

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NA CIDADE DE PATOS DE MINAS - MG¹

Ana Flávia Borges

Graduanda do 10º período do Curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: anaflavia.borges@hotmail.com

Tatiane Tavares Fontes

Graduanda do 10º período do Curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: tatiane_tf@outlook.com

Vinícius Vieira Sousa

Professor de Graduação do Curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: viniciusvieiras@unipam.edu.br

RESUMO: A pavimentação asfáltica das vias de circulação de veículos é muito importante, por isso é esperado que ela apresente boa qualidade para atender as necessidades da população que a utiliza. Porém, com a falta de investimento no gerenciamento e fiscalização de obras de pavimentação e na manutenção das pistas, é notável um cenário crescente de manifestações patológicas no pavimento asfáltico. Nesse contexto, o presente trabalho realiza, por meio de levantamento de manifestações patológicas, avaliação objetiva e subjetiva do pavimento e ensaios laboratoriais da camada de revestimento, um estudo acerca das manifestações patológicas da pavimentação asfáltica do bairro Residencial Barreiro, em Patos de Minas – MG. Ao final das análises e dos ensaios, constatou-se que, para se ter uma boa conservação, o pavimento asfáltico deve ser realizado de forma correta seguindo as especificações dos órgãos competentes da área, bem como a realização de manutenções preventivas e corretivas sempre que necessário, como a aplicação de microrrevestimento, lama asfáltica e execução de tapa-buracos, dentre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Manifestações patológicas. Pavimentação asfáltica. Vias urbanas.

ABSTRACT: Asphaltic paving presents great importance in the circulation of vehicles, therefore, it is expected that it presents good quality to meet the needs of the population that uses it. However, with the lack of investment in the management and supervision of paving works and in the maintenance of runways, a growing scenario of pathological manifestations in the asphalt pavement is remarkable. In this context, the present work presents a study about the pathological manifestations of the asphalt paving of the Residencial Barreiro neighborhood, in Patos de Minas - MG, through a survey of pathological manifestations, objective and subjective evaluation of the pavement and laboratory tests of the coating layer. At the end of the analyzes and the

¹ Trabalho apresentado na área temática Infraestrutura de Transportes do V Congresso Mineiro de Engenharias e Arquiteturas, realizado de 6 a 9 de novembro de 2018.

tests, it was verified that in order to have a good conservation of the asphalt pavement, it must be carried out correctly according to the specifications of the competent bodies of the area, as well as the carrying out of preventive and corrective maintenance whenever necessary, for example, the application of micro-coating, asphalt sludge and the execution of a hole-cover, among others.

Keywords: Pathological Manifestations. Asphalt paving. Urban roads.

1 INTRODUÇÃO

A história do surgimento da pavimentação está ligada não só ao meio de transporte, mas também ao povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Uma das mais antigas estradas pavimentadas se deu no Egito, para a construção das pirâmides (2600-2400 a.C.) e, a partir daí, com o passar dos anos, a pavimentação ganhou importância conforme as necessidades da evolução e de desenvolvimento (BERNUCCI *et al.*, 2010).

É notável a importância que a pavimentação asfáltica tem em vias de circulação de veículos, visto que ela traz inúmeros benefícios que se estendem para toda a população que a utiliza. Diante disso, imagina-se que a construção e a manutenção do pavimento sejam feitas com bastante atenção, mas, muitas vezes, esses dois serviços não são executados com tais cuidados como propostos em normas técnicas.

Segundo a Confederação Nacional de Trânsito (CNT, 2017), no Brasil as pavimentações não apresentam resultados satisfatórios quanto à durabilidade, isso porque o país ainda utiliza metodologias ultrapassadas para o planejamento de obras, apresenta deficiências técnicas na execução, investe pouco e conseqüentemente falha no gerenciamento de obras, na fiscalização e na manutenção das pistas.

Em Patos de Minas (MG), existe um cenário crescente de manifestações patológicas no revestimento asfáltico decorrente de distintos fatores, que prejudicam a sua qualidade e interferem na utilização dele pelas as pessoas. Logo, o presente trabalho se justifica tendo em vista a necessidade de uma avaliação sobre o pavimento, sobre compreensão da sua formação e como isso pode vir a ser um dos agentes causadores das manifestações patológicas. Além disso, ressalta-se que a pesquisa aqui desenvolvida é também um material que subsidiará órgãos responsáveis pela pavimentação e futuros trabalhos, no que tange aos estudos e implantação de propostas de intervenções para tentar amenizar os problemas que essas manifestações patológicas podem gerar no pavimento.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho foi realizar um estudo acerca das manifestações patológicas da pavimentação asfáltica no bairro Residencial Barreiro localizado no município de Patos de Minas (MG), identificando-as e analisando suas possíveis causas, para que, posteriormente, pudessem ser apresentadas propostas de intervenção. Para se atingir o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- estudar o bairro Residencial Barreiro, em Patos de Minas (MG) quanto a aspectos do tipo idade do pavimento asfáltico e forma de pavimentação;

- levantar, caracterizar e quantificar as manifestações patológicas existentes no pavimento asfáltico do bairro Residencial Barreiro;
- determinar o Índice de Gravidade Global (IGG) do pavimento por meio da avaliação objetiva;
- realizar a avaliação subjetiva funcional do revestimento asfáltico do bairro Residencial Barreiro;
- analisar a camada de revestimento do pavimento;
- comparar a qualidade do pavimento asfáltico em duas ruas distintas do bairro Residencial Barreiro.

O seguinte trabalho conta com uma abordagem de caráter qualitativo e quantitativo, uma vez que retrata a qualidade da pavimentação urbana com base em dados de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta etapa da pesquisa consiste na parte conceitual, para proporcionar um maior conhecimento sobre a pavimentação em geral, bem como os defeitos que o pavimento pode vir a apresentar e técnicas de restauração, visando proporcionar qualidade na pavimentação asfáltica e segurança para os usuários.

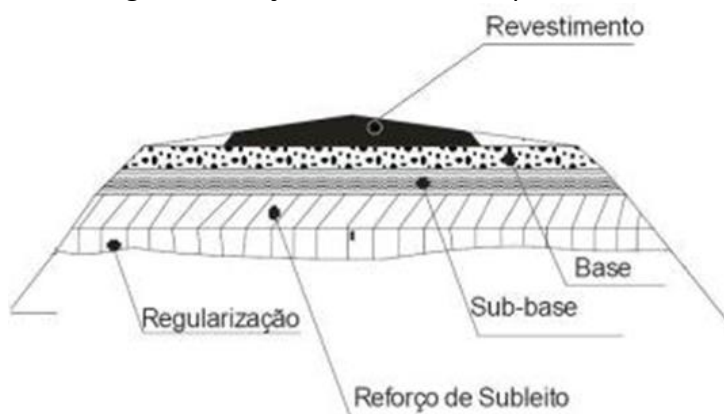
2.1 O PAVIMENTO

Segundo Balbo (2007), o pavimento é considerado uma estrutura durável. Essa estrutura é formada por camadas sobrepostas, sendo cada uma delas formada por diferentes tipos de materiais compactados a partir do subleito do corpo estradal. A estrutura deve atender, estrutural e operacionalmente, aos diferentes esforços a que estará sujeita, assim como transmitir esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores. Cada camada do pavimento possui funções específicas, que devem proporcionar aos veículos que ali trafegam condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática.

2.1.1 Camadas do pavimento

A seção transversal que um pavimento apresenta geralmente consta de uma fundação, subleito e camadas com espessuras e materiais que são determinados através dos métodos de dimensionamento do pavimento (SENÇO, 2007). A Figura 1 mostra a esquematização das camadas do pavimento.

Figura 1 – Seção transversal do pavimento



Fonte: DNIT, 2004.

- a) Subleito: primeira camada do pavimento, formada pelo terreno de fundação. Deverá aliviar os esforços impostos sobre sua superfície (BALBO, 2007).
- b) Regularização (nivelamento): camada construída sobre o subleito para conformá-lo transversal e longitudinalmente. Deve dar à superfície características geométricas do pavimento já acabado (MARQUES, 2007).
- c) Reforço do subleito: camada de solo de melhor qualidade, que, como o próprio nome diz, tem a função de reforçar o subleito quando este apresentar pouca resistência aos esforços verticais que ocorrem sobre sua superfície (BALBO, 2007).
- d) Sub-base: camada complementar à base. O emprego dela se faz necessário quando não for viável construir a base diretamente sobre a regularização (DNIT, 2003).
- e) Base: Senço (2007) diz que a base é a camada que tem como função resistir aos esforços verticais provenientes do tráfego e distribuí-los às camadas inferiores.
- f) Revestimento: é a camada mais nobre do pavimento e a que recebe diretamente a ação do tráfego. Responsável por resistir ao desgaste, aumentando a durabilidade de toda a estrutura; para isso, deverá ser o quanto possível impermeável (SENÇO, 2007).

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO ASFÁLTICO

O desempenho adequado do conjunto de camadas e do subleito relaciona-se à capacidade de suporte e à durabilidade compatível com o padrão da obra e o tipo de tráfego, bem como o conforto ao rolamento e a segurança dos usuários. O desafio de projetar um pavimento reside no fato, portanto, de conceber uma obra de engenharia que cumpra as demandas estruturais e funcionais (BERNUCCI *et al.*, 2010).

O estado da superfície de um pavimento afeta diretamente o conforto de um usuário da via e, quando ocorre esse desconforto por parte do usuário, ocorre também nos veículos, podendo gerar um grande custo operacional, relacionados a trocas de peças, manutenção, consumo de combustível e de pneus, dentre outros. Portanto,

entende que o conforto do rolamento está ligado ao consumo, à economia nos custos do transporte.

2.2.1 Tipos de defeito e suas codificações

A norma DNIT 005/2003-TER apresenta as manifestações patológicas nos pavimentos rígidos e semirrígidos classificados em: fendas, afundamentos, corrugação e ondulações transversais, escorregamento, exsudação, desgaste ou desagregação, panela ou buracos e remendos, como explicado abaixo.

Quadro 1 – Tipos de manifestações patológicas existentes no pavimento asfáltico

PATOLOGIA	DEFINIÇÃO
FENDAS	
FISSURA (F)	Quando a abertura é perceptível a olho nu apenas à distância inferior a 1,5m
TRINCA ISOLADA (TTC, TTL, TLC, TLL, TRR)	Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Pode ser denominada curta (extensão de até 100 cm) ou longa (superior a 100 cm).
	Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Pode ser denominada curta (extensão de até 100 cm) ou longa (superior a 100 cm).
	Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado.
TRINCA INTERLIGADA (J, B)	Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.
	Trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

Fonte: DNIT, 2003, adaptado pelas autoras.

Quadro 2 – Tipos de manifestações patológicas existentes no pavimento asfáltico

PATOLOGIA		DEFINIÇÃO
AFUNDAMENTO	PLÁSTICO (ALP, ATP)	Pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; superior a 6 m, afundamento plástico da trilha de roda.
	CONSOLIDAÇÃO (ALC, ATC)	Causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; superior a 6m, consolidação da trilha de roda.
ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO (O)		Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.
ESCORREGAMENTO (E)		Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.
EXSUDAÇÃO (EX)		Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.
DESGASTE (D)		Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.
PANELA OU BURACO (P)		Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.
REMENDO (R)	PROFUNDO	Há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento.
	SUPERFICIAL	Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Fonte: DNIT, 2003, adaptado pelas autoras.

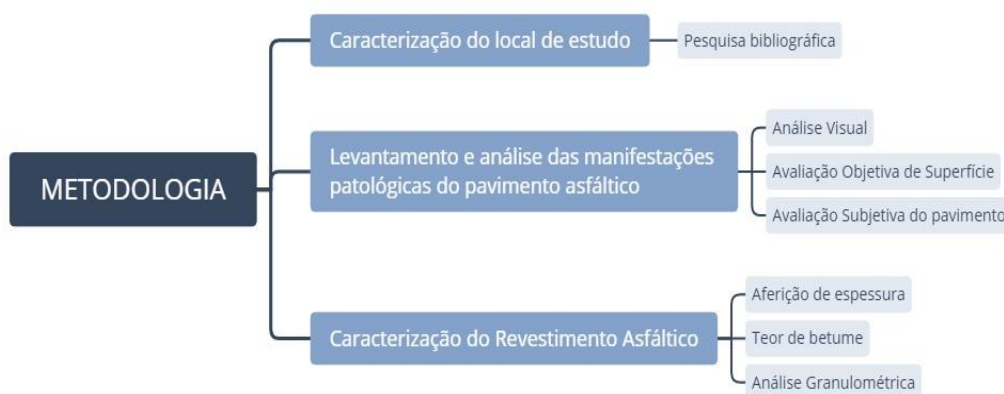
As manifestações patológicas podem ser notadas nas ruas e rodovias por todo país e são causadas e geradas por diversos fatores.

3 METODOLOGIA

Rodrigues (2006) cita que a metodologia baseia-se no estudo e na verificação dos métodos, técnicas e processos usados na investigação e na solução de problemas, utilizando-se do conhecimento científico, que é construído por meio da investigação científica e da pesquisa.

O presente trabalho foi construído através de pesquisa bibliográfica, análise visual por meio de vistoria nas vias e ensaios laboratoriais, a fim de se atingir o objetivo geral, conforme apresentado no fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma de atividades



Fonte: autoras, 2018.

Em vista disso, a monografia classifica-se como explicativa e experimental. O enfoque da monografia foi tipo misto, ou seja, abrangendo tanto a abordagem quantitativa quanto a qualitativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

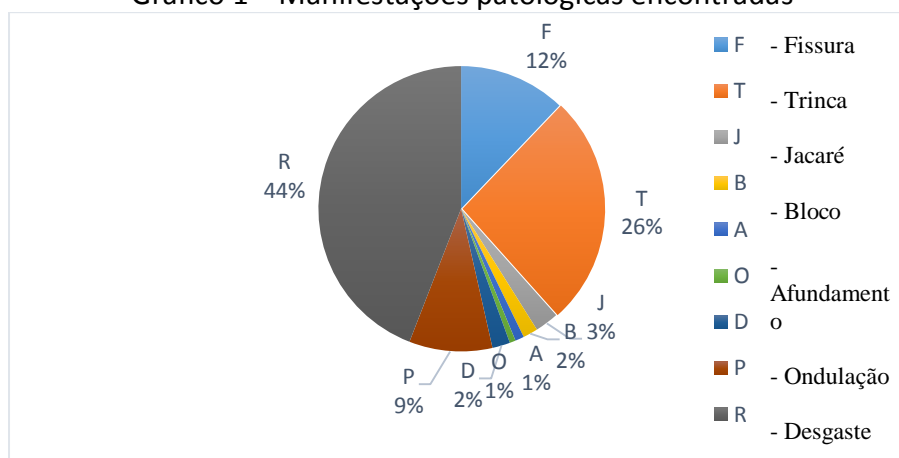
Nesta seção, são apresentados o levantamento dos tipos de manifestações patológicas presentes em cada via do bairro Barreiro e os resultados da avaliação subjetiva e avaliação objetiva, que é a determinação do Índice de Gravidade Individual (IGI) e Índice de Gravidade Global (IGG). Em seguida, são apresentados gráficos demonstrativos com avaliações e características das vias do bairro. Serão apresentados também os resultados de testes laboratoriais executados no pavimento analisado.

4.1 LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO

O levantamento das manifestações patológicas do pavimento asfáltico de cada via do bairro Residencial Barreiro foi feito através de análise visual por meio de visitas

ao local. O resumo dos dados coletados está exposto no Gráfico 1, no qual se podem observar quais manifestações patológicas são mais encontradas no bairro analisado.

Gráfico 1 – Manifestações patológicas encontradas



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Como pode ser observado no Gráfico 1, as manifestações patológicas com maiores incidências nas vias estudadas foram, respectivamente, remendo, trincas e fissuras. A patologia denominada afundamento trilha de roda não foi encontrada

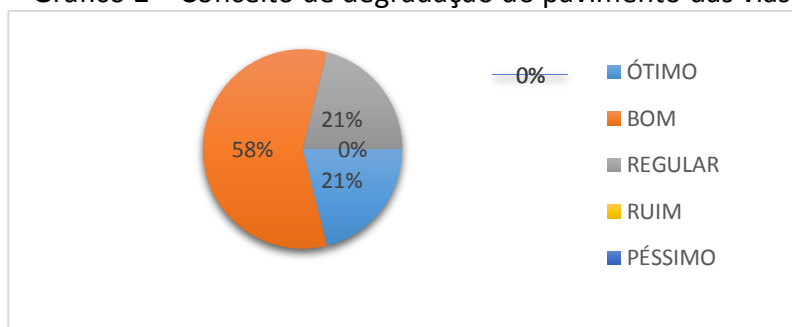
Através desses dados, tem-se uma caracterização geral da extensão das manifestações patológicas de cada via. Posteriormente, foi possível calcular o IGI e IGG. Diante disso, no decurso da análise feita em campo foi possível identificar as vias que possuem maior e menor número de manifestações patológicas.

4.2 AVALIAÇÃO OBJETIVA – CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL E INDIVIDUAL

A norma do DNIT (2003b) – *Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento* estabelece condições exigíveis para avaliação da superfície de pavimentos rodoviários. Para que seja feita essa avaliação, é recomendado que se efetue um estaqueamento de 20 em 20 metros, demarcado em trecho retilíneo, para que assim possa ser analisado e coletado a quantidade de manifestações patológicas que existem em cada estaca.

Considerando-se que o presente estudo foi realizado em pavimentos urbanos e não rodoviários e por não haver norma que estabeleça critérios e condições para a avaliação de pavimentos urbanos, foram feitas adaptações. Levou-se em consideração que cada manifestação patológica encontrada representava um intervalo de subtrechos. Optou-se por adotar uma subdivisão em cada via em subtrechos de 20 em 20 metros, para fins da realização dos cálculos, e a identificação de cada manifestação patológica nestas observadas. Foi possível calcular a porcentagem que cada conceito de degradação apresentou em relação ao número total de vias avaliadas no bairro em estudo, como pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Conceito de degradação do pavimento das vias



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

De acordo com a avaliação objetiva, foram obtidos os resultados representados no Gráfico 1. Foi possível comprovar que 58% das vias de estudo estão em estado bom, 21% em estado ótimo e 21% em estado regular. Não houve nenhuma rua que apresentou estado ruim ou péssimo. Feito isso, foram escolhidas duas ruas para que fossem realizados os ensaios laboratoriais nas amostras que foram retiradas delas, a rua Rubis, que apresentou conceito regular, e a rua Calcário, que apresentou conceito ótimo.

4.3 AVALIAÇÃO SUBJETIVA – CÁLCULO DO VALOR DE SERVIENTIA ATUAL

A norma DNIT (2003c) – *Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento* propõe procedimentos para que seja realizada a avaliação subjetiva da superfície do pavimento. Para que seja feita essa avaliação, a norma recomenda que os dez trechos de pavimento avaliados sejam de aproximadamente 600 metros cada um e que estes estejam localizados em sequência a fim de se terem locais de análise uniformes. Como o estudo foi feito em pavimentos urbanos, e a norma trata de pavimentos rodoviários, assim como na avaliação objetiva também foi feita uma adaptação. Foram escolhidas dez ruas, localizadas em sequência, que apresentam comprimento de aproximadamente 400 metros cada uma. Foram convidados 5 engenheiros civis da cidade de Patos de Minas para percorrer as vias e atribuírem a elas notas de 0,0 a 5,0 quanto aos seguintes aspectos: capacidade de proporcionar ao usuário rolamento suave e confortável e capacidade de atender as exigências do tráfego.

Com essas notas, foi possível calcular o Valor de Servientia Atual (VSA) de cada via, que foi obtido através da soma das notas dos cinco engenheiros para cada via, dividido pelo número total de avaliadores. O resultado pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 1 – Valor de serventia atual

RUA	VALOR DE SERVENTIA ATUAL	CONCEITO
Margarida Pereira Gonçalves	4,4	ÓTIMO
Iracema Maciel de Castro	3,7	BOM
Arenita	4,4	ÓTIMO
Rubis	2,9	REGULAR
Calcário (Guaporé)	4,8	ÓTIMO
Ormezinda Maria Caixeta	3,7	BOM
Augusto Simão da Silva	3,4	BOM
Da Prata	3,9	BOM
Otávio Dias Maciel	3,1	BOM
Oswaldo Guimarães	4,1	ÓTIMO

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Tendo por base esses resultados, foi possível verificar que as vias avaliadas possuem conforto conceituado de ótimo a regular. Nenhuma via apresentou conceito ruim ou péssimo.

4.4 VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA DO CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

A norma SEINFRA 01:2013 de Patos de Minas estabelece que a espessura de projeto da camada de CBUQ é de 3cm, podendo variar em $\pm 5\%$. Em contrapartida, o então secretário de obras do município, Rogério Borges Vieira, em fevereiro de 2018, informou que, no projeto de pavimentação do bairro Barreiro, foi adotada uma espessura de CBUQ de 2,5cm. Os resultados da verificação da espessura podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados espessura CBUQ

RUA RUBIS			
Nº DA AMOSTRA	CAMADA	POSIÇÃO	ESPESSURA (MM)
1	CBUQ	Bordo Esquerdo	20,97
2	CBUQ	Eixo	23,80
3	CBUQ	Bordo Direito	22,55
RUA CALCÁRIO			
Nº DA AMOSTRA	CAMADA	POSIÇÃO	ESPESSURA (MM)
1	CBUQ	Bordo Direito	40,18
2	CBUQ	Eixo	27,37
3	CBUQ	Bordo Esquerdo	27,08

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

As amostras em destaque no Quadro 3 não estão em conformidade com a norma nem com o que foi adotado no projeto de pavimentação do bairro. Pode-se observar que todas são de uma mesma via, via esta que apresentou o pior IGG e conceito de degradação do pavimento do bairro. O grande número de manifestações patológicas presente nesta rua pode estar relacionado ao resultado obtido nas aferições devido ao fato de a via apresentar uma camada mais fina de revestimento asfáltico ao realmente executado.

4.5 TEOR DE BETUME

O teor de ligante asfáltico do CBUQ deve atender a especificação do DNIT 031:2004-ES para a faixa C, levando em consideração como tipo de camada de revestimento asfáltico a camada de rolamento, um teor de betume em porcentagem, de 4,5 a 9,0%, sendo que existe uma tolerância de mais ou menos 0,3%. Os resultados do ensaio de extração de teor de betume podem ser observados no Quadro 4.

Quadro 4 – Resultados teor de betume do CBUQ

RUA RUBIS					
Nº DA AMOSTRA	CAMADA	POSIÇÃO	Massa de Amostra (g)	Massa de Amostra após extração (g)	Teor de betume (%)
1	CBUQ	Bordo Esquerdo	700,4	659,6	5,83
2	CBUQ	Eixo	700,60	667,00	4,80
3	CBUQ	Bordo Direito	700,40	662,40	5,43
RUA CALCÁRIO					
Nº DA AMOSTRA	CAMADA	POSIÇÃO	Massa de Amostra (g)	Massa de Amostra após extração (g)	Teor de betume (%)
1	CBUQ	Bordo Direito	700,20	662,00	5,46
2	CBUQ	Eixo	700,00	645,80	7,74
3	CBUQ	Bordo Esquerdo	700,40	655,60	6,40

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Como pode ser observado no Quadro 4, todas as amostras apresentaram teor de betume dentro dos parâmetros exigidos pela norma. A rua Calcário, classificada como ótima, apresentou em média resultados maiores de teor de asfalto que a rua Rubis, classificada como regular.

O teor de betume em menor quantidade pode prejudicar a aglomeração dos materiais, mas, em grande quantidade, pode causar manifestações patológicas. A proporção entre os materiais e o teor de betume do pavimento varia de acordo com o método de dosagem, o mais utilizado é o Marshall, que leva em consideração parâmetros como energia de compactação, tipo de mistura, temperatura à qual o pavimento estará submetido, entre outros, até se chegar a uma estabilidade (BERNUCCI *et al.*2010).

4.6 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A composição granulométrica do CBUQ deve estar dentro das faixas estabelecidas pelo DNIT 031:2004-ES, sendo considerada para fins comparativos, nesse caso, a faixa C.

O resultado da granulometria dos agregados que constituem o CBUQ pode ser visto no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultados granulometria CBUQ

Análise granulométrica (%) passante nas peneiras									
CP nº	RUA RUBIS	3/4"	1/2"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 80	nº 200
1		100,00%	100,00%	98,06%	85,28%	51,40%	15,77%	7,26%	3,62%
2		100,00%	100,00%	96,55%	78,77%	58,77%	25,83%	8,10%	4,09%
3		100,00%	100,00%	96,98%	77,51%	54,79%	23,82%	5,49%	2,48%
CP nº	RUA CALCÁRIO								
1		100,00%	100,00%	96,92%	78,19%	56,12%	24,47%	6,02%	1,91%
2		100,00%	100,00%	96,10%	72,81%	54,65%	23,94%	5,35%	2,40%
3		100,00%	100,00%	96,89%	78,47%	58,02%	25,86%	6,83%	3,25%
Especificação DNIT faixa C		100 ± 7%	80 - 100 ± 7%	70 - 90 ± 7%	44 - 72 ± 5%	22 - 50 ± 5%	8 - 26 ± 5%	4 - 16 ± 3%	2 - 10 ± 2%

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Os valores em destaque no Quadro 4 não atendem os requisitos exigidos pela norma. Não foi fornecido o traço determinado no projeto, porém pode-se dizer que, no momento da execução do projeto, não foi feita a adequação do traço determinado. O percentual de material passante nas peneiras citadas anteriormente foi maior do que o percentual mais a tolerância da norma do DNIT, sendo assim, foi possível constatar que a granulometria dos agregados do CBUQ das amostras está mais fina que o recomendado.

Conforme a análise, o material está mais fino que o especificado em norma, por essa razão ele pode ter excedido o valor de vazios internos preenchidos por ar, que, segundo Balbo (2007), deve ser entre 3% e 5%. Isto pode vir a gerar manifestações patológicas, pois, se esses vazios excederem o limite mínimo na mistura compactada, a camada de revestimento não sofrerá deformações por acomodação dos materiais, refletindo em uma diminuição da sua estabilidade e possivelmente no seu rompimento, podendo causar, por exemplo, trincas e fissuras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de pesquisas realizadas em campo, foi possível identificar e quantificar as principais manifestações patológicas na camada asfálticas das ruas do bairro Barreiro, situado na cidade de Patos de Minas (MG), sendo que as mais incidentes foram remendos, trincas e fissuras. Com isso, foi possível se ter uma percepção das vias mais conservadas e das vias menos conservadas, tanto por meio da análise in loco,

quanto por meio da avaliação objetiva, sendo que nesta foi calculado o IGG de cada via para a escolha das duas ruas, rua Rubis e rua Calcário, que apresentaram conceito de degradação do pavimento regular e ótimo respectivamente, para que essas pudessem ter amostras analisadas por meio de ensaios laboratoriais. A avaliação subjetiva coincidiu com a objetiva porque não apresentou desvios quanto aos resultados de conceito de degradação do pavimento das ruas.

Foram retiradas amostras dos pavimentos asfálticos das duas vias escolhidas e executadas aferições das espessuras das suas dimensões. Sequencialmente foram realizados os ensaios de teor de betume e granulometria com intuito de se ter um maior ramo de características da pavimentação executada nas ruas do bairro. Com os resultados obtidos através do ensaio de aferição das espessuras, foi possível notar que as amostras retiradas do pavimento com um estado de conservação menor não apresentam uma espessura conforme especificado em norma de 3,0 cm nem de acordo com informações passadas sobre a execução que seria de 2,5 cm. Já o pavimento considerado de melhor conservação, a espessura, encaixa nos valores previamente citados.

No ensaio de teor de betume, os resultados obtidos estão dentro do padrão determinado por norma; em quantidade menor, pode causar uma falha na aglomeração dos materiais e, em excesso, gerar uma manifestação patológica, a exsudação. Em contrapartida, por meio dos resultados alcançados no teste de granulometria, as vias não estão de acordo com o estabelecido em norma. O material mais graúdo auxilia na resistência do revestimento, mas o analisado apresenta uma quantidade de finos em excesso; esse fato pode prejudicar a deformação por acomodação dos materiais, gerando, assim, manifestações patológicas como as fissuras.

Tendo em vista tais resultados, conclui-se principalmente que a pavimentação executada não está de acordo com o que deveria ter sido feito, seguindo as especificações de norma, ou até mesmo tendo adaptações necessárias para o presente caso estudado. É provável que as manifestações patológicas presentes nas vias possam ser resultado dos valores encontrados nos ensaios do revestimento, por não estarem de acordo com a norma.

Ressalta-se que, para se ter uma boa conservação do pavimento asfáltico, além deste ser realizado de forma correta, seguindo as especificações, deve ser realizada uma manutenção preventiva sempre que necessário, reduzindo assim o aparecimento de manifestações patológicas, evitando a necessidade de intervenções corretivas, que são mais onerosas.

Pode-se considerar que o tráfego do bairro, as ações de agentes naturais e as camadas prévias ao revestimento asfáltico podem contribuir para o surgimento de manifestações patológicas.

Para próximos trabalhos, sugere-se que sejam analisadas, de uma forma mais profunda, as camadas que formam o pavimento, como análise da base e sub-base. Pode-se também realizar o ensaio Marshall para se ter informações sobre o teor de ligantes e verificar qual é o adequado para a situação. Recomenda-se também um estudo acerca da análise e levantamento do tráfego no bairro, já que pode também ter um impacto nas manifestações patológicas presentes no revestimento.

REFERÊNCIAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projeto e restauração. 7. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Leide Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Abeda, 2010.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2017**: Relatório Gerencial. 20. ed. Brasília, 2017. 406 p. Disponível em: [http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br//Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20\(2017\)%20-%20BAIXA.pdf](http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br//Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20(2017)%20-%20BAIXA.pdf). Acesso em: 02 abril de 2017.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf. Acesso em: 06 abril de 2018.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, 005:2003. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 006/2003b: **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimento**. Rio de Janeiro, 2003b.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 006/2003c: **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimento**. Rio de Janeiro, 2003c.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. ES 031: **Pavimentos flexíveis – concreto asfáltico**. Rio de Janeiro, 2004.

MARQUES, Geraldo Luciano De Oliveira. **Pavimentação**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2012/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>. Acesso em: 31 março de 2018. (Notas de aula)

RODRIGUES, Auro de Jesus. **Metodologia científica**. São Paulo: Avercamp, 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA. SEINFRA 01: **Memorial de especificação técnica para execução, acompanhamento e fiscalização de implantação de infraestrutura urbana no município de Patos de Minas**. Patos de Minas, 2013.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007, 1 v.