

UTILIZAÇÃO DE ESCALA VISUAL PARA AVALIAÇÃO DAS VIAS URBANAS

Lucas Aramayo Pereira, Universidade Estadual de Londrina – E-mail: lucasaramayo@hotmail.com
Felipe Machado de Oliveira, Universidade Estadual de Londrina – E-mail: felipeolive@hotmail.com
Carlos Alberto Prado da Silva Júnior, Universidade Estadual de Londrina – E-mail: carlospradojr@hotmail.com
Heliana Barbosa Fontenele, Universidade Estadual de Londrina – E-mail: heliana@uel.br

Resumo: Para evitar a total deterioração das vias é necessário o desenvolvimento de procedimentos que corroborem o controle de qualidade, no que tange a manutenção e reabilitação do pavimento. Infelizmente a manutenção é, geralmente, realizada de forma empírica e incorreta, o que implica em um aumento na taxa de deterioração e, conseqüentemente, numa sequência de custos aos usuários e ao município. Este trabalho tem como objetivo contribuir ao procedimento de avaliações subjetivas com vistas à aplicação em um sistema de gerência de pavimentos urbanos (SGPU), permitindo que as seções que precisam de melhorias sejam conhecidas e priorizadas. Desta forma, foi utilizada uma escala visual desenvolvida com o auxílio de especialistas da área de transportes. A escala visual consta de fotografias representativas de cada posição da escala de classificação adotada para a avaliação superficial da malha viária urbana. No procedimento experimental foram selecionados dois painéis de avaliadores. A um deles foi fornecido um treinamento detalhado, utilizando a escala visual elaborada, e ao outro foram repassadas apenas informações básicas sobre o processo de avaliação. Ambos os painéis avaliaram fotografias de variadas condições da superfície de vias urbanas e as classificaram dentro de uma escala de notas entre 0 e 10. Os resultados do estudo permitiram concluir que, a partir de um método de avaliação prático e simples, é possível usar uma escala visual de classificação para pavimentos urbanos, bem como verificar a influência exercida pelo treinamento no julgamento da qualidade desta superfície.

Palavras-chave: Avaliação subjetiva, escala visual, painel de avaliadores, pavimentos urbanos.

USE OF VISUAL SCALE FOR URBAN ROAD EVALUATION

Abstract: To avoid total deterioration of roads is necessary to develop procedures to corroborate the quality control, with respect to maintenance and rehabilitation of pavements. Unfortunately, the maintenance is, usually, done in an incorrect and empirical way, which result in elevated deterioration rates and consequently in a sequence of costs to the users and to the county. This work has the objective to contribute to subjective ratings proceedings executed on such roads to aim the management of systems allowing that the sections that need improvement are known and prioritized. Thus, were used visual scales elaborated with aid of specialists in the transportation field. The visual scale consists of photographs representing each position on the rating scale adopted for the assessment of surface urban road network. For the experimental procedure were selected two panels of raters. To one of them a detailed training was supplied using the visual scale and to the other panel were passed only basic information about the rating process. Both panel rated pictures of various surface conditions of urban roads and classified them into a scale from 0 to 10. The study results showed that it is possible to use a visual rating scale for urban pavements from a practical and simple evaluation method, as well as verify the influence of the training on judgment of this surface condition.

Keywords: subjective rating, visual scale, panel rating, urban road.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem vivido um período de alta no setor automobilístico devido a incentivos fiscais, especialmente na forma de redução de impostos. Este fato, somado à facilidade de obtenção de crédito, tem elevado os índices de vendas de veículos nos últimos anos. De acordo com dados divulgados pela Fenabrave, a indústria automobilística nacional fechou 2012 com mais um recorde de vendas, com o total de 3.801.859 veículos emplacados, um crescimento de 4,6% sobre 2011 (Auto Esporte Mar/2013). Contudo, o investimento na área de infraestrutura viária não acompanha o ritmo desse crescente aumento no número de veículos. A situação das vias urbanas da maioria dos municípios do país é preocupante. De acordo com CNT (2011), mais de 60% das vias estão em condição crítica, ou seja, em situação regular, ruim ou

péssima. A falta de recursos e um mau sistema de gerenciamento de pavimentos urbanos dificulta ainda mais a manutenção das vias urbanas do país.

Assim, é necessário o desenvolvimento de procedimentos simples, eficientes e confiáveis que fortaleçam o controle de qualidade, no que tange a manutenção e reabilitação do pavimento. Entretanto, a manutenção é realizada, geralmente, de forma empírica e incorreta, implicando, por sua vez, em um aumento na taxa de deterioração e, conseqüentemente, numa seqüência de custos aos usuários e ao município, que variam de acordo com as características da superfície.

Deste modo, para suprir a deficiência no planejamento das atividades de manutenção e reabilitação é de extrema importância o desenvolvimento e implementação de um adequado Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Para que isto seja possível é necessário que se disponha, além de outros dados, de informações relativas às condições do pavimento. Desta forma, as prioridades podem ser estabelecidas, bem como as atividades de manutenção e reabilitação com vistas a maximizar os investimentos, já que os recursos são sempre menores que as necessidades.

No que tange à avaliação da condição do pavimento entre os anos de 1958 e 1961 foi realizado um teste rodoviário, conhecido como AASHO Road Test. Ao longo do experimento ficou evidenciado o papel do usuário na formulação de notas para representar a serventia do pavimento. Este tipo de avaliação (subjetiva) proporciona que as seções que precisam de melhorias sejam mais facilmente identificadas e, portanto, priorizadas.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo contribuir ao procedimento de avaliações subjetivas, com vistas à aplicação em um SGPU, a partir da utilização de uma escala visual para auxiliar na classificação da superfície de pavimentos de vias urbanas.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS VIAS URBANAS

Os sistemas viários urbanos, segundo Danieleski (2004):

- Apresentam velocidades menores e frenagens com maior frequência que as rodovias, pois grande percentual da área é destinado a interseções;
- Sofrem interferência na estrutura do pavimento devido à presença de vegetação junto às bordas do pavimento;
- Possuem boa parte da infraestrutura está localizada no subterrâneo das cidades, como rede de água e esgoto, de drenagem, de energia elétrica, de gás entre outras. Sendo assim, para qualquer manutenção ou ampliação da rede é necessária intervenções no pavimento;
- Presença de tampas de inspeção na superfície do pavimento;
- Diversificação da superfície dos pavimentos, devido ao emprego de diferentes tipos de revestimentos em um mesmo trecho como, por exemplo, calçamentos;
- Exigência de uma melhor sinalização horizontal devido a grande interferência do trânsito de pedestres;
- Em cidades com topografia acidentada, as vias podem apresentar inclinações elevadas, devido à necessidade de adaptação do projeto geométrico a topografia dos arruamentos existentes.

Com relação à condição dos pavimentos, de acordo com a CNT (2011), quase 65% das vias urbanas no país estão em situação crítica, mais especificamente oscilando entre uma

condição regular, ruim ou péssima. Isso se deve à escassez de recursos dos municípios para a manutenção das mesmas e a falta de um SGPU eficiente.

A pavimentação tem um impacto grande no orçamento dos municípios. Esta etapa é muito cara para o município, conforme salienta Danieleski (2004), correspondendo por cerca de 50% dos gastos com infraestrutura, e é também o subsistema que está mais vinculado ao usuário, já que este leva pessoas, enquanto os outros subsistemas levam líquidos, energia, etc. Com isto, os erros em projetos e a falta de manutenção estão mais visíveis para a população, já que este 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 do SGPU.

3. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS

Para suprir a deficiência no planejamento das atividades de manutenção e reabilitação dos pavimentos é de extrema importância que seja elaborado um estudo, bem como, seja desenvolvido um SGPU bem consistente. Hosten *et al* (2013) recomendam que os municípios de pequeno e médio porte considerem a implementação de sistemas de gestão de pavimentos.

Um SGPU consta de uma sistematização de informações a respeito das vias urbanas, abrangendo o inventário da rede viária, avaliação da condição dos pavimentos, tráfego, registros dos serviços executados, custos de serviços e desempenho dos pavimentos. Deste modo, orienta os investimentos, relacionando as intervenções que devem ser priorizadas para manutenção da rede viária (Danieleski, 2004).

Para Fernandes Jr. (2001), um Sistema de Gerência de Pavimentos objetiva o melhor retorno possível para os recursos investidos, garantindo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários. Além disso, tem como meta possibilitar a melhoria das condições dos pavimentos e a redução dos custos, tanto de manutenção e reabilitação, como de operação dos veículos.

Haas *et al* (1994) salientam que deve acontecer a coleta e atualização periódica das informações necessárias para cada nível de gerência. Os critérios de decisão devem ser estabelecidos e quantificados e as estratégias alternativas devem ser estudadas, prevendo o desempenho e custos de cada uma. Sendo assim, um mapeamento das reais condições dos pavimentos é imprescindível para a priorização das ações a serem tomadas, em nível de previsão orçamentária e alocação de recursos.

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 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 buscando, 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, Virginia - EUA, salientando 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 SUBJETIVA

Para mapear os defeitos no pavimento, lança-se mão, por exemplo, de avaliações subjetivas da condição da superfície da malha viária, já que esta pode ser uma ferramenta de grande importância para um bom sistema de gerenciamento de pavimentos urbanos.

A avaliação subjetiva consiste em determinar a condição da superfície de um pavimento, segundo o ponto de vista dos usuários, a partir da atribuição de notas relativas ao conforto de viagem.

A avaliação subjetiva está atrelada ao conceito de serventia, que foi utilizado no estudo experimental do AASHO Road Test, realizado nos EUA no final dos anos 50. O estudo evidenciou o papel do usuário na avaliação da superfície do pavimento. A serventia pode ser definida como a habilidade de um trecho específico de pavimento de proporcionar, na opinião do usuário, rolamento suave e confortável em determinado momento, para quaisquer condições de tráfego.

No AASHO Road Test foi definido o Present Serviceability Ratio (PSR). No Brasil, tal índice corresponde ao Valor de Serventia Atual (VSA) usado no procedimento “DNIT-PRO 009/2003 - Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos”.

O VSA é uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, variando de péssimo a ótimo, dada pela 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.

5. MÉTODO DE PESQUISA

Neste item o procedimento experimental da pesquisa é detalhado, sendo que este foi dividido em duas etapas distintas. Na primeira se descreve o desenvolvimento da escala visual e na segunda é abordado o procedimento para testar a escala desenvolvida, ou seja, a avaliação das vias por painéis de avaliadores treinados e não treinados.

5.1. Escala Visual da Condição da Superfície de Pavimentos Urbanos

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).

Na primeira etapa do experimento, cinquenta e sete fotografias, contendo diversas condições superficiais, foram selecionadas para serem utilizadas na avaliação do grupo de especialistas. Posteriormente, o grupo 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, uma breve descrição sobre a provável velocidade, vibração e conforto de viagem oferecido pela superfície apresentada na fotografia em questão foi solicitada aos membros do grupo.

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

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

5.2. Avaliação da condição da superfície de vias urbanas

Tendo em vista a importância das avaliações subjetivas para a caracterização da condição superficial do pavimento, a escala visual previamente desenvolvida foi utilizada em uma avaliação da superfície das vias urbanas a partir da formação de painéis de avaliadores.

Para tanto, foram coletadas fotos de vias urbanas das mais variadas condições superficiais da cidade de Ivaiporã – PR. Nesta segunda etapa foram selecionadas 60 fotografias a serem avaliadas. Com o intuito de verificar a influência da escala visual nas classificações, foram montados dois painéis de avaliação. Ambos os painéis foram constituídos por 11 integrantes discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Londrina. A um dos painéis foram oferecidas apenas instruções de como o processo de avaliação deveria ser feito e ao outro, além dessas instruções, foi dado um treinamento detalhado a partir da escala visual montada.

Na etapa de instrução básica ao painel não treinado teve-se como objetivo transmitir de forma clara instruções do que deveria ser classificado e as condições necessárias para tal (não há classificação certa ou errada, classificações individuais em formulários próprios, deve ser considerada apenas a superfície atual do pavimento, não deve haver distração durante a avaliação, não deve haver comentários de classificações com outros membros do painel), além de esclarecer as dúvidas que pudessem vir a existir.

Já no treinamento do outro painel, a escala visual da condição da superfície de pavimentos desenvolvida foi apresentada como referencial para que houvesse o nivelamento dos membros constituintes do painel, no que diz respeito ao que deve ser considerado ótimo e péssimo.

Sendo assim, para cada um dos painéis foram apresentadas as 60 fotografias de vias urbanas, devidamente numeradas. Para cada membro foi fornecido um formulário individual onde deveriam ser anotados o nome do avaliador e a nota atribuída à condição da via de cada fotografia.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do gráfico da Figura 1 pode-se observar a correlação existente entre as notas fornecidas às cinquenta e sete fotografias utilizadas para a montagem final da escala visual da condição superficial das vias urbanas pavimentadas consideradas neste estudo.

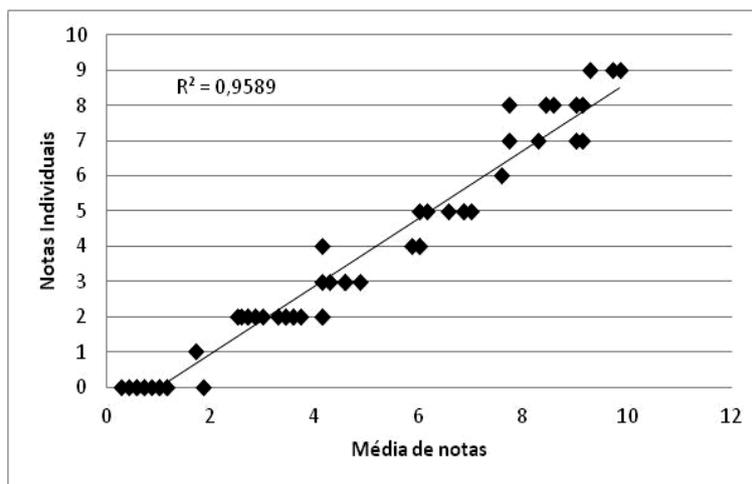


Figura 1 - Gráfico de correlação entre as notas dos especialistas para montagem da escala visual.

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 que varia de 0 (zero) a 10 (dez) pontos. Na Figura 2 a escala visual desenvolvida está apresentada. As características relacionadas ao 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.

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

Nota	Classificação	Característica
10 - 8	Ótimo	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
8 - 6	Bom	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	Péssimo	Baixa qualidade de viagem; Grande redução da velocidade; Muita vibração do veículo e Grande desconforto na viagem.

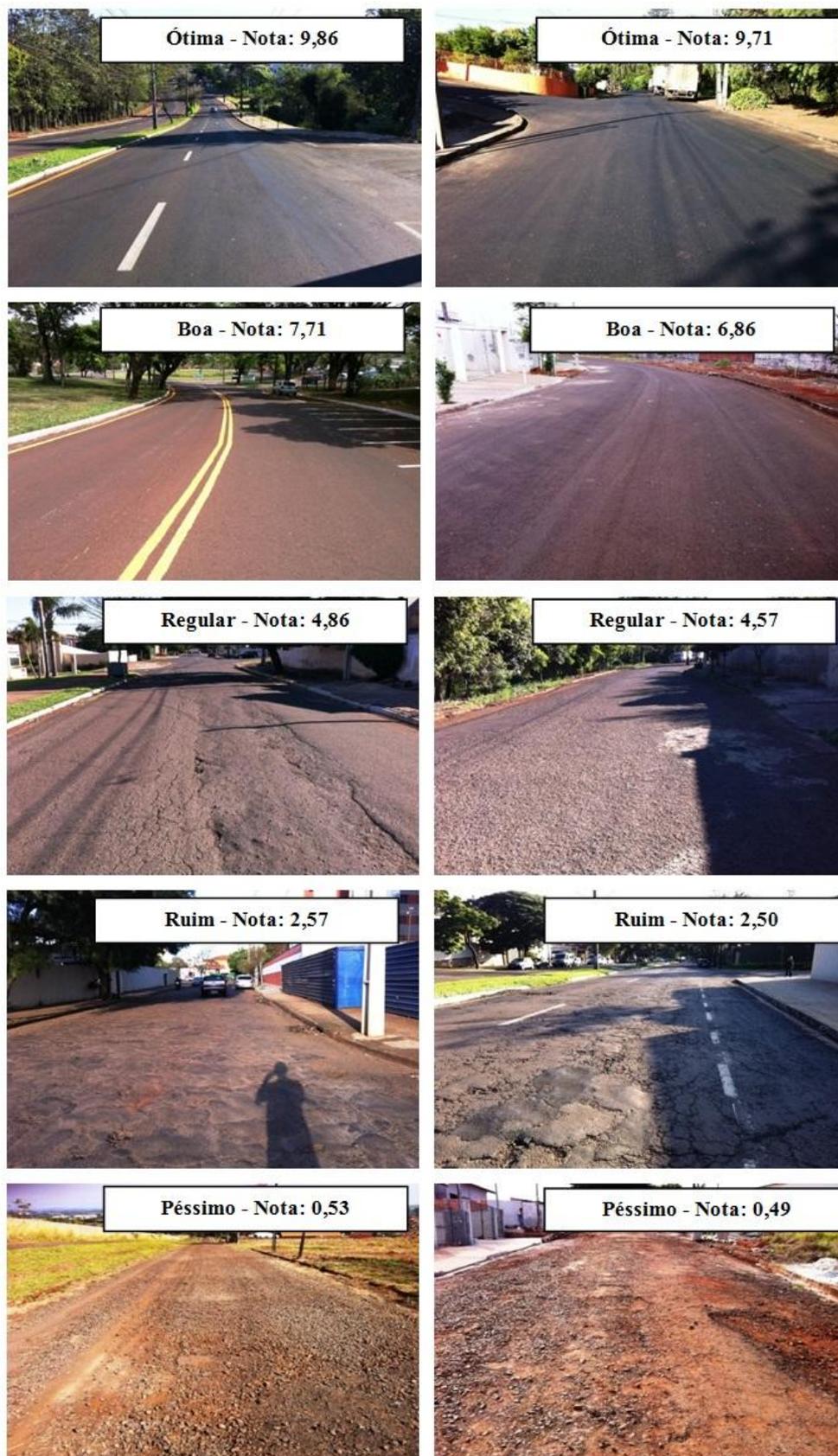


Figura 2 - Escala visual para vias urbanas pavimentadas.

Com o intuito de verificar a influência do treinamento em um painel de avaliação de vias urbanas, as notas obtidas através do procedimento acima descrito foram correlacionadas obtendo-se os gráficos das Figuras 3 e 4.

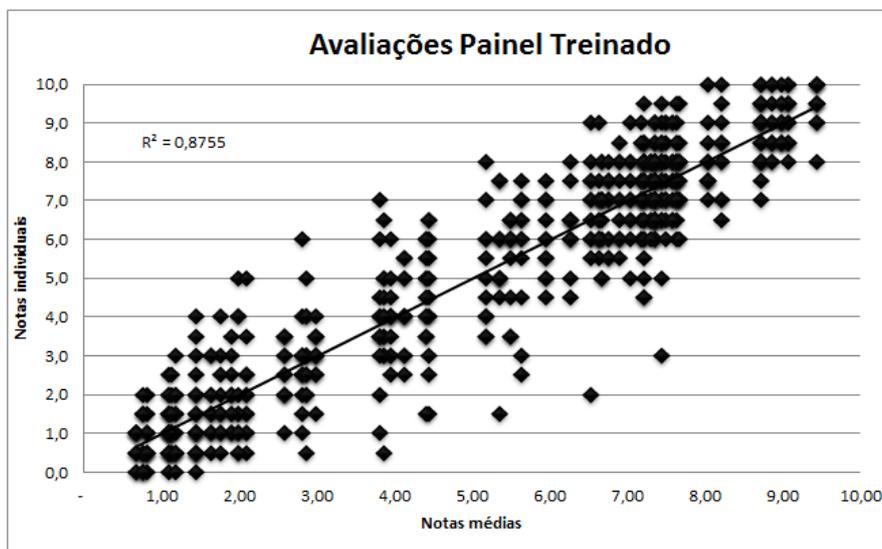


Figura 3 - Correlação obtida na avaliação das 60 fotografias pelo painel treinado.

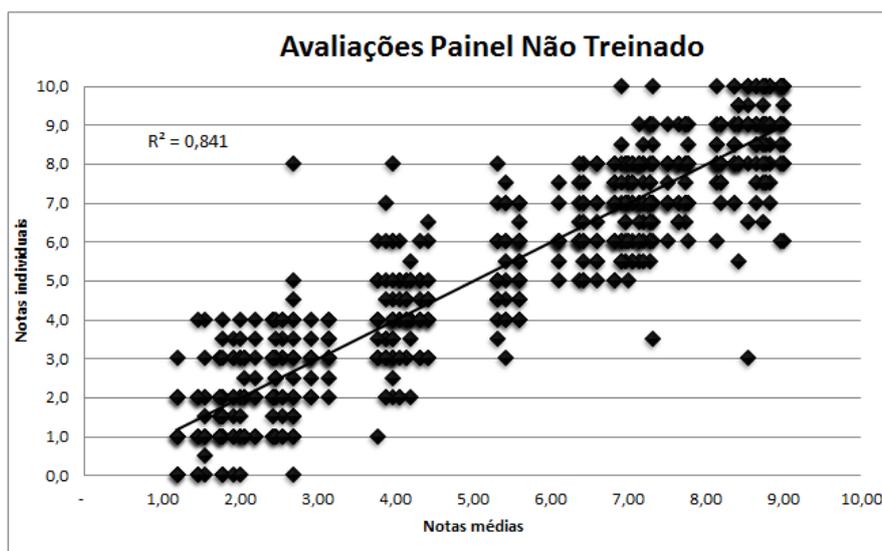


Figura 4 - Correlação obtida na avaliação das 60 fotografias pelo painel não treinado.

A partir dos gráficos expostos verifica-se uma correlação das avaliações do painel treinado de aproximadamente 94% ($R = 0,94$), enquanto que para o painel não treinado a correlação teve uma pequena diferença, sendo esta correlação de aproximadamente 92% ($R = 0,92$).

Com as notas atribuídas pelos 11 avaliadores dos dois painéis obteve-se o gráfico de desvio padrão para cada fotografia representado na Figura 5.

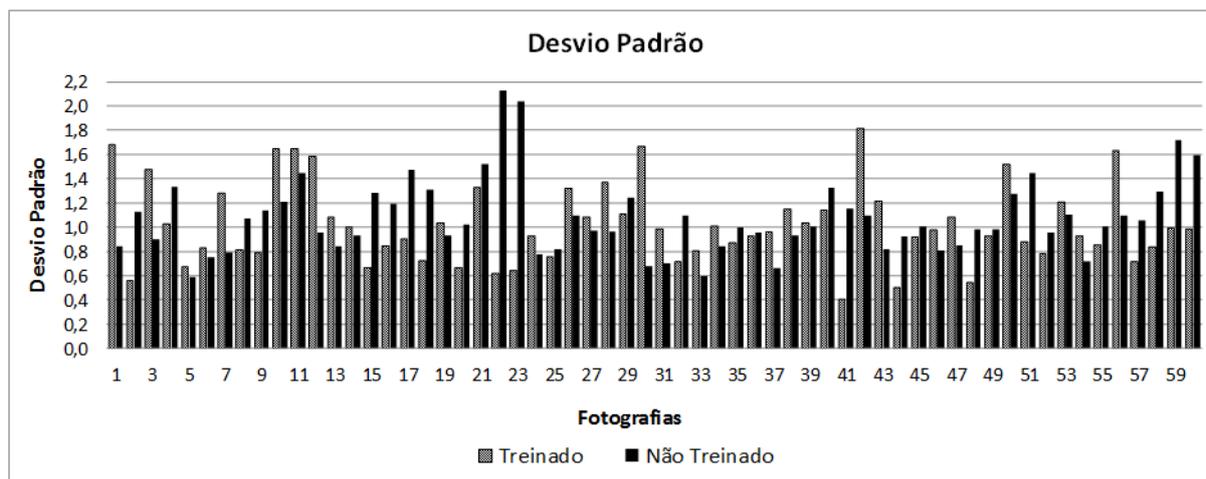


Figura 5 - Gráfico de desvio padrão das notas por fotografia.

Neste trabalho foram considerados 10% da escala de avaliação como o valor máximo aceitável para o desvio padrão. Assim, analisando os resultados relativos ao painel não treinado, verifica-se que 29 fotografias (48%) apresentaram desvio padrão inferior ou igual a 1,0 pontos. As fotografias 22 e 23 foram as únicas que apresentaram um desvio padrão próximos a 2,0 pontos. Já as fotografias 5 e 33 apresentaram os menores índices, na casa de 0,6 pontos.

Quando analisado os desvios do painel treinado, percebe-se que os valores máximos de desvio padrão (fotografias 1 e 42) são inferiores aos máximos desvios do painel não treinado. Considerando o valor máximo aceitável para o desvio padrão (10% da escala de avaliação), constata-se que as notas de 35 fotografias (aproximadamente 58 %) apresentaram desvio padrão inferior ou igual a 1,0 pontos. A fotografia 42 foi a única que apresentou valor superior a 1,7 pontos.

Quando comparados os desvios entre os dois painéis, constatou-se que, em média, eles não foram tão distantes. Ou seja, 73% das fotografias obtiveram diferenças inferiores a 0,5 pontos entre os valores de desvio padrão dos painéis. Assim, percebe-se certa proximidade na maioria das avaliações dos dois painéis de avaliadores.

7. CONCLUSÃO

Nesta fase da pesquisa foi possível elaborar uma escala visual contendo fotografias de vias urbanas representativas de cada posição na escala de classificação. A medida da correlação existente entre a atribuição de notas individuais dos especialistas às fotografias de vias urbanas com a média do grupo para a montagem da escala visual foi considerada satisfatória deixando a conclusão da coerência na atribuição das classificações e, portanto, a consistência da escala visual desenvolvida.

A partir de tal escala foi possível montar o treinamento dos avaliadores e constatar a influência exercida pelo treinamento no que se refere ao julgamento subjetivo da condição da superfície do pavimento de vias urbanas.

Ao submeter as 60 fotografias à avaliação dos dois painéis (treinado e não treinado), verificou-se que a correlação foi satisfatória e com pequena diferença. A correlação para o painel treinado foi ligeiramente superior à do não treinado, sendo obtido para o primeiro uma correlação de 94% e para o segundo 92%.

Assim conclui-se, neste momento, que os dois modos de avaliação podem ser utilizados (com ou sem treinamento prévio), já que a coerência das avaliações com ambos os procedimentos foram muito satisfatórias, tendo em vista a comparação entre os valores de correlação e de desvio padrão obtidos para cada painel.

Além disso, tendo como base os comentários feitos por Fontenele & Sória (2005), as dispersões aqui percebidas podem ser atribuídas, entre outras coisas, a certa inexperiência dos membros do painel e ao pouco tempo de adaptação com o processo utilizado.

Vale ressaltar que, para o desenvolvimento de uma análise mais detalhada, consta do planejamento da pesquisa fazer o mesmo procedimento em campo e confrontar os resultados verificando se houve alguma divergência significativa daqueles obtidos anteriormente.

REFERÊNCIAS

AUTO ESPORTE <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2013/01/brasil-fecha-2012-com-novo-recorde-de-vendas-aponta-fenabreve.html>> Acesso em: Março/2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT) <http://www.cnt.org.br/Paginas/Pesquisas_Detalhes.aspx?p=3> Acesso em: Abril/2011

DANIELESKI, M. L.; Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: Aplicação à rede viária de Porto Alegre. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Procedimentos DNIT 009/2003 – PRO. Rio de Janeiro: IPT, 2003.

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, 2001.

FONTENELE, H. B & SÓRIA, M. H. A. Uma Análise de Avaliações Subjetivas em Estradas não Pavimentadas. V Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura – ENTECA. Maringá, 2005.

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 12º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária. Manaus: ABPv, 2007.

FONTENELE, H. B.; FERNANDES JR., J. L.; SILVA JR., C. A. P. A Utilização de Escalas Visuais para Treinamento em Avaliações de Vias Rurais não Pavimentadas. In: *CONINFRA 2008 - Congresso de Infraestrutura de Transportes*. Anais do CONINFRA 2008. São Paulo: ANDIT, 2008.

HAIRDER, S. W.; CHATTI, K.; BALADI, G. Y.; SIVANESWARAN, N. Impact of Pavement Monitoring Frequency on Pavement Management System Decisions. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board nº 2225, p.43-55, 2011.

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 nº 893, p.1-6, 1982.

HASS, R. & HUDSON, W. R. & ZANIEWSKI, J. (1994) Modern Pavement Management. Krieger Publishing Company. Malaba. Florida.

HOSTEN, A. M.; BRYCE, J.; PRIDDY, L. P.; FLINTSCH, G. W.; IZEPPI, E. L.; NELSON, W. O. Improving Network Condition with Preventive Maintenance: A Pavement Management System Case Study in Christiansburg, Virginia. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting. Washington - DC, 2013.

PRESTES, M.P. Método de avaliação visual de pavimentos flexíveis – Um estudo comparativo. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.