

AVALIAÇÃO DOS DEFEITOS DE PAVIMENTO FLEXÍVEL ATRAVÉS DO MÉTODO DO VALOR DE SERVIENTIA ATUAL (VSA) EM APUCARANA-PR

Guilherme Cesar Gabriel (UTFPR) E-mail: guilherme-gabriel@outlook.com
ME. Lucas Lauer Verdade (UTFPR) E-mail: lucasverdade@utfpr.edu.br

Resumo: A avaliação da condição de rolamento de um pavimento flexível é importante para a percepção dos defeitos presentes e para atentar se a situação encontrada necessita ou não de intervenções, a fim de garantir conforto, segurança e economia aos usuários da via. Este trabalho possibilitou a análise das irregularidades presentes na superfície de 2200 metros da rua Denhei Kanashiro, em Apucarana-PR, através do método subjetivo do Valor de Servientia Atual (VSA). Dez pessoas trafegaram por dez trechos da via estudada e deram notas de 0 a 5 quanto ao conforto durante o rolamento. A média desses pareceres levou a via atingir o conceito “bom” para seus primeiros 1100 metros e “regular” para os últimos 1100 metros. Ao analisar os dados que levaram aos resultados, conclui-se que o método do VSA possui boa aplicabilidade para uma avaliação inicial e que os primeiros 1100 metros analisados da via devem possuir uma maior atenção quanto as suas irregularidades e as necessidades em relação a atividades de manutenção e reabilitação.

Palavras-chave: avaliação dos defeitos, pavimento, método do VSA.

EVALUATION OF FLEXIBLE PAVEMENT DEFECTS THROUGH THE CURRENT VALUE OF SERVICE (VSA) METHOD IN APUCARANA-PR

Abstract: The evaluation of the rolling condition of a flexible pavement is important for the perception of present defects and to consider whether the situation found requires intervention or not, in order to guarantee comfort, safety and economy for road users. This work allowed the analysis of irregularities present in the surface of 2200 meters of Denhei Kanashiro street, in Apucarana-PR, through the subjective method of the Current Value of Service (VSA). Ten people traveled by ten stretches of the studied road and gave grades from 0 to 5 as for the comfort during the journey. The average of these opinions led the track to reach the concept “good” for its first 1100 meters and “regular” for the last 1100 meters. By analyzing the data that led to the results, it is concluded that the VSA method has good applicability for an initial assessment and that the first 1100 meters of the track analyzed should have greater attention to its irregularities and needs in relation to activities of maintenance and rehabilitation.

Keywords: evaluation of defects, pavement, VSA method.

1. Introdução

Para um pavimento de boa qualidade, aspectos como, por exemplo, conforto, economia e segurança precisam ser atendidos. Essas garantias implicam diretamente sobre o usuário da via, que percebe os defeitos ou irregularidades presentes ao trafegar. Se sua comodidade é prejudicada, significa que o veículo também sofre as consequências desses problemas através do aumento de custos operacionais, como manutenção, tempo de viagem, consumo de combustível e de pneus. Desse modo, atender ao conforto dos usuários significa também a economia os custos de transporte (BERNUCCI et al., 2010).

A avaliação é uma importante etapa para o gerenciamento dos pavimentos, já que é o ponto de partida para as futuras decisões sobre a manutenção dos mesmos. Esta atividade possibilita que sejam definidas as condições funcionais, estruturais e operacionais dos pavimentos dos segmentos constituintes de uma malha viária em um determinado momento, mediante a obtenção dos dados fundamentais que alimentam periodicamente um sistema de gerência de

pavimentos (DNIT: MANUAL DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS, 2011).

De acordo com a Constituição Federal Brasileira (1988) a segurança e o transporte fazem parte dos direitos sociais. Entende-se, então, que a pavimentação de vias urbanas, bem como sua manutenção, é um serviço público de responsabilidade das prefeituras municipais e possui influência direta na melhor condição de vida aos cidadãos.

Uma avaliação eficiente possibilita melhor retorno para os recursos a serem investidos, visto que o planejamento para as melhorias nos pavimentos podem gerar grande economia (FERNANDES JÚNIOR, 1999).

Para compor uma análise eficiente, métodos objetivos e subjetivos podem ser utilizados.

Destaca-se o uso do método subjetivo do Valor de Serventia Atual – VSA, que é regulamentado por DNIT 009 (2003). Esse meio consiste em um grupo de avaliadores que, devidamente orientados sobre as especificações e recomendações da norma, atribuem notas ao trafegarem por trechos do pavimento a ser analisado.

Este trabalho visa analisar os defeitos da superfície do pavimento através do método subjetivo do VSA, aplicando-o em uma via coletora na cidade de Apucarana-PR.

2. Referencial teórico

De acordo com o DNIT: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006a), os pavimentos flexíveis são projetados de modo que sua resistência média atinja de oito a dez anos. Durante o ciclo de vida, o pavimento inicia em uma condição ótima e regressa até uma condição ruim. O decréscimo da condição ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecido como deterioração do pavimento.

A qualidade da via possui impacto direto na segurança, conforto e custos de operação dos usuários (ZANCHETTA, 2017).

De acordo com o DNIT (2011), a avaliação funcional de um pavimento relaciona-se à apreciação do estado de sua superfície e de como este estado influencia no conforto ao rolamento.

O Valor da Serventia Atual (VSA) é um parâmetro subjetivo de avaliação considerado bastante consistente. É uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, resultante da média de notas de avaliadores para o conforto ao rolamento de um veículo trafegando em um determinado trecho, em um dado momento da vida do pavimento (DNIT, 2011).

DNIT (2011) explica que o VSA, de modo geral, é elevado logo após a construção do pavimento (quando bem executado), pois exibe uma superfície suave, praticamente sem irregularidades. A condição de perfeição, sem qualquer irregularidade (VSA = 5), não é encontrada na prática. Como exemplo, nas pistas experimentais da AASHO, na década de 1960, foram obtidos valores de serventia atual inicial de 4,2 para pavimentos asfálticos e de 4,5 para pavimentos de concreto cimento Portland. Com o aprimoramento das técnicas construtivas, é possível obter, nos dois tipos de pavimento, valores iniciais mais próximos da nota 5. Portanto, o VSA, logo após o término da construção do pavimento, depende muito da qualidade executiva e das alternativas de pavimentação selecionadas (DNIT, 2011).

Fernandes Júnior (1999) afirma que as avaliações subjetivas fornecem o estado de deterioração do pavimento utilizando-se do conceito de serventia, em que a mesma é definida como a habilidade de uma seção de pavimento, à época da observação, de servir ao tráfego de automóveis e caminhões, com elevados volumes e altas velocidades. A capacidade de um pavimento servir satisfatoriamente ao tráfego durante um dado período é o seu desempenho,

que pode ser interpretado como a variação da serventia com as intempéries e/ou com o tráfego. A Figura 1 demonstra o valor de serventia em relação ao tráfego e utilização da via, além de indicar os limites de aceitabilidade e de trafegabilidade estipulados pelo DNIT.

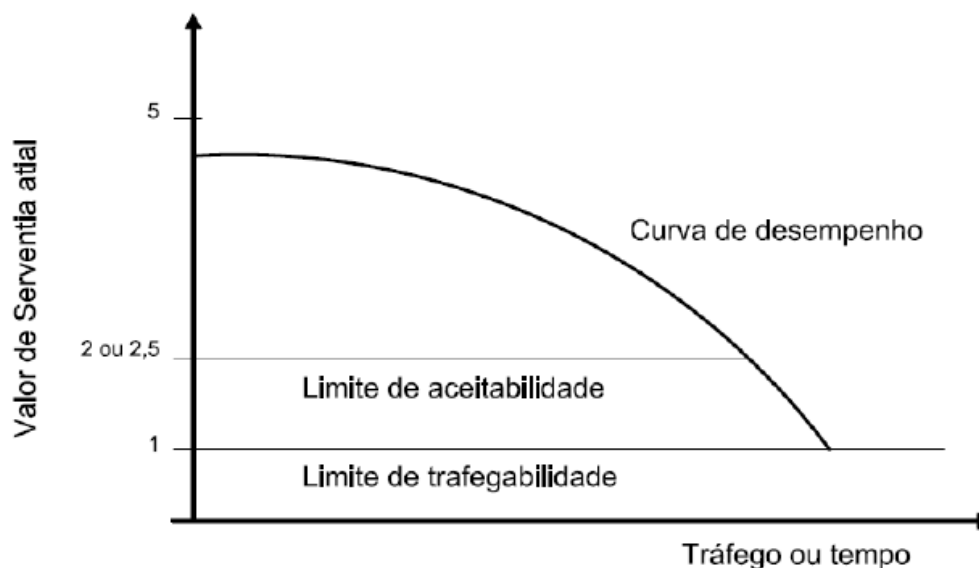


Figura 1 – Variação da serventia em relação ao tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via.
Fonte: DNIT (2011).

Esse método apresenta como limite de aceitabilidade a nota 2,5 para as vias de alto volume de tráfego e 2,0 para as demais. Quando o VSA atinge nota abaixo desse patamar, uma intervenção de manutenção corretiva deve ser realizada, de modo a transformar o índice em um valor superior. Por outro lado, quando o pavimento apresenta o VSA acima deste valor, deve-se realizar manutenção preventiva periódica para manter a boa condição de rolamento (DNIT, 2011).

Caso não ocorra manutenção ou esta seja inadequada, o pavimento pode atingir o limite de trafegabilidade, situação na qual se torna necessária sua reconstrução. Este limite depende dos padrões estabelecidos, estando geralmente abaixo do VSA igual a 1,0. Com a manutenção corretiva adequada, o valor da serventia eleva-se novamente (DNIT, 2011).

Para o estudo do VSA, algumas condições e recomendações são impostas pela norma que o regulamenta, a DNIT 009 (2003): Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento, para a avaliação. São elas:

- O trecho de pavimento deve ser avaliado como se fosse para uma via de tráfego intenso e constituído de veículos comerciais e de passageiros;
- O avaliador deve considerar somente o estado atual da superfície;
- A avaliação não deve ser feita sob condições climáticas desfavoráveis, como chuva, neblina, nevoeiro, etc;
- O avaliador deve ignorar os aspectos do projeto geométrico do trecho da rodovia que está sendo avaliada (alinhamento, largura do acostamento, largura do revestimento, etc);
- O avaliador não deve considerar a resistência à derrapagem do revestimento;

- Os avaliadores devem considerar principalmente os “buracos”, saliências, irregularidades transversais e longitudinais da superfície. Grandes depressões resultantes do recalque de aterros devem ser ignoradas;
- Os avaliadores devem desprezar os cruzamentos ferroviários, irregularidades nos acessos das pontes e nos recalques de bueiros;
- Na avaliação de uma série de trechos, o avaliador não deve levar em conta os valores assinalados para os trechos anteriormente avaliados;
- O avaliador não deve comentar nada de seu parecer com outro avaliador nem procurar o auxílio de ninguém.

Desse modo, após o cumprimento de todas as especificações, uma equipe de avaliadores deve registrar, de maneira individual, um parecer em uma escala de 0 (péssimo) a 5 (ótimo). Ao se obter a média aritmética das notas para cada trecho, relacionam-se os valores obtidos aos conceitos correspondentes do VSA (FERNANDES JÚNIOR, 1999).

3. Metodologia

O estudo de caso consistiu em uma análise das condições do pavimento flexível de 2200 metros de extensão da rua Denhei Kanashiro, que é uma via coletora do município de Apucarana, estado do Paraná. A via, localizada na região leste do perímetro urbano, possui mão dupla e é o principal acesso para importantes bairros residenciais, como Parque da Raposa, Jardim Sabiá, Jaçanã e Jardim Aeroporto. Além disso, é a principal conexão para locais públicos como um dos estacionamentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a APAE de Apucarana, o Complexo Esportivo Áureo Francisco Silva e para o Parque Ecológico da Raposa, que é um dos principais pontos turísticos da cidade. A representação do local do estudo de caso pode ser observada na Figura 2.



Figura 2 – Representação do local do estudo de caso.
Fonte: Autores (2021).

Convencionou-se que o início do percurso, dado pelo “trecho 1”, seria o local mais próximo da extremidade a leste da via analisada (ver Figura 2). Desse modo, o final do percurso, representado pelo “trecho 10”, foi o local mais próximo da extremidade a oeste da via analisada (ver Figura 2).

Uma pesquisa de campo foi realizada para a aplicação do método subjetivo do Valor de Serventia Atual (VSA), em que avaliadores atribuíram notas de 0,0 a 5,0 para as condições em relação ao conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento da via, após terem trafegado por trechos pré-determinados. A partir disso, o VSA foi determinado pela média simples das notas.

De acordo com a Norma DNIT 009 (2003), o grupo responsável pela determinação do VSA deve ser composto por pelo menos cinco membros que saibam os propósitos técnicos e as recomendações da respectiva norma.

As notas do VSA para esse estudo de caso foram determinadas a partir da avaliação de um grupo de 10 pessoas, representado por estudantes de graduação da UTFPR.

Foram passadas orientações para todos os avaliadores, para conhecerem o método, suas diretrizes e assim estarem conscientes sobre os propósitos da norma, além dos trechos avaliados. Disponibilizou-se uma cartilha para os avaliadores, a fim de auxiliá-los na compreensão e em seus comportamentos durante o processo. A ficha de avaliação utilizada foi adaptada da norma regulamentadora do VSA.

A realização do método aconteceu na segunda quinzena de novembro de 2020. Os avaliadores trafegaram em veículos de passeio (conforme recomendação da norma) e em velocidade constante (40 km/h para vias coletoras, segundo o Código Brasileiro de Trânsito – CTB), para que todos tivessem as mesmas condições. Eles consideraram apenas o estado atual do pavimento da via, sem previsão de futuros problemas e como se a mesma estivesse sujeita a um tráfego intenso composto por veículos comerciais e de passageiros. Cada trecho foi avaliado independentemente, não influenciado pelos demais (DNIT 009, 2003).

“Buracos”, saliências, irregularidades transversais e longitudinais foram os principais aspectos analisados. A resistência à derrapagem, grandes depressões causadas pelo recalque de aterros e irregularidades do pavimento em cruzamentos ferroviários, acessos de pontes e recalques ao redor de bueiros foram ignorados. Além disso, a atividade não se realizou sob condições desfavoráveis do clima (como chuva e neblina), seguindo as recomendações em norma (DNIT 009, 2003).

Os avaliadores trafegaram em um veículo de passeio com velocidade próxima ao limite da via, conforme recomendação da norma. O parecer de cada membro foi registrado em escala de 0,0 (péssimo) até 5,0 (ótimo). A avaliação foi feita em dez trechos de 50 metros (identificados de 1 a 10), amostragem ao longo dos 2200 metros de estudo que representa 22,72% do trajeto total.

A fim de uniformizar a amostragem ao longo dos 2200 metros de estudo, cada sentido da via recebeu a avaliação de 5 trechos, intercalados, totalizando os 10 trechos avaliados.

Vale ressaltar que a delimitação dos trechos e suas particularidades seguem, proporcionalmente, as recomendações estipuladas pela norma DNIT 009 (2003), que, no caso, delimita os trechos para a aplicação do método em rodovias. Portanto adaptou-se este método para a aplicação em via pública.

Utilizou-se uma ficha de avaliação para cada trecho, em que o avaliador preencheu com o nome, data, via, trecho analisado e o seu parecer. As notas foram dadas imediatamente após cada trecho ser percorrido, conforme recomendação. A Figura 3 expressa a escala dos cinco

níveis de serventia adotada no Brasil pelo procedimento estabelecido em DNIT 009 (2003).

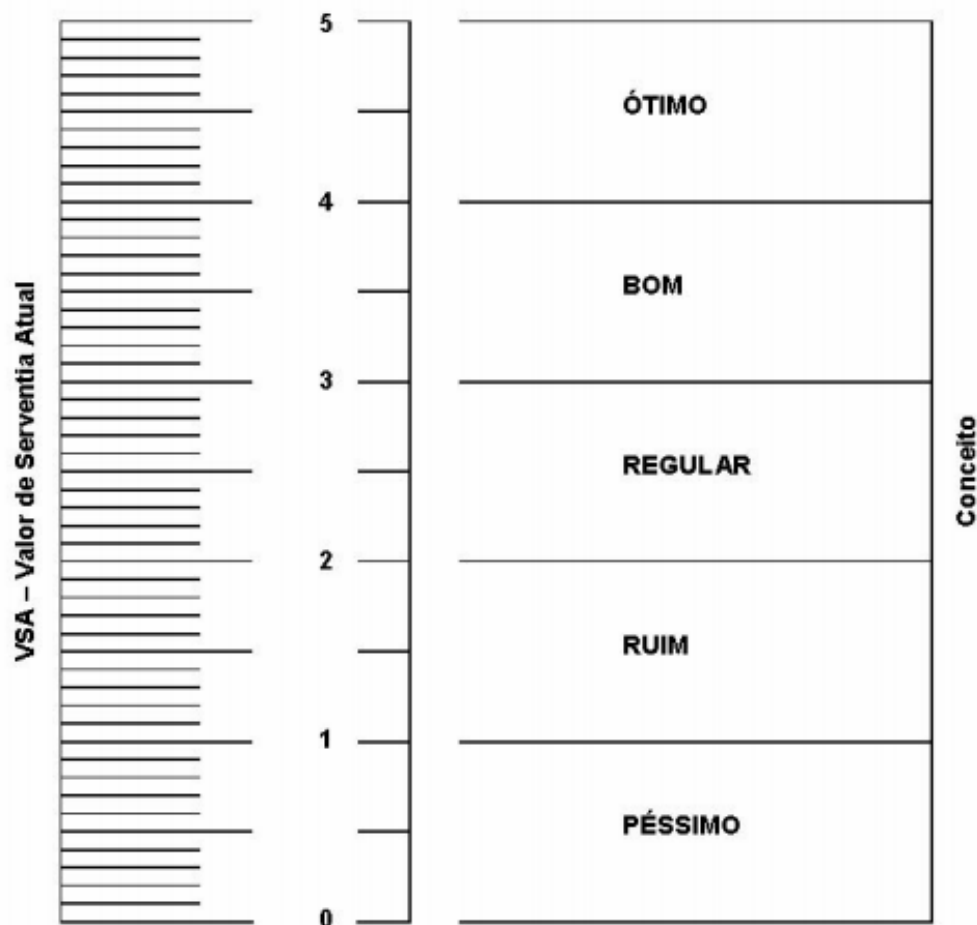


Figura 3 – Níveis de serventia do VSA.
Fonte: DNIT 009 (2003).

Conforme recomendação da norma, os resultados para cada trecho de pavimento avaliado foram relacionados separadamente e obtidos por meio da seguinte fórmula:

$$VSA = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Em que VSA é o valor de serventia atual; $\sum X$ é o somatório dos valores de serventia atual atribuídos por cada membro do grupo; e n é o número de membros do grupo de avaliação.

Desse modo, após a obtenção do resultado do VSA foi possível realizar uma análise crítica sobre a aplicação do método para cada trecho da via estudada.

4. Resultados e discussões

Os trechos 1, 3, 5, 7 e 9 fizeram parte de um sentido da via, enquanto os trechos 2, 4, 6, 8 e 10 representaram o outro sentido, conforme previsto na metodologia.

A Tabela 1 apresenta a divisão dos 10 trechos analisados dentro do percurso de 2,2 km para o VSA. Além disso, trás informações sobre o início e término de cada trecho. A distância percorrida para cada um deles foi de 50 m.

Tabela 1 – Divisão dos trechos analisados.

TRECHO	INÍCIO (m)	TÉRMINO (m)	DISTÂNCIA (m)
1	0	50	50
2	250	300	50
3	500	550	50
4	750	800	50
5	1050	1100	50
6	1250	1300	50
7	1500	1550	50
8	1750	1800	50
9	2000	2050	50
10	2150	2200	50

Fonte: Autores (2021).

Ao final da avaliação dos 10 colaboradores foi possível realizar a apuração das notas e organizá-las na Tabela 2, para melhor divulgação. Cada avaliador foi identificado por letras em ordem alfabética, de A até J, visto que não se obteve a autorização de exposição dos nomes das pessoas. As notas de cada colaborador para cada um dos trechos são exibidas e, na sequência, o resultado do VSA para os respectivos trechos pode ser calculado.

Tabela 2 – Avaliação dos colaboradores para cada trecho e VSA obtido.

TRECHO	NOTA DOS AVALIADORES										DESVIO PADRÃO	VSA DE CADA TRECHO
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
1	2,8	3,0	2,9	3,1	3,0	3,0	2,8	2,9	3,0	2,7	0,12	2,92
2	2,6	2,7	2,8	3,0	2,7	2,9	2,6	2,8	2,7	2,6	0,13	2,74
3	2,7	3,1	2,8	3,2	3,1	2,9	2,9	2,9	2,7	2,7	0,18	2,90
4	3,1	3,0	2,9	3,2	3,0	3,2	2,6	3,0	2,8	2,7	0,20	2,95
5	3,0	2,9	3,0	3,2	3,0	3,2	2,8	3,0	2,8	2,8	0,15	2,97
6	4,2	3,5	3,4	3,8	3,6	3,8	3,6	3,3	3,5	3,6	0,25	3,63
7	4,0	4,0	3,8	3,7	3,6	3,7	3,2	3,7	3,3	3,6	0,26	3,66
8	4,1	4,0	3,8	3,8	3,6	3,6	3,8	3,8	3,3	3,8	0,22	3,76
9	4,0	3,9	3,7	3,7	3,9	3,8	3,9	3,9	3,7	3,9	0,11	3,84
10	4,0	3,9	3,6	3,7	3,5	3,7	3,6	3,6	3,3	3,8	0,20	3,67

Fonte: Autores (2021).

Para melhor visualização e análise dos resultados obtidos elaborou-se um gráfico apresentado na Figura 4, com os trechos e suas respectivas médias calculadas.

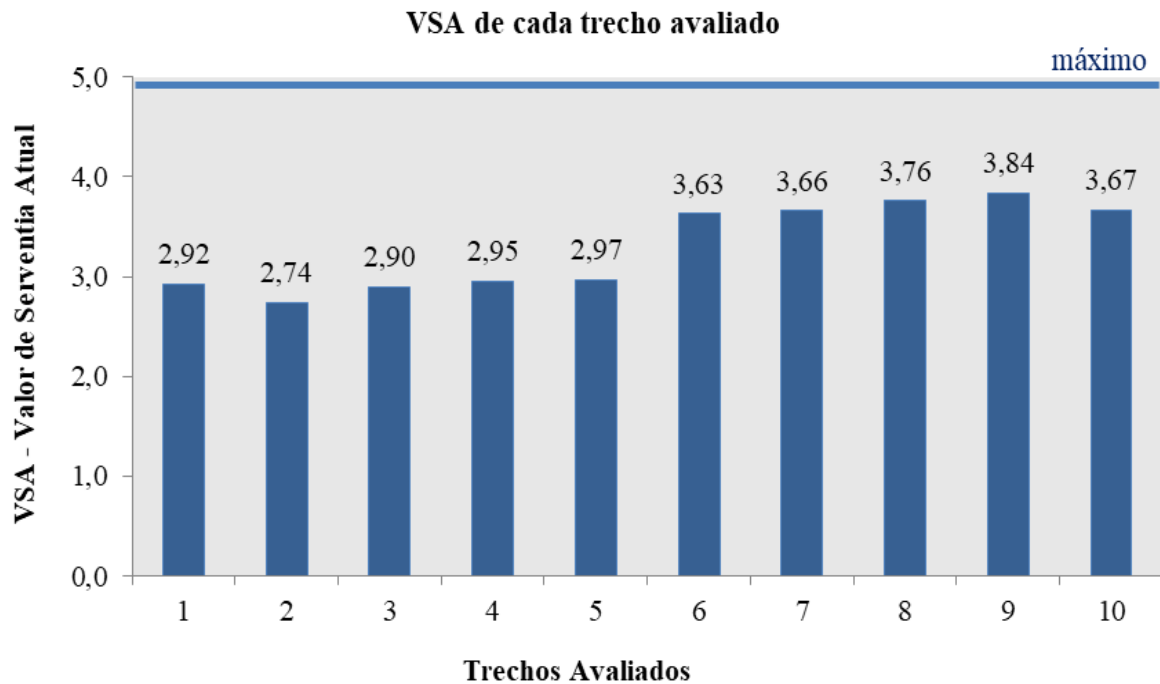


Figura 4 – Trechos avaliados e seus respectivos VSA.
Fonte: Autores (2021).

O VSA de cada trecho possibilitou associar esses valores calculados com os conceitos estipulados para a condição do pavimento pela normativa DNIT 009 (2003), que vai de péssimo a ótimo (ver Figura 3).

Desse modo, ao analisar os valores calculados, observa-se que os trechos se enquadram em dois conceitos:

- Trechos 1, 2, 3, 4 e 5 estão na faixa do parecer “regular”, entre 2,0 a 3,0;
- Trechos 6, 7, 8, 9 e 10 estão na faixa do parecer “bom”, entre 3,0 a 4,0.

Pode se dizer que essa diferença do resultado da situação do pavimento é coerente, visto que ao se trafegar pela extensão dos 2,2 km do trajeto observa-se que do início até a metade existe uma maior presença de irregularidades no pavimento que causam desconforto em quem transita, enquanto que da metade para o final do trajeto a presença de defeitos é dificilmente sentida dentro do veículo.

Esse fato se justifica ao observar a extensão do pavimento estudado: a última intervenção/manutenção não aconteceu ao mesmo tempo ao longo dos 2200 metros. Ao analisar as imagens dos locais essa evidência fica clara, visto que o tráfego sobre toda a extensão é basicamente o mesmo.

O mosaico fotográfico exibido na Figura 5 ilustra a situação da via ao longo de sua extensão.



Figura 5 – Mosaico fotográfico da via analisada.
Fonte: Autores (2021).

As imagens comprovam a ideia de que a primeira metade do trajeto total possui maiores irregularidades e, desse modo, deve-se ter maior atenção e procurar realizar medidas corretivas nessas regiões para promover melhorias na qualidade da via.

Vale ressaltar que as condições do pavimento encontradas pelo VSA não foram menores que os limites de aceitabilidade (VSA menor ou igual a 2,5) e o de trafegabilidade (VSA menor ou igual a 1,0), de acordo com o estipulado pelo DNIT (ver Figura 1).

Desse modo, pelo método do valor de serventia atual (VSA), a situação que melhor define a condição do pavimento estudado é a divisão apresentada pela Tabela 3 da seguinte maneira:

Tabela 3 – Situação dos trechos analisados segundo o VSA.

TRECHOS	EXTENSÃO (m)	CONCEITO
1, 2, 3, 4 e 5	0 - 1100	REGULAR
6, 7, 8, 9 e 10	1100 - 2200	BOM

Fonte: Autores (2021).

Por mais que o método do VSA contemple uma avaliação subjetiva das condições do pavimento, entende-se que os resultados alcançados foram coerentes e a aplicação desse

método para o estudo de caso obteve êxito.

5. Considerações finais

O método do VSA analisou 10 trechos da rua Denhei Kanashiro e trouxe dois pareceres, o de “regular” para a extensão dos primeiros 1100 metros estudados e o de “bom” para os últimos 1100 metros.

O VSA, por ser um método subjetivo, possibilita maior disparidade entre a avaliação dada e a real situação da via, uma vez que o conforto proporcionado pelos veículos ameniza os impactos. Mesmo assim não deixa de ser um meio válido para verificação da qualidade da via, visto que o conforto dos usuários ao trafegarem é a principal questão afetada pelas irregularidades dos pavimentos. Ressalta-se a importância de se manter a velocidade constante durante o trajeto para proporcionar a mesma condição de análise para todos os avaliadores.

A partir das análises, entende-se que o VSA é um método mais dinâmico quanto a sua execução e pode ser uma avaliação inicial muito eficiente, desde que bem planejado.

Concluiu-se que deve ser dada maior atenção para a situação do pavimento nos primeiros 1100 metros da via, que apresentam maiores irregularidades e prejudicaram mais o conforto dos usuários.

Referências

- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B.** Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS. 3. ed. ABEDA, 2010.
- BRASIL. Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: < <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>>. Acesso em 15 set. 2020.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 20 de setembro de 1997.** Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 set. 1997. Retificado em 25 set. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>. Acesso em: 05 out. 2020.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Manual de Gerência de Pavimentos. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2011.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2ª edição. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006a.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Norma DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- FERNANDES JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F.** Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos. Apostila. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.
- ZANCHETTA, F.** Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. 2017. 234 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Área de Concentração em Infraestrutura de Transporte. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2017.