

ANÁLISE DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO DA BR-376 POR MEIO DA ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

Vanessa Ferreira Sehaber

Universidade Federal do Paraná
vsehaber@gmail.com

Adriano Rodrigues de Melo

Universidade Federal do Paraná
melo.a.rodrigues@gmail.com

Jair Mendes Marques

Universidade Federal do Paraná
jair.mendes@utp.br

Resumo

O objetivo desse trabalho foi encontrar fatores que explicassem o agrupamento de variáveis referentes aos acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-376, trecho paranaense, no período de 01/01/2009 à 30/04/2012, assim como os quilômetros mais críticos de acordo com cada fator, por meio da Análise Fatorial Exploratória, técnica da Estatística Multivariada. Os dados foram divididos em dois grupos, pois a BR-376 é uma rodovia federal diagonal que corta o estado do Paraná de noroeste à sudeste. Após organizar os dados, problemas de variáveis próximas da dependência linear foram encontrados, assim explorou-se métodos de descarte e de transformação de variáveis, onde esta última foi utilizada, pois foi uma forma de estabilizar a variância entre os dados. Foi verificado que os dados não atendiam a normalidade multivariada e, para estimar o modelo fatorial, utilizou-se o método de componentes principais. Foi possível encontrar 7 fatores para cada grupo da BR-376, alguns comuns e outros mais específicos de cada região, e os escores fatoriais indicaram que os quilômetros mais problemáticos foram o 176 (Maringá) e o 668 (Serra de Guaratuba). Com os resultados desse trabalho, a Polícia Rodoviária Federal do Paraná tem as variáveis que estão agrupadas a cada fator assim como quilômetros mais críticos da rodovia BR-376 e pode utilizar estes resultados para a diminuição dos acidentes de trânsito na rodovia.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito, Análise fatorial exploratória, Estatística Multivariada, Rodovia BR-376.

Abstract

The goal of this study was to find factors that explain the grouping of variables related to traffic accidents occurred on federal highway BR-376, Paraná region, in the period from 01/01/2009 to 30/04/2012, as the kilometers most critical according to each factor, through the Exploratory Factor Analysis, technique of Multivariate Statistics. The data were divided into two groups, because the BR-376 is a federal highway that crosses diagonally the state of Paraná, from northwest to southeast. After organizing the data, problems of near-linear dependence variables were found, so was explored methods of discard and transformation of variables, where the latter was used, because it was a way to stabilize the variance between the data. It was found that the data did not meet the multivariate normality and, to estimate the factorial model, was used the method of principal components. Was found seven factors for each group of BR-376, some common and others more specific to each region, and the factor scores indicated that the kilometers 176 (Maringa) and 668 (Sierra Guaratuba) were the most problematic kilometers. With the results of this study, the Polícia Rodoviária Federal do Paraná has the variables that are grouped to each factor as well as the most critical kilometers of highway BR-376 and can use these results to the reduction of traffic accidents on the highway.

Keywords: Exploratory factor analysis, highway BR-376, multivariate statistics, traffic accidents.

1. INTRODUÇÃO

A BR-376 tem, aproximadamente, 690 quilômetros de malha rodoviária no estado do Paraná, ligando Mato Grosso do Sul à Santa Catarina, conforme Figura 1. Corta o estado de noroeste à sudeste, passando por solo urbano e rural. Na época em que o café era a atividade agrícola mais importante do estado, essa rodovia recebeu a denominação Rodovia do Café, pois possuía o percurso mais indicado para o escoamento das safras cafeeiras ao Porto de Paranaguá [1].



Figura 1 - Rodovia federal BR-376

Dentre as BRs paranaenses, no período entre 01/01/2009 e 30/04/2012, a BR-376 apresentou maior quantidade e proporção de acidentes no estado do Paraná.

De modo geral, alguns motivos podem estar associados aos acidentes de trânsito como erro humano, velocidade excessiva, distância insuficiente em relação ao veículo dianteiro, desrespeito à sinalização, condições da pista, condições meteorológicas, dirigir sob efeito de drogas e/ou álcool, defeito mecânico em veículo, dentre outros [2].

Em todo acidente ocorrido nas BRs, a Polícia Rodoviária Federal do Paraná (PRF) registra em seus boletins as informações e as características do acidente, além disso, informações dos objetos e das pessoas envolvidas. Assim, estatísticas univariadas podem ser levantadas com relação aos acidentes, mas não dão ideia das relações existentes (ou não) entre o conjunto dessas informações [3]. Nesse contexto, a aplicação de técnicas da estatística multivariada é conveniente, em especial, a análise fatorial exploratória (AFE). Esta técnica explora a relação (ou parte sistemática) que há entre as variáveis simultaneamente e obtém informações sobre o todo de maneira sumarizada [5, 10]. Dessa forma, esta técnica vem a ser útil para entender as causas desses acidentes na acidentes da BR-376.

Por meio da análise fatorial exploratória, buscou-se obter variáveis latentes que explicassem a associação das variáveis no conjunto de dados, bem como seus percentuais de

explicação no modelo e, ainda, identificar os quilômetros mais críticos de acordo com os escores fatoriais de cada variável latente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados foram fornecidos pela Polícia Rodoviária Federal, dispostos em 40 meses compreendidos no período entre 01/01/2009 e 31/04/2012. Foram registrados cerca de 17.429 acidentes envolvendo 31.677 veículos e condutores nos, aproximadamente, 690 quilômetros da rodovia BR-376 em solo paranaense.

Para realizar a análise fatorial exploratória dos dados referente aos acidentes na rodovia, foi utilizado o *software* R. As variáveis foram analisadas uma a uma, pois havia informações que não poderiam ser analisadas, como alguns códigos específicos da PRF e algumas variáveis com pouca informação ou com nenhuma informação. Assim, foram consideradas 25 variáveis das quais foi descartado cerca de 10% das observações, pois apresentavam informações faltantes.

As variáveis consideradas eram qualitativas, assim procurou-se organizar os dados de acordo com as frequências das categorias dessas variáveis a cada 1 quilômetro da rodovia. As categorias foram consideradas como variáveis e as frequências das categorias em cada quilômetro foram consideradas como observações.

Na Figura 2 dispõe-se um histograma o qual representa as frequências dos acidentes de trânsito ao longo dos quilômetros da BR-376 no período considerado. Ressaltando que pode ter havido quilômetro onde não ocorreu acidente ou, ainda, devida à exclusão de observações com falta de informações, alguns quilômetros deixaram de aparecer nas análises.

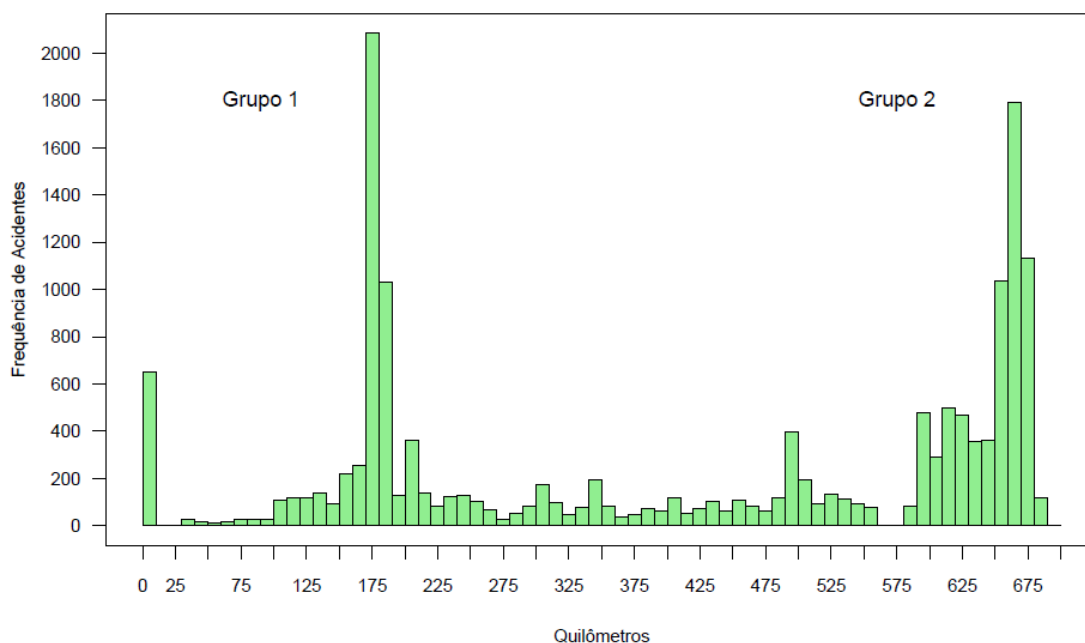


Figura 2 - Histograma dos acidentes da BR-376, em intervalos de 10 em 10 quilômetros

Percebe-se neste histograma que há duas regiões que apresentam maiores incidências de acidentes, à esquerda e à direita do gráfico. Para explorar as causas dos acidentes nessas regiões, visto que as causas de uma região para outra podem ser diferentes, haja vista que a BR-376 cruza diagonalmente o estado do Paraná, os dados foram separados em dois grupos,

como está indicado na Figura 2. O critério de separação foi o quilômetro com menor incidência em torno da média dos quilômetros da BR-376, ou seja, o quilômetro 363.

Assim, trabalhou-se com 2 matrizes de dados, a primeira, com ordem 326×107 , representando o Grupo 1, do quilômetro 0 ao 363, e a segunda, com ordem 267×107 , representando o Grupo 2, do quilômetro 364 ao 685. As variáveis de cada grupo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis do conjunto de dados Acidentes-Rodovia

Variáveis
Sentido da Via Crescente
Sentido da Via Decrescente
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal
Tipo de Acidente Atropelamento de Pessoa
Tipo de Acidente Capotamento
Tipo de Acidente Colisão com Bicicleta
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Fixo
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Móvel
Tipo de Acidente Colisão Frontal
Tipo de Acidente Colisão Lateral
Tipo de Acidente Colisão Transversal
Tipo de Acidente Colisão Traseira
Tipo de Acidente Danos Eventuais
Tipo de Acidente Derramamento de Carga
Tipo de Acidente Incêndio
Tipo de Acidente Queda de Motocicleta/Bicicleta/Veículo
Tipo de Acidente Saída de Pista
Tipo de Acidente Tombamento
Causa do Acidente Animais na Pista
Causa do Acidente Defeito Mecânico em Veículo
Causa do Acidente Defeito na Via
Causa do Acidente Desobediência à Sinalização
Causa do Acidente Dormindo
Causa do Acidente Falta de Atenção
Causa do Acidente Ingestão de Álcool
Causa do Acidente Não Guardar Distância de Segurança
Causa do Acidente Outras
Causa do Acidente Ultrapassagem Indevida
Causa do Acidente Velocidade Incompatível
Condição da Pista com Buraco
Condição da Pista Seca
Condição da Pista em Obra
Condição da Pista Escorregadia
Condição da Pista Molhada
Condição da Pista com Material Granulado
Restrição de Visibilidade Configuração do Terreno
Condição da Pista Outras

Continua

Variáveis

Restrição de Visibilidade Inexistente
Restrição de Visibilidade Ofuscamento
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina
Restrição de Visibilidade Outras
Sinalização Horizontal
Sinalização Inexistente
Sinalização Manual
Sinalização Vertical
Fase do dia Amanhecer
Fase do dia Anoitecer
Fase do dia Plena Noite
Fase do dia Pleno
Fase do dia Pleno Dia
Condição Meteorológica Céu Claro
Condição Meteorológica Chuva
Condição Meteorológica Ignorada
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina
Condição Meteorológica Nublado
Condição Meteorológica Sol
Condição Meteorológica Vento/Granizo/Neve
Sinalização Luminosa Funciona
Sinalização Luminosa Inexistente
Sinalização Luminosa Não Funciona
Uso do Solo Rural
Uso do Solo Urbano
Tipo de Localidade Comercial
Tipo de Localidade Escolar
Tipo de Localidade Industrial
Tipo de Localidade Lazer
Tipo de Localidade Não edificada
Tipo de Localidade Residencial
Acostamento Não
Acostamento Sim
Desnível no Acostamento Não
Desnível no Acostamento Sim
Acostamento Pavimentado Não
Acostamento Pavimentado Sim
Canteiro Não
Canteiro Sim
Obstáculo ao Cruzamento Canal
Obstáculo ao Cruzamento Cerca Vegetal
Obstáculo ao Cruzamento Com Anti-Ofuscante
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio
Obstáculo ao Cruzamento Muro
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe

Continua

Variáveis
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado
Obstáculo ao Cruzamento Outros
Obstáculo ao Cruzamento Sarjeta
Obstáculo ao Cruzamento Sem Anti-Ofuscante
Obstáculo ao Cruzamento Tela
Conservação da Faixa Bom
Conservação da Faixa Bom
Conservação da Faixa Com Erosão
Conservação da Faixa Ruim
Pista Dupla
Pista Múltipla
Pista Simples
Perfil da Pista em Nível
Perfil da Pista Rampa < 3
Perfil da Pista Rampa ≥ 3
Traçado da Pista Cruzamento
Traçado da Pista Curva
Traçado da Pista Reta
Superelevação Não
Superelevação Sim
Superlargura da Pista Não
Superlargura da Pista Sim
Estreitamento da Pista Não Existe
Estreitamento da Pista Provisão
Conservação da Pista Bom
Conservação da Pista Com Erosão
Conservação da Pista Ruim

A organização dos dados em contagens das frequências dificultou algumas operações de cálculo de matrizes, principalmente, no cálculo de matrizes inversas, pois as mesmas não podiam ser obtidas computacionalmente devido às variáveis estarem numericamente próximas da colinearidade, ainda que utilizando matriz pseudo-inversa. Algumas técnicas de descarte de variáveis foram estudadas [7,6], mas foi utilizando uma transformação para dados de contagem a melhor abordagem para contornar o problema levantado [8,9]. Alguns conjuntos de dados podem apresentar problemas de escala (não respeitam a escala euclidiana) e a transformação de Hellinger pode ser utilizada neste contexto para que as distâncias entre as variáveis respeitem a desigualdade triangular e respeitem, assim, a escala euclidiana. Essa transformação é dada pela raiz quadrada da razão de cada elemento da variável pelo total de contagens da variável [8].

Quando deseja-se utilizar a análise fatorial exploratória, utiliza-se o teste de esfericidade de Bartlett a fim de analisar se as variáveis são correlacionadas e calcula-se uma medida que possa exprimir a adequação dessas correlações, a fim de verificar se o tratamento fatorial é viável, chamada medida de adequabilidade da amostra, desenvolvida por Kaiser-Meier-Olkin [3].

A princípio, para verificar qual a melhor método de estimação do modelo fatorial ortogonal, foi avaliada a normalidade multivariada das variáveis por meio um teste de

hipóteses baseado na assimetria e curtose para dados multivariados [11].

Tabela 2 - Teste de hipótese para avaliação da normalidade multivariada do conjunto de variáveis

Estatística	Grupo 1	Grupo 2
z_1	$378.121,6 > \chi^2_{209934}(0,05) = 208.869,3$	$298.770,8 > \chi^2_{209934}(0,05) = 208.869,3$
z_2	$138,7 > z(0,975) = 1,96$	$75,3 > z(0,975) = 1,96$
z_3	$-89,6 < z(0,025) = -1,96$	$-176,7 < z(0,025) = -1,96$

A hipótese inicial era de que o conjunto de variáveis possui normalidade multivariada dos dados. Os resultados apresentados na Tabela 2, mostram que as estatísticas z_1 , z_2 e z_3 são rejeitadas, assim, não assumiu-se a normalidade multivariada e o método de estimação para o modelo fatorial ortogonal foi o método de componentes principais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se na Tabela 3 os resultados referentes às análises fatoriais dos Grupos 1 e 2.

Tabela 3 - Resultados relativos às análises fatoriais dos Grupos 1 e 2

Informações	Grupo 1	Grupo 2
Número inicial de variáveis da AFE	107	107
p-valor do Teste de Bartlett	≈ 0	≈ 0
Medida de adequacidade da amostra	0,95	0,95
Número de fatores	7	7
Porcentual de explicação	89,58	88,34
Número de variáveis após a AFE	62	69
Raiz do erro quadrático médio (REQM)	0,13	0,17

Observa-se que as matrizes de correlação das variáveis dos Grupos 1 e 2 possuem correlações significativas, pois o p-valor do teste de Bartlett foi muito próximo de 0. As medidas de adequacidade da amostra foram acima de 0,90, o que é bom [3], indicando que é adequada a utilização da análise fatorial exploratória nos conjuntos de variáveis. Foi utilizado o critério de Kaiser (autovalores acima de 1) para a determinação do número de fatores. Ainda, foi considerado que as variáveis que apresentaram variâncias específicas acima de 0,30 seriam retiradas do modelo fatorial, pois se tratavam de variáveis que não são bem explicadas pelo modelo. Assim, aplicou-se a análise fatorial iterativamente, retirando do modelo as variáveis com variância específica maior que 0,30 de forma a obter no modelo fatorial do Grupo 1 62 variáveis e no Grupo 2, 69 variáveis. Seguindo o critério de Kaiser, obteve-se 7 fatores para o modelo fatorial de cada grupo, que explicam, aproximadamente, 89,6% da correlação do Grupo 1 e 88,3% da correlação do Grupo 2. Por meio da matriz de resíduos, que é obtida pela diferença da matriz de correlação amostral pela matriz de correlação estimada pelo modelo fatorial, obtém-se a raiz do erro quadrático médio (REQM), que informa a qualidade da aproximação da matriz de correlação pelo ajuste fatorial. Assim, quanto mais próximo de zero, melhor o ajuste [10]. O REQM para os Grupos 1 e 2 mostra que o ajuste conseguiu reproduzir bem as informações dos conjuntos de variáveis, pois produziu resíduos próximos do desejável.

Os fatores foram interpretados de acordo com os maiores carregamentos das variáveis no respectivo fator. Também foram calculados os escores fatoriais, por meio do método de mínimos quadrados ponderados, pois considerou-se que as variâncias específicas não eram constantes, para encontrar os quilômetros mais críticos com relação a cada fator. Aplicou-se a rotação varimax normalizada com o objetivo de obter uma estrutura fatorial melhor definida sem que as variâncias específicas fossem alteradas [4]. A seguir, serão apresentadas as interpretações dos fatores. Maiores detalhes sobre as análises fatoriais exploratórias podem ser encontradas na referência [12].

3.1. INTERPRETAÇÃO DOS FATORES DO GRUPO 1

- **Fator 1:** Perímetro Urbano (69,79% de explicação):
Este fator é composto por 49 variáveis. Neste fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 176, que refere-se às proximidades do cruzamento da Av. Colombo (BR376) com a Av. Paraná, na cidade de Maringá.
- **Fator 2:** Velocidade Inadequada (6,48% de explicação)
Este fator é caracterizado por 2 variáveis. Aos acidentes característicos desse fator, o maior escore fatorial está ao quilômetro 345, o qual localiza-se próximo à entrada da PR-340 (para Ortigueira).
- **Fator 3:** Ultrapassagem Mal-Sucedida (4,00% de explicação)
Três variáveis definem esse fator. Neste fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 207, o qual localiza-se próximo ao fim do Contorno Sul de Mandaguari.
- **Fator 4:** Animais Soltos (2,88% de explicação)
Duas variáveis determinaram este fator. O maior escore fatorial está associado ao quilômetro 179, o qual localiza-se próximo entre a entrada da PR-317(B) (Avenida Morangueira) e a entrada da PR-323 (Contorno Sul Maringá).
- **Fator 5:** Má Condição da Pista (2,66% de explicação)
O quinto fator é definido por 2 variáveis. Neste fator, o maior escore fatorial esteve associado ao quilômetro 1, porém é difícil de identificar a localização pois há vários trechos (curtos) da rodovia que começam no quilômetro 0.
- **Fator 6:** Manutenção da pista (2,08% de explicação)
Este fator é particularizado por 2 variáveis. O maior escore fatorial está associado ao quilômetro 182, localizando entre a entrada da PR-323 (Contorno Sul Maringá) e a cidade de Sarandi.
- **Fator 7:** Neblina (1,69% de explicação)
O fator 7 é especificado por duas variáveis. A este fator, o quilômetro 343 está associado ao maior escore fatorial, localizando-se entre o Bairro dos França e a entrada da PR-340 (para Ortigueira).

3.2. INTERPRETAÇÃO DOS FATORES DO GRUPO 2

- **Fator 1:** Velocidade Inadequada (65,00% de explicação)
O fator 1 é composto por 47 variáveis. No fator 1, o escore fatorial com maior magnitude está associado ao quilômetro 668, o qual localiza-se na serra de Guaratuba, entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).
- **Fator 2:** Má Conservação da Pista (12,22% de explicação)

Sete variáveis determinaram este fator. À este fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 599, entre a entrada da BR-476 (A) (para Araucária) e a entrada da BR-116 (A)/476 (B) (Curitiba Sul/Pinheirinho), região do contorno sul de Curitiba.

- **Fator 3:** Perímetro Urbano (3,48% de explicação)
Este fator é caracterizado por 9 variáveis. Neste fator, o quilômetro 616 está associado ao maior escore fatorial, com proximidade à entrada da BR-116 (B).
- **Fator 4:** Retorno e Acesso de Pista (2,21% de explicação)
Duas variáveis definem esse fator. Neste fator, o maior escore fatorial está relacionado ao quilômetro 525, localizado entre o acesso Vila Velha e a entrada da BR-277(A)/PR-428 (São Luís Purunã).
- **Fator 5:** Animais Soltos (2,08% de explicação)
O quinto fator é definido por 2 variáveis. Ao maior escore fatorial está associado ao quilômetro 680, o qual localiza-se entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).
- **Fator 6:** Fuga pelo Acostamento (1,89% de explicação)
Este fator é particularizado por 3 variáveis. O maior escore fatorial do sexto fator está associado ao quilômetro 679, que localiza-se entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).
- **Fator 7:** Manutenção da Pista (1,46% de explicação)
O fator 7 é especificado por duas variáveis. Neste fator, o maior escore fatorial aquele associado ao quilômetro 489, próximo à entrada da PR-151.

4. CONCLUSÃO

Com este trabalho buscou-se encontrar variáveis latentes que explicassem a relação entre as variáveis relacionadas aos acidentes de trânsito na rodovia BR-376, no período de 01/01/2009 à 30/04/2012, por meio da análise fatorial exploratória, e os quilômetros mais críticos, de acordo com cada fator, conforme apresentado nas subseções 3.1 e 3.2.

Na análise fatorial exploratória, os fatores Perímetro Urbano, Animais Soltos, Má Condição da Pista, Velocidade Inadequada e Manutenção da Pista foram coincidentes tanto no Grupo 1 como no Grupo 2.

Com relação aos resultados da análise fatorial exploratória, em geral, houve apenas dois fatores relacionados à natureza que influenciam na ocorrência dos acidentes de trânsito, como animais na pista e neblina. Os demais fatores estão associados à características da pista ao comportamento do condutor.

Dos, aproximadamente, 7.613 acidentes de trânsito ocorridos no Grupo 1 da BR-376, os escores fatoriais dos fatores com maior porcentual de explicação mostraram que os quilômetros 174 (Maringá) e 345 (próximo entrada de Ortigueira) são os quilômetros mais perigosos desse grupo. Com relação aos, aproximadamente, 8.049 acidentes de trânsito ocorridos no Grupo 2 da BR-376, os quilômetros mais perigosos indicados pelos escores fatoriais dos fatores 1 e 2 foram os quilômetros 668 (Serra Guaratuba) e 599 (entrada BR-116(A)/476(B) (Curitiba Sul/Pinheirinho)).

Com os resultados obtidos pelo agrupamento das variáveis nos quilômetros mais críticos de acordo com cada fator, tais resultados podem auxiliar a Polícia Rodoviária Federal do Paraná a estudar medidas para que haja menos acidentes no tráfego de veículos da rodovia BR-376.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL. Ministério dos transportes. **BR-376**. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/3-loc-rodo/loc-rodo/br-376/gbr-376.htm/>. Acesso em: 08 de agosto de 2012.
- [2] CesviBrasil. **Prováveis causas dos acidentes**. Disponível em: http://www.cesvibrasil.com.br/seguranca/biblioteca_dados.shtm/. Acesso em: 27 de fevereiro de 2012.
- [3] FÁVERO *et al.* **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- [4] FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2011.
- [5] JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2007.
- [6] JOLLIFFE, I. T. **Discarding variables in a principal component analysis I: artificial data**. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*. v. 21, p. 160-173, 1972.
- [7] JOLLIFFE, I. T. **Discarding variables in a principal component analysis II: real data**. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*. v. 22, p. 21-31, 1973.
- [8] LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. **Ecologically meaningful transformations for ordination of species data**. *Oecologia*. v. 129, p. 271-280, 2001.
- [9] LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 1998.
- [10] MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- [11] RENCHER, A. C. **Methods of multivariate analysis**. New York: Wiley-Interscience, 2002.
- [12] SEHABER, V. F. **Análise estatística multivariada dos acidentes de trânsito da BR-376 no período entre os anos de 2009 e 2012**. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.