

ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO DNIT 009/2003 – PRO E CONTAGEM DE TRÁFEGO DE DOIS TRECHOS DA PE-112

Thays Cordeiro dos Santos

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Daysa Palloma da Silva

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Rodrigo Araújo

Centro Universitário UniFavip/Wyden

RESUMO

O pavimento flexível deve proporcionar o transporte de forma segura, confortável e econômica. Sendo necessário a existência de um sistema de acompanhamento da evolução do pavimento, para determinar a sua condição e a manutenção mais adequada. Nesse trabalho utilizou-se o método de avaliação do DNIT 009/2003 – PRO e o Volume Médio Diário (VMD), em dois trechos da PE-112, para classificar o pavimento de acordo com sua degradação e o seu tráfego, isso devido ocorrência de operações tapa-buraco anualmente nos trechos. Ao analisar os resultados percebe-se que os dois trechos se apresentam com subtrechos de condições entre regulares a péssimo. O trecho 1 apresentou 60% das seções analisadas com a classificação regular e já o trecho 2 se mostrou mais degradado, com 50% das suas seções de análise com classificação como ruim e com um volume de tráfego maior, obtendo coerência no motivo de maior desgaste do pavimento desse trecho.

ABSTRACT

Flexible flooring should provide safe, comfortable and economical transportation. A system to monitor the evolution of the pavement is required to determine its condition and the most appropriate maintenance. This study used the DNIT 009/2003 - PRO evaluation method and the Average Daily Volume (VMD), in two sections of PE-112, to classify the pavement according to its degradation and traffic, this due to the occurrence of drilling operations annually in the sections. When analysing the results, it can be seen that the two sections are presented with sub-sections of conditions between regular and very poor. Section 1 presented 60% of the analyzed sections with the regular classification and section 2 was more degraded, with 50% of its analysis sections classified as bad and with a higher traffic volume, obtaining consistency in the reason for higher pavement wear of this section.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Anuário da Confederação Nacional de Transporte - CNT (2018), apesar da malha rodoviária pavimentada do estado de Pernambuco estar crescendo ao longo dos anos, ainda não é superior a malha não pavimentada. Além de que 65% da extensão total da malha pavimentada tem classificações de regular a péssimo. Assim, não garantido o principal papel das rodovias, que é garantir um tráfego seguro, confortável e que não venha gerar danos aos veículos.

Os pavimentos rodoviários passam por processos de degradação devido ação do tráfego e dos fatores climáticos, isso quando verificados o aumento das solicitações, tanto do volume de tráfego como em termos da agressividade. Logo, é de extrema importância determinar um conhecimento do pavimento, através de sistema de acompanhamento da evolução, ou seja, através de métodos de avaliação, para servir de apoio na decisão de intervenção para reposição da qualidade do pavimento (Cunha, 2010).

Segundo Mota (2017) os defeitos em pavimentos asfálticos ocorrem por diversos motivos, sendo estes: um projeto mal executado, pela técnica de construção inadequada ou ainda pela

falta de manutenção. E para ser possível a prevenção do aparecimento dos defeitos é preciso observar a qualidade de execução do projeto, a construção do pavimento conforme a boa técnica e a constante e periódica manutenção preventiva e corretiva.

Santos e Pingarilho (2018) determina que para obter um planejamento detalhado de todos serviços e executar todo o planejamento, obtendo um serviço de qualidade e mantendo o planejado, é necessário a gestão de projetos. De acordo com Haas et al. (2015), em 1970 foram publicados os dois primeiros livros que abordavam o sistema de gestão e de gerenciamento de pavimentos e na atualidade há uma infinidade de publicações sobre o assunto, porém continua não sendo totalmente entendida a sua grande importância de implementação, o que tem provocado a ampla degradação das malhas rodoviárias pavimentadas.

Os métodos de sistema de Gerenciamento de Pavimentos levam em consideração os efeitos no desempenho da manutenção do pavimento, como considerar o custo do ciclo de vida após o período de projeto inicial. Há necessidade de integrar planejamento, projeto, construção, manutenção e reabilitação em um sistema possível a fornecer o desempenho exigido do pavimento durante 30, 40 ou 50 anos de vida. O estudo do pavimento pode ser realizado através da análise das patologias encontradas por método de desempenho funcional, uma definição e diagnóstico da condição do pavimento (Hass et al., 2015).

Além da avaliação da condição do pavimento é de suma importância saber a frota de veículos que trafega naquele pavimento. Assim, Balbo (2007) determina que a melhor maneira de se saber o volume de veículos que utilizam da via é através da contagem em campo, que são viáveis para vias já existentes e é empregado para projeções de duplicações, melhoramentos, restauração de pavimentos, etc.

Logo, esse trabalho tem por objetivo principal realizar a análise de dois trechos da PE - 112, trecho entre Camocim de São Félix e São Joaquim do Monte e o trecho entre São Joaquim do Monte e o trevo do Formigueiro. Aonde a análise servirá de apoio para determinar a forma mais adequada de recuperação dos trechos da PE-112, pois todos anos ocorre o evento turístico e religioso da Romaria do Frei Damião, e é realizado a operação tapa buraco na rodovia, devido a cidade receber milhares de visitantes. Contudo, em um período menor que seis meses o pavimento torna a se encontrar em um estado precário e até pior que o ano anterior, acarretando em diminuição do conforto e da segurança aos usuários.

2. PAVIMENTO FLEXÍVEL

Conforme Bernucci et al. (2006) o pavimento flexível é formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Onde, este deve apresentar um desempenho satisfatório, garantindo segurança, conforto e economia para os usuários.

Segundo Balbo (2007), é o pavimento em que absorve os esforços de forma concentrada na região próxima a área de aplicação da carga, dividida entre várias camadas, onde as tensões verticais se encontram distribuídas nas camadas inferiores. Sendo aquele que é constituído por camadas que não trabalha à tração.

Os carregamentos concentrados e de forma repetitiva no pavimento flexível podem levar à falha da estrutura do pavimento com o tempo. Gerando rachaduras que geralmente iniciam na parte inferior da camada de asfalto e começam propagando-se para a superfície do

pavimento. Portanto, um pavimento eficiente deve considerar tanto a variação do carregamento no tempo e espaço, o material sobre frequência e temperatura e a amplitude do estresse aplicado (Hasni et al., 2017).

Os defeitos nos pavimentos podem ocorrer de forma prematura causados por alguns motivos, como erros ou algumas inadequações, em período médio ou longo de tempo, e isso devido ser utilizado pelo tráfego e efeitos do clima. Os erros e inadequações acarretam em diminuição da vida de projeto, devido a erros na seleção, dosagem ou produção de materiais, ou erros de conservação ou manutenção. Os fatores que causam os erros de projeto são muito relacionados a dificuldade de prever o tráfego real no tempo de projeto (Bernucci et al., 2006).

3. ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

O comportamento do pavimento na forma de estresse, tensão ou deformação e desempenho, são fatores que devidamente analisados podem ser usados para determinar as necessidades de manutenção, restauração e reabilitação do pavimento, incluindo o tempo esperado de tais intervenções e o efeito de tais intervenções tem na vida do desempenho do pavimento (Haas et al., 2015).

3.1 Avaliação Subjetiva da Superfície do Pavimento: DNIT 009/2003 – PRO

É o método que realiza sua análise de acordo com o seu Valor de Serventia Atual (VSA), indicando o nível de conforto e suavidade ao rolamento que o pavimento se encontra. Onde a Serventia Atual é a capacidade que um trecho proporciona rolamento confortável e com suavidade de acordo com a opinião do usuário (DNIT 009/2003 - PRO, 2003).

Obtém-se o VSA através de uma medida subjetiva, realizada por alguns avaliadores que percorrem o trecho sob análise, anotando em planilha, suas opiniões sobre o pavimento, determinando se este possui capacidade de conceder os requisitos do tráfego. Os avaliadores devem ser constituídos de no mínimo cinco membros que conheçam perfeitamente os propósitos desse método, realizando uma verificação experimental (DNIT 009/2003 - PRO, 2003).

A classificação dos subtrechos é dada de acordo com a Tabela 1, onde a avaliação do grupo não será considerada aceitável se entre os valores individuais das avaliações de cada membro do grupo, de qualquer trecho, obtiver uma diferença maior que 1,5.

Tabela 1: Condição do Pavimento em função do VSA (Adaptação do Autor DNIT 009/2003 - PRO, 2003).

Valor de Serventia Atual (VSA)	Classificação do Pavimento
0 a 1	Péssimo
1 a 2	Ruim
2 a 3	Regular
3 a 4	Bom
4 a 5	Ótimo

E para o VSA ser calculado para cada trecho, é dado como média das notas dos avaliadores pela seguinte Equação 1 (DNIT 009/2003 - PRO, 2003):

$$V.S.A = \frac{\sum X}{n} \quad (1)$$

Em que: V.S.A: Valor de Serventia Atual;
X : Valores de Serventia Atual individuais atribuídos por cada membro de grupo;
n : Números de membros do grupo de avaliação.

3.2 Contagem de Tráfego

De acordo com o DNIT (2006b) define-se Volume de Tráfego como a quantidade de veículos que percorre por uma seção de uma via ou faixa, em um determinado tempo. Assim, o Volume Médio Diário (VMD) é a média dos volumes de veículos que circulam em um período de 24 horas, obtido pela Equação 2:

$$VMD = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{t} \quad (2)$$

Em que Xi: Veículos que trafegam naquele trecho durante o período t;
t: Número de dias observado.

As vias podem ser classificadas por duas formas, através dos tipos de veículo, convertendo o tráfego atuante em um número equivalente (N) ou devido à complexidade do cálculo desse valor N, pode-se também através do Volume Médio Diário Comercial (VMDc), ou seja, o volume de tráfego pesado, que é de fácil obtenção. Logo, com o levantamento é possível deduzir o volume diário de veículos comerciais (VMDc) e classificar os trechos conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Faixas de VMDc para classificação de via (Adaptação do Autor de DNIT et al., 2015)

Faixa de VMDc	Classificação da via
Faixa 1 VMDc ≤ 800	Tráfego baixo
Faixa 2 800 ≤ VMDc ≤ 1600	Tráfego variando de baixo a médio
Faixa 3 1600 ≤ VMDc ≤ 2400	Tráfego médio
Faixa 4 2400 ≤ VMDc ≤ 3200	Tráfego alto
Faixa 5 VMDc > 3200	Tráfego muito alto

4. METODOLOGIA

A metodologia foi composta pela a avaliação subjetiva, através do procedimento DNIT 009/2003 – PRO, e a contagem de tráfego, através do cálculo do Volume Médio Diário (VMD). Na pesquisa foi realizado o estudo de caso nos dois trechos da rodovia do agreste central de Pernambuco, a PE-112, que é uma via de jurisdição Estadual de responsabilidade do Departamento de Rodagem de Pernambuco (DER).

A abordagem subjetiva terá a finalidade de indicar qualitativamente as informações da superfície do pavimento através de análise com informações obtidas pelos usuários da rodovia. E a contagem de tráfego possui uma abordagem de caráter quantitativo, pois a contagem de veículos irá fornecer dados numéricos, para poder então ser diagnosticado o estado da rodovia.

O trecho 1 de análise é aquele que faz ligação entre a cidade de Camocim de São Felix/PE e a cidade de São Joaquim do Monte/PE, com uma extensão de 10 km, como mostra a Figura 1 (a).

O trecho 2, faz ligação entre a cidade de São Joaquim do Monte/PE e o trevo do Formigueiro, com uma extensão de 12 km, conforme a Figura 1(b).

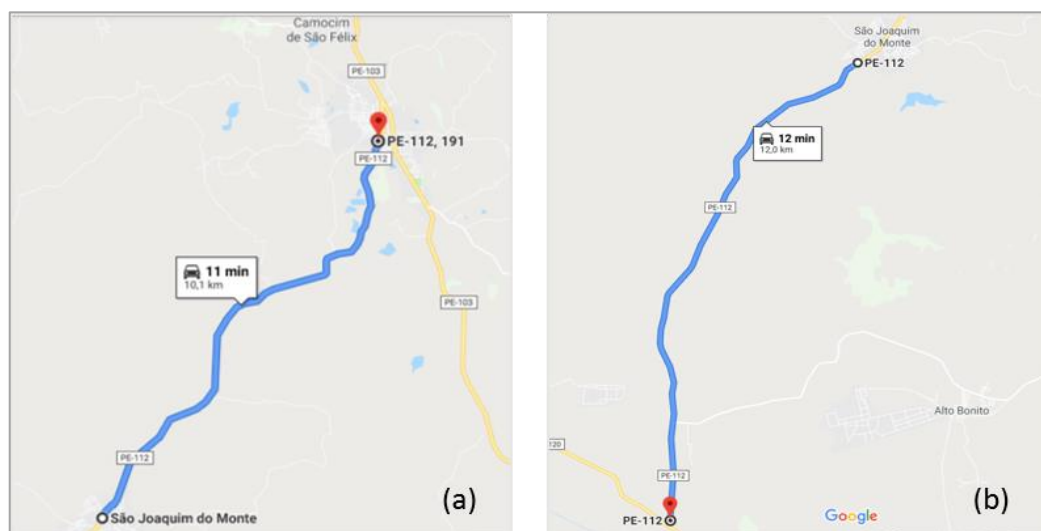


Figura 1: Localização dos trechos analisados da PE-112, Localização do trecho 1 em estudo (a), Localização do trecho 2 em estudo (b) (Google Maps, 2019)

O município de São Joaquim do Monte é localizado no estado de Pernambuco, de uma área de 231,8 km² onde no ano de 2010 de acordo com o IBGE (2018) possuía 20.488 habitantes e uma população estimada de 21.314 habitantes no ano de 2018. Com uma densidade demográfica de 88,4 habitantes por km², situado a 452 metros de altura e com as coordenadas geográficas: Latitude: 8° 25' 48" Sul e Longitude: 35° 48' 27" Oeste. De acordo com IBGE (2018) o município possui uma frota de 3.739 veículos, sendo 6% destes de veículos pesados.

De acordo com o DER (2018) nos dados de projeto da PE-112, tem-se que o trecho 1 foi construído no ano de 1986 e o trecho 2 no ano de 2001, logo tendo os trechos uma vida de 32 anos e 17 anos, respectivamente. Assim, os dois trechos ultrapassam a vida útil do pavimento de 10 anos.

Para realização da contagem de tráfego da PE-112 foi necessário realizar observações e registros em campo. Na análise subjetiva, foi preciso a participação de cinco técnicos, que possuem conhecimento da norma aplicada, que residem na cidade de São Joaquim do Monte, podendo realizar uma melhor avaliação. Inicialmente foram feitas diversas pesquisas bibliográficas para servir como base para a determinação do método realizado na análise do pavimento.

Com a obtenção dos dados da avaliação subjetiva do pavimento e a contagem de tráfego foi possível determinar a condição do pavimento e a classificação da via, assim podendo verificar se a degradação estava diretamente associada com o tráfego atuante, como sendo possível também comparar os resultados dos dois trechos.

4.1 Método DNIT 009/2003 – PRO

Para a análise subjetiva a coleta de dados e ocorrências dos trechos selecionados seguiram os procedimentos:

- os trechos avaliados foram divididos em subtrechos de 2km;

- b) o grupo dos 5 avaliadores foram orientados a atribuírem as notas de acordo com seu conhecimento, sem haver uma determinação ou combinação prévia para as notas;
- c) o grupo de avaliadores percorrerão o trecho sob análise, registrando suas opiniões sobre o pavimento, avaliando os segmentos com notas de 0 a 5, sendo anotadas em planilha;
- d) com todas as notas de avaliação foi possível classificar os trechos de ótimo a péssimo.

4.2 Contagem de Tráfego

A contagem de tráfego foi realizada de acordo com o DNIT, sendo feita a coleta de dados para o cálculo do Volume Médio Diário (VMD) e Volume Médio Diário Comercial (VMDc) dos dois trechos da PE-112 e poder então classifica-los. Com o objetivo de ser um parâmetro para complementação da análise subjetiva, tendo em vista que a quantidade de veículos que trafegam em uma via é um dos principais motivos para o aparecimento de trincas, fissuras e afundamentos.

O método foi obtido através da contagem de veículos leves e pesados que percorrem os trechos em dias da semana determinados e registrado em planilha. Onde foi possível calcular o VMD e o VMDc podendo determinar qual a classificação de tráfego da PE-112 e verificar se o trecho mais degradado está realmente associado com o maior volume de tráfego. A contagem foi feita para saber a quantidade de veículos que entram e saem nos trechos no período das 7h às 18h, com um levantamento de 11 horas por dia e os dias escolhidos da semana foram terça-feira, quarta-feira e quinta-feira, por serem os dias de maiores fluxos da cidade.

Para obter o VMD e VMDc foi calculado através da Equação 2, sendo considerado a pior situação, ou seja, o sentido com maior volume de tráfego. Logo, foi feito o somatório de veículos, leves e pesados para o VMD e apenas os pesados para o VMDc, das 24h dos três dias e dividindo pelo total de dias analisados.

Assim, para a obtenção do quantitativo total de veículos das 24h dos dias determinados e ser possível o cálculo do volume de tráfego, foi utilizada uma estatística de acordo com o DNIT (2006a) que mostra resultados de levantamentos realizado em via local nos Estados Unidos e que é semelhante ao que ocorre no Brasil, onde 76,4% do tráfego diário ocorrem das 7h às 18h e assim 23,6% seriam das 19h às 6h.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo serão expostos todos os resultados obtidos após a coleta de dados dos métodos de análise, a análise subjetiva obtida pelo método do Valor de Serventia Atual (VSA) da norma DNIT 009/2003 e a contagem de tráfego, com a determinação do Volume Médio Diário (VMD). Com a obtenção do levantamento de dados, os cálculos foram realizados para a determinação da classificação de degradação do pavimento.

5.1 Método DNIT 009/2003 - PRO

Para a execução do método DNIT 009/2003 os trechos foram divididos em subtrechos de 2 km. As notas atribuídas pelo grupo de avaliadores, através da avaliação subjetiva, foram registradas em planilha e calculada a média para cada seção avaliada, sabendo assim qual a condição para cada seção. Como também foram calculadas a variância e o desvio padrão para saber a dispersão das notas.

A variância mostrou o quão distantes as notas estão da média e o desvio padrão mostrou a confiabilidade da média. Foi também verificado a diferença entre a nota máxima e a mínima, para determinar se havia diferença maior que 1,5, o que não é aceitável perante a norma DNIT 009/2003.

Para o trecho 1, a Tabela 3 demonstra todos os dados obtidos através das notas do grupo de avaliadores (AV). Aonde nenhuma das notas obtiveram diferenças maiores que 1,5, realizando essa análise pela subtração entre a nota máxima e a mínima, sendo aceitável todas as avaliações. E verificando que não houve uma tendência central nas notas ofertadas as superfícies de análise (SA).

Tabela 3: Notas do grupo de avaliadores da análise subjetiva do trecho 1 (Autor, 2019)

AVALIAÇÃO SUBJETIVA												
Superfície de Avaliação	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	Média	Variância	Desvio Padrão	Nota Mín.	Nota Máx.	Dif. > 1,5	Classificação
SA01	2,9	2,7	1,9	2,1	2,2	2,36	0,1491	0,3861	1,9	2,9	Não	Regular
SA02	2,6	2,3	2,5	2,5	2,3	2,44	0,0131	0,1145	2,3	2,6	Não	Regular
SA03	1,8	1,5	1,7	1,7	2,1	1,76	0,0311	0,1764	1,5	2,1	Não	Ruim
SA04	0,9	0,5	0,8	0,7	1	0,78	0,0174	0,1319	0,5	1	Não	Péssimo
SA05	2,5	2,1	2,7	2,4	2,6	2,46	0,0206	0,1435	2,1	2,7	Não	Regular

Assim, como demonstra a Figura 2, 60% do pavimento foi classificado como regular, 20% como péssimo e 20% como ruim. No desvio padrão não houve dispersão nas médias maiores que 0,4, ou seja, a classificação referente as médias permanecem a mesma mesmo com a variância determinada no desvio padrão. Aonde, o trecho 1 foi classificado com alguns trechos bastantes degradados, o que torna impossível o tráfego sem causar graves danos ao usuário e em sua maior parte foi classificado como regular, o que ainda torna possível o tráfego, mas não aceitável.

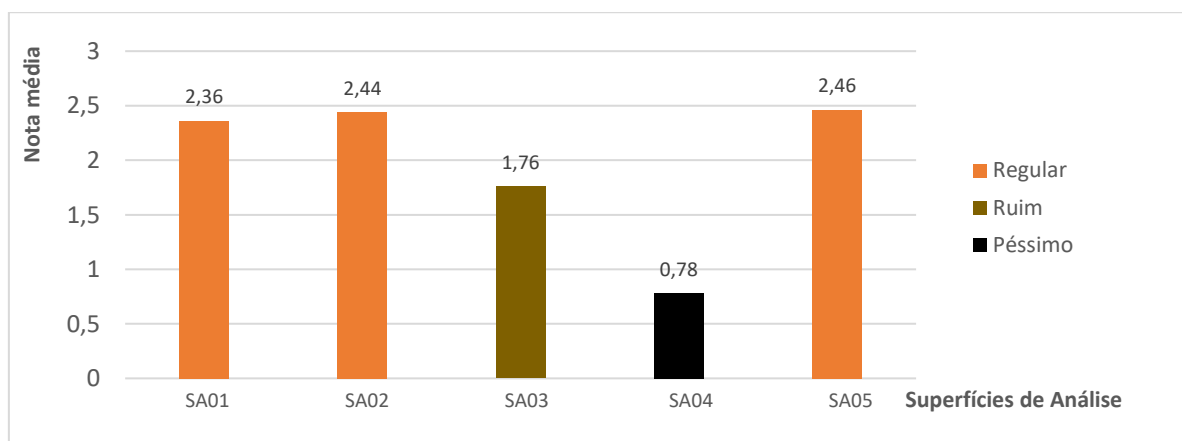


Figura 2: Médias das notas para as seções de análise do trecho 1 (Autor, 2019)

Como também para o trecho 2, a Tabela 4 demonstra as notas atribuídas pelos AV as seções de análise. Aonde, assim como no trecho 1, não apresentou diferenças entre as notas maiores que 1,5, estando dentro do permitido por norma, e não houveram tendência central nas notas de nenhuma das SA.

Tabela 4: Notas do grupo de avaliadores da análise subjetiva do trecho 2 (Autor, 2019)

AVALIAÇÃO SUBJETIVA												
Superfície de Avaliação (SA)	AV01	AV02	AV03	AV04	AV05	Média	Variância	Desvio Padrão	Nota Mín	Nota Máx.	Dif. > 1,5	Classificação
SA01	0,8	0,3	0,7	0,5	0,6	0,58	0,0174	0,1319	0,3	0,8	Não	Péssimo
SA02	3,5	3,2	2,9	2,7	2,1	2,88	0,2564	0,5064	2,1	3,5	Não	Regular
SA03	1,9	1,7	0,9	1,5	1,1	1,42	0,1524	0,3904	0,9	1,9	Não	Ruim
SA04	2,3	2,5	2	1,9	2,1	2,16	0,0291	0,1706	1,9	2,5	Não	Regular
SA05	2,2	2,1	1,9	2,1	1,5	1,96	0,0731	0,2704	1,5	2,2	Não	Ruim
SA06	1,8	0,9	1	0,7	0,9	1,06	0,1766	0,4202	0,7	1,8	Não	Ruim

Para este trecho da PE-112 é notável pela Figura 3 que sua classificação foi pior que a do trecho 1. Onde 50% do trecho foi classificado como ruim, 33,33% como regular e 16,67% como péssimo. Aonde quase todo o trecho foi classificado com o Valores de Serventia Atual (VSA) baixos ou muito baixos, ou seja, mostrando que o pavimento se encontra bastante degradado com uma elevada quantidade de buracos e má regularidade do revestimento. E também o desvio padrão não houve grande dispersão nas médias, sendo menores que 0,6.

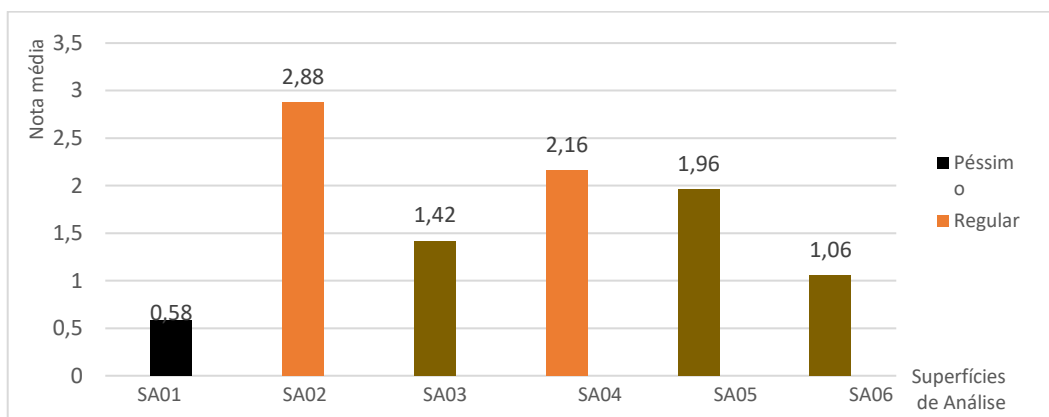


Figura 3: Médias das notas para as seções de análise do trecho 2 (Autor, 2019)

Logo, pelos resultados nota-se que os dois trechos se encontram bastante degradados, com sua serventia comprometida, principalmente para o trecho 2, que se mostrou bastante danificado pela concepção dos avaliadores.

5.2 Contagem de Tráfego

O objetivo da contagem de tráfego dos trechos da PE-112 foi de determinar a classificação do tráfego como baixo, médio ou pesado, o que determinaria o grau da sua influência no desenvolvimento dos defeitos da via.

Onde de início foram feitas a contagem do tráfego no fim do trecho 1 e no início do trecho 2, nas duas direções durante 11h em três dias distintos. Os dados obtidos foram anotados na planilha de coleta. Para obtenção do total de veículos no período de 24h, foi utilizado os percentuais do DNIT para essa dedução de cada dia, como mostra na Tabela 5.

Tabela 5: Volume de veículos leves e pesados nos dois sentidos dos trechos 1 e 2 (Autor, 2019)

Sentido	Trecho 1	24/10/2018	25/10/2018	30/10/2018
Camocim de S. Felix - São J. do Monte	Leves	624	737	648
	Pesados	66	93	77
	Total das 11h	690	830	725
	Total das 24h (estatística do DNIT)	903	1086	949
São J. do Monte - Camocim de S. Felix	Leves	458	715	401
	Pesados	57	70	68
	Total das 11h	515	785	469
	Total das 24h (estatística do DNIT)	674	1027	614
Sentido	Trecho 2	31/10/2018	01/11/2018	06/11/2018
São J. do Monte - Trevo do Formigueiro	Leves	676	963	687
	Pesados	79	91	70
	Total das 11h	755,0	1054,0	757,0
	Total das 24h (estatística do DNIT)	988	1380	991
Trevo do Formigueiro - São J. do Monte	Leves	784	957	758
	Pesados	82	100	81
	Total das 11h	866	1057	839
	Total das 24h (estatística do DNIT)	1134	1384	1098

Foi possível observar que para o trecho 2 o tráfego, de veículos leves e pesado, foi maior que para o primeiro, como mostra a Figura 4.

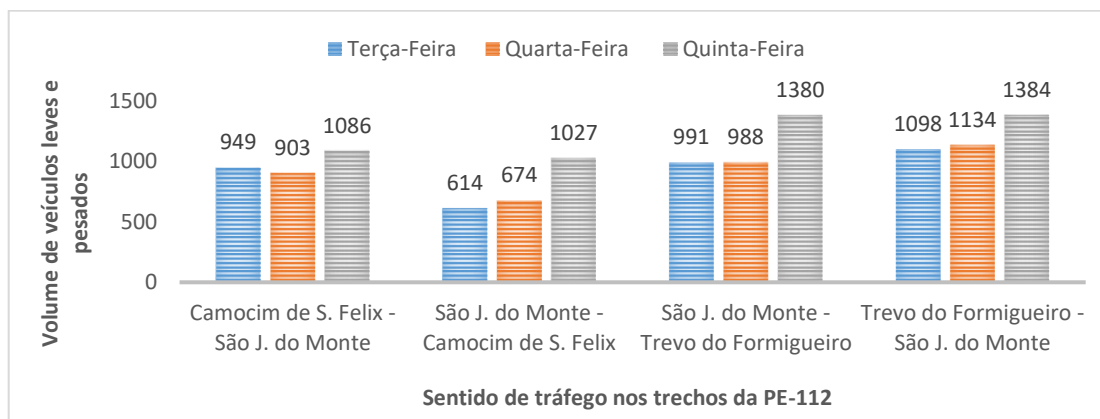


Figura 4: Volume total de veículos nos dois sentidos dos trechos 1 e 2 (Autor, 2019)

Onde é possível visualizar que o pico maior para os dois trechos se dá nas quintas-feiras, nos dois sentidos, por ser o dia da feira livre da cidade de São Joaquim do Monte, tornando maior o fluxo de entrada e saída de veículos. O Volume Médio Diário (VMD), considerando o sentido de maior fluxo, foram calculados pela Equação 2 para os trechos 1 e 2, obtendo valores de 979 e 1120, respectivamente. Assim, foi calculado o Volume Médio Diário Comercial (VMDc), ou seja, dos veículos pesados, para cada sentido dos dois trechos, como mostra na Tabela 6.

Tabela 6: Valor Médio Diário Comercial (VMDc) para cada sentido dos trechos 1 e 2 (Autor, 2019)

Trecho	Sentido	VMDc	Classificação
1	Camocim - São Joaquim	103	Tráfego Baixo
1	São Joaquim - Camocim	85	Tráfego Baixo

2	São Joaquim - Trevo	105	Tráfego Baixo
2	Trevo - São Joaquim	115	Tráfego Baixo

Para o trecho 1, o sentido com maior volume de tráfego foi o de Camocim de São Felix para São Joaquim do Monte e para o trecho 2, o sentido do trevo do Formigueiro para São Joaquim do Monte. Com esses dados, então foi possível determinar de acordo com a Tabela 2, que as classificações de tráfego para os dois trechos foram de tráfego baixo. Tendo visto que os VMDC foram de 103 e 115, sendo menor que 800.

Apesar dos dois trechos não serem classificados com um tráfego pesado, o que justificaria a grande degradação do pavimento, com o decorrer dos anos a frota de veículos na cidade de São Joaquim do Monte vem crescendo, como demonstra a Figura 5.

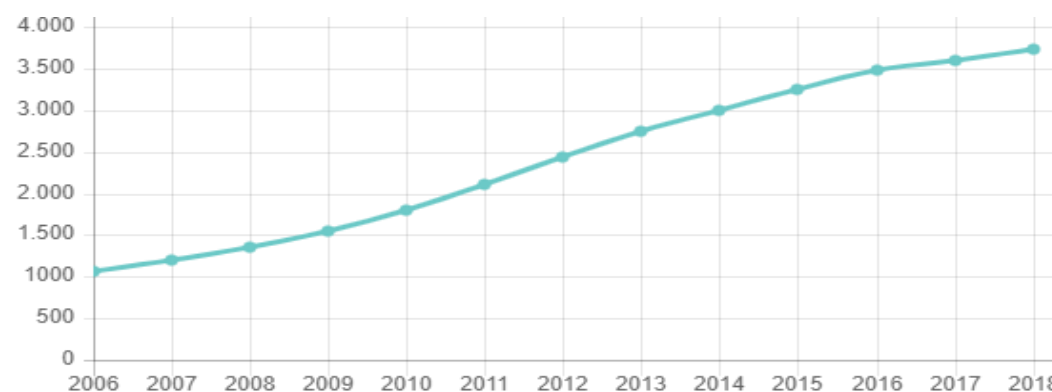


Figura 5: Série Histórica de crescimento da frota de veículos do ano de 2006 a 2018 de São Joaquim do Monte/PE (IBGE, 2018)

Conseqüentemente, o tráfego também foi evoluindo, comparado ao calculado no projeto de construção da PE-112, não só pela frota de veículos da cidade, mas pelo tráfego proveniente das cidades circunvizinhas devido ao crescimento econômico. A Figura 6 demonstra alguns dos defeitos observados e a grande degradação dos trechos analisados.



Figura 6: Defeitos encontrados nos trechos analisados, Elevação, panela e trincas do subtrecho 4 do trecho 1 (a), Panelas do subtrecho 1 do trecho 2 (b) (Autor, 2018)

Onde, nos trechos foram observados a presença de panelas, fissuras longitudinais e transversais, trinca tipo couro de jacaré, panelas, elevação, remendos, desgastes, etc., o que acarreta na diminuição da qualidade de rolamento e segurança de tráfego.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para ter acesso à cidade de São Joaquim do Monte a única via de acesso é através da PE-112, e devido a cidade ser de pequeno porte e desenvolvimento econômico, gera um fluxo maior de tráfego para cidades circunvizinhas. Sendo necessário a preservação da condição de rolamento e serventia do pavimento. O fator a ser dado bastante importância é o aumento do fluxo de veículos pois este agrava a deterioração do pavimento, sendo interessante que se façam manutenções e restaurações periódicas ao longo da via.

A análise do valor de serventia do pavimento determinou a caracterização dos subtrechos dos dois trechos de regular a péssimo, onde os 5 avaliadores foram bastante congruentes em suas avaliações, não havendo grande dispersão entres as notas atribuídas, o que torna a classificação mais confiável mostrando a similaridade na avaliação. Onde, o trecho 2 se apresentou como o trecho mais degradado, comparado com o trecho 1.

A contagem de tráfego serviu de subsidio para verificar se o trecho mais degradado coincidia com o maior fluxo de veículos pesados, o que se mostrou coerente com o esperado. Onde, o trecho 2, mesmo sendo o trecho com menor tempo de vida, apresentou um volume de tráfego maior que o trecho 1.

Apesar dos dois trechos serem classificados com tráfego leve, com a série histórica de crescimento da frota de veículos do IBGE foi notável a evolução com o passar dos anos. O que implica em um aumento no volume de tráfego, associando isso aos trechos ultrapassarem seu tempo de vida útil e a medidas inadequadas de manutenção, resultar em um pavimento a qual a estrutura não tem capacidade para suportar. Logo, acarretando na grande ocorrência dos defeitos na rodovia em um período menor que seis meses.

As medidas de correção pontuais realizadas em tempo muito curto sem eliminar todos os defeitos existentes, possibilita uma condição de rolamento regular para atender ao evento festivo da cidade, a Romaria do Frei Damião, porém não possibilitando um reforço estrutural ao pavimento.

Assim, é necessário o investimento dos órgãos responsáveis para a realização do processo de manutenção da rodovia, melhorando o gerenciamento do ciclo do pavimento com a realização de análises para determinação da melhor medida de manutenção atendendo aos critérios de qualidade, tempo e custo.

Como sugestão para trabalhos futuros, o estudo poderia ter adotado para contagem de tráfego a coleta com mais horas diárias, fazendo o levantamento de tráfego no período noturno, o que reduziria o percentual de uso de dedução do DNIT para as horas não coletadas, onde consequentemente iria obter um VMD e VMDc com mais precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balbo, J. T. (2007) *Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração*. São Paulo: Oficina dos Textos.

- Bernucci, L.B. L. M. G. da Motta; J. A. P. Ceratti e J. B. Soares (2006) *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA. 504f.
- BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. *DNIT 009/2003 - PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Rio de Janeiro, 2003. 06p.
- CNT (2018) *ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE: Estatísticas consolidadas*. [s.l. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/1-3-1-2-/Condi%C3%A7%C3%A3o-das-rodovias>>]. Acesso em: 12 maio 2018.
- Cunha, C. M. (2010) *Reciclagem de Pavimentos Rodoviários Flexíveis Diferentes Tipos de Reciclagem*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – ISEL. Lisboa.
- DER (2018) *Dados constantes dos Projetos Executivos de Engenharia registrados no Arquivo Técnico do DER-PE*. Recife, PE.
- DNIT; DPP e CGPLAN (2015) *Relatório Técnico –Catálogo de Soluções de Manutenção para Pavimentos Flexíveis*. [s.l.]. 15p.
- DNIT (2006a) *Manual de estudos de tráfego*. Rio de Janeiro. 384 p.
- DNIT (2006b) *Manual de Restauração de pavimentos asfálticos*. 2.ed. Rio de Janeiro. 310p.
- Haas, R.; W. R. Hudson e L. C. Falls (2015) *Pavement Asset Management*. Salem, Massachusetts, Publicação de Scriviner, Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Hasni, H.; A. H. Alavi; K. Chatti e N. Lajnef (2017) *A self-powered surface sensing approach for detection of bottom-up cracking in asphalt concrete pavements: theoretical/numerical modeling*. *Construction and Building Materials*. v. 144, p. 728-746.
- IBGE (2018) *Frota de veículos da cidade de São Joaquim do Monte/PE*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/sao-joaquim-do-monte/pesquisa/22/28120?tipo=grafico&indicador=28120>> Acesso em: 10 de junho de 2019.
- Mello, L. G. R. de; M. M. Farias; E. S. Preussier e R. Preussier (2016) Análise do impacto do período de projeto de pavimentos no custo global de obras rodoviárias. *TRANSPORTES* v. 24, n. 4 (2016), p. 64-74.
- Mota, G. L. P. (2017) *Técnicas de recuperação de patologias em pavimentos de asfalto*. Tocantins. Disponível em: <https://www.linkedin.com/in/gabrielluan/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_pulse_read%3Bc1fQhkkQQzq1Mz2BdmO27g%3D%3D&licu=urn%3Ali%3Acontrol%3Ad_flagship3_pulse_read-profile_bottom_bar> Acesso em: 13 de junho de 2019.
- Santos, R. G. e S. M. H. Pingarilho (2018) Análise Prática de Gerenciamento Logístico de Projetos em Obras de Infraestrutura – Estudo de caso PA – 125. *Anais do XXXII Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte, ANPET, Gramado, RS, v. 1, p. 1297 -1308*.

Thays Cordeiro dos Santos (thayscordeiro1996@hotmail.com)

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Av. Adjar da Silva Casé, 800 – Indianópolis, Caruaru – PE.

Maria Victória Leal de Almeida Nascimento (mvictorialan@gmail.com)

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Doutorado em Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas. Rua Acadêmico Hélio Ramos, S/N; Campus Universitário; Cidade Universitária 50670-901 Recife – PE, Brasil; Tel: 55 81 2126-8977; 55 81 2126-7923.

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Av. Adjar da Silva Casé, 800 – Indianópolis, Caruaru – PE.

Daysa Palloma da Silva (daysapalloma@gmail.com)

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Av. Adjar da Silva Casé, 800 – Indianópolis, Caruaru – PE.

Rodrigo Araújo (rodrigorocharaujo@gmail.com)

Centro Universitário UniFavip/Wyden

Av. Adjar da Silva Casé, 800 – Indianópolis, Caruaru – PE.