e análise das características da via.

Figura 2: trecho da via em estudo



Fonte: Google Earth, 2020.

A Avenida Celina Ferreira Otoni está localizada na região sul da cidade com aproximadamente 5600 metros, porém o trecho em estudo possui 2750 metros, pois foi levado em consideração o trecho com maior tráfego de veículos de carga.

4.2 Condição da Via

Com a delimitação do trecho e análise visual podem-se observar inúmeras irregularidades no pavimento. Essas imperfeições apresentadas a seguir, são caracterizadas de acordo com DNIT (2006):

- Trincas em blocos, de acordo com a codificação definida na PRO 008 e TER 01, do DNER, as trincas tipo bloco, geralmente são causadas pela contração/retração do revestimento asfáltico e/ou por variações de temperatura resultando em ciclos de tensão e deformação do pavimento. Essas trincas podem indicar que o pavimento sofreu endurecimento significativo, devido a sua oxidação, conforme figura abaixo:

Figura 3: trincas em blocos



Fonte: O autor

- Trincas couro de jacaré: conforme a codificação definida na PRO 008 e TER 01, do DNER, estas deformidades estão associados à repetição das movimentações decorrentes das cargas de tráfego aplicadas ao pavimento, quando não são tratadas, ocasionarão erosão acentuada em suas bordas. conforme figura abaixo.

Figura 4: trincas em blocos



Fonte: O autor

- Trincas Transversais, possuem definição de acordo com a codificação definida na PRO 008 e TER 01, do DNER, as trincas transversais se caracterizam por serem isoladas perpendiculares ao eixo da via, originalmente causadas pela movimentação das extremidades, que de acordo com seu tamanho pode ser classificada como transversal longa ou curta conforme figura abaixo.

Figura 5: trincas transversais



Fonte: O autor

- De acordo com a codificação definida na PRO 008 e TER 01, do DNER, a panela é uma depressão ou buraco formada no revestimento que por inúmeras vezes atinge à base do pavimento comprometendo a mesma. Essa patologia pode ocorrer devido a evolução das trincas e o desgaste. O período de maior incidência desse tipo de anomalia ocorre nos meses de maior precipitação de chuvas, pois a penetração de água nas trincas propiciam essa ocorrência. A seguir podemos observar uma figura com a imagem dessa patologia.

Figura 6: panela



Fonte: O autor

- **Escorregamento do Revestimento Betuminoso:** De acordo com a codificação definida na PRO 008 e TER 01, do DNER, o escorregamento decorre da movimentação do revestimento em relação à base, resultando no surgimento de fendas em forma de arcos, essa patologia aparece devido à falta de aderência na camada de base impossibilitando a união das camadas inferiores e superiores. A incidência maior dessa deformação acontece em pontos de frenagem causando o deslizamento da camada de pavimento asfáltico, conforme observamos na imagem a seguir.

Figura 7: escorregamento



Fonte: O autor

4.3 Estudo de tráfego

Para realização da coleta de dados foram determinados os parâmetros de acordo com a circulação de veículos, ou seja, a contagem de veículos foi realizada em uma condição de maior utilização da via. Isso pode ser observado pela sazonalidade da produção em algumas empresas instaladas às margens da avenida. Portanto, a contagem aconteceu entre os dias 25/02 a 05/03/2020 contribuindo para apresentação mais próxima da realidade da via.

4.3.1 Número N

De acordo com Manual de Estudo de Tráfego DNIT (2006), um dos fatores determinantes que influenciam diretamente no dimensionamento de pavimentos é o tráfego operante na via durante sua vida útil. As cargas atuantes sobre a estrutura em um período no qual é projetado o pavimento constituem o ciclo de aplicação de carga de acordo com a circulação dos veículos.

O Manual de Estudo de Tráfego DNIT (2006) ainda explica que o “Número N” é o número de repetições que os eixos dos veículos aplicam às solicitações do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf durante o período de projeto da vida útil do pavimento.

Portanto o método chamado de Número “N”, pode ser utilizado para o dimensionamento da espessura do revestimento asfáltico, conforme podemos observar os parâmetros na imagem a seguir..

Figura 8: tabela com referências para o número N

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, Manual de tráfego 2006

Cálculo do número “N”:

Em 1996, o DNER define o número N, utilizando a seguinte equação:

$$N = 365 \times VMDA \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

N = Número equivalente de operações de eixo-padrão de 8,2 tf;

365 = Números de dias no ano;

VMDA = Volume médio diário anual na rodovia;

FV= Fator veículos;

FR= Fator Climático Regional (adotado = 1,0);

FD = Fator Direcional (avaliando como sendo 50% de pista simples no caso de rodovia).

Para o cálculo dos fatores de equivalência foram adotados os parâmetros contidos no Manual de Estudo de tráfego de 2006 do DNIT conforme a classe 3C, 2S3 e 2C3.

A equação que define o fator de veículo final do trecho, de acordo com Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006):

$$FV_{\text{final}} = \sum \frac{VMDA_v \times FV_v}{VMDA_f} = 10,18$$

Fator Climático=1,4

Fator direcional=1,0

$$N = 365 \times 350 \times 1,0 \times 1,4 \times 10,18 \times 25 = 3,64 \times 10^7$$

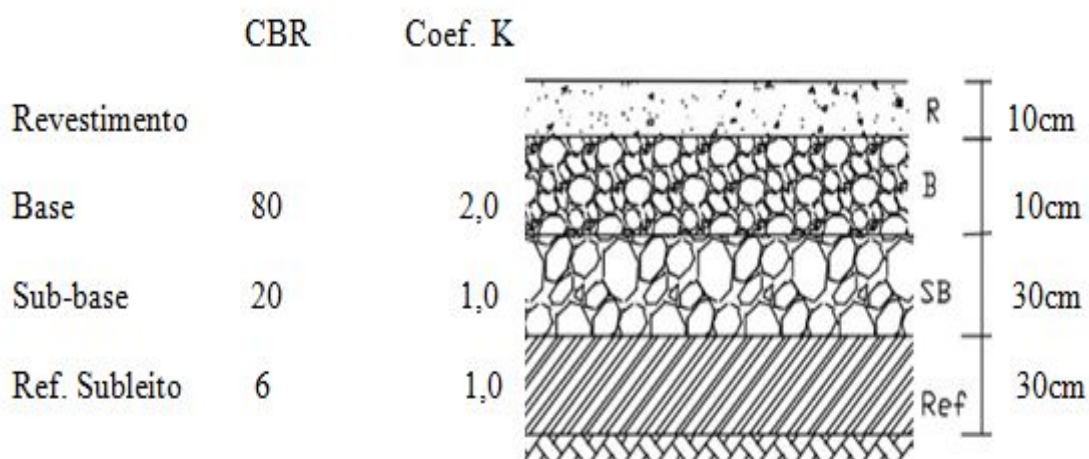
Com base no quadro de espessuras de pavimento do Manual Do DNIT determina-se: 10cm de espessura de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente)

4.3.2 Cálculo das camadas de Base sub-base e reforço de subleito

Para o cálculo das camadas foram adotados os valores de CBRs comumente utilizados para dimensionamentos na região de Varginha.

Valores adotados:

Figura 9: perfil do pavimento



Fonte: O autor

4.4 Ensaios laboratoriais

Os ensaios laboratoriais são imprescindíveis para averiguar a condição real dos elementos estruturais mesmo após sua construção e de diversos tipos de estruturas.

4.4.1 Ensaio de extração de betume

A quantidade ou teor de betume em um traço de asfalto poderá sofrer alterações de acordo com a granulometria dos agregados, por isso foram realizados ensaios com principal objetivo de identificar qual a quantidade do produto foi utilizada na fabricação da massa aplicada na via pesquisada e se a mesma atende as especificações das faixas descritas nas normas do DNIT, bem como os agregados utilizados.

No ensaio realizado, foram utilizadas as normas do DNER ME 053/94 e DNIT 031/2006 e executdo de acordo com conceito descrito pela NBR.

Foram coletadas amostras de asfalto diretamente do trecho em quantidade suficiente para realização do ensaio. E de acordo com a norma DNER ME 043/94, conforme observado na imagem a seguir do material coletado em campo.

Figura 10: Material coletado para ensaio



Fonte: O autor

Após coleta, a amostra foi levada ao laboratório onde foi realizado o rompimento do material para o início do ensaio. A amostra utilizada foi aquecida, por um fogareiro (maçarico), controlando a temperatura do material por um termômetro e reaquescida a 150° C conforme determina a norma e apresentada na figura abaixo:

Figura 11: amostra sendo rompida e aquecida



Fonte: O autor

Após o aquecimento do material, podemos observar na imagem anterior como o material se desagrega. Em seguida a amostra é depositada no prato de extrator de betume e pesada com um filtro de papel. Esse peso é calculado com o filtro e sem o filtro com o intuito de relacionar os mesmos e conseguir a tara da balança. A amostra é depositada dentro do prato e o filtro é colocado no aparelho de extração de betume mais conhecido como Rotarex, em cima do filtro é posicionada a tampa do prato e presa conforme ilustrada na imagem a seguir:

Figura 12: inserção da amostra no Rotarex



Fonte: O autor

De acordo com DNER ME 053/94, é necessário que se adicione 150 ml de solvente e aguarde 15 minutos, para que o solvente possa reagir com a mistura. O processo tem como finalidade a retirada do CAP da mistura asfáltica, sobrando apenas os agregados. Depois de retirado todo betume da mistura, o solvente infiltra nos poros e vazios dos agregados facilitando o lançamento de fogo na mistura. Esse procedimento retira o solvente e a umidade da mistura, conforme podemos observar na figura a seguir:

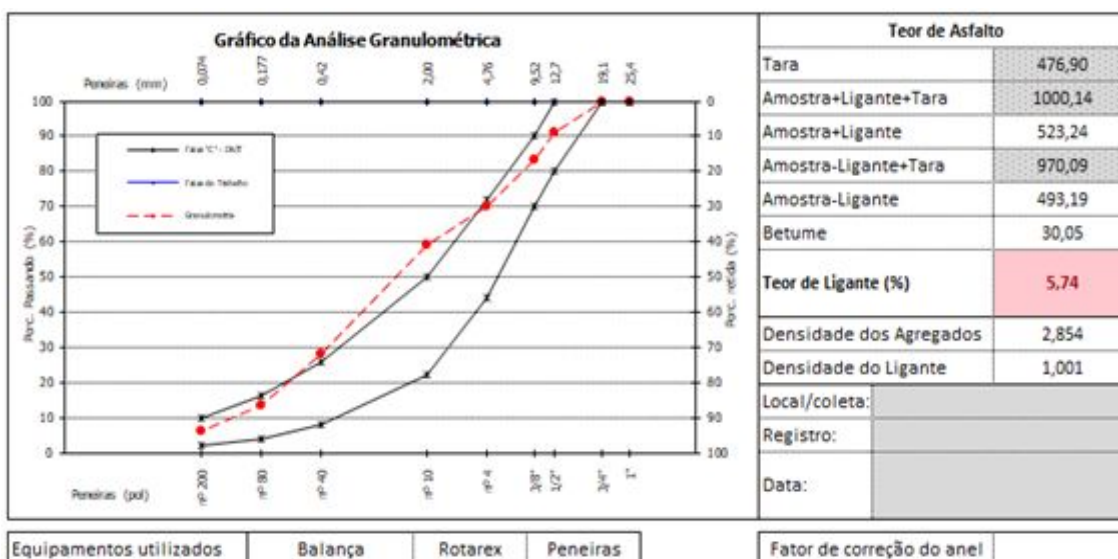
Figura 13: retirada de umidade da amostra



Fonte: O autor

Após o material estar totalmente seco, o recipiente com os agregados é pesado outra vez, obtendo-se o terceiro peso. Através do peso 2 e o peso 3, pode-se estabelecer o peso do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), devido aos resultados obtidos. Diminuindo o peso 3 do peso 1, alcançamos o peso dos agregados e suas respectivas porcentagens e resultado do teor de asfalto (CAP), conforme tabelas a seguir:

Figura 14: tabelas com granulometrias e teor de ligante



Análise Granulométrica da Mistura								
Peso da Amostra (g)			493,2			Especificações		
Código	(Pol)	(mm)	retido (g)	% acum.	% pass.	Faixa de Trabalho		Faixa "C" - DNIT
					100,0	100,0	100,0	100,0
	1 1/2"	38,100			100,0	100,0	100,0	100,0
IC PAV 0019	1"	25,400			100,0	100,0	100,0	100,0
IC PAV 0021	1/2"	12,730	43,85	8,9	91,1	100,0	100,0	80,0
IC PAV 0022	3/8"	9,520	38,47	7,8	83,3	100,0	100,0	70,0
IC PAV 0023	Nº 4	4,760	65,82	13,3	70,0	100,0	100,0	44,00
IC PAV 0024	Nº 10	2,000	54,05	11,0	59,0	100,0	100,0	22,00
IC PAV 0025	Nº 40	0,420	152,10	30,8	28,2	100,0	100,0	8,00
IC PAV 0026	Nº 80	0,177	73,35	14,9	13,3	100,0	100,0	4,00
IC PAV 0035	Nº 200	0,074	34,26	6,9	6,3	100,0	100,0	2,00

Fonte: O autor

A relação atribuída entre o peso do CAP e o peso das amostras, se obtém o teor de betume, objetivo principal deste ensaio. De acordo com a porcentagem de betume de projeto o valor mínimo seria de 5,74%.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após análise dos dados ficou observado que houve um aumento considerável de veículos de carga que trafegam na região e na via em questão. Esse aumento traz consequências diretas ao pavimento devido à carga aplicada no leito carroçável e fadiga, diminuindo a vida útil, principalmente quando não acontece a manutenção e conservação periódica do pavimento. Conforme observado durante a elaboração do trabalho, pesquisa de

campo realizada e a elaboração do relatório fotográfico ficam claras inúmeras patologias existentes sem a execução do respectivo reparo.

Os ensaios laboratoriais mostraram uma deformidade na curva de trabalho para a faixa C do DNIT, notadamente por falta de um tipo de agregado que varia com dimensões entre 0,42 e 4,76mm necessitando do aumento do ligante para compensar esta perda e garantir a resistência do material obedecendo os requisitos mínimos previstos em norma.

Outro fato observado é a espessura do pavimento existente, pois após o cálculo atual do numero N, a camada de pavimento necessária devia ser de 10cm e a atual apresenta apenas 3,0cm, conforme imagem a seguir sendo muito aquém do necessário:

Figura 15: espessura do pavimento



Fonte: O autor

Essa diferença de espessura aponta para uma possível falha de projeto, pois a via foi construída com característica de coletora com pista dupla e finalidade de anel viário, onde deveria contar com camada mínima de 5cm, pois é a espessura mínima apresentado no Manual do DNIT (2006).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados apresentados durante a pesquisa e elaboração do trabalho, os mesmos foram analisados e utilizados na realização de ensaios para aferição do traço do Cbuq utilizado e seu dimensionamento observando as especificações e regulamentações

apresentadas nas respectivas normas técnicas, verificando a qualidade, composição e espessura do asfalto aplicado na Av. Celina Ferreira Ottoni na cidade de Varginha/MG.

Portanto, conclui-se que o aumento do tráfego de veículos de carga, a falha no dimensionamento com a previsão do crescimento da taxa exponencial de veículos e possivelmente uma falha na determinação do traço granulométrico do CBUQ, foram determinantes para o desgaste acentuado da via e a ocorrência rotineira de patologias no pavimento, tais como: painelas, escorregamentos, trincas longitudinais e couro de jacaré, resultando em desconforto dos usuários e causando inúmeras situações de risco e integridade à vida pela má condição do pavimento.

De acordo com os cálculos realizados o pavimento deveria ter uma espessura mínima de 10 cm, sugerindo que após o crescimento do tráfego a via deveria receber um reforço estrutural de pavimento capaz de suportar as cargas aplicadas.

ABSTRACT

SURFACE EVALUATION OF PATHOLOGIES IN FLEXIBLE FLOORING Case study in
a section of Av. Celina Ferreira Ottoni, Varginha, MG.

This work aims to analyze the pathologies existing on flexible pavements and the techniques used to recover them. Visual surveys and analyzes of numerous pathologies found in an urban street in the municipality of Varginha in the state of Minas Gerais were carried out. For analysis, photographic reports, vehicle counting, laboratory tests and analysis of the road structure were performed. This analysis is due to the fact of the intense number of vehicles circulating on this road and the considerable increase of vehicles with increased load capacity or excess weight transported by vehicles, aggravated by the lack of inspection within the urban perimeter, causing numerous pathologies in the asphalt coating. This purpose will be achieved through survey of field data and results of laboratory tests, as well as bibliographic research and a comparison of the existing pavement structure with the current need. After analyzing the data, it is evident that the road may have been designed according to the need and with a forecast for reasonable growth, however with the change in traffic and the increase in cargo vehicles, the road would need structural reinforcement to guarantee longer service

life.SURFACE EVALUATION OF PATHOLOGIES IN FLEXIBLE FLOORING Case study in a section of Av. Celina Ferreira Ottoni, Varginha, MG.

Keywords: Pavement Restoration.Pathologies.Flexile floors.Asphalt coating.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7207/1982 – Terminologia e classificação de Pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7217/1987 – Determinação da Composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1982.

BERNUCCI, L.B Pavimentação Asfáltica: formação para engenheiros, Rio de Janeiro, Petrobrás, 2008.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de. 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ. 719).

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Defeitos nos pavimentos flexíveis, e semi rígidos, DNIT 005/2003 – TER, Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Presidência da República. Brasília: 2007.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de gerência de pavimentos. - Rio de Janeiro, 2011. 189p. (IPR. Publ. 745).

DER-MG – Departamento de Estradas de Rodagens do Estado de Minas Gerais. (2019). William Bhia Pimenta. Melhoramento e Manutenção de Pavimentação de Rodovia. VArginha, MG.

DEMUTRAN-VG – Departamento Municipal de Trânsito de Varginha- MG. (2019). Eduardo Sepini. Características particulares da via. Varginha, MG.

GONÇALVES, P.F **O diagnóstico e a Manutenção de Pavimentos**, São Paulo, 1999.

GOOGLE EARTH-MAPAS. Disponível em:<mapas.google.com> Acessado em 15 mar 2020.

IBPT - Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação. Real frota circulante no brasil. Paraná (2018). Disponível em: www.ibpt.com.br. Acessado em: 02/10/2019.

Ministério dos Transportes. (2017). Dados de transportes, Departamento de Planejamento de Transportes, Brasília. Disponível em: <http://infraestrutura.gov.br/grandes-numeros/88-dados-de-transportes.html>.

MT – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Misturas Betuminosas –DNER – ME 053/94, Rio de Janeiro 1994.