

Influência da gestão e jurisdição das rodovias em relação a sua qualidade funcional

Influence of the management and jurisdiction of the highways in the different aspects of their functional quality

Influencia de la gestión y jurisdicción de las carreteras en los distintos aspectos de su calidad funcional

Recebido: 02/08/2022 | Revisado: 13/08/2022 | Aceito: 16/08/2022 | Publicado: 24/08/2022

Taynara Ellen Silva Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3184-9467>

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

E-mail: taynaraellen@yahoo.com.br

Natalia Assunção Brasil Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4296-6407>

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

E-mail: natalia.brasil@ufsj.edu.br

Bianca Lúcia Graças Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1902-1349>

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

E-mail: biancalsouza@gmail.com

Resumo

A qualidade de uma rodovia interfere na economia do país e pode estar relacionada a diversos aspectos. Essa qualidade é avaliada pela condição funcional de um pavimento rodoviário. Esta pesquisa visa analisar a influência da gestão e jurisdição de rodovias na sua qualidade funcional. Neste estudo valeu-se do teste estatístico de Mann-Whitney para verificar a existência de diferença significativa entre as amostras de rodovias com diferentes jurisdição e gestão. Na avaliação da qualidade de rodovias foram utilizados os aspectos da condição geral da rodovia e do pavimento, condição da superfície do pavimento e velocidade do tráfego devido ao pavimento conforme pesquisa da Confederação Nacional do Transporte. Constatou-se que existe uma superioridade dos índices de avaliação das rodovias de jurisdição federal quando comparados aos estaduais, porém essa diferença não se mostrou significativa quando comparadas às respectivas gestões dessas classes de rodovias.

Palavras-chave: Rodovia; Pavimento; Qualidade funcional; Gestão; Jurisdição.

Abstract

The quality of a highway interferes with the country's economy and can be related to several aspects. This quality is evaluated by the functional condition of road paving. This research aims to analyze the influence of the management and jurisdiction of the highways on their functional quality. In this study, the Mann-Whitney statistical test was used to verify the existence of a significant difference between the samples of highways with different jurisdictions and management. In assessing the quality of roads, were used the aspects of the general condition of the road and pavement, the condition of the pavement surface, and traffic speed due to the pavement, according to a survey by the National Transport Confederation. It was found that there is a superiority of the evaluation indices of the highways of federal jurisdiction when compared to the state ones, but this difference was not significant when compared to the respective managements of these classes of highways.

Keywords: Highway; Paving; Functional quality; Management; Jurisdiction.

Resumen

La calidad de una carretera interfiere en la economía del país y puede estar relacionada con varios aspectos. Esta calidad se evalúa por la condición funcional de un pavimento de carretera. Esta investigación tiene como objetivo analizar la influencia de la gestión y jurisdicción de las carreteras en su calidad funcional. En este estudio se utilizó la prueba estadística de Mann-Whitney para verificar la existencia de una diferencia significativa entre las muestras de carreteras con distinta jurisdicción y gestión. En la evaluación de la calidad de las vías se utilizaron aspectos del estado general de la calzada y del pavimento, estado de la superficie del pavimento y velocidad del tránsito debido al pavimento, según encuesta de la Confederación Nacional del Transporte. Se encontró que existe una superioridad de los índices de evaluación de las carreteras de jurisdicción federal en comparación con las estatales, pero esta diferencia no fue significativa en comparación con las respectivas gestiones de estas clases de carreteras.

Palabras clave: Carretera; Pavimento; Calidad funcional; Gestión; Jurisdicción.

1. Introdução

O setor de transporte está diretamente relacionado ao progresso de uma nação (Colavite & Konishi, 2015). No Brasil, este desenvolvimento está relacionado ao transporte rodoviário, pois ele é responsável pelo deslocamento de 90% dos passageiros e 60% das mercadorias. Entretanto, mesmo diante do protagonismo das rodovias brasileiras, observa-se a redução na qualidade das mesmas, visto que, segundo dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019), 52,4% dos pavimentos apresentam más condições de tráfego, e o Brasil encontra-se na posição 116 entre 141 países em relação à qualidade das rodovias.

Segundo Colares (2011) e Deme (2020), as más condições da rodovia elevam diretamente os custos do transporte e o número de acidentes, reduzem o retorno econômico para a sociedade, a segurança, o conforto e a economia de recursos públicos. As acentuadas deteriorações estrutural e funcional do pavimento das rodovias estão atreladas ao excesso de carga e ao aumento da frota de veículos. Pois, como observado pela CNT (2019), a frota de veículos em circulação entre os anos de 2009 e 2017 aumentou 63,6%, e segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006) 77% dos veículos de carga que trafegam nas rodovias apresentam excesso de peso. Além dos fatores citados, infere-se que outros fatores podem influenciar na qualidade das rodovias brasileiras. Mota (2020) ressalta que as iniciativas do poder público, em formar parcerias público-privadas, não surtem efeitos na redução da severa crise de estagnação do modal rodoviário no Brasil. Entretanto, Alves et al. (2021) destacam que as concessões das rodovias promovem uma redução pequena, mas significativa, no número e na fatalidade de acidentes rodoviários, bem como no número de pessoas e veículos envolvidos nos acidentes.

Considerando estas observações, esse artigo visa responder à seguinte pergunta de pesquisa: a qualidade funcional das rodovias pode estar relacionada a sua gestão e jurisdição? Este questionamento é importante, pois pode-se observar quais são os fatores contribuintes para a má qualidade funcional do pavimento e a causa das condições de serventia de uma determinada rodovia, de modo a propor as melhores soluções para cada caso, garantir a preservação das vias e propiciar boa qualidade a seus usuários.

Sabendo dessa hipótese, cabe salientar que as rodovias podem ter uma gestão pública ou privada (concessão). Na gestão privada, o setor privado participa da administração e implantação da infraestrutura de rodovias públicas (Manso, 2010), e a concessão garante investimentos e manutenções frequentes nos trechos concedidos (ANTT, 2021). Em relação à jurisdição, as rodovias podem ser estaduais, em que a extensão de toda a rodovia está dentro dos limites geográficos de um único estado (DER, 2010), ou federais, que proporcionam a ligação entre diferentes estados e regiões do país (DNIT, 2006).

Em relação à qualidade funcional ou serventia das rodovias, ressalta-se que a identificação dos seus defeitos existentes é importante para fins de manutenção ou reabilitação (Balbo, 2007). Nesse contexto, a qualidade funcional das rodovias pode ser verificada a partir da condição da superfície do pavimento e da velocidade de tráfego dos veículos devido à condição do pavimento. Neste último aspecto em particular, conforme observado por Setyawan et al. (2015), rodovias com péssimas condições de superfície em comparação com aquelas de excelentes condições podem promover a redução da velocidade do veículo em até 55%.

A relação entre a qualidade das rodovias com sua gestão e jurisdição ainda é pouco conhecida. Logo, além do intuito de reduzir esta lacuna na literatura técnico-científica sobre o tema, a principal contribuição deste estudo é auxiliar na identificação de fatores que podem melhorar os aspectos de qualidade funcional de uma rodovia e, conseqüentemente, na economia do país.

2. Metodologia

Para a realização deste estudo optou-se por estudar as rodovias da região Sudeste do Brasil, pois esta tem a maior quantidade de rodovias pavimentadas do país (CNT, 2019), é a mais populosa em relação às demais regiões e a de maior

pujança econômica do país (EMBRAPA, 2020). Como justificativas adicionais para a escolha dessa região citam-se a presença nela da cidade de São Paulo, a única megalópole do país, situada no Estado de São Paulo e do Estado de Minas Gerais, cuja malha rodoviária de 272.062,90 km de rodovias é a maior do país (Governo Federal de Minas Gerais, 2021).

A análise da relação entre a qualidade das rodovias da região Sudeste e a sua gestão e jurisdição, baseou-se nas informações presentes no relatório Pesquisa CNT de Rodovias 2019 (CNT, 2019), totalizando 2480 trechos de rodovias. Para a qualidade das rodovias foram consideradas as variáveis combinadas, condição geral da rodovia e condição geral do pavimento, e as variáveis primárias, superfície do pavimento e velocidade do tráfego. A obtenção das notas pela CNT foi em relação a cada uma das características observadas em campo, para uma unidade de pesquisa, pela soma dos valores atribuídos às variáveis primárias e combinadas. A descrição das notas (índices) para as variáveis primárias e combinadas e características:

i) Condição geral da rodovia: compreende a geometria da via, pavimento e sinalização. O índice pode variar de 1 a 5, conforme a situação “Ótimo”, “Bom”, “Regular”, “Ruim” e “Péssimo”, respectivamente;

ii) Condição geral do pavimento: engloba a condição da superfície do pavimento, a velocidade devida ao pavimento e o pavimento do acostamento. O índice deste aspecto pode variar de 1 a 5, conforme a situação “Ótimo”, “Bom”, “Regular”, “Ruim” e “Péssimo”, respectivamente;

iii) Superfície do pavimento: O índice pode variar de 1 a 5, conforme a situação “Perfeito”, “Desgastado”, “Trinca em malhas/remendos”, “Afundamentos/ ondulações/ buracos” e “Destruído”, respectivamente;

iv) Velocidade do tráfego devida ao pavimento: considera a velocidade desenvolvida pelos veículos em função da condição da superfície do pavimento (CNT, 2019). O índice pode variar de 1 a 3, conforme a situação “Não obriga redução”, “Obriga redução de velocidade” e “Baixíssima velocidade”, respectivamente.

Baseado, em Pereira et al. (2018), inicialmente, realizou-se uma análise descritiva das informações, a partir da representatividade das rodovias, conforme gestão e jurisdição, na região Sudeste e dos índices de avaliação das rodovias conforme os aspectos analisados, através do gráfico Box-Plot. Em seguida, procedeu-se a análise estatística, em que foi verificado a Normalidade dos dados dos índices de avaliação dos aspectos “condição geral da rodovia”, “condição geral do pavimento”, “condição da superfície do pavimento” e “velocidade do tráfego devida ao pavimento” por meio do teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov, através da utilização do software estatístico Minitab 16®. Na interpretação destes testes, verificou-se o valor-p, que pode ser interpretado como a medida do grau de concordância entre os dados e a hipótese nula (H_0), sendo H_0 correspondente à distribuição Normal, de modo que: (i) se $\text{valor-p} \leq \alpha$, rejeita-se H_0 , ou seja, não se pode admitir que o conjunto de dados em questão tenha distribuição Normal, e nesse caso os dados são não paramétricos; (ii) se $\text{valor-p} > \alpha$, não se rejeita H_0 , ou seja, a distribuição Normal é uma distribuição possível para o conjunto de dados em questão. O teste de Normalidade foi realizado com grau de confiança de 95% [nível de significância (α) de 5%].

Ao saber, pelo teste de Normalidade, que os dados são não-paramétricos ($\text{valor-p} \leq 0,05$), na verificação da diferença significativa entre as medianas dos fatores analisados, considerando-se a interveniência dos fatores “gestão” e “jurisdição”, com as respectivas variáveis pública e concedida, federal e estadual, realizou-se o teste Mann-Whitney. Se o valor-p for menor ou igual ao nível de significância (0,05), rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que a diferença entre as medianas da população é estatisticamente significativa. Neste aspecto, o teste de Mann-Whitney foi realizado para verificar se houve diferença significativa entre as medianas dos aspectos analisados (“condição geral da rodovia”, “condição geral do pavimento”, “condição da superfície do pavimento” e “velocidade do tráfego devida ao pavimento”), considerando-se a interveniência dos fatores “gestão” e “jurisdição”.

3. Resultados e Discussão

Ao considerar 2480 trechos de rodovias para a região Sudeste, são apresentadas na Tabela 1 descrição das informações conforme a jurisdição e gestão. Observa-se que a porcentagem de rodovias concedidas na região sudeste (31,17%)

é inferior à de rodovias públicas (68,83%). E a porcentagem de rodovias concedidas apenas na região Sudeste em comparação às rodovias públicas é superior à porcentagem apresentada no Brasil como um todo, cerca de 15,8% (ANTT, 2019).

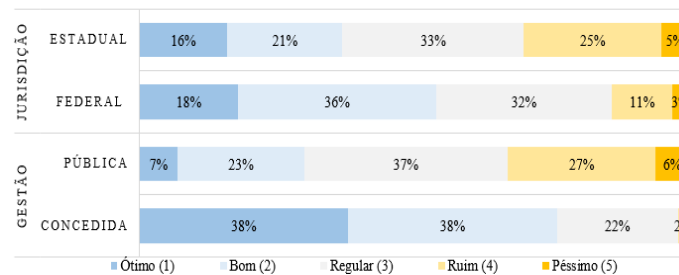
Tabela 1: Percentual do total de rodovias pelos fatores “gestão” e “jurisdição”

Jurisdição	Amostra N (%)	Gestão	Amostra N (%)
Estadual	1398 (56,37)	Concedida	357 (25,54)
		Pública	1041 (74,46)
Federal	1082 (43,63)	Concedida	416 (38,45)
		Pública	666 (61,55)
Gestão	Amostra N (%)	Jurisdição	Amostra N (%)
Concedida	773 (31,17)	Estadual	357 (46,18)
		Federal	416 (53,82)
Pública	1707 (68,83)	Estadual	1041 (60,98)
		Federal	666 (39,02)

Fonte: Autores (2022).

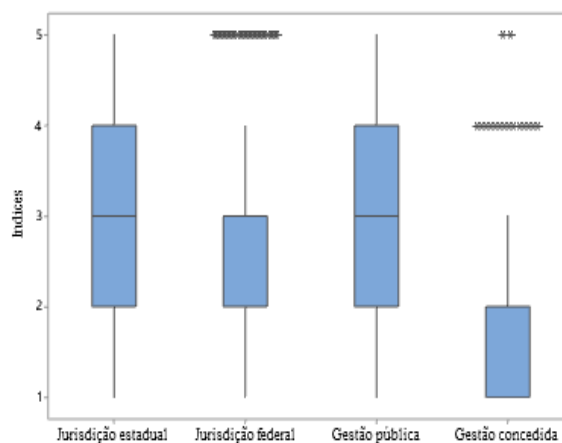
Nas Figura 1 e 2 são apresentadas as frequências relativas do índice de avaliação e o gráfico Box-Plot com índices de avaliação do aspecto “condição geral da rodovia”, respectivamente.

Figura 1: Frequência relativa índice da avaliação do aspecto “condição geral da rodovia”.



Fonte: Autores (2022).

Figura 2: Box-Plot para o aspecto “condição geral da rodovia”.



Fonte: Autores (2022).

Quanto à gestão, através da Figura 2, observou-se valores de mediana em relação a gestão, igual a 2, “Bom”, para rodovias concedidas e igual a 3, “Regular”, para rodovias públicas, a dissimetria pode ser vista também na Figura 1, em que constatou-se um maior percentual de avaliação “Ótimo” e “Bom” para a gestão concedida. Notou-se um percentual maior de avaliações “Ruim” e “Péssima” nas vias de gestão pública, em que o 1º quartil apresentou um valor igual a 2 para a gestão pública, demonstrando que 75% das avaliações são maiores que 2, ou seja, piores que “Bom”.

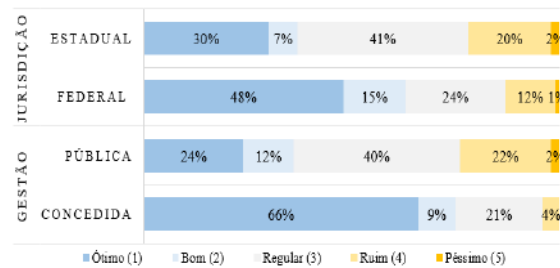
Foram verificados valores de mediana igual a 2, “Bom”, para rodovias com jurisdição federal e 3, “Regular”, para aquelas com jurisdição estadual. Pode-se notar que, nos índices de avaliação “Ótimo”, “Regular” e “Péssimo”, ambas

jurisdições apresentam valores semelhantes. Entretanto os índices de “Bom” e “Ruim” se distanciam, demonstrando que as rodovias de jurisdição federal apresentam maiores índices de “Bom” e menores de “Ruim”. Observou-se que as rodovias sob jurisdição federal apresentaram melhores condições do que as rodovias sob jurisdição estadual.

Os resultados apresentados na Figura 2 possibilitam identificar as variáveis dos fatores que apresentaram maior dispersão quanto ao índice do aspecto “condição geral da rodovia”, conforme a jurisdição e a gestão, o que permite verificar uma maior variabilidade entre as avaliações. Notou-se que a maior variabilidade do índice do aspecto “condição geral da rodovia” ocorreu para rodovias de jurisdição estadual e gestão pública. Infere-se que isso foi devido ao baixo controle por parte dos órgãos responsáveis para os dois casos (gestão pública e jurisdição estadual), o que dificulta a padronização das condições gerais das rodovias.

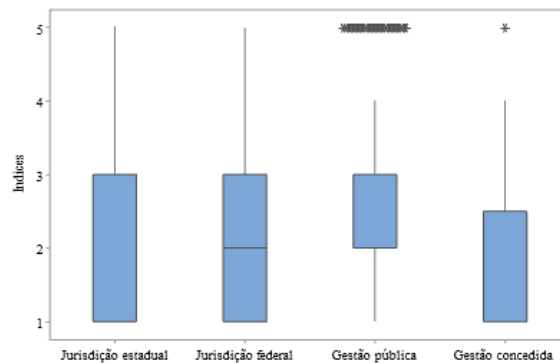
Nas Figura 3 e 4 são apresentadas a frequência relativa do índice de avaliação e o gráfico Box-Plot com índices de avaliação do aspecto “condição geral do pavimento”, respectivamente.

Figura 3: Frequência relativa do índice de avaliação do aspecto “condição geral do pavimento”



Fonte: Autores (2022).

Figura 4: Box-Plot para o aspecto “condição geral do pavimento”.



Fonte: Autores (2022).

Ao avaliar a condição geral do pavimento em relação à gestão, são observados, pela Figura 4, valores de medianas igual a 1, “Ótimo”, para vias com gestão concedida e 3, “Regular”, para vias com gestão pública, o que demonstra uma diferença significativa, maior que nos outros casos. Ainda cabe ressaltar que, para as rodovias concedidas, pelo menos 75% das rodovias obtiveram índices igual a 2,5 (entre regular e bom), diferença que também pode ser percebida através da análise descritiva da Figura 3, na qual as rodovias de gestão concedida apresentam um alto índice de avaliação “Ótimo” (66%) e avaliação “Péssimo” nula, em contraste com a gestão pública que apresenta uma porcentagem maior de avaliação “Regular” (40%).

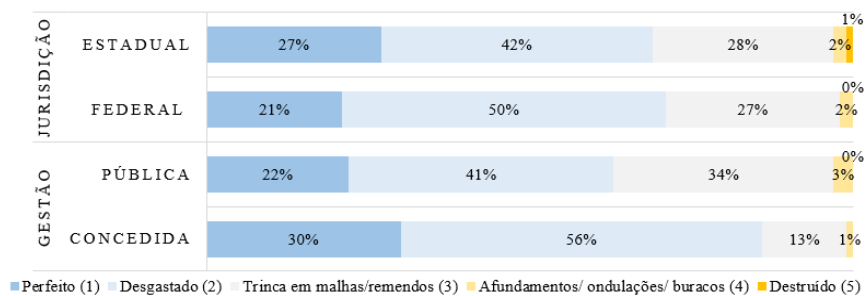
Através da Figura 4, observou-se que a condição geral do pavimento, quando avaliada em relação à jurisdição, apresenta mediana 2, “Bom”, para rodovia federal e 3, “Regular”, para aquelas estaduais. Embora essa diferença seja significativa, nota-se que ela é menor do que a diferença analisada em relação à gestão. As rodovias de jurisdição federal apresentaram um valor no 3º Quartil igual a 3, “Regular”, o que significa que 75% dos valores são iguais ou menores do que 3,

ou seja, variam entre “Regular” e “Ótimo”.

As rodovias de jurisdição estadual e gestão pública apresentaram os piores índices, conforme visto na Figura 3, e mesmos valores de medianas, o que pode ser um demonstrativo da consequência de falhas construtivas e de projeto e da deficiência em manutenções periódicas, proporcionado pela rápida deterioração do pavimento. Esse fato destaca a necessidade de melhoria do aspecto condição geral do pavimento, principalmente para as rodovias de gestão pública, seguida daquela cuja jurisdição é estadual.

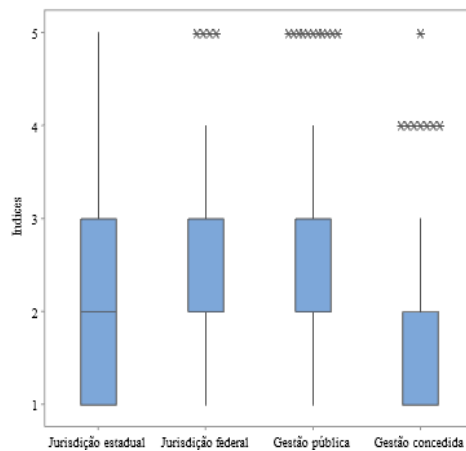
Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas a frequência relativa do índice de avaliação e o gráfico Box-Plot com índices de avaliação do aspecto “condição da superfície do pavimento”, respectivamente.

Figura 5: Frequência relativa do índice de avaliação do aspecto “condição da superfície do pavimento”.



Fonte: Autores (2022).

Figura 6: Box-Plot para o aspecto “condição superfície do pavimento”.



Fonte: Autores (2022).

Avaliando a condição da superfície do pavimento em relação à gestão, pela Figura 6, tem-se valor de mediana igual para ambas as gestões, 2, “Desgastado”. Observou-se ainda, através da Figura 5, que a porcentagem de rodovias avaliadas como perfeitas para rodovias de gestão concedida é maior do que a porcentagem de rodovias de gestão pública, enquanto os índices de “Trincas em malhas/Remendos” são superiores para a gestão concedida, o que também pode ser notado comparando-se os Box-Plot da Figura 6.

Em relação à jurisdição, observam-se parâmetros muito semelhantes aos apresentados em relação à gestão. Ambas jurisdições apresentam valor de mediana igual a 2, “Desgastado”, e uma parcela considerável de pavimentos classificados como desgastados. Através da Figura 5 e 6, que embora ambos os casos tenham resultados semelhantes, a jurisdição federal ainda apresenta índices melhores para a condição da superfície do pavimento. Considerando as piores situações, notou-se que em todos os casos, para gestão e jurisdição, foram constatados baixos índices (entre 0% a 3%) de superfícies avaliadas em relação a “Afundamentos/Ondulações/Buracos” e “Destruido”.

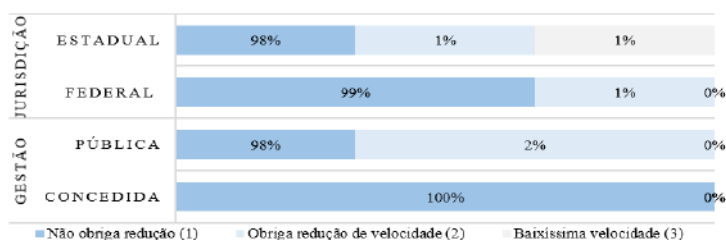
Porém, ao analisar o índice “Trincas em malhas/remendos”, exceto para a gestão concedida (13%), observou-se um

alto valor para ambos os casos em cerca de 30%, o que é mais um indicativo que as manutenções frequentes podem evitar problemas maiores na superfície do pavimento, os quais podem ser minimizados através de reparos, como os remendos, que muitas das vezes não são bem executados, podendo gerar trepidação do veículo.

Na Figura 7 é apresentada a frequência relativa do índice de avaliação do aspecto “velocidade do tráfego devido à condição do pavimento”. Para esse aspecto, em todos os casos de gestão e jurisdição, foram obtidos resultados próximos, todos com valores de mediana igual a 1, e percentuais muito semelhantes (Figura 7). Como cerca 99% dos valores em todos os casos eram superiores, não foi possível obter gráficos de Box-Plot. A mediana de valor igual a 1 significa que não há necessidade de redução da velocidade de tráfego no pavimento. Pode-se notar que, na gestão concedida, a porcentagem de obrigação de redução de velocidade é nula, enquanto nos demais casos existe um pequeno percentual que obriga a redução de velocidade.

Para ambos casos, gestão e jurisdição, infere-se que não há grande influência no fator velocidade devido às condições do pavimento. Pois trechos que obrigam a redução de velocidade foram aqueles que apresentaram péssimas condições da superfície do pavimento, o que, em ambos casos, como demonstrado, é um índice muito baixo. Apesar disso, deve ser novamente destacado que, embora os órgãos competentes não obriguem a redução de velocidade, trechos que apresentem trincas em malhas/remendos já são suficientes para causar desconforto na trajetória do veículo.

Figura 7: Frequência relativa de avaliação do aspecto “Velocidade do tráfego devida à condição do pavimento”.



Fonte: Autores (2022).

A Tabela 2 apresenta as relações resultantes do teste de Mann-Whitney, visando avaliar estatisticamente a influência dos fatores gestão e jurisdição sobre cada aspecto da rodovia.

Tabela 2: Relações entre o aspecto da rodovia e os fatores gestão e jurisdição.

Aspecto	Fator	valor-p
Condição geral da rodovia	Gestão	0,000*
	Jurisdição	0,000*
Condição geral do pavimento	Gestão	0,000*
	Jurisdição	0,000*
Condição da superfície do pavimento	Gestão	0,000*
	Jurisdição	0,147
Velocidade do tráfego devido ao pavimento	Gestão	0,376
	Jurisdição	0,881

* Teste Mann-Whitney com nível de significância adotado de 5%, valor $p \leq 0,05$

Fonte: Autores (2022).

Ao analisar os resultados apresentados na Tabela 2, verificou-se que os índices dos aspectos “Condição geral da rodovia” e “Condição geral do pavimento” se diferenciam em relação aos fatores gestão e jurisdição das rodovias da região Sudeste, e os índices do aspecto “Condição da superfície do pavimento” se diferenciam em relação a gestão das rodovias dessa região. Essas diferenças podem ser justificadas pelas considerações apresentadas na análise descritiva.

No entanto, não foram encontradas diferenças significativas no aspecto “Velocidade do tráfego devida ao pavimento” em relação à gestão e à jurisdição, isto é, estatisticamente a gestão e a jurisdição não interferem no índice de avaliação do aspecto “Velocidade do tráfego devida ao pavimento”. No aspecto “Condição da superfície do pavimento” não há diferenças

significativas em relação à jurisdição. Uma possível justificativa para tais resultados, pode estar no fato da análise dos aspectos “Condição geral da rodovia” e “Condição geral do pavimento”, considerarem diversas características que estão englobadas nestes fatores, como geometria da via, sinalização, condição do acostamento, condição da superfície do pavimento e velocidade devida ao pavimento. E para os demais aspectos (condição da superfície do pavimento e velocidade do pavimento), os fatores analisados são específicos.

4. Conclusão

Em geral as rodovias do Sudeste brasileiro se encontram com baixa qualidade funcional, principalmente aquelas de gestão pública e jurisdição estadual. Estas rodovias em relação a condição geral do pavimento e a condição da superfície do pavimento, foram classificadas, em sua maioria, como “Regulares” e “Desgastados”, respectivamente.

Conclui-se que os efeitos da gestão concedida sobre a qualidade da rodovia são muito significativos, verificou-se que as rodovias sob gestão concedida apresentam índices superiores em praticamente todos os campos analisados, demonstrando que o incentivo às parcerias público-privadas podem ser uma boa solução para melhorar a condição da rodovia.

No que concerne aos efeitos da jurisdição na qualidade das rodovias, pôde-se concluir que existe uma superioridade de índices das rodovias federais se comparados aos das estaduais, porém não tão significativas quanto ao tipo de gestão. As melhores condições das rodovias federais podem ser justificadas, pois existe uma maior parcela de rodovias federais do que estaduais concedidas, conforme constatado. Este fator pode se dar também por maior investimento por parte do governo Federal, devido às rodovias federais serem de extrema importância para o modal rodoviário brasileiro.

Referências

- Alves, P. J., L., Emanuel, L. e Pereira, R. H. M. (2021). Highway concessions and road safety: Evidence from Brazil. *Research in Transportation Economics*, 101118.
- ANTT (2021). *Concessões Rodoviárias Federais*. Agência Nacional de Transporte Terrestre, Brasília, DF. <https://portal.antt.gov.br/web/guest/informacoes-gerais>.
- ARTESP (2021). *Programa de Concessões Rodoviárias*. Agência Nacional de Transporte do Estado de São Paulo, São Paulo, SP. <http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/rodovias/programa-de-concessoes.aspx>.
- Balbo, J. T. (2007). *Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração*. Editora Oficina de Textos, São Paulo, São Paulo.
- Carmo, C. L. do. e A. A. Raia Junior (2018). Avaliação das condições de infraestrutura viária em trechos urbanos críticos das rodovias federais brasileiras. *Congresso de Pesquisa e ensino em Transporte da ANPET*, 32º ANPET, p. 3566-3576.
- CNT; SEST; SENAT (2019). *Pesquisa CNT de rodovias 2019*. Confederação Nacional do Transporte; Serviço Social do Transporte; Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, 288p, Brasília.
- Colares, L. (2011). *Concessão administrativa: gerenciando a manutenção de rodovias por parâmetros de desempenho*. Dissertação (Especialista em controle externo). Instituto Serzedello Corrêa do Tribunal de Contas da União, 39p., Brasília, Brasil.
- Colavite, A. S.; F. Konishi (2015). A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade. *Anais XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, SEGeT.
- Deme, D. (2020). A Review on Effect of Pavement Surface Failure on Road Traffic Accident. *American International Journal of Sciences and Engineering Research*. 3(1), 14–9.
- DNIT (2006). *Plano Diretor Nacional Estratégico de Pesagem*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.
- DNIT (2003a). *TER 005 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia*. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, Rio de Janeiro.
- DNIT (2003b). *PRO 006 – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, Rio de Janeiro.
- DNIT (2003c). *PRO 008 – Procedimentos para o levantamento visual contínuo, exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento*. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, Rio de Janeiro.
- DNIT (2003d). *PRO 009 – Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, Rio de Janeiro.
- Domingos, F. A. A. (1993). *MID: Manual de Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos*. São Paulo.

Governo Federal de Minas Gerais (2021). *Rodovias*. <https://www.mg.gov.br/conheca-minas/rodovias>.

Manso, A. P. (2010). *Até que ponto as parcerias público-privadas podem gerar contribuições para ampliar os investimentos em infraestrutura rodoviária no estado de Minas Gerais*. Fundação Getúlio Vargas. Belo Horizonte, Minas Gerais.

Mota, H. S. (2020). Análise das condições das rodovias mineiras sob o ponto de vista da avaliação subjetiva de pavimentos. *Revista Multidisciplinar*, v. 22, n. 1, p. 1–12.

Pauw, E., Stijn, D., Thirie, M. & Brijs, T. (2014) Safety Effects Of Reducing The Speed Limit From 90km/H To 70km/H. *Accident Analysis & Prevention*. 62, 426–31.

Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.

Pimenta, C. R. T.; I. Silva; M. P. Oliveira e P. C. L. Segantine (2017). Projeto Geométrico de Rodovias. 1ª edição. Elsevier, 327p, Rio de Janeiro.

Scotti, D. (2012). The Impacto of Airport Competition on Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis Applied to Italian Airport. *Journal of Air Transport Management*, 22(1), 9–15.

Setyawan, A., I. Kusdiantoro e Syafi'i (2015). The Effect of Pavement Condition on Vehicle Speeds And Motor Vehicles Emissions. *International Conference of Euro Asia Civil Engennering Forum*, EACEF-5, 125(1), 424–430.

Smith, A. S. (2012). The Application Of Stochastic Frontier Panel Models In Economic Regulation: Experience From The European Rail Sector. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(2), 503–515.

TRB (2010). *Highway Capacity Manual 2010 – HCM 2010*. Transportation Research Board. Washington, D.C.

Tsukita, O. I. C., M. T. Grando e G. C. Carlesso (2020). Avaliação das Tecnologias empregadas nos Processos de Medição de Afundamento de Trilhas de Roda. *Congresso de Pesquisa e ensino em Transporte da ANPET*, 34° ANPET, p. 1026-1036.

Wang, C., M. A. Quddus e S. G. Ison (2013). The Effect Of Traffic And Road Characteristics On Road Safety: A Review And Future Research Direction. *Safety Science*, 57(1), 264–275.