

DESENVOLVIMENTO DE ESCALA VISUAL PARA AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DE VIAS URBANAS

Felipe Machado de Oliveira¹ Carlos Alberto Prado da Silva Júnior² Heliana Barbosa Fontenele³

RESUMO

O presente artigo relata o desenvolvimento de uma escala visual para vias urbanas pavimentadas. O objetivo deste trabalho é propor um instrumento de avaliação da superfície de pavimentos urbanos que possa, futuramente, ser aplicado em um sistema de gerência de pavimentos, para permitir, dessa maneira, que as seções que precisam de melhorias sejam conhecidas com praticidade e simplicidade e, portanto priorizadas. A escala visual é elaborada com auxílio de alguns especialistas na área de infraestrutura de transportes. Para tanto, são avaliadas fotografias de trechos de vias urbanas representativos de cada posição na escala de classificação adotada para a avaliação superficial. A ótima correlação entre as avaliações dos especialistas possibilita o desenvolvimento da escala visual de classificação e gera, assim, uma ferramenta simples, prática e confiável para estimar as condições da superfície do revestimento asfáltico das vias urbanas.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação subjetiva. Escala visual. Vias urbanas. Condição de pavimentos.

DEVELOPMENT OF VISUAL SCALE FOR ASSESSMENT OF SURFACE CONDITION OF URBAN ROADS

ABSTRACT

In this paper it is reported the development of a visual scale for paved urban road. The aim of this study was to propose an assessment tool for evaluating the surface of urban pavements that may in future be applied in a pavement management system, allowing in this way that the sections that need improvement are known with practicality and simplicity, and therefore prioritized. The visual scale is developed with the help of some experts in the field of transport infrastructure. To achieve this objective, the photographs of sections of urban roads are assessed, representing each position in the rating scale adopted for assessing surface. The excellent correlation between the evaluations of experts enables the development of the visual rating scale and generates a simple, practical and reliable way to estimate the conditions of the surface coating of asphalt on urban roads.

KEYWORDS: Subjective rating. Visual scale. Urban roads. Pavement condition.

¹Graduado pela Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, Paraná, felipeolive@hotmail.com.

²Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, Paraná, carlospradojr@hotmail.com.

³Professora da Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, Paraná, heliana@uel.br.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vive um bom momento com um grande aquecimento da economia, em que a população tem um fácil acesso ao crédito. Esse bom momento econômico tem um grande efeito no setor da indústria automobilística. O país, nos últimos três anos, vem batendo seguidos recordes na produção e venda de veículos novos. Nos dias de hoje, o país é o 4º colocado no ranking mundial em compra de veículos 0 km, e o 5º colocado em produção de veículos 0 km.

Contudo, o investimento na área de infraestrutura rodoviária não acompanha o ritmo desse crescente aumento no número de veículos. De acordo com a CNT (2011) a situação das vias urbanas da maioria dos municípios do país é preocupante, pois mais de 60% delas estão em condição crítica (situação regular, ruim ou péssima). A falta de recursos para a manutenção das vias, aliado à carência/ineficiência do sistema de gerência de pavimentos urbanos, piora ainda mais a situação das vias urbanas do país.

Wu *et al.* (2013) afirmam que para garantir que as atividades de manutenção sejam eficazes em termos de desempenho e custo, engenheiros e decisores precisam de ferramentas para realizar avaliações com base no desempenho do pavimento. Assim, este trabalho tem como objetivo elaborar uma escala visual para classificação da superfície de pavimentos urbanos e, consequentemente, propor um instrumento de avaliação que possa, futuramente, ser aplicado em um sistema de gerência de pavimentos. A escala aqui desenvolvida tem o papel de auxiliar na classificação das condições das superfícies das vias urbanas, pois a partir da sua adoção tal classificação poderá se tornar mais rápida, simples e consistente.

O presente trabalho foi realizado a partir da coleta de fotografias das vias urbanas nos municípios de Londrina-PR e São João da Boa Vista-SP. A classificação das fotos dos pavimentos, para posterior elaboração da escala visual, foi feita por um grupo de especialistas na área de conhecimento do tema da pesquisa. É importante ressaltar que nenhum dos membros do grupo tinha acesso à classificação feita pelos outros. Os especialistas selecionados para participar do estudo eram pertencentes tanto ao estado do Paraná quanto ao estado de São Paulo. Dessa forma, a intenção era desenvolver uma escala visual que pudesse ser aplicada de maneira mais ampla possível, ou seja, que não ficasse restrita a apenas um local ou região.

2 AS CARACTERÍSTICAS DAS VIAS URBANAS

De acordo com a CNT (2011), mais de 60% das vias urbanas no país estão em situação crítica, mais especificamente oscilando entre uma condição regular, ruim ou péssima. Isso se deve a escassez de recursos dos municípios para a manutenção das mesmas e a falta de um sistema eficiente de gerência de pavimentos urbanos (SGPU).

De acordo com Danieleski (2004), as vias urbanas apresentam algumas características particulares que interferem de algum modo no seu desempenho e na aplicação das intervenções relativas à manutenção. Dentre elas, as mais importantes são:

- Grande percentual da área é destinada a interseções, e, portanto, as velocidades são menores e ocorre, nestes locais, maior frequência de frenagens;
- Localização subterrânea de boa parte da infraestrutura das cidades, como a rede de água e esgoto, rede de drenagem, rede de energia elétrica e de gás, além de presença de tampas de inspeção na superfície do pavimento. Assim, para qualquer manutenção ou ampliação da rede são necessárias intervenções no pavimento e a sua posterior recomposição com remendos;
- Existência de segregação do tráfego, com faixas exclusivas para ônibus;
- Grande percentual de pavimentos é revestido com calçamentos, gerando diferentes tipos de revestimentos e estruturas em um mesmo trecho;
- Presença de vegetação junto à borda da via, com as raízes dessa vegetação podendo causar problemas na estrutura do pavimento;
- Grande volume de pedestres transitando pela via, necessitando assim de uma melhor sinalização horizontal.

Além dessas características, as vias urbanas apresentam uma classificação quanto a sua funcionalidade, que costuma ser um critério utilizado pelo governo municipal para priorização das vias que receberão manutenção. Assim, a prioridade é pela manutenção das vias mais importantes do município (LIMA, 2007).

A classificação funcional das vias é definida como o agrupamento objetivo de ruas, avenidas e vias num sistema integrado, onde é dada, a cada uma, categoria de acordo com sua importância relativa para a cidade em geral, os tipos de usuários e o uso de solo. O processo de classificação das vias pode ser complexo e até não ser uniforme em função dos critérios considerados.

Considera-se que existe uma forte dependência entre a função de cada via e suas características físicas e operacionais. Para Baker (1975), o enquadramento de uma via em determinada categoria é função da importância ou da distância das viagens e do nível de acesso às propriedades. Já Parra (2001) sugere que o processo deve associar o comprimento médio da viagem com a velocidade média de operação.

Em geral, são estabelecidos quatro níveis de hierarquia, de acordo com Baker (1975) e Khisty e Lall, (1998): as vias expressas ou de trânsito rápido, as arteriais, as coletoras e as locais. As vias expressas são vias geralmente fechadas a ciclistas e pedestres, com intuito de maximizar o movimento e a velocidade média dos veículos que lá trafegam.

As vias arteriais têm como funções escoar um número substancial de viagens de longo percurso, alimentar o subsistema viário expresso e as estações de transporte público, viagens de autos e tráfego local e contém as rotas dos principais serviços de transporte coletivo de passageiros e de transporte de carga.

As vias coletoras, ainda de acordo com Baker (1975) e Parra (2001), são usadas para movimentação local de veículos e acesso direto aos lotes lindeiros e atendem mais ou menos na mesma proporção ao tráfego de passagem e ao tráfego local, sendo permitido nas áreas adjacentes o desenvolvimento limitado de comércio e serviços, em função do seu impacto sobre o tráfego de passagem. Para fins de definição, as vias coletoras são aquelas destinadas a coletar e distribuir o trânsito que precisa entrar ou sair das vias expressas ou arteriais, para facilitar a circulação dentro das regiões das cidades. Juntamente com as vias arteriais são adequadas para constituir itinerários de transporte coletivo.

Características das vias a parte, conforme salienta Danieleski (2004), a pavimentação tem um impacto grande no orçamento dos municípios, pois esta etapa é muito cara e corresponde a cerca de 50% dos gastos com infraestrutura. Além disso, é o subsistema que está mais vinculado ao usuário, portanto os erros em projetos e a falta de manutenção estão mais visíveis à população, que vê diariamente sua condição.

Com todas essas dificuldades e o crescente aumento da frota de veículos no país, a situação dos pavimentos das vias urbanas tendem a piorar cada vez mais, necessitando assim de uma intervenção imediata do poder público, buscando um aumento nos recursos para a manutenção das vias e uma maior eficácia no sistema de gerenciamento de pavimentos urbanos.

3 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS

De uma forma geral, os conceitos de gerência de pavimentos são válidos tanto para rodovias quanto para vias urbanas. Entretanto, existem algumas diferenças entre o Sistema de Gerência de Pavimentos de Rodovias (SGP) e o Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). A principal delas, segundo Bertollo e Fernandes Jr. (1997), é que nas vias urbanas existe um grande número de infraestrutura pública que corre paralela ou cruza o pavimento das vias urbanas, e para sua construção e manutenção, são necessárias escavações do pavimento.

Como a maioria dos municípios brasileiros não tem planejamento urbano e cresce de forma desordenada, o pavimento sofre várias avarias. As causas de tais avarias estão relacionadas ao mau dimensionamento do pavimento e à constante interferência no pavimento devido a problemas no sistema de infraestrutura urbana, ou seja, a manutenção do sistema antigo ou a construção de um novo (implementação de novas ligações de redes de água, de esgoto, de drenagem etc).

De acordo com Fernandes Jr. *et al.* (1996), a implementação de um sistema de gerência de pavimentos depende basicamente de três fatores principais: dados confiáveis, modelos realísticos para processamento dos dados e programas amigáveis para a organização dos dados e apresentação dos resultados. Os SGPU devem utilizar dados realmente necessários e permitir a adaptação dos modelos de desempenho às formas que efetivamente condicionam as atividades de manutenção e reabilitação. A elaboração de um sistema de gerência de pavimentos urbanos consiste nas seguintes etapas:

- *Inventário*: é a etapa que consiste na coleta e organização dos dados necessários para a correta implementação e bom desempenho do sistema de gerência. Os dados devem conter identificação e descrição das seções (nome da rua, tipo de pavimento, etc.), características geométricas (comprimento, largura de faixas, etc.), histórico de construção, manutenção, custos associados, tipo de tráfego e dados de acidentes;
- *Avaliação da condição do pavimento*: pode ser feita de duas formas: subjetivamente e objetivamente. A avaliação subjetiva, como o próprio nome diz, avalia o pavimento de forma subjetiva, de acordo com a opinião do usuário. A avaliação objetiva avalia as condições do pavimento através de ensaios e instrumentos específicos para mensurar a condição do pavimento. Essa fase de avaliação é fundamental para a próxima etapa, a etapa de priorização;
- *Priorização*: a partir dos resultados da avaliação das condições do pavimento e a determinação de suas necessidades, devem ser estabelecidas as vias que possuem prioridades de intervenção bem como as atividades de manutenção e reabilitação, já que geralmente os recursos são menores que as necessidades. Lima (2007) ressalta que para a manutenção de pavimentos o SGPU, geralmente, utiliza a técnica de priorização para a seleção de projetos, que permite que a manutenção da rede viária seja feita na melhor condição possível e com o menor custo;
- *Programação das atividades de manutenção e reabilitação*: definidas as prioridades, diferentes estratégias de manutenção e reabilitação em nível de rede podem ser analisadas, como: não fazer nada, manutenção corretiva, manutenção preventiva periódica, recapeamento e reconstrução. Após a análise em nível de rede, passa-se à análise em nível de projeto, que consiste na definição da atividade de manutenção de acordo com o tipo de deterioração apresentado, e se for necessário, dimensionamento dos reforços e da reconstrução. De acordo com Fernandes Jr. (2001), alguns sistemas de gerência de pavimentos utilizam “árvores de decisão” na escolha das estratégias de manutenção e reabilitação. Fernandes Jr. *et al.* (1999) comentam que os principais métodos de manutenção de pavimentos são geralmente remendos, selagem em trincas e capas selantes;

- *Implementação*: é a fase de implantação, execução do plano elaborado. Todos os municípios de pequeno e médio porte, de acordo com a recomendação de Hosten *et al.* (2013), devem considerar a implementação de sistemas de gestão de pavimentos.

Ressalta-se que a detecção dos defeitos nas fases é um trabalho muito importante, pois se detectado as avarias no início, menor será o custo para manutenção, e assim uma melhor utilização dos recursos pode ser realizada. De forma a reforçar o motivo deste estudo, salienta-se que para detectar as avarias no pavimento em fase inicial, a equipe de avaliadores deve apresentar um ótimo conhecimento sobre os sistemas de avaliação de pavimento, pois esta é uma ferramenta importantíssima para um bom SGPU.

No trabalho de Prestes (2001) também é ressaltada a necessidade de obtenção de informações confiáveis sobre o estado dos pavimentos a fim de realizar atividades planejadas e antecipar as manutenções preventivas. O autor destaca, ainda, o uso de levantamentos dos defeitos da malha viária urbana para a aquisição de tais informações.

Várias pesquisas sobre o assunto têm sido desenvolvidas ao longo do mundo e buscam, constantemente, maneiras de aprimorar os sistemas de gestão de pavimentos. Haider *et al.* (2011), por exemplo, exploraram em seu estudo o efeito da frequência do monitoramento das coletas de dados da condição do pavimento na previsão de seu desempenho e consequentes decisões ao SGP. Os resultados das análises revelaram que os intervalos de monitorização podem afetar, significativamente, as condições da rede a curto e longo prazo, constatando que ao aumentar o intervalo de controle haverá consequências nas decisões do SGP.

No estudo de Hosten *et al.* (2013) foi discutido o desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos para a cidade de Christiansburg, Virgínia – EUA. Os pesquisadores salientam o uso de aplicativos de gerenciamento de pavimento para verificar a eficácia da implementação de manutenção preventiva nas vias urbanas da cidade. Os resultados do trabalho indicaram que a implementação de um SGPU na cidade de Christiansburg pode auxiliar aos engenheiros da cidade na determinação de quais tipos de intervenções necessárias a serem feitas, objetivando uma estratégia de manutenção preventiva, a qual tem o potencial de redução significativa de custos da rede viária da cidade.

4 AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DO PAVIMENTO

Os recursos disponíveis para uma apropriada avaliação e manutenção das vias, de acordo com Chamorro *et al.* (2009), são muito limitados, fazem com que a avaliação da sua condição seja executada, geralmente, por métodos subjetivos, o que requer curto período de tempo e consequentemente poucos recursos. Ainda segundo tais autores, essa metodologia apresenta uma carência de objetividade no momento de quantificar o nível de defeitos, bem como quando se

combinam os defeitos para atribuir a taxa de condição da superfície da estrada. Tal afirmação, segundo os autores, suscita a necessidade da aplicação de métodos objetivos para a avaliação. A seguir são abordados, de maneira sucinta, os tipos de avaliação que podem ser conduzidos para a avaliação da condição da superfície de pavimentos.

4.1 Avaliação Subjetiva

A avaliação subjetiva periódica é de grande importância para um sistema de gerência de pavimentos, pois esta é de simples execução e fornece informações imprescindíveis quanto ao estado da superfície do pavimento. Os resultados de tal avaliação podem ser usados como base para outras formas de avaliação.

A avaliação subjetiva define a condição da superfície de pavimento segundo o ponto de vista dos usuários, ou seja, a condição será mensurada a partir da perspectiva do usuário, que é influenciada por diversos atributos do pavimento, incluindo:

- A resposta à “sensação” caracterizada por uma determinada interação pavimento-veículo passageira a uma determinada velocidade;
- A resposta a fatores relacionados à existência de trincamentos, panelas, cor, condição do acostamento, etc.

A norma DNIT 009/2003 – PRO (DNIT, 2003b) estabelece o procedimento para determinação do Valor de Serventia Atual (VSA) da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Esse valor é obtido através da média de notas que os membros de um painel de avaliadores atribuem para a condição da superfície do pavimento, obedecendo a uma escala de 0 (zero) a 5 (cinco) pontos (estado péssimo e muito bom, respectivamente).

O painel de avaliadores deve ser devidamente treinado e orientado para a avaliação, em que cada avaliação individual deverá retratar o Valor de Serventia Atual do pavimento levando em consideração as condições impostas para a avaliação do pavimento.

Embora Chamorro *et al.* (2009) levantem a questão da falta de objetividade desse tipo de método na combinação dos defeitos para a atribuição da classificação da condição da via, o que pode gerar uma classificação não condizente com a real situação da via, a avaliação subjetiva ainda é considerada em pesquisas como um método viável e aplicável. Por exemplo, no estudo de Golroo e Tighe (2010) uma avaliação subjetiva com um painel de 20 avaliadores foi aplicada com sucesso para desenvolver um índice combinado da condição geral de pavimentos permeáveis de concreto.

4.2 Avaliação Objetiva

A avaliação objetiva sustenta-se em dados coletados a respeito dos defeitos existentes na seção da estrada a ser analisada (HAAS *et al.*, 1994). A avaliação pode ser executada de duas maneiras: caminhadas ao longo da seção ou num veículo em movimento. Para o levantamento de defeitos é necessário que os tipos de defeitos a serem considerados sejam selecionados e cuidadosas

definições da aparência de cada um sejam estabelecidas. As definições devem estar escritas e acompanhadas por fotografias ou figuras que ajudem na sua identificação, incluindo sustentações para avaliar a severidade e medir sua extensão.

O DNIT (2003a) sugere dois procedimentos para a avaliação objetiva das condições de superfícies pavimentadas. O primeiro deles é uma avaliação baseada num índice que expressa o estado geral de um pavimento em função da incidência de defeitos, o Índice de Gravidade Global - IGG.

O segundo procedimento, sugerido também por DNER (1983), volta-se para dados levantados sobre defeitos em subtrechos considerados homogêneos de 100 m de comprimento, que permitem, deste modo, calcular a percentagem da área afetada por cada tipo de defeito levantado.

Hoje alguns estudos defendem o uso de sistemas de inspeção automática de defeitos no pavimento, pois o levantamento dos defeitos feito de forma manual como, por exemplo, o preconizado nas normas acima mencionadas do DNIT, é caro e trabalhoso, demorado e perigoso para os inspetores e pode afetar os fluxos de tráfego. Como exemplo têm-se as pesquisas de Chamorro *et al.* (2010) e de Ho *et al.* (2012).

Chamorro *et al.* (2010) relataram os resultados do estudo desenvolvido para a aplicação de adequadas tecnologias automatizadas para a avaliação da condição do pavimento a nível de rede. Nestes estudos foram desenvolvidas novas diretrizes para a coleta, em nível de rede, de dados referentes aos defeitos no pavimento, um modelo de um índice de presença de defeitos e recomendações para o uso de tecnologias digitais semiautomáticas / automatizadas para avaliações a nível de rede. As avaliações semiautomáticas e automáticas foram realizadas a partir de imagens digitais obtidas por um veículo ARAN (*Automated Road Analyser*).

Ho *et al.* (2012) apresentaram um novo método para classificar imagens de defeitos no pavimento e para armazenar as informações analisadas em um banco de dados espacial. Segundo os autores, o método pode conseguir reconhecer vários tipos de defeitos no pavimento, bem como fornecer informação relacionada ao ciclo de vida de uma trinca do pavimento, isto é, quando ela foi identificada, quando foi fixada, etc. Assim, as autoridades responsáveis podem definir os planos de manutenção de acordo com as condições reais do pavimento.

5 ESCALAS DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DOS PAVIMENTOS

Através do estudo conhecido como AASHO Road Test, segundo Carey e Irick (1960), ficou evidenciado que a serventia do pavimento era quantificável. Além disso, foi apresentado que a serventia nada mais é que uma grandeza ou experiência psicológica e não apenas uma medida física derivada da irregularidade do pavimento.

Embora a subjetividade possa vir acompanhada de fatores que venham a distorcer o julgamento dos usuários, a serventia do pavimento ainda é perfeitamente quantificável. Com o intuito de minimizar as distorções dos julgamentos, a maioria das investigações psicofísicas procura estabelecer escalas de medição da experiência psicológica e relatar esta a uma escala de medição do estímulo físico (HUTCHINSON, 1964).

Ainda considerando as tendências e fatores que podem deturpar as avaliações dos usuários, no Estado de Nova York, Hartgen *et al.* (1982) utilizaram procedimentos para desenvolver escalas visuais para a avaliação da condição dos pavimentos. No início dos anos 80, os americanos estavam enfrentando um grande problema quanto ao estado de conservação de suas vias pavimentadas. Com o crescente aumento do número de veículos e a escassez de recursos, a manutenção dessas vias gerava grande preocupação. Para melhorar o emprego dos recursos disponíveis pelos órgãos responsáveis pela manutenção, foram feitos estudos de novas técnicas de avaliação periódica de pavimentos a fim de encontrar uma maneira rápida, confiável e barata para avaliar esses pavimentos quanto a sua necessidade.

Assim, para facilitar a avaliação da superfície das vias em campo, foram elaboradas escalas visuais de classificação, criando assim uma espécie de “guia”, contendo nele imagens das mais variadas condições da superfície das vias e suas respectivas classificações. Este estudo contou com a revisão de mais de 50 fotografias de pavimentos por 8 (oito) especialistas na área. Tais fotografias foram avaliadas numa escala de 0 (zero) a 10 (dez) no tocante às condições de base e superfície de rolamento. Após essa fase, análises posteriores produziram um conjunto de fotografias representativas de cada posição na escala de valores. Com esse método Hartgen *et al.* (1982) conseguiram realizar avaliações periódicas das condições das vias da cidade e aplicar os investimentos na área de forma mais rápida e eficaz.

Um procedimento similar foi aplicado em vias não pavimentadas por Fontenele *et al.* (2007). Assim, para a montagem da escala visual fotografias de estradas de terra em diversas condições superficiais foram feitas e, posteriormente, submetidas à classificação de um grupo de indivíduos na região de estudo com experiência na área de solos e estradas.

Após uma detalhada revisão, sessenta fotografias, contendo diversas condições superficiais, foram selecionadas para serem utilizadas na avaliação do grupo de especialistas. A partir de então, o grupo de especialistas classificou as imagens quanto à condição da sua superfície dentro de uma escala que variava de 0 (péssima) a 100 (excelente) pontos. A partir das avaliações dos especialistas, levando em consideração a consistência na avaliação, menor variância de avaliação, bem como aquelas que apresentavam os problemas da superfície de forma bastante clara, foram selecionadas fotos finais que melhor representavam as categorias da escala de avaliação adotada.

Os autores concluíram para esse estudo que uma escala visual para classificação de estradas não pavimentadas pode ser aplicada com boa eficácia. No estudo foi feita uma comparação entre as avaliações resultantes do treinamento e do não treinamento dos avaliadores com a escala. Foi verificado que a coerência oriunda da avaliação com ambos os procedimentos foi muito próxima e satisfatória, mas para que conclusões mais aprofundadas fossem obtidas seria necessária a aplicação em campo desse procedimento, ou seja, a classificação em campo pelo painel treinado e pelo não treinado e posteriores comparações.

6 MÉTODO DE PESQUISA

A partir do conhecimento de que na área de transportes escalas visuais e verbais têm sido usadas por muitos anos, como por exemplo, escala verbal para medir as características dos serviços de transportes referentes a conforto, conveniência e custo, procura-se construir neste trabalho uma escala visual para a avaliação superficial de vias urbanas pavimentadas.

Para a montagem da escala visual, fotografias de vias urbanas dos municípios de Londrina-PR e São João da Boa Vista-SP, em diversas condições superficiais, foram obtidas e posteriormente submetidas à classificação de um grupo de indivíduos com experiência na área de estradas (professores, engenheiros civis que trabalham em empresas/órgãos relacionados à pavimentação).

Após uma detalhada revisão, 57 (cinquenta e sete) fotografias, contendo diversas condições superficiais, foram selecionadas para serem utilizadas na avaliação do grupo de especialistas. Posteriormente, o grupo de especialistas classificou as imagens quanto à condição da sua superfície dentro de uma escala que variava de 0 (péssima) a 10 (excelente) pontos. Juntamente à classificação solicitou-se aos membros do grupo que fizessem uma breve descrição sobre a provável velocidade, vibração e conforto de viagem oferecido pela superfície apresentada na fotografia em questão.

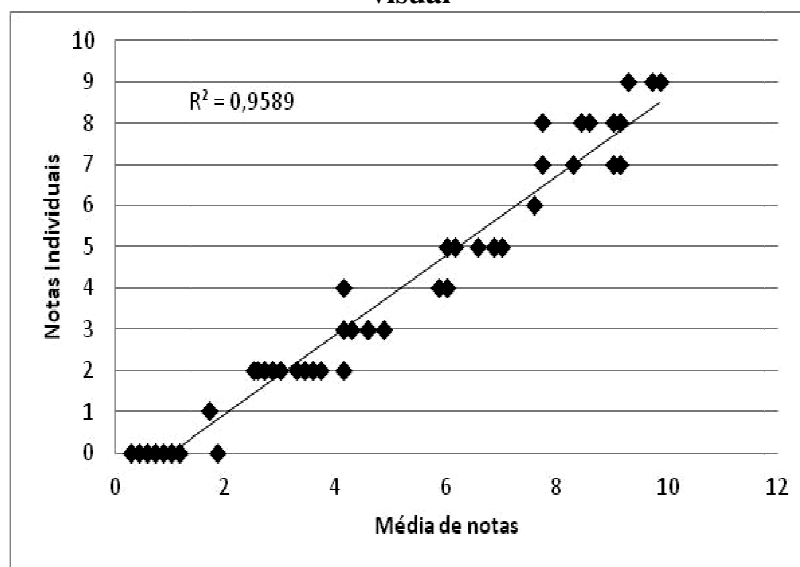
A partir das avaliações dos especialistas, levando em consideração a consistência na avaliação, menor variância de avaliação, bem como aquelas que apresentavam os problemas da superfície de forma bastante clara, foram selecionadas as fotos finais que melhor representavam as categorias da escala de avaliação adotada.

Assim, foi montada a escala visual de imagens relativas às condições das vias urbanas pavimentadas. Foram selecionadas 2 (duas) fotografias para cada intervalo da escala de avaliação considerada no estudo. Aos intervalos de classificação foram aliadas às informações quanto à possível velocidade a ser desenvolvida, bem como a qualidade de viagem, a vibração e conforto no trecho sob aquela condição.

7 RESULTADOS

Neste tópico apresentam-se os resultados referentes à montagem da escala visual. A partir do gráfico da Figura 1 pode-se observar a correlação existente entre as notas fornecidas às 57 (cinquenta e sete) fotografias consideradas neste estudo e utilizadas para a montagem final da escala visual da condição superficial das vias urbanas pavimentadas.

Figura 1. Gráfico de correlação entre as notas dos especialistas para montagem da escala visual

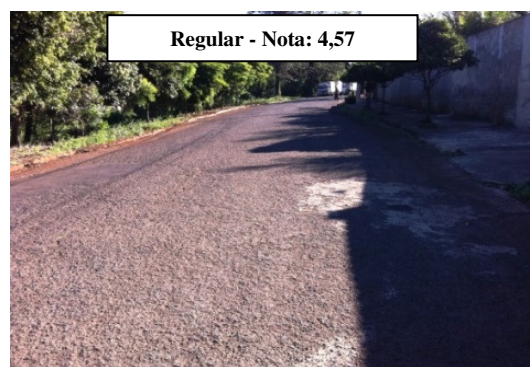


Fonte: Própria

Na Figura 1, verifica-se que o coeficiente de determinação entre as avaliações individuais e do grupo foi de 0,96, ou seja, houve uma correlação entre os dados de 0,98 (98%). Tal fato corrobora a coerência na avaliação dos especialistas, tornando-a passível de ser utilizada na montagem da escala visual.

A partir das avaliações que apresentavam menor variância, menor desvio padrão e boa clareza visual da condição da estrada, foi montada a escala visual relacionada aos intervalos da escala de valores de 0 (zero) a 10 (dez) pontos. Na Figura 2, a escala visual desenvolvida está apresentada. As características relacionadas a conforto, velocidade desenvolvida, qualidade e trepidação ao longo do rolamento na superfície avaliada pelos especialistas foram agrupadas em função de suas notas e estão relacionadas na Tabela 1.

Figura 2. Escala visual para vias urbanas pavimentadas



Fonte: Própria

Tabela 1. Características da superfície relacionadas aos intervalos da escala de classificação

Nota	Classificação	Características
10-8	Excelente	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
8-6	Boa	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca/média vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
6-4	Regular	Média qualidade de viagem; média redução da velocidade; média vibração do veículo e médio desconforto na viagem.
4-2	Ruim	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.
2-0	Péssima	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.

Fonte: Própria

8 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, foi possível elaborar uma escala visual contendo fotografias de vias urbanas representativas de cada posição na escala de classificação, e, portanto, alcançar o objetivo principal deste estudo. A medida da correlação existente entre as notas individuais dos especialistas às fotografias das vias urbanas e a média de notas do grupo foi considerada satisfatória. Assim, conclui-se que há coerência na atribuição das classificações e, portanto, a escala visual desenvolvida é consistente, tornando a escala visual montada passível de ser aplicada na prática.

Assim, visando facilitar a avaliação futura da superfície das vias pelos órgãos gestores, a escala visual de classificação de vias urbanas poderá ser usada como uma espécie de “guia de referência”, contendo imagens das mais variadas condições da superfície das vias e suas respectivas classificações. Além disso, com o intuito de auxiliar no julgamento, são aliadas aos intervalos de classificação as informações fornecidas pelos especialistas quanto à possível velocidade a ser desenvolvida, bem como a qualidade de viagem, a vibração e conforto no trecho sob aquela condição.

A partir da escala visual os órgãos gestores poderão elaborar um treinamento com seus avaliadores antes do momento da avaliação para que a equipe adquira um conhecimento nivelado sobre as condições do pavimento. A ferramenta desenvolvida é simples e prática, poderá ser utilizada com facilidade, representando um importante papel no sistema de gerência de pavimentos urbanos. Além disso, destaca-se a possibilidade do procedimento proporcionar uma maior rapidez na tomada de decisão, quanto à gestão das condições das vias urbanas.

Vale ressaltar que consta do planejamento desta pesquisa uma análise mais detalhada, a partir da utilização da escala visual em avaliações feitas a partir de imagens em escritório e em

classificações em campo. Assim, será possível testá-la e verificar se haverá alguma divergência significativa que indique a necessidade de alguma adaptação.

REFERÊNCIAS

- CHAMORRO, A. *et al.* Validation and Implementation of Ontario Network Level Distress Guidelines and Condition Rating. **Transportation Research Record**, n. 2153, p. 49-57, Washington (DC), 2009.
- CHAMORRO, A. *et al.* Development and Validation of a Method to Evaluate Unpaved Road Condition with Objective Distress Measures. **Transportation Research Record**, n. 2101, p. 3-9, Washington (DC), 2009.
- BAKER R. **Handbook of highway engineering**. Van Nostrand Reinhold Company, EUA, 1975.
- BERTOLLO, S. A. M.; FERNANDES JR. J. L. Método estocástico para previsão de desempenho e sua utilização em Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 9., 1997, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro (RJ), p. 357-369, 1997.
- CAREY, W.N; IRICK, P.E. The Pavement Serviceability – Performance Concept. **Highway Research Board**, n. 250, p. 40-58, 1960.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Pesquisas_Detalhes.aspx?p=3>. Acesso em: 20 abr. 2011.
- DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos**: Aplicação à rede viária de Porto Alegre. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Ênfase em Transportes). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM: DNER ES 128/83 – **Levantamento da Condição da Superfície de Pavimento Flexíveis e Semirrígidos para Gerência de Pavimentos a Nível de Rede**. Rio de Janeiro (RJ), 1983.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Procedimentos DNIT 006/2003 – PRO. Rio de Janeiro (RJ), 2003a.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Procedimentos DNIT 009/2003 – PRO. Rio de Janeiro (RJ), 2003b.
- FERNANDES JR., J.L.; MARGARIDO, S.A.; ZERBINI, L.F. Priorização em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos. In: VII REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 1996. Anais. São José dos Campos, SP: Associação Brasileira de Pavimentação, 1996. p. 327-343.
- FERNANDES JR., J.L.; ODA, S.; ZERBINI, L.F. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos**. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo (SP), 1999.
- FERNANDES JR., J.L. **Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte**. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo (SP), 2001.
- FONTENELE, H. B; FERNANDES JUNIOR, J.L.; SILVA JUNIOR, C.A.P. Contribuições ao sistema de avaliações superficiais de estradas não pavimentadas. In: 38ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, E 12ª ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 2007, Manaus. **Anais...** Manaus (AM): Associação Brasileira de Pavimentação, 2007. p. 1-12.

- GOLROO, A.; TIGHE, S. L. Developing an overall combined condition index for pervious concrete pavements using a specific panel rating method. **Transportation Research Record**, n. 2153, p. 40-48, Washington (DC), 2010.
- HARTGEN, D. T.; SHUFON, J.J.; PARRELLA, F. T.; KOEPEL, K. W. P. Visual Scales of Pavement Condition: Development, Validation, and Use. **Transportation Research Record**, n. 893, p. 1-6, Washington (DC), 1982.
- HAAS, R.; HUDSON, W.R.; ZANIEWSKI, J. **Modern Pavement Management**. Krieger Publishing Co. Malamar, Florida, 1994.
- HAIRDER, S. W. *et al.* Impact of Pavement Monitoring Frequency on Pavement Management System Decisions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2225, p. 43-55, 2011.
- HO, T. W.; CHOU, C. C; LIN, J. D. Study on Pavement Distress Image Recognition Using Clustering and Classification Algorithms and Spatial Database Techniques. **Transportation Research Board 91st Annual Meeting**. Washington (DC), 2012.
- HOSTEN, A. M. *et al.* Improving Network Condition with Preventive Maintenance: A Pavement Management System Case Study in Christiansburg, Virginia. **Transportation Research Board 92nd Annual Meeting**. Washington (DC), 2013.
- HUTCHINSON, B. G. Principles of Subjective Rating Scale Construction. **Highway Research Record**, nº 46, Washington (DC) 1964.
- KHISTY, C.; LALL, K.. **Transportation Engineering: An introduction**. Prentice-Hall, Inc. Nova Jersey, 1998.
- LIMA, J.P.. **Modelo de decisão para priorização de vias candidatas às atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos**. 2007. 170 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- ARIAS, Z.P. **Transporte coletivo público urbano: seleção de alternativas tecnológicas**. 2001. 221 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2001.
- PRESTES, M.P. **Método de avaliação visual de pavimentos flexíveis – Um estudo comparativo**. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Ênfase em Transportes). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- WU, H.; ZHANG, Z.; QAZI, A. S. Evaluation of Texas Condition Assessment Program and Recommendations for Improvement. **Transportation Research Board 92nd Annual Meeting**. Washington (DC), 2013.

Trabalho recebido em 03-12-2012.
Trabalho aceito em 06-05-2013.