



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Condições da pista de rolamento e do grau de severidade de corrugações em uma estrada de terra: O caso da Estrada Municipal dos Porretes em Francisco Morato - SP - Brasil

CRISTIANO CAPELLANI QUARESMA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
quaresmacc@uni9.pro.br

BRUNA MATOS FERREIRA DA SILVA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
b.matos.ferreira@hotmail.com

EDVAN SILVA CASTÃO

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
edvancastao@hotmail.com

MAURO SILVA RUIZ

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
maurosilvaruiz@gmail.com

Agradecimentos ao FAPIC - UNINOVE



CONDIÇÕES DA PISTA DE ROLAMENTO E DO GRAU DE SEVERIDADE DE CORRUGAÇÕES EM UMA ESTRADA DE TERRA: O CASO DA ESTRADA MUNICIPAL DOS PORRETES EM FRANCISCO MORATO - SP - BRASIL

Resumo

O adequado tratamento do problema da degradação das estradas não pavimentadas implica na necessidade de estudos que se esforcem no desenvolvimento e na aplicação de metodologias de diagnóstico do estado de suas condições. Entretanto, analisando a bibliografia nacional existente, verifica-se carência no número de trabalhos recentes sobre o tema. Visando contribuir neste sentido, o presente trabalho buscou diagnosticar o estado da Estrada Municipal dos Porretes, pertencente ao município de Francisco Morato/SP – Brasil. Para tanto, o presente trabalho constituiu-se em um estudo exploratório, baseado em levantamento bibliográfico e estudo de caso, o que permitiu a determinação das condições da pista de rolamento e dos graus de severidade de corrugações em campo, conforme metodologia consagrada na literatura existente. Os resultados demonstraram que os níveis de conforto e de segurança da estrada de terra em estudo apresentaram-se como ruins, afetando diretamente seus usuários. Além disso, permitiram apontar que os melhoramentos realizados no revestimento da superfície de rolamento não foram executados de maneira correta, o que contribuiu para a ocorrência dos defeitos identificados.

Palavras-chave: Estradas não pavimentadas; processos erosivos; defeitos em estradas de terra; manutenção de estradas de terra.

Abstract

Proper treatment of the problem of degradation of unpaved roads implies the need for studies to strive in the development and application of diagnostic methodologies of the state of their conditions. However, analyzing the existing national literature, it appears shortage in the number of recent studies on the subject. Seeking to contribute in this direction, this study sought to diagnose the state of Municipal Road of Porretes, in the municipality of Francisco Morato / SP - Brazil. Therefore, this work consisted in an exploratory study, based on literature review and case study, which allowed the determination of levels of severity of roadway defects and occurrence of corrugations on the field as enshrined methodology in existing literature. The results showed that the levels of comfort and safety of the dirt road under study were presented as bad, directly affecting its users. Moreover, they allowed to note that the improvements made in the coating of the bearing surface were not correctly performed, which contributes to the occurrence of defects identified.

Keywords: Unpaved roads; erosive processes; defects on dirt roads; maintenance of dirt roads.



1 Introdução

Sabe-se que, dentre os modais de transporte existentes, o rodoviário trata-se daquele que predomina no Brasil. Sabe-se também que, a maior parte da malha rodoviária brasileira é composta por vias não pavimentadas, as quais se constituem, deste modo, em importante instrumento de mobilidade de pessoas e de materiais.

Entretanto, a maior parte das estradas vicinais apresenta problemas sérios de construção e de manutenção, ocasionando problemas de ordem ambiental, social e econômica.

Com relação ao ambiente, tais problemas aceleram a erosão e as perdas significativas de solo, o qual, sendo carregado pelo escoamento de águas superficiais, especialmente após eventos de precipitação pluviométrica intensa, provoca a poluição dos mananciais.

As más condições das estradas de terra não impactam somente os recursos naturais, mas a sociedade como um todo, principalmente a parcela da população mais carente que depende das mesmas como única ligação para áreas com maiores condições de infraestrutura e de serviços de educação e de saúde. Em algumas regiões, as más condições de trafegabilidade de estradas não pavimentadas, devidas às falhas técnicas de construção e de manutenção podem significar fator determinante para sobrevivência de cidadãos que dependam de atendimento emergencial de saúde.

O setor agrícola também é prejudicado diante das inadequadas condições das estradas, tendo em vista as dificuldades de escoamento da produção, resultando na ampliação dos custos de transporte das mercadorias, fator que impacta a economia de todo o país.

Deste modo, percebe-se a relevância de estudos que busquem entender o estado em que se encontram as estradas não pavimentadas em municípios brasileiros, uma vez que a qualidade das mesmas implica em consequências sociais, ambientais e econômicas.

Entretanto, analisando a bibliografia nacional existente, verifica-se carência no número de trabalhos recentes sobre o tema, em comparação às produções realizadas em países desenvolvidos, o que vem a destacar ainda mais a importância de pesquisas atuais que possam contribuir para a melhoria deste quadro representativo. Esta realidade também foi observada por Oliveira, Griebeler, Correchel e Anderson (2009), ao afirmar que o tema processos erosivos relacionados a estradas de terras "... tem sido pesquisado de forma tímida".

Tal fato dificulta a qualificação de profissionais envolvidos em serviços de construção e de manutenção de estradas de terra, resultando em falhas na execução desses serviços. Isso onera os recursos financeiros, muitas vezes escassos, do poder público municipal, tendo em vista a não solução definitiva dos problemas existentes, resultando na necessidade de manutenções cada vez mais frequentes.

O adequado tratamento do problema da degradação das estradas não pavimentadas implica na necessidade de estudos que se esforcem no desenvolvimento e na aplicação de metodologias de diagnóstico do estado de suas condições.

Buscando contribuir neste sentido, o presente trabalho buscou diagnosticar o estado da Estrada Municipal dos Porretes, pertencente ao município de Francisco Morato/SP – Brasil, por meio da aplicação de método subjetivo de classificação, conforme apresentado por Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987).

2. Referencial Teórico

2.1. Estradas não pavimentadas e sua importância



Dentre os modais de transporte existentes, o rodoviário trata-se daquele que predomina no Brasil, representando, de acordo com CNT (2016), aproximadamente 90% do transporte de pessoas e 65% do total de transporte de cargas realizado no território nacional.

Além disso, segundo o Boletim Estatístico de janeiro de 2016, elaborado por CNT (2015), a maior parte da malha rodoviária brasileira é composta por vias não pavimentadas. Assim, de acordo com o referido Boletim, o Brasil possui uma malha rodoviária de 1.720.755,7 km de extensão, sendo que, deste total, 1.351.978,1 km são referentes a vias não pavimentadas, ou seja mais de 78% da malha rodoviária brasileira é composta por vias não pavimentadas.

Para Bittencourt (2011) as estradas não pavimentadas podem ser definidas como aquelas responsáveis por ligar regiões rurais a vias pavimentadas, garantindo assim o escoamento de produtos primários e o acesso a centros urbanos.

Segundo Eaton, Gerard e Cate (1987), uma estrada não pavimentada pode ser definida como qualquer estrada que não possua asfalto, cimento Portland ou qualquer outro tipo de tratamento em sua superfície.

Baesso e Gonçalves (2003), por seu turno, classifica as estradas não pavimentadas em quatro categorias, conforme a seguir:

- Categoria A: São estradas com a superfície de rolamento composta por agregados naturais, como cascalho, seixo rolado, pedregulhos e etc.
- Categoria B: São estradas com a superfície de rolamento composta por agregados artificiais, obtidos através da britagem, com vias a ampliar as condições de suporte e de trafegabilidade.
- Categoria C: São estradas com a superfície de rolamento composta por materiais oriundos de jazidas de solos estabilizados naturalmente (saibros).
- Categoria D: São estradas com a superfície de rolamento composta pelos materiais de seu próprio leito natural, sem a adição de materiais inertes que visem a melhoria nas condições de tráfego.

As estradas não pavimentadas, ou vicinais, desempenham um papel fundamental, não apenas para o escoamento da produção nacional, mas também para o bem-estar da população, especialmente da parcela economicamente desfavorecida, tendo em vista que tais vias de transporte representam a possibilidade, muitas vezes única, de acesso desta população aos serviços de educação, saúde e lazer, concentrados nos distantes centros urbanos.

O atual período do desenvolvimento da sociedade humana, caracterizado pelo adensamento técnico e pela necessidade de fluidez de pessoas, mercadorias e informação no território (Santos & Silveira, 2001) imputa às estradas de terra um papel fundamental no desenvolvimento local.

As estradas vicinais não são capazes de impedir o empobrecimento das comunidades, porém podem se constituir em importantes ferramentas para a melhoria das condições sociais das mesmas (Baesso & Gonçalves, 2003).

Para Oliveira, Griebeler, Correchel e Anderson (2009), as estradas não pavimentadas também têm grande importância ambiental, tendo em mente que interferem na paisagem natural e concentram o escoamento superficial, gerando um fator de degradação.

2.2. Principais patologias em estradas não pavimentadas



As estradas não pavimentadas podem apresentar problemas que venham a interferir negativamente em sua estrutura, comprometendo a capacidade de suporte, a condição de rolamento, bem como a segurança e o conforto da via. Além disso, tais problemas podem acarretar em aumento no tempo de viagem, nos gastos com manutenção de veículos e nos custos do transporte em geral.

Segundo Eaton, Gerard e Cate (1987), as patologias ou defeitos mais comuns em estradas não pavimentadas são:

- **Seção Transversal Inadequada:** Resultante do perfil transversal marcado caracterizado por declividade inadequada ou insuficiente para o efetivo direcionamento do escoamento superficial da água para as valetas. De acordo com Oda (1995), esta condição é evidenciada pela água escoando ao longo da superfície de rolamento e por processos erosivos causados em decorrência da mesma.
- **Drenagem Lateral Inadequada:** A verificação da drenagem lateral inadequada é feita por meio da observação das valetas. A presença de cobertura vegetal ou de entulhos reduzem a eficiência das valetas no transporte de água, provocando assim o seu empocamento.
- **Corrugações / Ondulações:** Consistem em uma série de sulcos regularmente espaçados, caracterizando ondulações que ocorrem em intervalos bastantes regulares, perpendiculares à direção do tráfego de veículos. Aguiar (1963) apud Oda (1995) apontam as corrugações como consequência do movimento vibratório transmitido pelos veículos à estrada.
- **Poeira:** Trata-se da quantidade de partículas finas em suspensão do ar, sendo determinada, de forma visual, pelo tamanho da nuvem de poeira, geralmente causado por um veículo trafegando a 40 km/h, provocando redução da visibilidade. Segundo Baesso e Gonçalves (2003), a formação de pó na superfície de rolamento das estradas ocorre em função da perda da fração fina de partículas de sua camada de base ou revestimento.
- **Buracos:** Tratam-se de pequenas depressões em forma de bacia, também conhecidas como panelas, na superfície da estrada, geralmente não ultrapassando 1m de diâmetro. Os buracos na superfície de rolamento são formados pela inexistência de camada de revestimento primário ou deficiências quanto à composição de sua mistura, ausência de partículas aglutinantes na composição dos materiais da superfície e plataforma da estrada mal drenada (Baesso & Gonçalves, 2003). Eaton, Gerard e Cate (1987) observa que a formação dos buracos se deve ao auto volume de tráfego que resulta no desgaste de parte da superfície da estrada. Além disso, aponta que o crescimento dos buracos pode ser acelerado pelo nível de umidade presente em seu interior.
- **Trilhas de rodas:** Se caracterizam por depressões que se formam nas faixas de tráfego dos veículos, longitudinalmente ao eixo da estrada. São originadas pela deformação permanente do subleito ou camada de revestimento e resultantes das repetidas passadas de veículos, cujo peso supera a capacidade de suporte, ou a tensão admissível, do solo.
- **Agregados soltos:** A intensa passagem dos veículos sobre a superfície de rolamento das estradas provoca, em muitos casos, a segregação da fração grossa de agregados, processo este que leva à formação de camadas delgadas de agregados que se



posicionam junto às trilhas de rodas ou, mais frequentemente, nas áreas próximas aos bordos da pista (Eaton, Gerard & Dattilo, 1987).

2.3. Estradas Rurais e Processos Erosivos

De acordo com Zoccal (2007), o estado de São Paulo possui cerca de 250 mil quilômetros de estradas, dos quais aproximadamente 220 mil quilômetros não são pavimentados, tratando-se de estradas vicinais rurais de terra.

Estas estradas, em sua maioria, foram construídas sem levar em consideração o relevo, e, em suas manutenções, não se adotaram princípios conservacionistas eficientes. Deste modo, tais estradas passaram a contribuir com cerca de 50% do solo carregado aos mananciais e 70% das erosões existentes (Zoccal, 2007).

A má conservação e a execução de manutenções equivocadas das estradas não pavimentadas constituem-se em outro agravante, tendo em vista que permite o carregamento de grande quantidade de solo após a ocorrência de fortes chuvas. Deste modo, tais construções equivocadas agravaram a erosão hídrica, comprometendo os recursos naturais, pondo em risco a produção econômica, pela degradação dos solos e assoreamento dos mananciais que influenciam na qualidade e disponibilidade da água (Quaresma, Castão & Silva Filho, 2015).

De acordo com Baesso e Gonçalves (2003), a grande maioria das estradas situadas nas zonas rurais evoluíram de pequenas trilhas e caminhos abertos por colonizadores de uma forma inadequada, tendo sido orientada basicamente pela estrutura fundiária e pelas facilidades apresentadas pelo terreno. Isso resultou em traçados que desrespeitam fragilidades das terras e que, favorecem o desenvolvimento de processos erosivos prejudiciais à pista de rolamento, áreas marginais e à sua plataforma como um todo em períodos de precipitação pluviométrica intensa.

Além disso, com o crescimento do tráfego, tais caminhos receberam, entre outros serviços, melhoramentos graduais na forma de revestimento de sua superfície de rolamento. Entretanto, os mesmos foram executados sem obediência a quaisquer princípios básicos da engenharia (Baesso & Gonçalves, 2003).

De acordo com IPT (1988), duas características técnicas fundamentais que uma estrada de terra tem que apresentar para garantir condições de tráfego satisfatórias são a boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento e aderência.

Entende-se como capacidade de suporte a característica que confere à estrada sua maior ou menor predisposição a se deformar (ondulações transversais e formação de rodeiros) frente às solicitações de tráfego, devida a deficiências técnicas inerentes ao subleito e/ou à camada de reforço (IPT, 1988).

Outra característica técnica que influencia na qualidade das estradas e na ocorrência de processos erosivos trata-se do sistema de drenagem, entendido como o conjunto de elementos cuja finalidade é promover o escoamento das águas superficiais. A ausência de dispositivos de drenagem implica no comprometimento da plataforma após eventos de precipitação e na ocorrência de incisões lineares no solo (Baesso & Gonçalves, 2003).

3. Metodologia

Tendo em vista o seu objetivo geral, a presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa descritiva, uma vez que, segundo Gil (2009), tal tipo de pesquisa visa a descrição das características de determinado fenômeno.



Com relação aos instrumentos técnicos utilizados, o presente trabalho adotou o levantamento bibliográfico e o estudo de caso. Este adequa-se ao presente estudo, tendo em vista a necessidade de entendimento do fenômeno investigado, a saber as condições de uma estrada de terra, em seu contexto real, o que, para Yin (2001), caracteriza a importância de utilização do estudo de caso.

Desse modo, adotou-se como área de estudo a Estrada Municipal dos Porretes, localizada na divisa dos municípios de Francisco Morato e Franco da Rocha, ambos localizados no estado de São Paulo – Brasil. Tal estrada encontra-se sob a administração do primeiro município citado e possui extensão de 2.750 m, conforme Figura 1.



Figura 1 - Estrada Municipal dos Porretes.

Fonte: (<http://www.google.com.br/maps>. Recuperado em agosto de 2016)

A Estrada Municipal dos Porretes permite o acesso a empresas metalúrgicas importantes para a região, além de permitir a ligação entre a zona periférica de Francisco Morato e a sua área central. Torna-se relevante mencionar que há uma linha de ônibus que trafega por esta estrada, a saber a linha 032. Isso realça ainda mais a relevância de seu estudo, tendo em vista que muitas pessoas dependem desta via para transporte diário.

Realizou-se visita junto à prefeitura com a finalidade de obtenção de documentos e informações, em especial relativos à gastos com manutenção e aos tipos e intensidades de tráfegos predominantes na estrada, objeto de estudo. Entretanto, não houve êxito na obtenção dos mesmos.

O diagnóstico das condições da estrada foi realizado com base na metodologia desenvolvida por Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987). A seleção deste método se justifica, uma vez que o mesmo se trata de uma sequência lógica de procedimentos simples, porém consagrada na literatura referente ao tema em estudo e que permite uma primeira aproximação, a partir de abordagem subjetiva, em relação às características das condições da superfície de rolamento das estradas não pavimentadas.

De acordo com Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987), os defeitos, ou patologias, causam irregularidades, as quais provocam desconforto, e, dependendo do nível de severidade, podem levar à sérios riscos à segurança dos usuários.

O método de avaliação descrito pelos referidos autores baseia-se nos graus de conforto e de segurança, proporcionados pelas condições das estradas aos usuários que trafegam pelas mesmas com velocidade pré-estabelecida. A necessidade de recorrer a reduções da velocidade, por motivos de diminuição da qualidade das condições de trafegabilidade, devida ao aumento da densidade de defeitos, permite identificar e caracterizar os níveis de severidade das patologias encontradas.



Dentre as vantagens deste método, podem ser apontadas, com base em Oda (1995), o fato de que o mesmo permite identificar defeitos mais comuns e produzir material técnico que sirva de parâmetro para a escolha mais adequada dos tipos de atividades de manutenção a serem aplicados.

No âmbito do presente trabalho adotou-se a velocidade de 60km/h como velocidade padrão para a descrição dos graus de conforto e segurança. Tal escolha se justifica pelos valores de variação de velocidade expressos nas especificações dos defeitos encontrados em campo, com base em Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987) e conforme será apresentado na Tabela 1.

Dentre as patologias apontadas no item revisão bibliográfica e descritas por Eaton, Gerard e Cate (1987), no âmbito do presente trabalho, focou-se a aplicação do método na descrição de dois níveis de defeitos, a saber, as condições de rolamento e a presença/estado das corrugações existentes na estrada em estudo.

Para a realização das descrições, procedeu-se à divisão da estrada em trechos de 300m totalizando 9 trechos inteiros e um trecho de 50m de extensão longitudinal. A marcação de cada trecho foi feita por meio do odômetro do veículo

Na sequência, os trechos foram percorridos com um veículo de passeio de padrão popular por dois dos autores do presente trabalho. Em uma folha de avaliação, atribuiu-se, para cada trecho selecionado, um valor de 1 a 5, sendo os maiores valores correspondentes às piores qualidades dos trechos avaliados.

Com base na tabela 1, podem ser observadas as especificações dos defeitos com base em Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987).

Tabela 1: Especificações, classificação e valores atribuídos aos defeitos.

DEFEITO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO DO DEFEITO
CONDIÇÕES DA PISTA DE ROLAMENTO	5	Muito ruim	Viagem muito desconfortável, com grandes mudanças de velocidade; velocidade de operação dos veículos baixa, de aproximadamente 20km/h.
	4	Ruim	Viagem desconfortável; velocidade máxima de 30km/h.
	3	Regular	A qualidade de viagem é média com a velocidade máxima de 40km/h.
	2	Bom	Velocidade máxima de operação de até 50 km/h.
	1	Muito bom	Qualidade de viagem é alta, possível de trafegar a uma velocidade de 60km/h, sem nenhuma redução de velocidade.
CORRUGAÇÕES	5	Muito severo	Corrugações com mais de 5 cm de altura/profundidade; qualidade de viagem é baixa.
	4	Severo	Corrugações entre 3,5 e 5cm de altura/profundidade; qualidade de viagem é média.
	3	Moderado	Corrugações de quase 2,5 cm de profundidade; qualidade de viagem é média.
	2	Fraco/bom	Corrugações com profundidade de aproximadamente 1,5 cm; qualidade de viagem de média a alta.
	1	Muito bom	Corrugações não são percebidas; qualidade de viagem é alta.

Fonte: Riverson, Sinha, Scholer e Anderson (1987) apud: Oda (1995). Adaptado pelos autores.

Torna-se importante mencionar, tal como realizado por Oda (1995), que o resultado de tal avaliação é dependente do grau de percepção do avaliador, do tipo de veículo e da época do ano em que ocorre a sua aplicação. Contudo, tal dependência não reduz o valor do método empregado, pelo que já se expos sua relevância em parágrafo anterior.



A realização das atividades de campo se deu no dia 27/08/2016, sendo que a direção do percurso adotada se deu da Estrada do Botujuru à Rodovia Manoel Silvério Pinto. Os resultados, bem como suas discussões são apresentados no item a seguir.

4. Análise dos Resultados

Antes da apresentação dos resultados, torna-se necessária a exposição das condições do tempo meteorológico no dia da execução das atividades de campo. Assim, o tempo estava ensolarado, com ausência de precipitação pluviométrica e temperatura média de 26°C. Tendo em vista a ausência de chuva na região, desde 24/08/2016, o solo encontrava-se seco.

Com relação ao recobrimento da pista de rolamento, pôde-se classificar a estrada em estudo, com base em Baesso e Gonçalves (2003), como de categoria A, tendo em vista a superfície de rolamento ser composta por agregados naturais, em especial por cascalho compactado.

A seguir, são apresentados os dados referentes aos defeitos “condições da pista de rolamento” e “corrugações”, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Condições da superfície de rolamento e corrugações por trecho selecionado

TRECHOS	DEFEITO	
	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE DE ROLAMENTO	CORRUGAÇÕES
A (0m – 300m)	4	2
B (300m – 600m)	4	2
C (600m – 900m)	3	3
D (900m – 1200m)	4	3
E (1200m – 1500m)	4	2
F (1500m – 1800m)	4	3
G (1800m – 2100m)	4	3
H (2100m – 2400m)	4	3
I (2400m – 2700m)	3	3
J (2700m – 2750m)	3	3

Como pode ser observado a partir da tabela 2, 70% dos trechos apresentaram defeitos que exigiram a redução da velocidade para 30km/h e tornaram o tráfego desconfortável para ambos os avaliadores. Deste modo, os trechos A, B, D, E, F, G e H foram classificados como grau 4, ou como trechos de condições ruins de trafegabilidade. Já os trechos C, I e J apresentaram pequenas melhoras em relação aos anteriores e possibilitaram o tráfego com velocidade de 40 km/h, sob condições de conforto médio. Assim, a superfície de rolamento de 30% dos trechos avaliados foi classificada como grau 3 ou de condições regulares de trafegabilidade.

Em relação às corrugações, de acordo com a tabela 2, os resultados demonstraram que 30% dos trechos apresentaram ondulações com cerca de 1,5cm de profundidade, correspondendo aos trechos A, B e E. Assim, tais defeitos foram classificados como grau 2, ou de severidade fraca. Já as corrugações observadas nos trechos C, D, F, G, H, I e J, correspondendo a 70% dos trechos analisados, caracterizaram-se por apresentar maior profundidade, porém não ultrapassando 2,5cm. Tal fato permitiu classifica-los como de grau 3, ou de severidade moderada.

De qualquer modo, para ambos os defeitos avaliados, os valores foram preocupantes, uma vez que a realização das medições ocorreu em um dia em que o solo se apresentava seco. Além disso, tratava-se de um dia de inverno no hemisfério sul, período caracterizado, na



região, por baixos valores de precipitação pluviométrica e, portanto, com baixos efeitos erosivos causados pela ação do escoamento superficial.

Isso permite constatar a mesma realidade observada por Baesso e Gonçalves (2003), a de que os melhoramentos realizados no revestimento da superfície de rolamento não foram executados de maneira correta, desrespeitando princípios de engenharia.

Conforme exposto, segundo IPT (1988), duas características técnicas fundamentais que uma estrada de terra deve apresentar para garantir condições de tráfego satisfatórias são a boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento e aderência. Desse modo, percebe-se que a estrada em análise não permite tais condições na maior parte de sua extensão.

Levando-se em consideração que há uma linha de ônibus que trafega pela estrada avaliada, o problema se torna ainda mais grave por pelo menos dois motivos. O primeiro é de ordem social, uma vez que as condições de transporte da parcela da população que depende desta via para se locomover das áreas periféricas em direção ao centro são de baixo conforto e segurança. O segundo relaciona-se ao fato de que as cargas mais elevadas, devidas ao peso do ônibus, tendem a agravar os defeitos da superfície de rolamento, gerando assim um ciclo vicioso, pela necessidade de novas atividades de manutenção, as quais, sendo realizadas de maneira ineficiente, consomem os poucos recursos financeiros municipais. Este problema reproduz a realidade da maioria das estradas não pavimentadas brasileiras, conforme exposto no trabalho de Baesso e Gonçalves (2003).

Destaca-se também que foram verificados visualmente poucos dispositivos de drenagem, fato que tende a agravar os problemas da estrada em estudo, especialmente em épocas caracterizadas por maiores precipitações pluviométricas, resultando no comprometimento da plataforma e na ocorrência de incisões lineares, tal como destacado por Baesso e Gonçalves (2003).

5. Considerações Finais

Os dados obtidos no presente trabalho contribuem para o preenchimento de uma lacuna verificada em trabalhos recentes, sobretudo nacionais, em relação ao estado atual de estradas não pavimentadas, as quais constituem-se em vias fundamentais à efetiva mobilidade de pessoas e de materiais na escala municipal e em todo o território nacional.

Os resultados demonstraram que os níveis de conforto e de segurança da Estrada Municipal dos Porretes, localizada na divisa dos municípios de Francisco Morato e Franco da Rocha, apresentaram-se como ruins, afetando diretamente seus usuários.

Além disso, permitiram constatar que os melhoramentos realizados no revestimento da superfície de rolamento não foram executados de maneira correta, o que contribui para a ocorrência dos defeitos identificados.

A classificação do estado de cada trecho pode servir como instrumento inicial de direcionamento de ações, por parte do poder público municipal, com vias à devida correção e manutenção.

Contudo, destacam-se limitações do método empregado, o qual, apesar de consagrado na literatura especializada, trata-se de método subjetivo e dependente da percepção do avaliador e do tipo de veículo utilizado. Neste sentido, destaca-se a necessidade de estudos que abordem outros tipos de defeitos existentes, bem como que, com base em abordagem metodológica explicativa, permitam identificar variáveis, ou conjunto de variáveis que respondam pela gênese e aceleração das patologias observadas.

A questão colocada sobre a qualidade do transporte público coletivo, que se utiliza da estrada em estudo como via de locomoção, aponta para a necessidade de novos trabalhos, que por meio de aplicação de questionários ou da realização de entrevistas, investiguem as



percepções de conforto e de segurança por parte da população que faz uso diário do mesmo. Isso é fundamental e caminha na direção das preocupações nacionais e internacionais em relação às questões de mobilidade, sobretudo relativas ao incentivo ao uso de transporte coletivo.

Por fim, destaca-se a necessidade da realização dos procedimentos metodológicos aqui adotados em outros períodos do ano, especialmente no verão, caracterizado por padrões mais elevados de precipitação pluviométrica na área em estudo.

6. Referências

- Baesso, D. P. & Gonçalves, F. L. (2003). *Estradas rurais: técnicas adequadas em manutenção*. Departamento de Estradas e Rodagem. Florianópolis/SC.
- Bittencourt, B. H. K. (2011). Estradas com revestimento primário: definição das deflexões admissíveis para o controle de compactação através de medidas de deslocamentos elásticos das camadas.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte (2015, janeiro). *Boletim Estatístico Rodoviário*.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte (2016, janeiro). *Boletim Estatístico Rodoviário*.
- Eaton, R. A., Gerard, S., & Cate, D. W. (1987). *Rating unsurfaced roads: A field manual for measuring maintenance problems* (No. CRREL-SR-87-15). COLD REGIONS RESEARCH AND ENGINEERING LAB HANOVER NH.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, 5, 61.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1988). *Estradas Vicinais de Terra: Manual Técnico para Conservação e Recuperação*. São Paulo.
- Oda, S. (1995). *Caracterização de uma rede municipal de estradas não pavimentadas*. 185p (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos).
- Oliveira, J. F., Griebeler, N. P., Correchel, V., & da Silva, V. C. (2009). Erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento em solos de estradas não pavimentadas. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, 13.
- Quaresma, C. C., Castão, E. S., & Da Silva Filho, M. P. Erosão no Setor Bacias do Favorita, Guarapu e afluentes do Santo Anastácio e do Sei-lá-SP/Brasil: Comparativo entre os anos de 1962 e 2013.
- Riverson, J. D., Sinha, K. C., Scholer, C. F., & Anderson, V. L. (1987). Evaluation of subjective rating of unpaved county roads in Indiana. *Transportation Research Record*, (1128).
- Santos, M.; Silveira, M. L. O Brasil: Território e Sociedade no Início do Século XXI. Rio de Janeiro: Editora Record, 2001.
- Yin, R. K. (2015). Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman.
- Zoccal, J. C. (2007). Soluções cadernos de estudos em conservação do solo e água/José Cezar Zoccal. Presidente Prudente: CODASP.