

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

### *VALIDITY OF THE SUBJECTIVE RATING OF FLEXIBLE PAVEMENTS: AN ANALYSIS OF SYSTEMATIC ERRORS*

Caroline da Silva Araújo  
[caroline.araujo100@uel.br](mailto:caroline.araujo100@uel.br)

João Paulo Soares Folco Soares Folco  
[joao.paulo.folco@uel.br](mailto:joao.paulo.folco@uel.br)

Vitor Hugo Salviatto  
[vitor.salviatto@uel.br](mailto:vitor.salviatto@uel.br)

Marcos Gabriel da Cruz  
[marcosgabrielcruz@hotmail.com](mailto:marcosgabrielcruz@hotmail.com)

Carlos Alberto Prado da Silva Junior  
[cprado@uel.br](mailto:cprado@uel.br)

Heliana Barbosa Fontenele  
[heliana@uel.br](mailto:heliana@uel.br)

**Resumo:** A avaliação subjetiva determina, de uma forma simples, a condição da superfície de um pavimento segundo o ponto de vista dos usuários. A utilização de procedimentos descomplicados como este é extremamente importante para um eficiente Sistema de Gerência de Pavimentos. Entretanto, devido a sua subjetividade, os dados da avaliação podem ser prejudicados pela existência de erros atribuídos a efeitos psicológicos, pois a formação do juízo do avaliador está ligada a certos fatores de ordem externa que podem influenciá-los em suas decisões. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi analisar a existência de erros sistemáticos em avaliações subjetivas da condição de pavimentos, a fim de validar os dados obtidos. Para isso foram realizados dois levantamentos na malha viária de um campus universitário. Por meio de análise de variância e regressão linear, foram investigadas a existência e a magnitude dos erros de leniência e de tendência central. Com base nos resultados foi observado que em ambas avaliações a ocorrência do erro de leniência não foi significativa. Além disso, não foi constatada a ocorrência do erro de tendência central nas informações da pesquisa. Concluiu-se, deste modo, que os dados relativos à condição do pavimento da rede viária estudada são válidos para o uso no sistema de gerenciamento.

**Palavras-chave:** Gerência. Pavimentos. Leniência. Tendência central.

**Abstract:** A subjective evaluation determines, in a simple way, the pavement surface condition according to the users' point of view. The use of uncomplicated procedures like this is extremely important for an efficient Pavement Management System. However, due to their subjectivity, the data of the evaluation can be harmed by the errors attributed to the psychological effects, since the generation of raters' judgment is linked to certain external factors that can influence them in their decisions. Thus, the objective of this research was to analyse the presence of systematic errors in subjective tests of the pavements condition, to validate the data obtained. For this proposal two

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

surveys were carried out on the road network of a university campus. Through analysis of variance and linear regression, the existence and magnitude of leniency and central tendency errors were investigated. Based on the results it was observed that in both evaluations the occurrence of leniency error was not significant. In addition, the occurrence of a central tendency error was not found in the research information. It concluded, therefore, that the data related to the pavement condition of the road network studied are valid for use in the management system.

**Keywords:** Management. Pavement. Leniency. Central tendency.

### 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da economia brasileira, ocorrido após a estabilização da moeda em meados dos anos 90, contribuiu consideravelmente para o aumento da produção e do consumo da população. Com a indústria automobilística não foi diferente. Sua produção tem aumentado a cada ano, de forma a resultar em um incremento significativo da frota de veículos nas estradas. Somado a isso, o baixo investimento direcionado à infraestrutura viária tem agravado a situação dos pavimentos, em especial nas áreas urbanas.

Atualmente existem políticas que visam melhorar a malha viária pavimentada. Porém, no Brasil a tomada de decisão é realizada, geralmente, apenas com base na experiência dos engenheiros. Isso acarreta a aplicação ineficiente dos já insuficientes recursos que o município dispõe para esse fim. Assim, torna-se importante a implantação de um adequado Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU).

Um dos objetivos de um SGPU é auxiliar na escolha das corretas atividades de manutenção e reabilitação (M&R), bem como no momento adequado de aplicá-las, de modo a utilizar eficientemente os recursos disponíveis. Para que um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) seja eficiente é necessário o emprego de métodos simples, rápidos e confiáveis para avaliar a condição dos pavimentos. Nesse contexto, as avaliações subjetivas apresentam uma acentuada importância.

Embora seja um método de fácil execução, os avaliadores podem, durante as avaliações subjetivas, serem influenciados por uma série de fatores, entre eles, a ocorrência de erros sistemáticos. Uma avaliação cujos dados foram influenciados por esses tipos de imprecisões podem não representar fielmente a condição dos pavimentos.

Desse modo, faz-se necessário investigar a ocorrência dessas falhas para indicar aos tomadores de decisão se as informações levantadas são confiáveis. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a existência de erros sistemáticos em uma avaliação subjetiva da condição de pavimentos flexíveis de um campus universitário para que os dados possam ser utilizados no gerenciamento da malha viária.

## 2. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

O termo “Sistema de Gerência de Pavimentos” começou a ser utilizado em estudos a partir da década de 1960 para descrever o conjunto de atividades relacionadas à seleção de priorização das atividades de M&R de pavimentos (NASCIMENTO, 2005).

No Brasil, a implantação de um SGP foi estabelecida a partir de 1982, quando o extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), atual DNIT, criou a Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos (CPGP). O comitê tinha como principal tarefa o desenvolvimento de métodos e diretrizes para o levantamento da condição da superfície de pavimentos flexíveis. O resultado de tais atividades relacionadas à caracterização da superfície se consolidou na Norma Rodoviária DNER-ES 128/83 (VISCONTI, 2000).

Ainda segundo Visconti (2000), o SGP se refere a uma ferramenta para os órgãos que têm jurisdição sobre a tomada de decisão para a aplicação de recursos públicos a fim de se obter informações sobre a real condição da superfície e sobre o correto serviço de restauração e conservação. A criação de bancos de dados com tais informações gera um ponto de partida técnico e eficiente para intervenções, de forma a beneficiar a população com pavimentos de melhor qualidade.

A implementação de um SGP depende de três fatores principais: dados confiáveis, modelos realísticos para o processamento dos dados e programas amigáveis para a organização dos dados e apresentação dos resultados (FERNANDES JR. *et al.*, 2006). Em relação à coleta de dados, os gerenciadores devem selecionar a técnica mais apropriada de acordo com o objetivo e o orçamento disponível (FARASHAH, 2012). Entre as técnicas existentes, pode-se citar as avaliações subjetivas.

## 3. AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS

Durante os estudos realizados pela *American Association of State Highway Officials* (AASHO), denominado AASHO Road test, durante o decorrer dos anos 50 nos Estados Unidos, foi desenvolvido o método de avaliação subjetivo da condição do pavimento baseado na opinião de indivíduos da sociedade. Esta avaliação consiste na atribuição de notas ao conforto, suavidade e segurança oferecido pelo pavimento de acordo com a sensação dos usuários (DANIELESKI, 2004).

No Brasil, esta avaliação está normatizada na 009/2003 Pro – Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (DNIT, 2003). Segundo essa norma, um grupo de 5 avaliadores deve atribuir notas de 0 (péssimo) a 5 (excelente) para o conforto percebido enquanto a equipe trafega em um veículo sobre segmentos rodoviários. A média das notas atribuídas pelos

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

avaliadores é tomado como o Valor de Serventia Atual (VSA) do pavimento. A classificação da condição do pavimento em função do VSA é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** - Classificação da condição do pavimento de acordo com o VSA

VSA	Condição do Pavimento
0-1	Péssimo
1-2	Ruim
2-3	Regular
3-4	Bom
4-5	Ótimo

Fonte: Adaptado de DNIT (2003)

Em relação ao grupo de avaliadores, DNIT (2003) aponta que eles devem passar por um treinamento, o qual tem a função de ajustar os avaliadores ao procedimento da avaliação.

Na literatura podem ser encontrados alguns trabalhos que utilizaram a avaliação subjetiva como parte do desenvolvimento das pesquisas. Albuquerque *et al.* (2017) aplicaram diferentes índices de condição do pavimento que utilizam dados de avaliação objetiva (levantamento dos defeitos) nas vias da cidade de João Pessoa/PB. Os resultados foram comparados com os dados levantados por meio de avaliação subjetiva dos mesmos trechos. Os autores concluíram que nenhum dos índices aplicados apresentou resultados próximos aos da avaliação subjetiva devido aos distintos procedimentos de avaliação.

Além disso, Pereira, Silva Junior e Fontenele (2019) utilizaram as avaliações subjetivas para validar o uso de uma escala visual composta por imagens de pavimentos com as mais diversas condições e suas respectivas notas. As avaliações foram realizadas por dois painéis de avaliadores, onde um painel possuía a escala visual e o outro apenas as informações básicas a respeito do processo de avaliação do pavimento. Os autores concluíram que o uso da escala visual reduziu a dispersão das notas dadas pelos avaliadores, contribuindo positivamente para o aumento da confiabilidade dos dados.

#### 4. ERROS SISTEMÁTICOS

Durante a avaliação subjetiva podem existir alguns erros sistemáticos atribuídos a efeitos psicológicos, como por exemplo, o erro de leniência. Esse tipo de erro origina-se da benevolência do avaliador ao realizar um julgamento. Este tende a classificar a condição do pavimento com notas muito altas, devido ao receio de ser muito rigoroso. No entanto, no campo semântico do erro de leniência considera-se também o caso oposto, quando o avaliador é muito severo na avaliação,

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

relutando em avaliar positivamente. Portanto, este fator pode prejudicar a avaliação em função da superestimação ou da subestimação da classificação (HUTCHINSON, 1964).

Ainda segundo Hutchinson (1964), a presença do erro de leniência no processo de avaliação é verificada a partir do desvio da classificação média de cada avaliador em relação à grande média (média de todos os avaliadores). A magnitude desta falha é indicada justamente pelo desvio apresentado. Dessa forma, consegue-se notar valores superestimados (desvios positivos) e valores subestimados (desvios negativos). É natural a presença deste erro, visto que este é um processo psicológico por trás do julgamento de cada avaliador.

De acordo com Golroo e Tighe (2010), deve-se verificar a existência de diferença entre as variabilidades das notas dos avaliadores por meio de testes de hipóteses por meio da transformação dos dados em uma distribuição F de Fisher-Snedecor, com um nível de significância de 5%. Caso seja verificado que o valor-p resultante seja maior que o nível de significância e o valor F situe-se dentro da região de aceitação da hipótese, o teste indica que a magnitude do erro de leniência não afeta a classificação.

Outro tipo de erro sistemático possível na avaliação subjetiva é o de tendência central, cometido pelos avaliadores que, com receio de serem muito rigorosos ou muito lenientes, atribuem apenas notas medianas à condição dos pavimentos. Para a detecção deste erro no trabalho de Hutchinson (1964) foi necessária a compreensão do processo de julgamento envolvido e chegou-se a estabelecer este como um problema de regressão. Segundo o autor, a teoria psicofísica existente por trás de uma avaliação pressupõe a existência de uma escala de julgamento paralela a uma escala de respostas sensoriais e que ambas se encontram perfeitamente correlacionadas. A existência de erros pode, portanto, ocorrer no caso em que as escalas estejam correlacionadas de maneira imperfeita.

A verificação do erro de tendência central, ainda segundo o mesmo autor, é realizada da seguinte forma: se a dispersão das notas obtidas em campo é menor, ou seja, mais próximas da média, do que a dispersão da escala de notas tomadas como “previstas”, concluiu-se que ocorreu o erro. Os valores “previstos” podem ser obtidos por meio de uma equação de transformação linear.

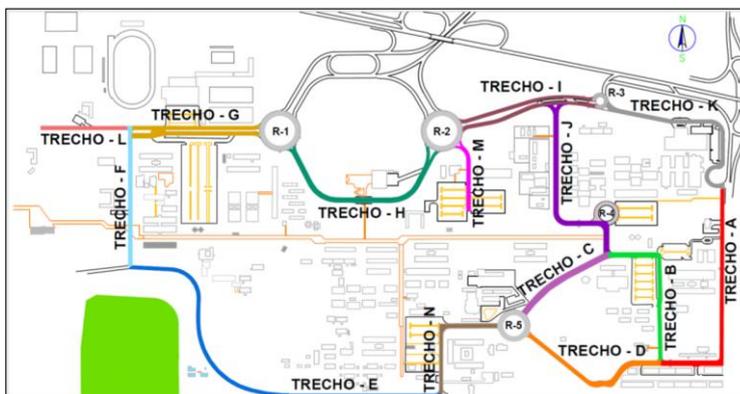
## 5. MÉTODO DE PESQUISA

Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos por meio de avaliações subjetivas da condição da superfície de pavimentos realizadas em dois momentos. Os procedimentos seguidos nos levantamentos foram baseados no método proposto em DNIT (2003) e ajustado em alguns pontos para a pesquisa.

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

As avaliações ocorreram em um *campus* universitário durante o ano de 2019, com intervalo de três meses entre elas. Para facilitar a avaliação e a análise dos dados, a malha viária do *campus* foi dividida em 19 trechos, como ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** - Trechos avaliados do *campus* universitário

**Fonte:** Adaptado de Ignácio *et al.* (2018)

Os trechos foram ainda divididos em seções e estas em Unidades Amostrais (UAs) de 135 a 315 m<sup>2</sup>, conforme proposto na ASTM (2018). Ao todo foram avaliadas 199 UAs. A nota de cada trecho correspondeu a média das notas das UAs pertencentes a ele.

Nas duas avaliações um painel de 6 (seis) avaliadores julgou, por meio de caminhamento sobre as UAs, o conforto ao rolamento proporcionado pelo pavimento. Cada integrante do painel recebeu um formulário específico, no qual foram preenchidos o número de identificação do avaliador, a data, o horário e nota dada às UAs avaliadas, adotando uma escala de 0 a 100 pontos.

### 5.1 Verificação do erro de leniência

O erro de leniência foi verificado a partir de uma análise estatística onde foram calculadas a média, o desvio padrão, a variância e o desvio da média (R) das notas de cada avaliador em relação à grande média (média de todos os avaliadores). Nos casos em que houve grande dispersão nos dados de algum avaliador, considerou-se que houve um indício de ocorrência do erro de leniência.

Para verificar a magnitude do erro, foi realizado uma análise da variância (ANOVA) com os dados ao nível de significância de 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). A distribuição F de Fischer-Snedecor foi utilizada para a validação da seguinte hipótese:

$H_0$ : A variabilidade entre os avaliadores não é significativa ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$ );

$H_1$ : A variabilidade é significativa ( $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \dots \neq \sigma_n^2$ ).

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

Os parâmetros decisórios para a aceitação da hipótese  $H_0$  foram o valor-p e o valor F. Assim,  $H_0$  foi aceita se o p-valor fosse maior que o nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05 e se o valor F fosse menor que o  $F_{crítico}$ . Assim, ao aceitar  $H_0$ , conclui-se que a ocorrência do erro de leniência não foi significativa na classificação subjetiva da condição de pavimentos.

### 5.2 Erro de tendência central

Para analisar a existência do erro de tendência central nas avaliações subjetivas foi calculado o valor médio das notas de cada avaliador em cada um dos trechos ( $\bar{x}_j$ ) e, a partir destes, realizado uma análise estatística descritiva, de modo a determinar a grande média ( $\bar{x}$ ) e o desvio padrão oriundo dos valores médios. Em seguida, a grande média e o desvio padrão dos valores “obtidos” nas avaliações foram utilizados para obter a escala de notas “previstas”. Para isso foi feita uma regressão linear por meio da Equação 1.

$$T_j = \frac{\sqrt{\overline{\sigma^2}}}{\sigma} \cdot (\bar{x}_j - \bar{x}) \quad (1)$$

Onde:

$T_j$  - Valores “previstos”;

$\overline{\sigma^2}$  - Média da variância das notas dos avaliadores;

$\sigma$  - Desvio padrão das médias dos trechos;

$\bar{x}_j$  - Valor médio da classificação de cada trecho;

$\bar{x}$  - Grande média das avaliações ou média das classificações médias dos trechos.

Encontrados os valores “previstos”, foi feita uma segunda análise estatística descritiva para cada classificação, obtendo novos parâmetros. De posse dos valores “previstos” e dos valores “obtidos” em campo, foi feita a comparação da dispersão das notas por meio do coeficiente de variação. Considerou-se que houve um indício de ocorrência do erro de tendência central no caso em que o coeficiente de variação (CV) dos dados “obtidos” foi menor que o CV dos dados “previstos”.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados e análises referentes aos dados coletados na 1ª e 2ª avaliação para a verificação da ocorrência e interferência dos erros sistemáticos analisados.

### 6.1 Verificação do erro de leniência

Em relação aos dados da 1ª avaliação, são apresentadas na Tabela 2 as médias para as notas de cada avaliador e os desvios (R) de suas classificações em relação à grande média (média global= 63,83), além da variância e do desvio padrão.

**Tabela 2** – Análise estatística descritiva das notas dos avaliadores na 1ª avaliação.

<i>Avaliador</i>	<i>Média</i>	<i>R (desvio)</i>	<i>Variância</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Posição</i>
1	71,33	7,49	539,55	23,23	2°
2	67,91	4,07	234,71	15,32	4°
3	66,55	2,71	502,86	22,42	5°
4	55,19	-8,64	829,85	28,81	1°
5	64,23	0,40	300,54	17,34	6°
6	57,80	-6,04	494,72	22,24	3°
Média Global	63,83		483,71	21,56	

**Fonte:** Os autores

Na última coluna da Tabela 2 foi inserida a posição dos avaliadores em relação aos maiores desvios em módulo que cada avaliador obteve. Os avaliadores 4 e 6, por exemplo, apresentaram, em média, classificações muito baixas e, em contrapartida, o avaliador 1 teve classificações muito altas em relação aos demais avaliadores. Desse modo, é necessária a averiguação da expressividade destes desvios.

Na Tabela 3 é apresentado o resultado da análise de variância (ANOVA) para os dados relativos à 1ª avaliação. O teste de hipótese foi realizado para verificar se a variabilidade da amostra é relevante.

**Tabela 3** – Análise de variância (ANOVA) dos avaliadores para a 1ª avaliação.

	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>valor-p</i>	<i>F<sub>crítico</sub></i>
Entre grupos	3636,3	5,0	727,27	1,50	0,19	2,30
Dentro dos grupos	52240	108,0	483,71			
Total	55877,0	113,0				

**Fonte:** Os autores

Por meio da análise da Tabela 3, verifica-se que o valor de F encontrado para a amostra é menor que o  $F_{crítico}$ . Isto indica que F está dentro da área de aceitação de  $H_0$  para o nível de significância de 5%. Tendo em vista que o nível de significância é menor que o valor-p, comprova-se que a magnitude do erro de leniência apresentado nos dados não afetou a classificação média.

VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

As mesmas considerações foram feitas para o banco de dados da 2ª avaliação. Na Tabela 4 estão expostos os resultados das médias, dos desvios em relação à grande média (média global), assim como a variância e o desvio padrão de cada avaliador.

**Tabela 4** – Desvio das notas dos avaliadores na 2ª avaliação.

<i>Avaliador</i>	<i>Média de Nota</i>	<i>R (desvio)</i>	<i>Variância</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Posição</i>
1	71,44	8,35	450,88	21,23	1°
2	63,29	0,20	249,75	15,80	6°
3	59,04	-4,06	317,93	17,83	3°
4	62,73	-0,36	542,55	23,29	5°
5	63,58	0,49	280,74	16,76	4°
6	58,48	-4,61	517,65	22,75	2°
Média Global	63,09		393,25	19,61	

**Fonte:** Os autores

De acordo com a última coluna da Tabela 4 é possível notar que os avaliadores 3 e 6 classificaram a condição da superfície dos pavimentos de forma mais severa em relação aos outros avaliadores, e que o avaliador 1 classificou com notas mais altas. Observou-se também que em relação a 1ª avaliação ocorreram mais desvios negativos.

Assim como feito anteriormente, o teste de hipótese para a 2ª deste painel também foi realizado e o resultado da análise de variância está exposto na Tabela 5.

**Tabela 5** – Análise de variância (ANOVA) dos avaliadores para a 2ª avaliação

	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>valor-p</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2048,65	5,0	409,73	1,04	0,4	2,3
Dentro dos grupos	42471,05	108,0	393,25			
Total	44519,70	113,0				

**Fonte:** Os autores

Observa-se que o valor F está abaixo do  $F_{crítico}$ , e, portanto, dentro da região de aceitação de  $H_0$ , com nível de significância de 5%. Além disso, o valor-p obtido é maior que 0,05. Isto significa que a variabilidade entre os avaliadores não é significativa.

## 6.2 Verificação do erro de tendência central

Em relação ao erro de tendência central da 1ª avaliação, na Tabela 6 são apresentados os valores “obtidos” em campo das médias de classificação de cada trecho e os valores “previstos”. Pode-se observar que os valores considerados “previstos” diferem dos valores “obtidos”.

VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

**Tabela 6** – Comparação dos valores obtidos e previstos na 1ª avaliação

Trecho	Valores		Trecho	Valores	
	Obtidos	Previstos		Obtidos	Previstos
A	44,8	44,4	K	55,0	54,8
B	86,8	87,3	L	58,8	58,6
C	44,3	43,9	M	88,4	88,9
D	36,4	35,9	N	42,0	41,6
E	64,3	64,3	R1	51,9	51,7
F	33,7	33,1	R2	89,3	89,8
G	42,7	42,3	R3	82,8	83,2
H	88,7	89,2	R4	49,9	49,7
I	87,8	88,3	R5	80,3	80,6
J	84,9	85,4			

**Fonte:** Os autores

Por meio da análise da Tabela 6 observou-se uma tendência dos avaliadores em serem medianos em suas avaliações. A partir dos resultados da análise estatística das notas “obtidas” e “previstas” da Tabela 7, observa-se que o CV para ambas as classificações possui valor igual a 33%. Desse modo, não há indícios de que o erro de tendência central tenha ocorrido na 1ª avaliação.

**Tabela 7** – Comparação dos coeficientes de variação na 1ª avaliação

<i>Dados obtidos</i>		<i>Dados Previstos</i>	
Média	63,83	Média	63,83
Desvio padrão	20,83	Desvio padrão	21,25
Variância da amostra	434,00	Variância da amostra	451,63
Contagem	19,00	Contagem	19,00
CV	33%	CV	33%

**Fonte:** Os autores

De mesmo modo, foi realizado o processo para a 2ª avaliação, assim, foram encontrados os valores “previstos” por meio da Equação 1, como apresentado na Tabela 8. Nota-se que os valores “previstos” pela regressão linear, assim como na 1ª avaliação, também estão bem próximos daqueles “obtidos” em campo.

**Tabela 8** – Comparação dos valores obtidos e previstos na 2ª avaliação

Trecho	Valores		Trecho	Valores	
	Obtidos	Previstos		Obtidos	Previstos
A	51,2	51,1	K	44,9	44,7
B	85,4	85,6	L	68,9	69
C	49,7	49,5	M	84,9	85,2
D	44,4	44,2	N	44,5	44,24
E	74,3	74,4	R1	37,6	37,3

## VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

F	34,6	34,2	R2	83,3	83,5
G	49,9	49,8	R3	74,1	74,2
H	83,6	83,8	R4	45,2	45,0
I	81,3	81,5	R5	78,4	78,6
J	82,7	82,9			

**Fonte:** Os autores

Uma análise estatística descritiva para os dois conjuntos de dados foi realizada, como consta na Tabela 9. Nota-se que os valores de CV para ambos os dados, “obtidos” e “previstos”, possuem o valor de 30%. Desse modo, assim como na 1ª avaliação, não há indícios de que o erro de tendência central tenha ocorrido na 2ª avaliação.

**Tabela 9** – Comparação dos coeficientes de variação na 2ª avaliação

<i>Dados obtidos</i>		<i>Dados previstos</i>	
Média	63,10	Média	63,1
Desvio padrão	18,77	Desvio padrão	18,98
Variância da amostra	352,30	Variância da amostra	360,22
Contagem	19,00	Contagem	19,00
CV	30%	CV	30%

**Fonte:** Os autores

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados pôde-se confirmar a importância atribuída à verificação de erros sistemáticos durante a realização de avaliações subjetivas, visto que ocorrem variações e desvios entre as notas dos avaliadores que podem comprometer a confiabilidade dos dados levantados.

Pode-se observar que tanto na 1ª quanto na 2ª avaliação que o valor de F encontrado na análise de variância está dentro da área de aceitação que a variabilidade entre as notas dos avaliadores não é significativa. Além disso, o nível de significância foi menor que o valor-p obtidos nas duas avaliações. Desse modo, a ocorrência do erro de leniência não foi significativa em ambas as avaliações. Já o erro de tendência central não foi verificado nas avaliações, visto que o coeficiente de variação dos dados “obtidos” e “previstos” apresentaram o mesmo valor. Ressalta-se que, caso fosse confirmada a existência do erro de tendência central, um teste de variância poderia ser feito para verificar se a existência do erro é significativa ou não.

Assim, considerando os dois tipos de erros sistemáticos analisados nesta pesquisa, conclui-se que os dados da avaliação subjetiva são confiáveis e válidos para a classificação da condição de pavimentos flexíveis.

VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

**REFERÊNCIAS**

ALBUQUERQUE, T. P. **Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

ASTM (2018) **D6433. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys**. Annual Book of ASTM Standards, v. 06, n. Reapproved 2010, p. 1–47.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **NORMA DNIT 009/2003 – PRO – Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação a rede viária de Porto Alegre**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia, Univesidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

FARASHAH, M. K. **Development Practices for Municipal Pavement Management Systems Application**. 2012. Thesis (Master of Applied Science in Civil Engineering). University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canadá, 2012.

FERNANDES JR, J. L.; LIMA, J. P.; RAMOS, R. A. **A Prática de Gestão de Pavimentos em Cidades Médias Brasileiras**. Anais: 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado e Sustentável. Braga – Portugal, setembro de 2006.

GOLROO, A.; TIGHE, S. L. **Developing an overall combined condition index for pervious concrete pavements using a specific panel rating method**. Transportation Research Record, n. 2153, p. 4048, Washington (DC), 2010.

HUTCHINSON, B. G. **Principles of Subjective Rating Scale Construction**. Highway Research Record, nº 46, Washington (DC) 1964.

VALIDADE DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: UMA ANÁLISE DOS ERROS SISTEMÁTICOS

ARAÚJO, Caroline da Silva; FOLCO, João Paulo Soares Folco Soares; SALVIATTO, Vitor Hugo; DA CRUZ, Marcos Gabriel; JUNIOR, Carlos Alberto Prado da Silva; FONTENELE Heliana Barbosa .

NASCIMENTO, D. M. **Análise comparativa de modelos de previsão de desempenho de pavimentos flexíveis**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

PEREIRA, L.A. **Escala Visual: uma ferramenta para a avaliação da condição da superfície de pavimentos urbanos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

PEREIRA, L. A.; SILVA JUNIOR, C. A. P.; FONTENELE, H. B. **Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validacion en oficina**. Revista de Ingeniería de Construcción, v. 34, p. 45-54, 2019.

VISCONTI, T. S. **O Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER**. IPR/Divisão de Apoio Tecnológico. Rio de Janeiro, 2000.