

## 20ª RPU – REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA

Florianópolis, SC – CentroSul - 28 a 30 de junho de 2017

### RELAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM AS CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO DA RODOVIA COM BASE EM ANÁLISE DE CLUSTER

*Maria Lígia Chuerubim<sup>1</sup>; Irineu da Silva<sup>2</sup>*

#### RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo dos acidentes ocorridos no trecho urbano da Rodovia Dom Pedro I, localizada no município de Campinas-SP, entre os km 125 ao km 145, no período de 2009 a 2012, por meio da técnica exploratória de análise de cluster não hierárquica pelo método  $k$  – means, com a finalidade de identificar grupos homogêneos de acidentes a partir de dados empíricos, bem como a relação da característica do local do acidente, com o tipo de acidente e as características do traçado da rodovia, em uma base de dados com 3014 ocorrências e com cenários de 2 a 6 clusters. Os resultados obtidos apresentaram grande tendência para acidentes do tipo choque e colisão traseira em trechos com maior concentração urbana, e para acidentes do tipo colisão lateral e transversal em áreas mais distantes dos núcleos residenciais com cenários formados por no máximo 4 clusters. A partir de 5 clusters, as classificações apresentaram subdivisões, resultando em agrupamentos com baixa homogeneidade dentro dos grupos e pouquíssima heterogeneidade entre os agrupamentos. Os agrupamentos gerados permitiram identificar, para o período em análise, que o fator determinante à ocorrência dos acidentes com vítimas, sem vítimas e com vítimas fatais se refere ao comportamento do condutor e que, em geral, os acidentes foram registrados em trechos com sinalização vertical e horizontal e com condições adequadas de pista e infraestrutura da rodovia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança viária, Análise de Cluster, Acidentes de Trânsito, Banco de Dados.

#### ABSTRACT

This work presents a study of the accidents occurred in the urban stretch of the Dom Pedro I Highway, located in the city of Campinas-SP, between km 125 and km 145, in the period from 2009 to 2012, through the exploratory cluster analysis technique. The  $k$  – means method, with the purpose of identifying homogeneous groups of accidents based on empirical data, as well as the relation of the characteristic of the accident site, the type of accident and the characteristics of the route of the highway, on a basis of data with 3014 occurrences and with scenarios of 2 to 6 clusters. The results obtained showed a great tendency for accidents of the shock type and rear collision in stretches with greater urban concentration, and for accidents of the type collision type lateral and transversal in areas more distant of the residential nuclei with scenarios formed by a maximum of 4 clusters. From 5 clusters, the classifications presented subdivisions, resulting in clusters with low homogeneity within the groups and very little heterogeneity among the clusters. The groupings generated allowed to identify, for the period under analysis, that the determining factor for the occurrence of accidents with victims, without victims and with fatal victims refers to the behaviour of the driver and that, in general, accidents were recorded in sections with vertical

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, Brasil, 38408-100, marialigia@feciv.ufu.br

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador São Carlense, 400, São Carlos – SP, 13566-590, Brasil, irineu@sc.usp.br

**KEY WORDS:** Road safety, Cluster Analysis, Traffic-accidents, Database.

## INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário no Brasil é responsável pela circulação de 61,8% das cargas e 96,2% dos passageiros (CNT, 2006), desempenhando um importante papel no desenvolvimento econômico do país. A construção de uma obra rodoviária, assim como qualquer grande projeto de engenharia, é geradora de impactos positivos e negativos, tanto em sua fase de execução quanto durante sua vida útil operacional.

Nos dias de hoje, a elaboração do projeto rodoviário e a execução dos traçados geométricos de rodovias considera em seu planejamento a topografia da região, aspectos geotécnicos, a hidrologia e a hidrografia, os fatores socioambientais, o uso e a ocupação do solo, as características do tráfego, o volume médio diário de veículos, a velocidade de projeto, a capacidade e o tipo de pavimento da via. No entanto, no que se refere a Segurança Viária esta abordagem deve integrar em um único sistema a via, o condutor e o veículo, para que estudos da accidentalidade viária possam ser elaborados de forma consistente e realista, estabelecendo-se padrões de segurança e conforto, bem como indicadores que possibilitem nortear o processo de tomada de decisões e operacionalização nas rodovias.

Atualmente, o trauma por acidentes de trânsito é uma das principais causas de morte no país, representando um problema de saúde pública. Portanto, avaliar as características dos acidentes e sua relação com as características do traçado da via é de extrema importância à elaboração de diagnósticos e a análise da eficácia da implementação de contramedidas de redução ou modificação do grau de accidentalidade viária.

Neste contexto, a identificação das rodovias com maior periculosidade é uma importante ação na área da segurança viária, para a redução dos índices de acidentes. Assim sendo, este trabalho tem por finalidade a investigação de padrões, a descoberta de novas correlações e tendências significativas por meio da análise de banco de dados de acidentes do trecho urbano da Rodovia Dom Pedro I, localizada no município de Campinas-SP, km 125 ao km 145, no período de 2009 a 2012, por meio de tecnologias de reconhecimento de padrões e técnicas estatísticas de agrupamento de cluster, visando a análise da relação entre as características do traçado da rodovia com o tipo de acidente. Foram avaliadas 3014 observações, a partir de dados obtidos junto ao Centro de Controle Operacional (CCO) da Concessionária Rota das Bandeiras.

## ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS POR CLUSTER

A análise de agrupamentos por cluster tem por finalidade agregar objetos ou conjunto de variáveis com base em suas similaridades, ou seja, no grau de correspondência entre objetos em relação a um conjunto de características específicas. Eles são divididos em duas grandes categorias, que são: hierárquica e não hierárquica (Hair et al., 2009).

Os algoritmos da categoria hierárquica são utilizados no processo de reconstrução da matriz de distâncias após a formação de um grupo criado de acordo com requisitos predefinidos.

Existem dois métodos principais de agrupamento hierárquico: os aglomerativos, que se iniciam com os pontos sendo grupos individuais, em que a cada iteração pares de grupos mais próximos se unem em um mesmo grupo até que no final do processo exista somente um grupo. E os métodos divisivos,

que se iniciam com um grupo que inclui todos os objetos de uma amostra. Neste caso, a cada iteração os grupos são divididos até que cada grupo contenha somente um indivíduo ou que haja  $k$  – grupos. Os algoritmos da categoria não hierárquica são desenvolvidos para agrupar elementos em uma quantidade predefinida de  $k$  – grupos. Desta forma, eles podem ser aplicados para diferentes valores de " $k$ ", selecionando os resultados que apresentarem melhor interpretação dos grupos. Neste trabalho será apresentado apenas o método  $k$  – means, em que se objetiva minimizar a soma dos quadrados residuais dentro de cada grupo, com a finalidade de aumentar a homogeneidade do mesmo, ao mesmo tempo em que se busca maximizar a soma entre os grupos, aumentando a diferença entre eles (Johnson e Wichern, 2002).

## MÉTODO PROPOSTO

Pelo fato do método  $k$  – means ser considerado o mais adequado para se trabalhar com *big data* e base de dados mistas, as análises deste trabalho foram feitas por meio de rotinas computacionais utilizando esse método, implementadas no SPSS - *Statistical Package for Social Science for Windows*.

### Obtenção da base de dados e definição das variáveis

O conjunto de dados utilizado neste trabalho foi obtido junto à Concessionária Rota das Bandeiras e descrevem o histórico de acidentes no trecho urbano da Rodovia Dom Pedro I (SP-065), conforme já descrito. O histórico de dados compreende o período que antecede a implantação das obras de melhoria de infraestrutura no trecho em estudo, em especial, no intervalo de tempo que antecede a construção das marginais.

Como o objetivo do trabalho é relacionar os tipos de acidentes de trânsito com as características do traçado da Rodovia Dom Pedro I, para o período de estudo, as variáveis consideradas foram: tipo de acidente, traçado da pista, quilometragem, perfil da pista e condição da pista.

## RESULTADOS

Os resultados foram obtidos com cenários de 2 a 6 clusters ( $k$ ). Os valores inter-clusters considerando a segmentação dos acidentes, em função da variável quilometragem, estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Segmentação dos acidentes com cenários de 2, 3 e 4.

km	k = 2		k = 3			k = 4			
	G1	G2	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G4
125	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
126	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
127	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
128	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
129	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
130	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
131	100%	0%	0%	100%	0%	11%	0%	89%	0%
132	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%
133	100%	0%	93%	7%	0%	0%	0%	100%	0%
134	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
135	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
136	75%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	24%	76%
137	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
138	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
139	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
140	0%	100%	2%	0%	98%	0%	0%	0%	100%
141	0%	100%	0%	0%	100%	0%	90%	0%	10%
142	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%
143	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%
144	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%
145	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%

Tabela 2. Segmentação dos acidentes com cenários de 5 e 6.

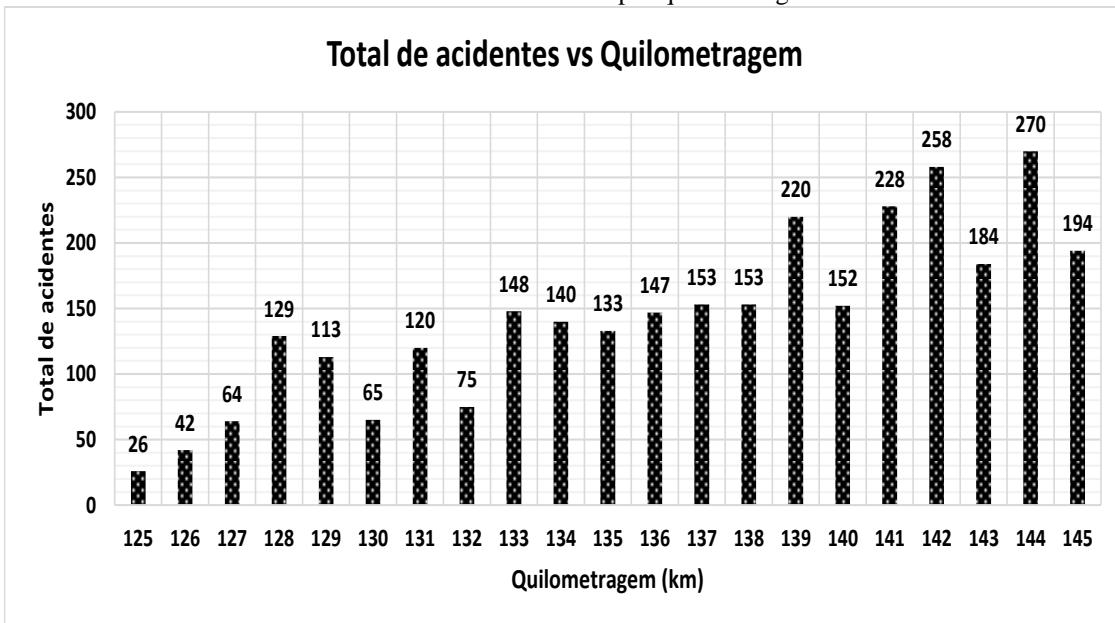
km	k = 5					k = 6					
	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G6
125	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
126	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
127	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
128	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
129	0%	0%	7%	0%	93%	0%	0%	22%	0%	0%	78%
130	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
131	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
132	0%	0%	100%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	88%
133	0%	93%	7%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
134	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
135	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
136	0%	100%	0%	0%	0%	63%	0%	0%	37%	0%	0%
137	0%	79%	0%	21%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
138	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
139	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
140	0%	0%	0%	100%	0%	0%	81%	0%	19%	0%	0%
141	21%	0%	0%	79%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
142	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
143	100%	0%	0%	0%	0%	0%	71%	0%	0%	29%	0%
144	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
145	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Na tabela 1, nota-se que os cenários constituídos por agrupamentos inferiores a 4 clusters resultaram na formação de subgrupos de baixa heterogeneidade entre si. Por exemplo, com 3 clusters ( $k = 3$ ), se verifica que os acidentes que ocorreram no km 133 foram divididos em dois subgrupos, com 93% no Grupo 1 (G1) e 7% no Grupo 2 (G2), assim como os acidentes que ocorreram no km 140, subdivididos em 2% no Grupo 1 (G1) e 98% no Grupo 2 (G2).

O cenário constituído por 4 clusters ( $k = 4$ ), resultou em subgrupos mais heterogêneos entre si, com 435 acidentes no Grupo 1 (G1), com 1167 acidentes no Grupo 2 (G2), com 615 acidentes no Grupo 3 (G3) e 794 acidentes no Grupo 4 (G4). Por exemplo, no km 136 os acidentes foram subdivididos nos grupos Grupo 3 (G3) e Grupo 4 (G4) com, respectivamente, 24% e 76% dos dados válidos. Para agrupamentos com mais de 4 clusters se verificou a redução do número de variáveis significativas e, consequentemente, a formação de subgrupos de baixa heterogeneidade entre si, como se pode verificar na tabela 2.

Ao analisar a variável quilometragem ao longo da rodovia, se identifica na gráfico 1 que há um aumento na concentração do número de acidentes à medida que se aproxima da região metropolitana de Campinas, em especial, no trecho compreendido entre os km 133 ao km 145 + 500 metros, com uma ocorrência média de 183 acidentes.

Gráfico 1. Total de acidentes por quilometragem.



Desta forma, se nota que para a base de dados utilizada, o algoritmo converge de forma ótima para  $k = 4$ . Assim sendo, as análises dos agrupamentos considerando as demais variáveis foram feitas para  $k = 4$ , observando agora a variação intra-cluster, ou seja, dentro de cada agrupamento, com a finalidade de identificar o peso da categoria de cada variável na formação dos grupos de acidentes. As Tabelas 3 a 6 apresentam os agrupamentos formados considerando o grau de heterogeneidade intra-cluster entre as categorias das variáveis tipo de acidente, condição da pista, traçado da pista e perfil da pista.

Tabela 3. Grupos de tipos de acidentes ( $k = 4$ ) .

<b>Tipo de Acidente</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
Atropelamento	3%	2%	2%	2%
Capotamento	7%	2%	4%	4%
Choque	36%	16%	27%	27%
Colisão frontal	0%	0%	1%	0%
Colisão lateral	15%	13%	10%	14%
Colisão transversal	1%	1%	2%	2%
Colisão traseira	21%	41%	27%	27%
Engavetamento	6%	18%	12%	10%
Tombamento	4%	2%	7%	4%
Outros	8%	5%	8%	9%

Tabela 5. Grupos de traçado da pista ( $k = 4$ )

<b>Traçado da Pista</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
Reta	72%	96%	75%	89%
Curva Suave	9%	1%	12%	4%
Curva Acentuada	15%	1%	11%	5%
Não definida	4%	2%	2%	3%

Tabela 4. Grupos de condição da pista ( $k = 4$ ) .

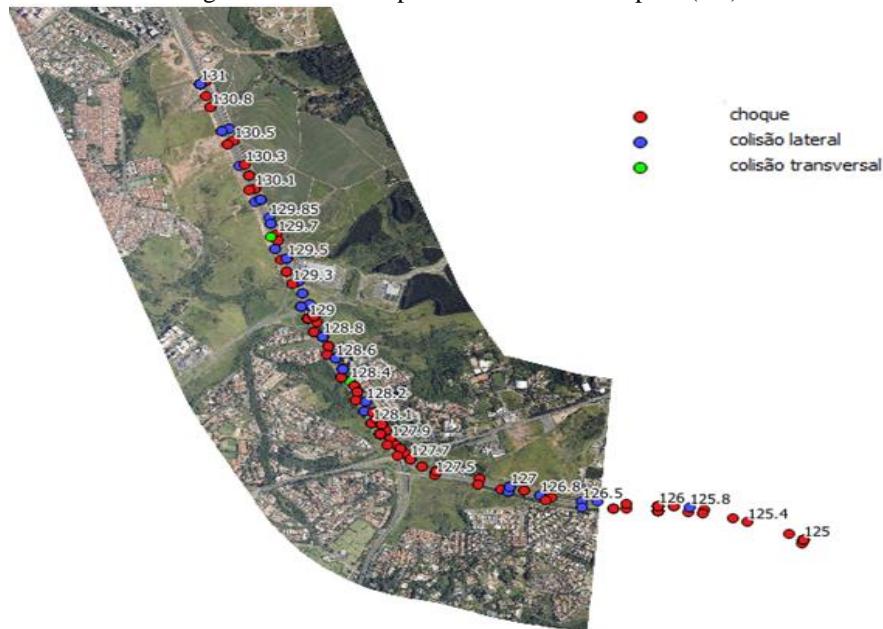
<b>Condição da Pista</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
Seca	76%	86%	82%	82%
Molhada	21%	12%	14%	15%
Oleosa	0%	0%	1%	0%
Não definida	4%	2%	2%	3%

Tabela 6. Grupos de Perfil da pista ( $k = 4$ ) .

<b>Perfil da pista</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
Declive	32%	27%	31%	25%
Em nível	33%	52%	38%	48%
Aclive	31%	19%	28%	24%
Não definido	4%	2%	2%	3%

A figura 1 destaca os tipos de acidentes predominantes no Grupo 1, compreendido entre os km 125 ao km 131. Nota-se que em segmentos com maior concentração urbana, caracterizados pela existência de condomínios horizontais, os acidentes mais frequentes são do tipo choque, observados entre os km 125 ao km 127. Nas proximidades de áreas verdes e de áreas em construção, ocorreram adicionalmente acidentes do tipo colisão lateral, observados entre os km 129 ao km 131. Os acidentes por colisão transversal ocorreram nas proximidades do Parque da Hípica e das alças de acesso e saída da rodovia.

Figura 1. Acidentes predominantes no Grupo 1 (G1).



O trecho de maior accidentalidade no Grupo 1 se refere ao km 128, formado por 8 alças de acesso, que interligam a SP-065 às rodovias SP-081 e SP-083, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2. Trecho do km 128 de maior accidentalidade no Grupo 1 (G1).



A noroeste e a sudoeste do km 128 se localizam os Bairros Palmeiras I e II, ocupados por condomínios horizontais. A nordeste se localiza o Bairro Notre Dame, com ocupações residenciais e comerciais, enquanto que a sudeste se localizam áreas verdes. Estas configurações espaciais sugerem que a população que mora nessa região utiliza este trecho da rodovia como via de passagem contribuindo, consequentemente, ao conflito do tráfego local com o fluxo diário de veículos de passeios ou comerciais que passam pelas rodovias.

Com base nas características físicas e geométricas do trecho formado pelos km 125 ao km 131, bem como pelas informações apresentadas nas tabelas 3 a 6, se tem o perfil dos acidentes do Grupo 1. Nota-se que este segmento é formado, predominantemente, por acidentes do tipo choque, colisão lateral e transversal, que ocorreram em condições de pista seca ou molhada, com o traçado da pista reta entre os km 127 ao km 131 ou, com curvas suaves e acentuadas, entre os km 125 ao km 128 e com perfis de pista com aclive, declive ou em nível.

O Grupo 2 se assemelha ao Grupo 1 quanto ao tipo de acidentes e quanto à condição da pista. Contudo, neste grupo se destacam as ocorrências em trechos com traçado da pista em reta e perfil em nível. Estes acidentes se concentram nos segmentos da via limitado pelos km 141 ao km 145, conforme ilustra a figura 3.

Figura 3. Acidentes predominantes no Grupo 2 (G2).



Os acidentes do Grupo 2, no km 141, ocorreram nas proximidades de um setor de atividades agro comerciais. Nos km 142 ao km 143, eles ocorreram em trechos urbanos com ocupações mistas (residenciais e industriais). Entre os km 143 e km 144 se verificam áreas verdes e com solo exposto, enquanto que no km 145 se destaca o setor do Parque Tecnológico.

O trecho de maior accidentalidade observado no Grupo 2 se refere ao km 144, onde se localiza o Centro de Tecnologia de Informação de Campinas, figura 4, localizado entre áreas verdes e de solo exposto em ambos os sentidos da rodovia. Por ser uma região mais afastada de conglomerados urbanos, se nota que os acidentes mais frequentes no trecho ocorrem por colisão lateral.

Figura 4. Trecho do km 144 de maior accidentalidade no Grupo 2 (G2).



No Grupo 3, figura 5, se destacam os acidentes que ocorreram no trecho entre os km 131 ao km 136, observados em condições de pista seca ou molhada, com traçado da pista do tipo reta, entre os km 131 ao km 133 e do km 134 ao km 136, ou curva (suave ou acentuada) entre os km 133 ao km 134, e em trechos com aclive, declive ou em nível.

**Figura 5.** Acidentes predominantes no Grupo 3 (G3).



No Grupo 3 os acidentes por colisão, diferentemente dos Grupo 1 e Grupo 2, são do tipo traseira pois o trecho se insere integralmente em zona de ocupação urbana em ambos os sentidos da rodovia. Entre

os km 131 e 133 se verificam vários núcleos residenciais e comerciais. No km 136 se concentra o Parque das Universidades dentre as quais a Pontifícia Universidade Católica (PUC) de Campinas. A Figura 6 apresenta o trecho de maior accidentalidade do Grupo 3 e se refere ao km 133 com 5 alças de acesso e saída para a rodovia, bem como aos setores residenciais e comerciais.

Figura 6. Trecho do km 133 de maior accidentalidade no Grupo 3 (G3).



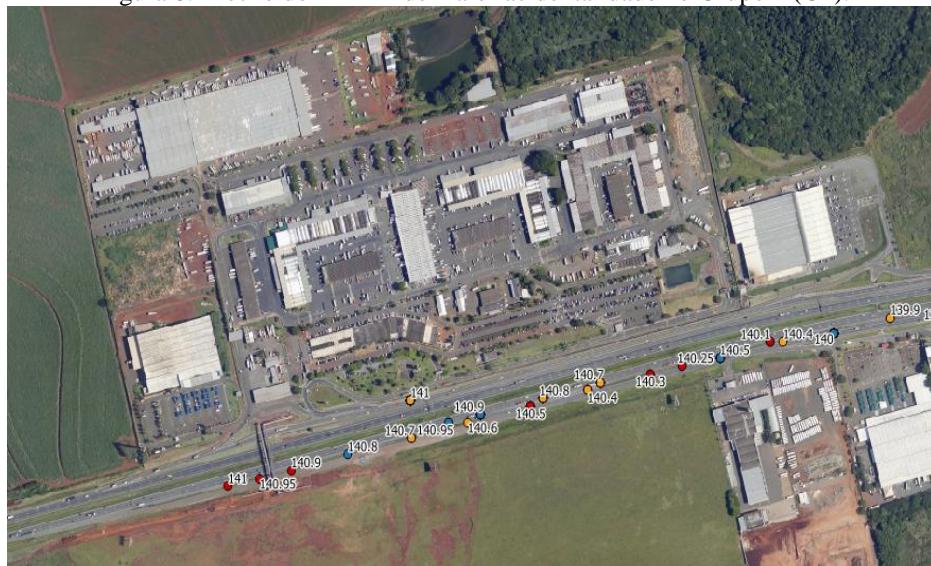
No Grupo 4, figura 7, os acidentes se concentram entre os km 136 e 141, sendo os mais frequentes causados por choque, colisão lateral e colisão traseira. O Grupo 4 se caracteriza por acidentes que ocorreram em condições de pista seca ou molhada, com traçado da pista reta ou em curva (suave e acentuada) e em diferentes tipos de perfis de terreno (nível, aclive e declive).

Figura 7. Acidentes predominantes no Grupo 4 (G4).



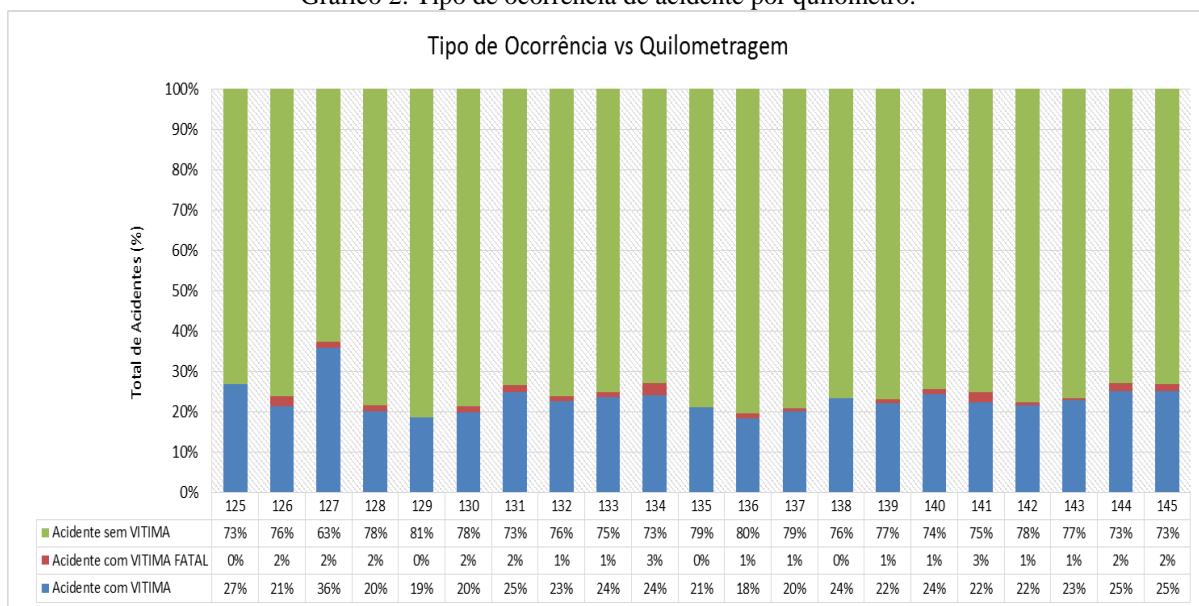
A Figura 8 apresenta o trecho do km 141 de maior accidentalidade no Grupo 4 onde os acidentes se concentraram nas proximidades de grandes redes atacadistas e do Ceasa de Campinas:

Figura 8. Trecho do km 141 de maior accidentalidade no Grupo 4 (G4).



Das 3.014 ocorrências registradas, 689 delas corresponderam aos acidentes com vítima, 38 aos acidentes com vítimas fatais e 2.287 aos acidentes sem vítima. O gráfico (2) apresenta o percentual de ocorrências considerando o total de acidentes em cada quilômetro:

Gráfico 2. Tipo de ocorrência de acidente por quilômetro.

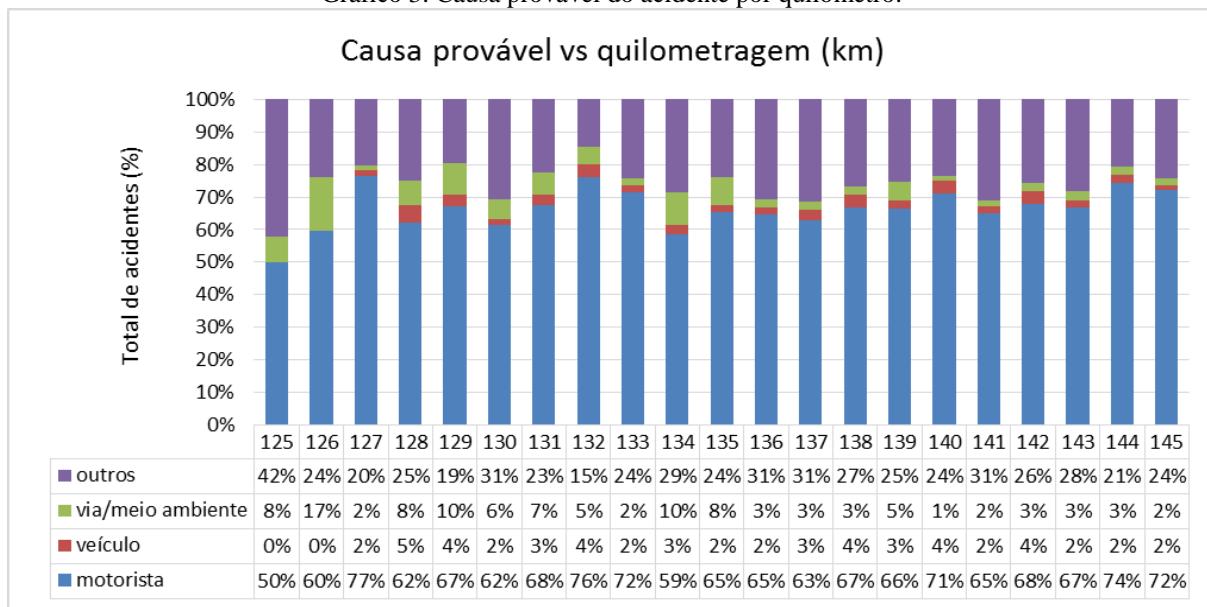


No Gráfico (2) se nota que o número de acidentes sem vítimas foi em média de 76% do total de ocorrências em cada quilômetro, e que o km 127 (Grupo 1) apresentou o maior número de acidentes com vítimas, com 36% dos dados válidos. O número de acidentes envolvendo vítimas fatais foi em média de 1% do total de ocorrências registrados em cada km. Nos km 134 (Grupo 3) e km 141 (Grupo 4) foram registrados 3% de acidentes com vítimas fatais. Somente nos km 125 (Grupo 1), km 129 (Grupo 1) e km 135 (Grupo 3) não houve ocorrências com vítimas fatais. Portanto, todos os grupos de acidentes são formados por ocorrências sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais.

A causa mais provável de ocorrência desses acidentes, Gráfico (3), está associada ao fator motorista com média de 66% das ocorrências registradas em cada km. Secundariamente, os acidentes foram acarretados por outras fontes de interferência como pela presença de ciclistas, pedestres e animais na via, congestionamento, dentre outras.

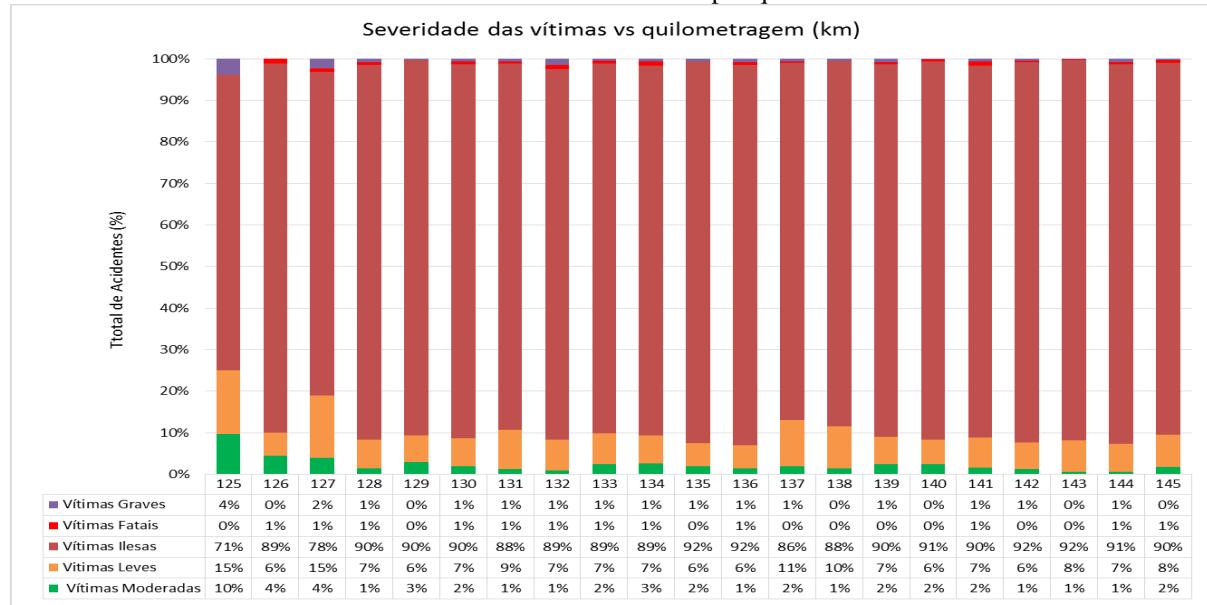
Em seguida surge como um dos fatores coadjuvantes na ocorrência dos acidentes a característica da via/meio ambiente (desnível, pavimento ruim/irregular, falta de iluminação, objetos na pista, etc.) e por último o fator veicular (problemas mecânicos/ elétricos).

Gráfico 3. Causa provável do acidente por quilômetro.



O Gráfico (4) apresenta a severidade das vítimas envolvidas nos acidentes em cada km da rodovia. Para o período em análise, considerando o total de acidentes em cada quilômetro, se verifica que em média foram registrados 88% de acidentes envolvendo vítimas ilesas, 8% com vítimas leves, 2% com vítimas moderadas e 1% para as modalidades graves e fatais.

Gráfico 4. Severidade das vítimas por quilômetro.



Os acidentes envolvendo vítimas ilesas e leves são frequentes em todos os segmentos da rodovia. Como se observa no gráfico (4), os acidentes com vítimas graves, se concentram entre os km 125 e

128, km 130 e 139, km 141 e 144, enquanto que os acidentes envolvendo vítimas fatais ocorrem entre os km 126 e 128, km 130 e 134, km 136, km 141, km 144 e 145.

Os gráficos 5 e 6 apresentam, respectivamente, o percentual do total de acidentes em cada quilômetro ocorridos em decorrência da existência ou não das sinalizações horizontais e verticais, bem como em locais em que as mesmas não foram definidas. Tanto para a sinalização horizontal quanto para a sinalização vertical, em média, 96% dos acidentes ocorreram em trechos onde elas existem, 1% em locais onde não existem e 3% em locais sem a descrição dessas variáveis.

Gráfico 5. Sinalização horizontal por quilômetro.

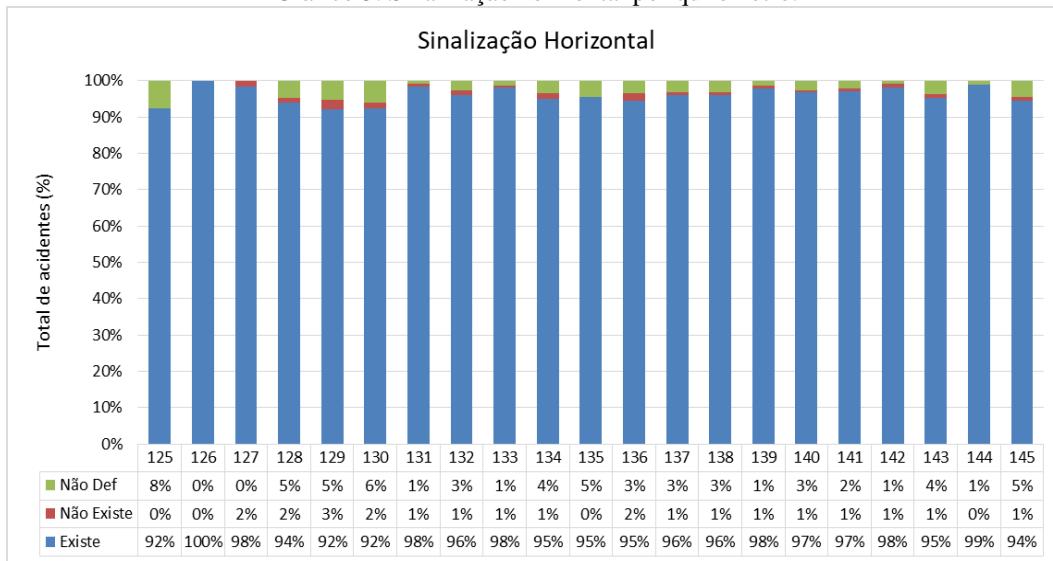
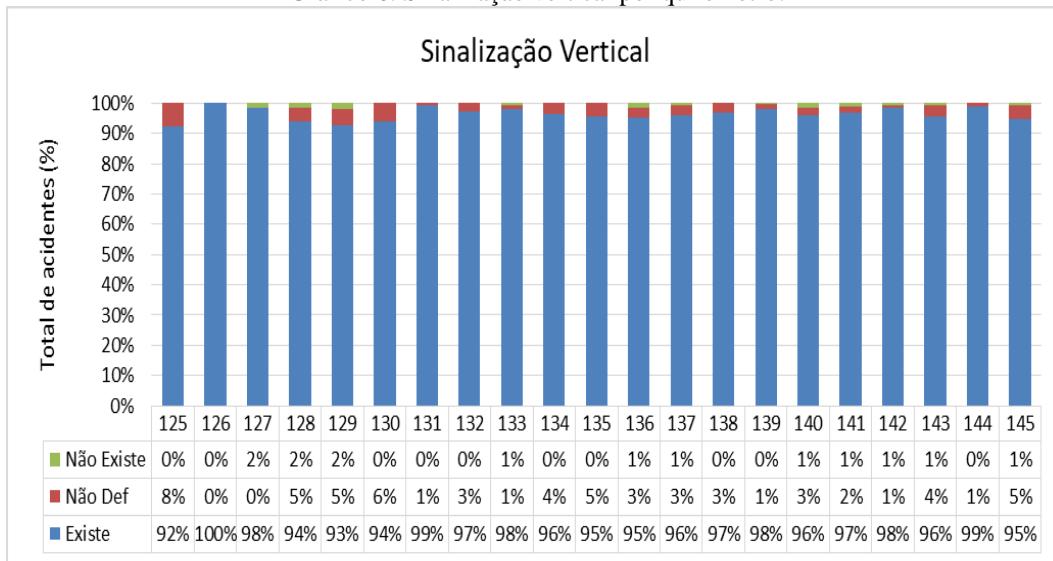


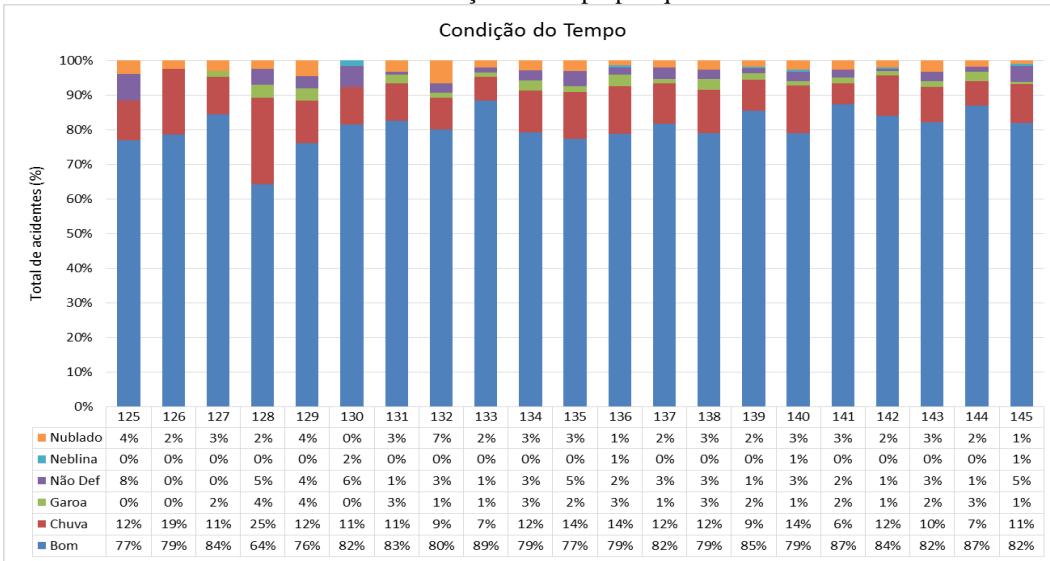
Gráfico 6. Sinalização vertical por quilômetro.



Quanto à condição do tempo (gráfico 7), em média, 81% das ocorrências foram registradas em condições de tempo bom, 12% em dias chuvosos, 2% em dias com garoa, 3% em condições de tempo

não definidas, 3% em dias nublados e para o período em análise não houve acidentes em dias com neblina.

Gráfico 7. Condição de tempo por quilômetro.



## 5 CONCLUSÕES

Com os resultados dos agrupamentos obtidos por análise de cluster, se pode afirmar que o mecanismo de trauma predominante, na maioria dos acidentes de trânsito ocorridos no período em estudo, foi do tipo choque, colisão lateral, colisão transversal e colisão traseira. Em geral, quanto maior o número de conglomerados urbanos no trecho em análise, maior é o número de acidentes registrados por choque e colisão traseira. A medida que o uso e a ocupação do solo variaram, foi registrado um aumento do número de acidentes do tipo colisão lateral e transversal em trechos com ocupações de área agrícola, pastagem e áreas verdes.

Em grande parte da extensão da rodovia, a velocidade máxima permitida é de 110 km/h, possuindo pequenos trechos próximos aos municípios de Nazaré Paulista e Itatiba de 80 km/h. Em trechos mais urbanizados, se verifica em períodos diurnos uma elevada saturação veicular, o que favorece a ocorrência de acidentes por choque e colisão traseira. Por sua vez, regiões mais afastadas dos núcleos residenciais sugerem que o motorista se expõe mais ao risco, podendo percorrer o trecho com velocidade acima do permitido, realizando um maior número de ultrapassagens, que são fatores que condicionam o aumento do número de acidentes por colisão.

## REFERÊNCIAS

- CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Atlas do Transporte 2006**. Disponível em: <[http://www\(cnt.org.br/Paginas/atlas-do-transporte](http://www(cnt.org.br/Paginas/atlas-do-transporte))>. Acesso em: janeiro/2017.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate data analysis**. New York: Prentice Hall. 2009. 816p.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.