

Subjective evaluation of rigid pavement sections: Pavement case study of bus terminal in Constantino Nery, Manaus

CRISTIANE DE SOUZA DA SILVA

Bacharela em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte
(UNINORTE) – Manaus – AM

JHASLLAN DE CARVALHO MARTINS

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte
(UNINORTE) – Manaus – AM

Abstract

This article evaluates subjectively rigid pavement sections of bus terminal in Constantino Nery, located in Manaus' downtown. With the aim of doing this evaluation, an inspection was done with the purpose of checking the conditions of the pavement surface so that it could guarantee traffic safety. This evaluation was done following Brazilian Standards such as DNIT 063/2004 – Rigid Pavement – Subjective evaluation – Procedure. The pavement was divided in two parts, segment A and segment B. Each part was evaluated by three inspectors by observing the vehicles traffic. After the evaluation, a grade and concept pattern was distributed to each part of the pavement, which were the following: 11, that is considered to be “really bad” (segment A) and 7,33, “damaged” (segment B) , with those results considered it is clear that the pavement really needs an appropriate restoration project because the pathologies found there are affecting not just the comfort but also the security of the traffic.

Key words: Subjective evaluation, rigid pavement, bus terminal.

Resumo

Este artigo avalia subjetivamente o pavimento rígido do Terminal de Ônibus da Constantino Nery posicionado no Centro da cidade de Manaus, capital do Amazonas. Com o intuito de fazer esta

avaliação, realizou-se uma inspeção na pavimentação do Terminal com a finalidade de averiguar às condições de superfície no que se refere ao conforto do tráfego. Esta avaliação foi realizada obedecendo às prescrições apontadas na norma DNIT 063/2004 – PRO – Pavimento Rígido – Avaliação subjetiva – Procedimento. O pavimento foi separado em dois trechos, trecho A e trecho B. Cada trecho foi avaliado por três avaliadores por meio de observações durante o tráfego de veículos. Em seguida, atribuíram-se notas e conceitos para cada trecho, as quais foram as seguintes: 11, equivalente a “Muito Ruim” (trecho A) e 7,33, “Destruído” (trecho B). Com base nas notas e conceitos atribuídos para cada trecho, deduz-se que o pavimento necessita-se urgentemente de um projeto de restauração apropriado, pois as patologias existentes neste pavimento estão afetando o conforto e segurança do tráfego.

Palavras - chaves: Avaliação Subjetiva, pavimento rígido, Terminal de Ônibus.

I INTRODUÇÃO

Percorrer a história da pavimentação nos remete à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Como os pavimentos, a história também é construída em camadas e, frequentemente, as estradas formam um caminho para examinar o passado, daí serem uma das primeiras buscas dos arqueólogos nas explorações de civilizações antigas [4].

O objetivo principal da pavimentação é garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condições climáticas, e proporcionar aos usuários conforto ao rolamento e segurança. Uma vez que o solo natural não é suficientemente resistente para suportar a repetição de cargas de roda sem sofrer deformações significativas, torna-se necessária a construção de uma estrutura, denominada pavimento, que é

construída sobre o subleito para suportar as cargas dos veículos de forma a distribuir as solicitações às suas diversas camadas e ao subleito, limitando as tensões e as deformações de forma a garantir um desempenho adequado da via, por um longo período de tempo [4].

Neste contexto, este artigo visa avaliar o conforto ao rolamento e segurança do tráfego, através da avaliação subjetiva, no pavimento rígido do Terminal de Ônibus da Constantino Nery, o qual está localizado no Centro da capital amazonense, Manaus. O pavimento abordado possui a seguinte estrutura: sub-base, areia, e revestimento, placas de concreto. Este pavimento foi liberado ao tráfego em abril de 1984, estando em uso há 34 anos. Atualmente, apesar de já ter recebido algumas intervenções, apresenta diversos defeitos funcionais e estruturais ao longo de sua extensão, comprometendo o conforto e segurança do tráfego [15]. A Figura 1 ilustra a localização do pavimento avaliado, cujo possui cerca de 558,70 metros linear de extensão, interligando o ponto 01 latitude $3^{\circ}07'08''\text{S}$, longitude $60^{\circ}01'36''\text{W}$ ao ponto 02 latitude $3^{\circ}07'26''\text{S}$, longitude $60^{\circ}01'36''\text{W}$.

Em Manaus, apesar da existência abundante de literaturas sobre a avaliação subjetiva, cuja é simples e econômica para o diagnóstico acerca das condições funcionais dos pavimentos rígidos, pouquíssimo se conhece a respeito da mesma. Por tal razão, este trabalho visa contribuir também com a divulgação e expor a relevância da inserção deste procedimento para o progresso no ramo de pavimentação na capital Amazonense, relativamente a manutenções.

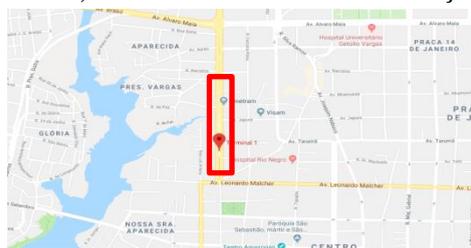


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: Maps, 2019.

II REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pavimentar uma via de circulação de veículos é obra civil que enseja, antes de tudo, a melhoria operacional para o tráfego, na medida em que é criada uma superfície mais regular (garantia de melhor conforto no deslocamento do veículo), uma superfície mais aderente (garantia de mais segurança em condições de pista úmida ou molhada), seja qual for à melhoria física oferecida [2].

Pavimento é a estrutura construída sobre a terraplanagem e destinada, técnica e economicamente, a: resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los; melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento. É um sistema de várias camadas de espessuras finitas que se assenta sobre um semi-espaço infinito e exerce a função de fundação da estrutura, chamado de subleito [13].

Os pavimentos são classificados, de uma forma geral, em rígidos e flexíveis. Na Figura 2, tem-se um exemplo detalhando a estrutura de pavimento rígido e flexível. Os pavimentos rígidos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento. Rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações [13].

Já os pavimentos flexíveis são aqueles em que as deformações, até certo limite, não levam ao rompimento. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estruturas a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga [13].

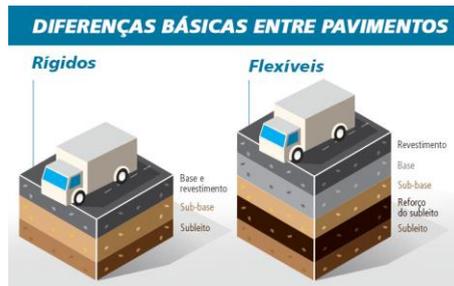


Figura 2: Estrutura de pavimentos rígidos e flexíveis. Fonte: Google, 2019.

Os precursores dos pavimentos de concreto foram os ingleses, que iniciaram a sua construção, já em 1865. O relativo sucesso então alcançado fez com que somente em 1894 fosse construído o primeiro pavimento de concreto nos Estados Unidos, quando o material de enchimento de um macadame foi enrijecido com cimento [13].

Ademais, em muitos países, principalmente na Alemanha e nos Estados Unidos, antes da segunda guerra mundial, o pavimento de concreto passou a ter preferência para auto-estradas. Na Alemanha, nessa época, cerca de 92% das auto-estradas tinham pavimentos de concreto; nos Estados Unidos, o percentual era semelhante. Após o término da guerra, já próximo dos anos 60, cerca de 89% das grandes vias urbanas e 79% das vias rurais tinham pavimentos de concreto, que também foi o pavimento preferido para as “turnpikes” do pós guerra. A famosa Pennsylvania Turnpike, que serviu de modelo à Via Anchieta, tinha e tem pavimento desse tipo [13].

No Brasil, o primeiro pavimento de concreto em rodovia foi executado no Caminho do Mar – ligação São Paulo a Cubatão –, em 1925, seguindo-se a pavimentação da travessia de São Miguel Paulista, da antiga estrada Rio-São Paulo, executada em 1932 [13].

Apesar de o pavimento rígido ser considerado um dos mais resistentes e indicados para cargas mais elevadas, todos os materiais de construção, no decorrer de sua vida de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração

(degradação) inevitáveis que, paulatinamente, implicam a alteração de suas propriedades mecânicas, ou seja, aquelas que governam seu comportamento sob ações de cargas de diversas naturezas. Portanto, as propriedades dos materiais alteram-se após sua construção, piorando pouco a pouco. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade [2].

O dano, a deterioração, a degradação são nomes possíveis para descrever o processo de perda de qualidade estrutural e funcional dos pavimentos. Assim, quando se emprega a expressão mecanismo de ruptura, esta poderia ser também substituída por mecanismo de danificação ou, ainda, por modo de ruptura [2].

Sabe-se que não se pode estabelecer, de modo inquestionável, o processo de degradação ou de danificação estrutural de dado pavimento, ou, ainda, dos materiais que especificamente são empregados em sua estrutura. Ao se considerarem os possíveis mecanismos de ruptura em pavimentos, deve-se pensar que existem sítios geológicos e pedológicos diversos; diferentes condições climáticas e morfológicas; políticas de cargas para diferentes veículos comerciais em diversos países; utilização de materiais peculiares em cada região do planeta, além de tradições construtivas e de projeto muito variadas [2].

Para indicar o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento rígido é necessário realizar uma avaliação subjetiva no mesmo. A avaliação subjetiva consiste em avaliarem-se as condições do pavimento, especialmente a que se refere ao conforto de tráfego, por meio de observações realizadas por avaliadores que trafegam sobre este pavimento e que atribuem notas ao mesmo [6]. Trata-se de uma avaliação funcional referente ao conforto e segurança no rolamento em função da condição de superfície do pavimento

[11]. A norma que expressa os procedimentos exigíveis para tal avaliação é a norma DNIT 063/ 2004 – PRO – Pavimento Rígido – Avaliação subjetiva – Procedimento.

III MÉTODOS

Na realização deste estudo, utilizaram-se diversas literaturas, tais como: normas técnicas, manuais técnicos, artigos, revistas técnicas e várias bibliografias relacionadas à pavimentação. Para realizar a avaliação subjetiva foi necessário realizar uma inspeção no pavimento, em seguida, atribuir os conceitos correspondentes.

Inicialmente foi realizado um reconhecimento geral, verificando o estado de conservação, estabilidade, segurança, conforto, defeitos externos, sistema de drenagem e intervenções feitas no pavimento do Terminal de Ônibus da Constantino Nery.

Antes da inspeção de um pavimento ou de um trecho deste pavimento, deve ser feito um levantamento histórico deste pavimento, procurando-se obter o maior número de informações sobre o projeto, construção, operação, reparos e reforços realizados [7]. As principais informações a serem levantadas são:

- Espessura média das placas da pista e do acostamento;
- Material empregado na sub-base e a espessura desta sub-base;
- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) do concreto do pavimento, definida no projeto;
- Data da entrega do pavimento ao tráfego;
- Datas das recuperações anteriores realizadas em trechos do pavimento;
- Evolução do tráfego de veículos comerciais, desde a época da construção até o momento da determinação do ICP.

Logo, foram realizadas entrevistas com engenheiros dos órgãos responsáveis por meio de um roteiro de perguntas, previamente estabelecido, sobre o pavimento em questão com o intuito de coletar estas informações, que foram de grande valia para o estudo.

A inspeção da pavimentação do Terminal de ônibus da Constantino Nery ocorreu no dia 21 de outubro de 2018 no turno vespertino. O pavimento foi dividido em dois trechos e chamados, respectivamente, de trecho A e trecho B. A figura 3 demonstra a divisão dos trechos estudados.



Figura 3: Demonstração dos trechos estudados. Fonte: Adaptado do Maps, 2019.

Então, os trechos foram inspecionados por três avaliadores, individualmente, cada um deles em linhas de ônibus diferentes que trafegam no local. Vale comentar que ônibus articulados e biarticulados circulam neste Terminal, a Figura 4 e 5 retratam imagens desses ônibus trafegando no pavimento. Foi percorrido cada trecho duas vezes, a primeira com velocidade bastante lenta, e a segunda, com a velocidade que é permitida no local, 20 Km/h.



Figura 4: Ônibus biarticulado. Fonte: Autores, 2018.



Figura 5: Ônibus articulado. Fonte: Autores, 2018.

Preencheu-se, para cada trecho, a ficha de avaliação constante na Figura 7, fornecida pela norma DNIT 063/2004. Finalmente, atribuiu-se uma nota e, posteriormente, um conceito para cada trecho, conforme a escala constante no anexo B da norma, ilustrada na Figura 6.

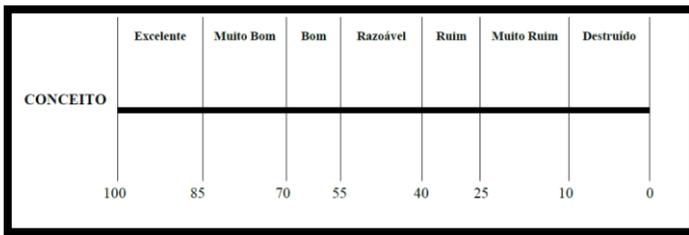


Figura 6: Escala para avaliação subjetiva. Fonte: DNIT, 063/2004.

Conforme a Tabela 1, a media das notas encontrada para o trecho A foi de 11,00, em conformidade com a escala de avaliação subjetiva de pavimentos da norma DNIT 063/2004, o conceito correspondente para o trecho A equivale a Muito Ruim. Já a conceituação do trecho B, encaixou-se como Destruído, pois apresentou uma media 7,33.

Os conceitos obtidos estão coerente com a realidade atual dos trechos, pois, como se sabe, a finalidade da pavimentação é proporcionar aos usuários conforto, segurança e escoamento da trafegabilidade. Uma vez que o pavimento não oferece esses parâmetros (conforto, segurança e escoamento), poder-se-ia afirmar com convicção que este encontra-se muito ruim necessitando de uma intervenção adequada urgentemente. Abaixo, Figura 8, tem-se uma representação gráfica das notas indicadas para cada trecho.

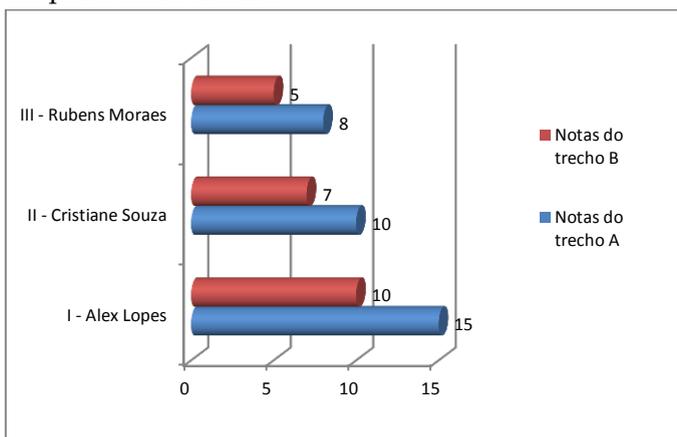


Figura 8: Representação gráfica das notas dos trechos. Fonte: Autores, 2019.

A seguir, retrata-se algumas fotografias tiradas no trecho B, nas quais a superfície de rolamento é claramente vista com várias irregularidades, provocando desconforto, insegurança e atraso no escoamento do tráfego. Além disso, é impossível não notar a deficiência do sistema de drenagem do local.



Figura 8: Placas do trecho B com reparos irregulares. Fonte: Autores, 2018.



Figura 9: Placas do trecho B com reparos irregulares. Fonte: Autores, 2018.



Figura 9: Placas do trecho B com reparos irregulares. Fonte: Autores, 2018.

V CONCLUSÕES

Para restaurar um pavimento, seja ele rígido ou flexível, preliminarmente, exige-se uma avaliação prévia da situação em que se encontra a estrutura em questão. Recomenda-se conhecer de que é constituído o pavimento, em que momento foi construído, para qual tráfego foi projetado, entre outros parâmetros fundamentais para o projeto de restauração.

Neste raciocínio, este artigo avalia subjetivamente o pavimento de placas de concreto do Terminal de Ônibus da

Constantino Nery situado no Centro da cidade de Manaus. Os resultados da avaliação subjetiva foram insatisfatórios, tanto para o trecho A quanto para o trecho B, pois, durante a inspeção na pavimentação deste terminal, percebeu-se que o desempenho funcional deste pavimento encontra-se muito ruim em termos de qualidade de rolamento no que se refere à segurança e ao conforto para os usuários deste local.

O trecho A apresentou um conceito equivalente a “Muito Ruim”, pois a media das notas foi 11. Por outro lado, o trecho B ficou conceituado como “Destruído”, dado que a media das notas foi igual a 7,33.

Conclui-se que o pavimento existente neste Terminal de Ônibus, em pouco tempo, não será capaz de suportar o tráfego demandado no local. Assim sendo, este pavimento necessita-se de um projeto de restauração adequado urgentemente.

VI REFERÊNCIAS

- [1] ADADA, L. B. Avaliação das Condições Estruturais e Funcionais de Pavimentos de Concreto de Cimento Portland: Estudo de Caso. 2001. 234 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- [2] BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica. Materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 558 p.
- [3] BALBO, J. T. Pavimentos de concreto. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. 472 p.
- [4] BERNUCCI, L. B. ET al. Pavimentação asfáltica: formação para engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro: Petrobrás ABEDA, 2008. 504p.
- [5] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT 060/2004 PRO. Pavimento rígido – Inspeção Visual – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 22 p.
- [6] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT 063/2004 PRO. Pavimento rígido – Avaliação subjetiva – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 15 p.

- [7] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, DNIT Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos. Rio de Janeiro, 2010. 140 p. (IPR. Publi.737).
- [8] Fernandes, Pereira. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO PAVIMENTO RÍGIDO DO CORREDOR DE ÔNIBUS NA CIDADE DE SANTA MARIA. Disponível em: <https://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/geors2009/2009-fernandes-pereira.pdf>. 7 p.
- [9] Giublin, Maschio, Moro. Avaliação do Pavimento de Concreto em diversas ruas de Curitiba. Disponível em: http://crgengenharia.com.br/content/5-artigos/53-ibracon_ruas-de-curitiba_.pdf. 11 p.
- [10] GONÇALVES, F. P. O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos. Notas de Aula, 1999. 77 p. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~pugliero/arquivos/10.pdf>.
- [11] MEDINA, J. e MOTTA, L.M.G., Mecânica dos Pavimentos. 2. edição, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.
- [12] REVISTA OFICIAL DO IBRACON. PAVIMENTOS DE CONCRETO. DURABILIDADE, SEGURANÇA, ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE EM RUAS, CORREDORES DE ÔNIBUS E RODOVIAS. Disponível em: http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_67.pdf. 104 P.
- [13] SENÇO, W. Manual de técnicas de pavimentação. Vol. 1, 2 ed., São Paulo: Pini, 2008. 762 p.
- [14] SILVA, Ben-Hur de Albuquerque e LUKE, Washington. Engenharia Civil 1. São Paulo: Editora Saraiva, 2013. 435 p.
- [15] SILVA, Pavement condition indice determination – PCI – from Manaus’ integral bus station 1. Disponível em: *ITEGAM-JETIA– Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, Volume 4 (2018), Edition 16, Pages 42-51.