

**ARTIGO ORIGINAL**

**ESTUDO DOS ACIDENTES AUTOMOBILÍSTICOS DA RMBH E PROPOSTA DE AÇÕES VISANDO REDUÇÃO DO TEMPO-RESPOSTA**

**Felipe Augusto Biasibette<sup>1</sup>, Leandro Damião Boaventura<sup>1</sup>**

**1. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**

**RESUMO**

Os acidentes de transportes terrestres são um dos maiores causadores de mortes na sociedade e quando equipes de resgate são mobilizadas rapidamente, as chances de sobrevivência são majoradas. O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial dos acidentes na Região Metropolitana de Belo Horizonte e o tempo-resposta do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais entre os anos de 2015 e de 2019. Pela análise quantitativa e o tratamento dos dados fornecidos pelo Centro Integrado de Informações de Defesa Social, chegou-se aos dois principais resultados: identificar os locais e logradouros com maior número de ocorrências nesse quinquênio e produzir um mapa de calor dos acidentes da RMBH. Com isso, foi possível propor ações estratégicas e operacionais para otimizar o atendimento e diminuir o tempo-resposta de salvamento e resgate de vítimas de acidentes de trânsito.

**Palavras-chave:** acidentes automobilísticos; acidentes de trânsito; tempo-resposta; primeiro atendimento de bombeiros.

**STUDY OF RMBH'S AUTOMOTIVE ACCIDENTS AND PROPOSAL OF ACTIONS AIMING TO REDUCE THE RESPONSE TIME**

**ABSTRACT**

Land transport accidents are one of the biggest causers of death in society and when rescue teams are quickly mobilized, the chances of survival are increased. The aim of this study was to analyze the spatial distribution of accidents in the Metropolitan Region of Belo Horizonte and the response time of the Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais between 2015 and 2019. Through quantitative analysis and treatment of data provided by the Centro Integrado de Informações de Defesa Social, two main results were reached: identifying the streets and places with the highest number of occurrences in this five-year period and producing a heat map of the RMBH accidents. With this, it was possible to propose strategic and operational actions to optimize service and reduce the response time and rescue of victims of traffic accidents.

**Keywords:** car accidents; traffic accidents; response-time; firefighters first-response.

**Recebido em:** 11/07/2022

**Aprovado em:** 21/11/2022

**E-mail:** [felipe.biasibette@bombeiros.mg.gov.br](mailto:felipe.biasibette@bombeiros.mg.gov.br), [leandro.boaventura@bombeiros.mg.gov.br](mailto:leandro.boaventura@bombeiros.mg.gov.br)



## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de transporte de uma cidade gera impactos diretos e indiretos na qualidade de vida de sua população, afetando-a positiva ou negativamente. Dentro dos impactos negativos, os acidentes rodoviários são a causa de 1,3 milhão de mortes anuais no mundo, com adicionais de 50 milhões de pessoas sofrendo com algum ferimento ou dano permanente (OMS, 2015). Com a crescente motorização vivenciada pelos países, as projeções são de que, até 2030, o tráfego rodoviário represente a terceira maior causa de mortes e seja responsável por quase 5% dos problemas de saúde. Diante desse cenário, a OMS propôs a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito entre 2021 e 2030, a qual tem como objetivo maior reduzir esse tipo de fatalidade em 50% no período. Entre os fatores listados pela OMS, temos que o atendimento pré-hospitalar para essas vítimas de Acidentes de Transporte Terrestre (ATT) precisa ser o mais rápido possível para majorar as chances de sobrevivência e minimizar os danos e sequelas.

O Brasil ainda é um destaque negativo nessa estatística, já que figura entre os países com maiores números de mortes no trânsito e com elevada taxa de mortalidade (OMS, 2015). Quando analisamos o panorama em todo o estado de Minas Gerais, vemos que os ATT foram causa de quase 220 mil internações em hospitais públicos e somaram 39.746 óbitos durante a última década, segundo a Secretaria de Estado de Saúde (SES-MG, 2021). Já em Belo Horizonte, a BHTRANS apresenta, em seu relatório de acidentes de trânsito, que a cidade teve, entre os anos de 2010 e 2019, em média, 65,6 veículos envolvidos em acidentes todos os dias, sendo que 1629 pessoas perderam a vida e mais 170.542 foram vítimas não fatais (BHTRANS, 2020).

Segundo Figueiredo *et al.* (2003), dois fatores que afetam a eficiência de um sistema de emergências e podem ser gerenciados e controlados por meio de planejamento são: o tamanho da frota de ambulâncias e sua respectiva localização. Além desses dois fatores, podemos perceber ainda uma relação direta entre a mortalidade e o tempo de resposta, uma vez que a Instrução Técnica Operacional 23/2017 (ITO 23) (MINAS GERAIS, 2017) conceitua que o “Período de Ouro” tem o tempo como primordial fator na sobrevivência das vítimas, sendo que 50% das mortes acontecem após a primeira hora do acidente e, assim, o atendimento pré-hospitalar deve acontecer o mais rápido possível.

O Plano de Comando do CBMMG para os anos de 2015 a 2026, em sua quarta edição, insere como objetivo estratégico 1, o Índice de Excelência no Atendimento com Tempo-Resposta (IEATR) que possui como indicadores: efetivo disponível, disposição da frota operacional, tempo-resposta e capilarização. A inclusão desse índice reforça a importância de otimizar a resposta das unidades de resgate e de salvamento e levanta um

questionamento sobre as intervenções necessárias para melhorá-lo (MINAS GERAIS, 2021).

Uma estratégia do Departamento de Saúde do Reino Unido (2007), para melhorar o tempo-resposta das ambulâncias, envolve um empenho dinâmico das viaturas por meio da análise da demanda histórica, de forma a identificar os locais com maior número de acidentes. Ainda, de acordo com o estudo, deve-se buscar garantir o efetivo mínimo para manter o nível do serviço de maneira a adequar os recursos com a demanda. Nessa mesma linha, Estochen, Strauss e Souleyrette (1998) apresentam cenários de diminuição do tempo-resposta quando veículos de emergência são empenhados em pontos-base de localização estratégica, que consideram volume e proximidade de acidentes. Ainda, nessa temática de estudo, Alexandre (2018) realizou uma análise do empenho de viaturas do CBMMG em pontos-base no município de Governador Valadares e citou como ganhos secundários, além do atendimento mais ágil: o aumento da sensação de segurança pela população e o aumento da visibilidade institucional.

Segundo a análise do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) na capital mineira, realizada por Silva (2010), e o estudo de Nogueira Júnior (2011) para a redução do tempo-resposta do SAMU em Belo Horizonte, o tempo médio para atendimento era de 21 minutos. O SAMU possui em operação 22 bases e 27 unidades de resgate, sendo 22 básicas e 5 avançadas, para atender Belo Horizonte. Foram efetivados cenários e simulações computacionais para otimizar esse tempo, considerando aumentar as bases de operações, aumentar as ambulâncias disponíveis, mudar a localização das bases e mudar a distribuição das quantidades de ambulâncias nas bases. Os autores conseguiram propor cenários com algumas mudanças que reduziram o tempo de resposta médio para até 15 minutos, não sendo possível reduzir esse valor médio para 10 minutos sem um grande investimento em ampliação de frota e equipes tripulantes.

Diante desse panorama, faz-se necessário estudar esses acidentes, que já são registrados em bancos de dados no Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS), com o respectivo tratamento estatístico para produzir conhecimento, que poderá indicar tendências e nortear decisões para prevenir e reduzir os acidentes de transporte terrestre e os danos e sequelas para a sociedade. Levanta-se o questionamento se é viável realizar intervenções a fim de se minimizar os tempos de resposta nos atendimentos de ATT.

Este trabalho justifica-se pela possibilidade do CBMMG utilizar esse conhecimento para melhorar seu atendimento, com foco na redução do tempo-resposta e empenho mais eficiente de seus recursos operacionais.

O presente estudo foi dividido em quatro partes, iniciando com esta introdução e seus objetivos que justificam e mostram a importância desta pesquisa. Na segunda parte, foi

abordada a metodologia empregada, que consistiu na análise e tratamento do banco de dados disponibilizado pelo CINDS. A terceira parte apresentou os resultados encontrados e a discussão. Na quarta e última parte foram levantadas as considerações finais e as sugestões. Pretende-se, ao final desse trabalho, demonstrar que a hipótese de reduzir o tempo-resposta seja possível, por meio de propostas que otimizem o atendimento, do planejamento no emprego de recursos, de ações operacionais incisivas e de treinamentos.

O objetivo geral do trabalho foi estudar a distribuição dos acidentes de trânsito na malha viária da RMBH para subsidiar o Comando da Corporação com dados estatísticos para a tomada de decisões. Já os objetivos específicos foram: analisar o banco de dados, fazer o tratamento dos dados estatísticos do CINDS, definir parâmetros de recorte do banco de dados, elaborar mapa de calor dos acidentes, calcular tempo-resposta e propor alternativas visando diminuição do tempo-resposta.

## 2 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

O estudo foi desenvolvido na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), no estado de Minas Gerais, reunindo dados estatísticos dos acidentes de trânsito fornecidos pelo Centro Integrado de Defesa Social (CINDS). A RMBH, formada por 34 municípios, é o “cordão metropolitano” em torno da capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte. Esses dados foram extraídos do banco de dados do sistema de Relatório de Defesa Social (REDS) e englobam as ocorrências de salvamento e de resgate atendidas pelo CBMMG, envolvendo acidentes automobilísticos, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. Os dois recortes, temporal e espacial, foram escolhidos considerando: a inauguração e operacionalização do Centro de Operações de Bombeiros (COBOM) no prédio Alterosas da Cidade Administrativa de Minas Gerais, as atualizações com uso de logradouros georreferenciados no sistema de REDS e a exclusão do ano de 2020, em que houve grande restrição na circulação de pessoas devido à pandemia do Covid-19.

Esse banco de dados do sistema de REDS, disponibilizado em planilha do *Microsoft Excel*, forneceu os seguintes campos relevantes: ano, Comando Operacional de Bombeiro (COB), Batalhão de Bombeiro Militar (BBM) e frações responsáveis pela área, código e natureza da ocorrência, logradouro com seu tipo, número, complemento, bairro, município, latitude e longitude, data e hora do registro, da comunicação, no local e do término do atendimento. O código e natureza das ocorrências fazem parte do documento de Diretriz Integrada de Ações e Operações (DIAO), utilizado no sistema REDS para descrever essas naturezas, padronizar o trabalho e integrar os procedimentos operacionais dos órgãos de segurança pública do estado (MINAS GERAIS, 2020).

No banco de dados foram identificadas 81 naturezas, das quais 34 são referentes às ocorrências de busca e salvamento (Grupo S) e 47 naturezas são de atendimento pré-hospitalar (Grupo V). Cinco naturezas respondem por 52,06% das ocorrências: vítima de colisão entre automóvel e motocicleta, vítima de queda (motociclista), vítima de atropelamento por automóvel (carro/caminhonete), vítima de colisão entre automóveis (carro/caminhonete) e capotamento de automóvel (carro, camioneta, caminhonete).

A partir desse banco de dados, com 16.860 registros de ocorrências, foram identificados que, dessas, 6.654 não possuem coordenadas geográficas listadas. Com o auxílio do aplicativo *GoogleMaps* foram pesquisadas e incluídas as coordenadas dos endereços que possuíam logradouro, número, bairro e município compatíveis, produzindo assim um banco de dados retificado. O sistema REDS valida endereços dos atendimentos quando são corretamente digitados ou marcados no mapa, fornecendo as coordenadas geográficas do local, que foram utilizadas para elaboração de mapas de calor das ocorrências atendidas pelo CBMMG.

Ressalta-se que essa metodologia está alinhada com aquela empregada pelo CINDS na produção dos mapas de calor incluídos em seus anuários estatísticos e relatórios estatísticos de trânsito (CINDS, 2017). Tal método utiliza o estimador de densidade de Kernel para confecção de mapas de calor, os quais possibilitam uma visão de eventos em uma área. O emprego de mapas de calor é mais intuitivo e de fácil compreensão para representar a influência de fenômenos em uma região, sendo o estimador de densidade de Kernel um dos principais métodos para identificar os pontos mais intensos (NETEK, 2018).

No banco de dados foram identificados 3.758 logradouros da RMBH com registros de acidentes de trânsito no período. Desses, 2.273 registraram somente um único evento, 549 registraram dois eventos e 289 tiveram três registros. Somados, esses logradouros com até três registros representam 82,78% do conjunto de logradouros, mas equivalem a apenas 25,14% das ocorrências registradas. Por meio da distribuição de frequências de ocorrências por logradouros, verificou-se que essa distribuição se enquadra em uma distribuição de Poisson, com a grande maioria dos logradouros concentrando a maior parte das ocorrências. A distribuição de Poisson considera ocorrências totalmente ao acaso, que não sofrem influências de eventos anteriores, podendo ser aplicada em acidentes automotivos (ZIBETTI, 2021). Foi calculada a média de 4,49 ocorrências por logradouro e o desvio-padrão de 26,26, que fornecem um coeficiente de variação de 584%. O coeficiente de variação é calculado pela divisão do desvio-padrão pela média e o valor muito elevado evidencia o caráter heterogêneo da amostra.

Com isso, ficou evidente a necessidade de realizar uma delimitação para tornar a amostra mais homogênea e coesa e para que os endereços que obtiveram quantidade

muito baixa de ATT não afetassem a análise da amostra. Assim, os mapas de calor produzidos podem melhor evidenciar os locais com maior concentração de acidentes. Dois tipos de recortes foram propostos: estudar apenas os logradouros que participaram com a quantidade mínima de uma ocorrência por mês no quinquênio (60 ocorrências no total) ou estudar somente os logradouros de maior frequência na tabela de distribuição até o montante de 50% de todas as ocorrências. O segundo critério mostrou-se mais abrangente ao abarcar todos os logradouros que contribuíram com o mínimo de 25 ocorrências no quinquênio (0,41 ocorrências por mês), por isso, foi o escolhido. Notou-se, em sua análise, que os logradouros mais influentes, apesar de corresponderem a apenas 2% de todos os logradouros, detém 50% de todas as ocorrências do banco de dados.

Desse banco de dados, também foi possível fazer uma estimativa do tempo-resposta ao se utilizar as datas e horários disponibilizados, que são: do fato, de comunicação do fato, da chegada da guarnição no local, do final do atendimento e do registro no sistema REDS. Obteve-se o tempo-resposta ao se comparar a data e hora do fato, lançados pelo COBOM após acionamento, com a data e hora da Guarnição Bombeiro Militar (GU BM) no local, repassados para o COBOM ou lançados no REDS, posteriormente. Esse tempo envolve a criação da chamada, recebimento pela Sala de Operações da Unidade (SOU) da unidade responsável, a postos e deslocamento. Portanto, trata-se do tempo completo que o CBMMG leva para receber e processar a chamada até estar no local em condições para atendimento. O valor médio para o tempo-resposta do banco de dados foi de 1h58min21seg, com desvio-padrão de 1h56min24seg.

O gráfico da frequência dos tempos-resposta apresentou uma distribuição assimétrica positiva, quando a média é deslocada para a direita e a moda representa o pico. Na análise do tempo foram encontrados e suprimidos da amostra 573 registros com tempo-resposta igual a zero (ou seja, foi preenchido como guarnição no local o mesmo horário da comunicação do fato), 174 registros de erros com o horário no local anterior ao horário de comunicação do fato e 316 registros com tempo de um minuto, aqui considerados como erro, uma vez que, segundo a ITO 01 (MINAS GERAIS, 2015), as guarnições possuem um minuto para estarem a postos na viatura. Por outro lado, foram encontrados valores muito grandes e, assim, também foram suprimidos os superiores a 2h33min de tempo-resposta, considerados como *outliers* nessa amostra da RMBH.

De acordo com Soares e Siqueira (1999), *outliers* são observações consideradas atípicas por serem valores muito pequenos ou muito grandes, em relação a amostra estudada. Dentre os métodos disponíveis para detectar esses valores, é possível calcular os *outliers* utilizando os quartis da amostra (VALLADARES NETO, 2017). De acordo com o autor supracitado, o primeiro quartil, Q1, representa um quarto dos menores valores, o

segundo quartil, Q2, representa metade dos valores (coincide com a mediana e, assim, divide as metades inferior e superior dos dados) e o terceiro quartil, Q3, representa três quartos dos valores e significa que um quarto dos dados é maior que esse valor. Desses, calcula-se a distância interquartílica (IIQ), que é igual ao terceiro quartil menos o primeiro quartil e, assim, pode-se calcular os valores atípicos. O cálculo dos *outliers* foi realizado abaixo, conforme a definição de Mota e Oliveira Filho (2009), que não separa esses valores atípicos em próximos ou distantes. Os quartis calculados são os seguintes:

- a) Q1 = 50min45seg;
- b) Q2 = 1h40min30seg;
- c) Q3 = 2h32min15seg;
- d) IIQ = Q3 - Q1 = 1h41min30seg;
- e) *Outliers* = valores maiores que  $1,5 \times \text{IIQ} = 2\text{h}32\text{min}15\text{seg}$ .

Esse recorte, então, retira os valores considerados atípicos e muito elevados, de maneira que os tempos-resposta dentro desse intervalo escolhido de 2min a 2h32min corresponderam a 15.724 registros, representando 93,26% da amostra.

Por fim, empregando-se o recurso de tabela dinâmica do *Microsoft Excel*, é possível fazer diferentes filtros e análises, sendo essa ferramenta utilizada também para realizar o levantamento temporal dos acidentes de trânsito na RMBH. Identificou-se a distribuição das ocorrências agrupadas hora a hora, ao longo dos dias, dos meses e dos cinco anos. Com isso, foi possível comparar os picos dos acidentes em determinados horários, dias e meses.

Como principal limitação encontrada no estudo tem-se o preenchimento incorreto ou incompleto dos registros das ocorrências. O sistema REDS ainda apresenta falhas na georreferência dos endereços mais afastados de áreas urbanas, fato que dificulta o mapeamento de ocorrências em rodovias e em locais fora dos grandes centros. Com isso, a presença de “vazios” nesses dados de coordenadas geográficas foi significativa, representando 42,60% do total e 36,64% da amostra escolhida, o que caracterizou uma falha no registro de ocorrências, assim como encontrado por Boaventura (2013).

Quanto ao tempo-resposta, por utilizar as informações presentes no banco de dados do CINDS, é possível que haja o preenchimento incorreto ou impreciso das informações, uma vez que depende totalmente do registro dos militares no local, em seu relatório ou em seu aviso via rádio para o COBOM.

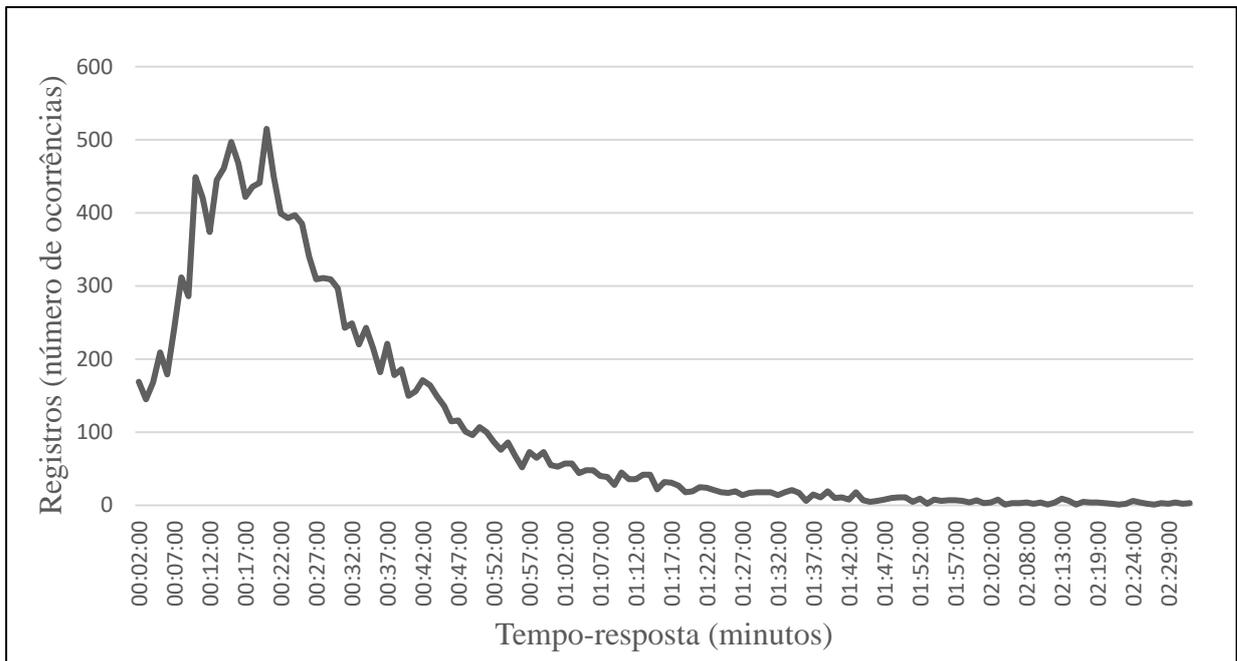
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise e tratamento dos bancos de dados do CINDS, foi realizada a listagem dos principais logradouros com incidência de acidentes automobilísticos, os tempos-resposta do CBMMG nesse tipo de atendimento e a sua distribuição por mês, dia da semana e hora. As distribuições encontradas estão alinhadas com os resultados do trabalho de Takahashi (2013), que fez um estudo dos acidentes de trânsito atendidos pelo CBMMG na cidade de Belo Horizonte, em 2012. Percebeu-se que o perfil de distribuição temporal permanece semelhante no município, mantendo-se os picos diários na manhã e noite, com um aumento na quantidade de acidentes automobilísticos nas sextas-feiras e nos sábados. Foi notada uma diferença em relação aos meses do ano, que apresentaram um perfil mais homogêneo, devido à análise ter sido realizada no período de cinco anos ao invés de um. Essa distribuição dos acidentes foi elencada abaixo, com a quantidade de registros entre parênteses:

- a) Diariamente - picos no período da manhã (entre 6h e 8h) e no período da noite (entre 18h e 20h), coincidindo com os horários de ida e de volta do trabalho, respectivamente;
- b) Semanalmente - quarta-feira tem o menor índice (2.204), com aumento na quantidade de acidentes na sexta-feira (2.511) e pico no sábado (2.828);
- c) Mensalmente - picos nos meses de abril (1.498) e julho (1.518), menores registros em fevereiro (1.236) e setembro (1.199);
- d) Anualmente - grande queda em 2016 (2.392) e posterior retomada até o pico em 2019 (4.041).

Pela estimativa dos tempo-resposta foi produzido o gráfico da Figura 1, eliminando-se os tempos listados como zero minutos, um minuto e acima 2h33min. Aqui, considera-se que tempos muito pequenos, inferiores a um minuto, indicam casos de erros no preenchimento dos relatórios, uma vez que, conforme citado na metodologia, o tempo de a postos das guarnições é de até um minuto. Pode-se observar no gráfico da Figura 1 que há uma concentração com picos de registros nos tempos entre 10 minutos e 21 minutos, quando se tem mais de 400 registros, com pico de 515 ocorrências com tempo-resposta de 20 minutos. Após isso, percebe-se uma queda até o tempo de 34 minutos, com 243 registros, quando essa queda fica mais suavizada até que em tempos acima de uma hora ela começa a se horizontalizar e tender a zero.

Gráfico 1 – Tempos-resposta x quantidade de registros



Fonte: elaborado pelo autor com dados de CINDS (2021).

O Plano de Comando, na 4ª edição, lista em seu portfólio a expansão do atendimento por meio da instalação e elevação de frações, seguindo um primeiro direcionamento pela população municipal. A RMBH possui frações do CBMMG em nove municípios e possui outros 16 que atendem ao parâmetro de população superior a 30 mil habitantes. A capilarização da corporação mostra-se como importante estratégia que consegue, também, a diminuição do tempo-resposta conforme foi identificado no município de Lagoa Santa.

Lagoa Santa registrou 588 ocorrências de ATT, no período considerado de 2015 a 2019. Destaca-se que a cidade teve inaugurada uma fração BM, um Posto Avançado (PABM), no dia 24 de maio de 2018, que impactou na quantidade de atendimentos realizados. Entre janeiro de 2015 e o dia 23 de maio de 2018, foram registradas 323 ocorrências de acidentes automobilísticos, significando 7,88 por mês. Após a inauguração do PABM houve 265 atendimentos em 19 meses, o que gera uma média de 13,95 atendimentos desse tipo, por mês. O tempo médio para resposta do CBMMG na cidade era de 56min16seg, antes da instalação e, após, caiu para 32min33seg. Esse aumento do atendimento e a diminuição dos tempos de resposta são esperados quando uma unidade do CBMMG é inaugurada, o que reforça a importância da capilarização para melhoria desses índices.

Pelo critério de corte escolhido, conforme explicado na seção de metodologia, foram selecionados os logradouros com maior número de acidentes na RMBH, de maneira que o mapa de calor produzido fosse capaz de evidenciar os principais pontos críticos de acidentes. Dentre os 78 logradouros do banco de dados considerados no estudo, 34 estão em Belo Horizonte, 17 em Contagem, 6 em Santa Luzia, 6 em Sabará, 6 em Lagoa Santa, 5 em Betim, 5 em Ribeirão das Neves e 2 em Vespasiano. Destaca-se que as rodovias e algumas avenidas aparecem em mais de um município e que alguns municípios foram englobados no recorte devido ao fato de terem rodovias em sua área, como o caso de Brumadinho, Caeté, Nova União, Nova Lima, Pedro Leopoldo, entre outros.

De acordo com o Plano de Comando 2015-2026, 3ª edição (MINAS GERAIS, 2019), o CBMMG fixou como objetivo a instalação de pelotões no segundo ciclo, até 2022, e terceiro ciclo, até 2026. No segundo ciclo, existe previsão da criação de frações em sete municípios da RMBH: Betim, Brumadinho, Caeté, Esmeraldas, Ibirité, Nova Lima e Pedro Leopoldo. Já no terceiro ciclo, são contemplados os municípios de Igarapé e Matozinhos. Ressalta-se que em 2020, fora do quinquênio estudado, foi inaugurado um Posto Avançado em Santa Luzia. O Quadro 1 apresenta um quadro-resumo com as cidades da RMBH, quantidade de ocorrências registradas no quinquênio e tempo-resposta médio.

**Quadro 1** – Quantidade de registros e tempo-resposta médio dos Municípios da RMBH no quinquênio 2015-2019

Município	Registros	Tempo-resposta	Unidade BM	Previsão de abertura no próximo quinquênio
Belo Horizonte	7908	25min29seg	10	Não
Contagem	2129	25min06seg	2	Não
Sabará	1236	36min26seg	1	Não
Vespasiano	998	36min43seg	1	Não
Santa Luzia	755	42min18seg	1	Não
Ribeirão das Neves	689	34min56seg	1	Não
Lagoa Santa	588	45min34seg	1	Não
Betim	447	31min39seg	Não	Sim (2022)
Nova Lima	312	33min48seg	Não	Sim (2022)
Caeté	255	34min41seg	Não	Sim (2022)
Ibirité	240	33min54seg	Não	Sim (2022)
Nova União	238	20min34seg	1	Não
Esmeraldas	227	45min35seg	Não	Sim (2022)
Jaboticatubas	162	1h13min20seg	Não	Não
Juatuba	151	24min35seg	1	Não
Pedro Leopoldo	115	36min19seg	Não	Sim (2022)
São José da Lapa	79	34min15seg	Não	Não
Brumadinho	56	1h0min36seg	Não	Sim (2022)
Confins	49	30min45seg	Não	Não
Sarzedo	49	38min08seg	Não	Não
Mateus Leme	42	36min35seg	Não	Não
Igarapé	30	37min41seg	Não	Sim (2026)
Mario Campos	20	36min33seg	Não	Não
São Joaquim de Bicas	18	37min03seg	Não	Não
Matozinhos	13	35min14seg	Não	Sim (2026)
Taquaraçu de Minas	13	36min18seg	Não	Não
Florestal	11	15min55seg	Não	Não
Itatiaçu	10	14min36seg	Não	Não
Rio Acima	6	1h16min	Não	Não
Baldim	4	1h14min	Não	Não
Itaguara	4	46min15seg	Não	Não
Raposos	3	34min20seg	Não	Não
Rio Manso	2	31min	Não	Não
Capim Branco	1	30min	Não	Não
Total	16860	30min25seg	19	9

Fonte: elaborado pelo autor com dados de CINDS (2021).

Pode-se identificar que os tempos-resposta médios na RMBH são, no geral, menores nos municípios com frações BM instaladas e que a média geral de 30min25seg é impactada por Belo Horizonte e por Contagem, uma vez que possuem os menores tempos e correspondem juntos a 59,53% do total de atendimentos. Os outros 32 municípios possuem, retirados esses dois principais, o tempo médio de 37min49seg, um aumento de 24,33% no tempo médio total.

A Tabela 1 apresenta os 25 logradouros com maior número de registros resultantes do critério de corte no banco de dados. As rodovias federais e estaduais têm grande participação nesse total, seguidas pelas principais avenidas de Belo Horizonte e de Contagem.

**Tabela 1 – Logradouros e seus números de ocorrências**

Logradouro	Registros	Porcentagem
Rodovia BR 381	1143	6,779%
Rodovia MG 010	652	3,867%
Anel Rodoviário	405	2,402%
Av. Pres. Antônio Carlos	356	2,112%
Rodovia BR 040	350	2,076%
Rod. BR 262	310	1,839%
Av. Cristiano Machado	309	1,833%
Rodovia MG 424	260	1,542%
Av. do Contorno	209	1,240%
Av. Amazonas	187	1,109%
Av. Tereza Cristina	182	1,079%
Av. Pres. Juscelino Kubitscheck	137	0,813%
Av. Afonso Pena	132	0,783%
Av. dos Andradas	129	0,765%
Av. João César de Oliveira	122	0,724%
Via Expressa de Contagem	122	0,724%
Rodovia MGC/MGT 262	115	0,682%
Via Expressa	107	0,635%
Av. Dom Pedro I	107	0,635%
Rodovia MG 005	105	0,623%
Av. Brasília	101	0,599%
Rodovia LMG 806	96	0,569%
Av. Severino Ballesteros Rodrigues	92	0,546%
Av. Dom Pedro II	91	0,540%
Av. Vilarinho	88	0,522%

Fonte: elaborado pelo autor com dados de CINDS (2021).

A partir das coordenadas geográficas do banco de dados retificado, foram elaborados os mapas de calor da Figura 1 e da Figura 2. Na Figura 1, é possível visualizar a quantidade de registros nos principais logradouros da RMBH em uma visão geral, destacando-se vários pontos de concentração. Nesses mapas, a intensidade de ocorrências é descrita pelo tom de cinza, do cinza claro até o preto, sendo que quanto mais escuro, maior a quantidade de acidentes e mais crítico é o local.

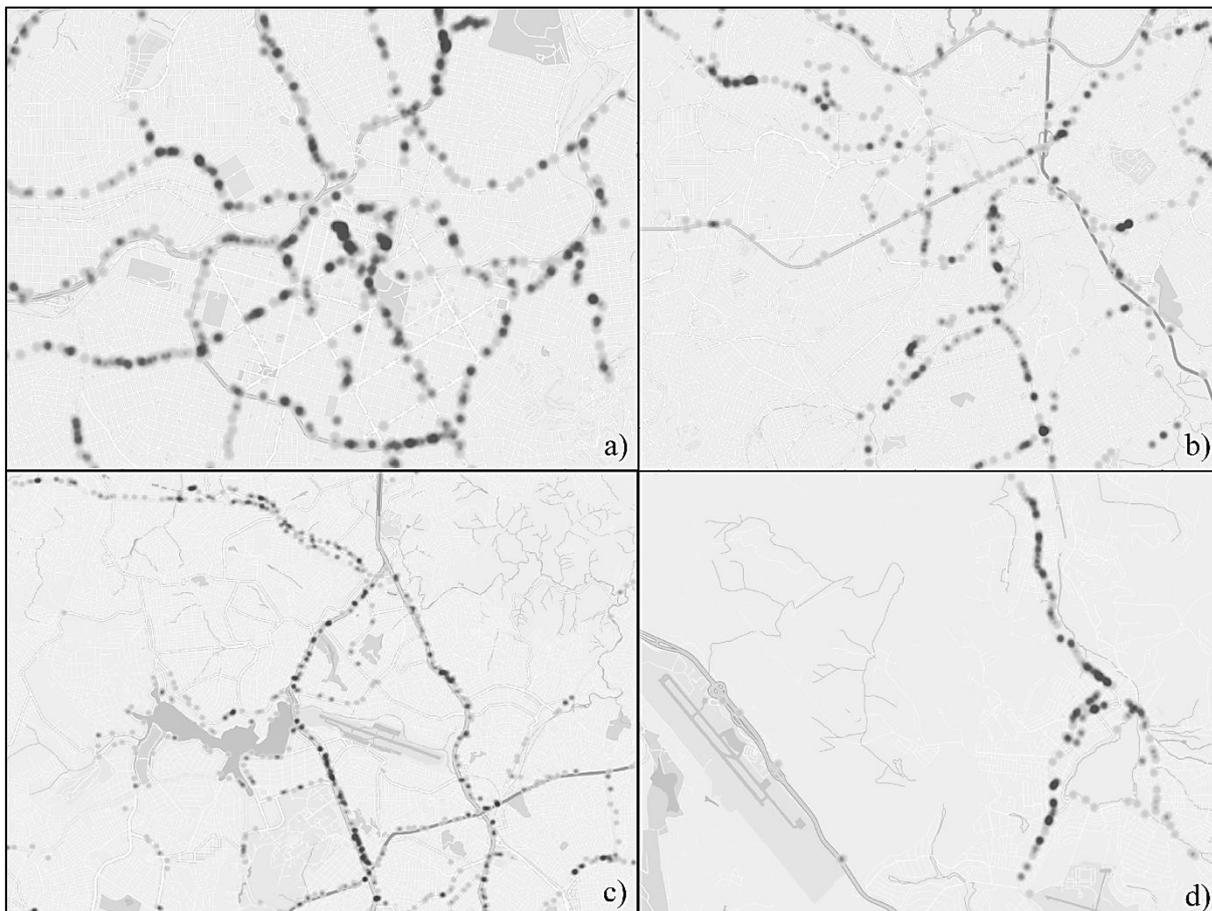
**Figura 1** – Mapa de calor dos acidentes automobilísticos da RMBH



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 2, mapa (a), ficam evidentes os registros na Av. do Contorno, Av. Amazonas e Av. Afonso Pena, sendo a região da Rodoviária de Belo Horizonte um grande foco na região central. Já no mapa (b), destacam-se a Via Expressa de Contagem, Av. Tereza Cristina, Av. Amazonas na chegada da Cidade Industrial, Av. Waldyr Soeiro Emrich no Barreiro e Av. João César de Oliveira, com concentração na Praça Doutor Paulo Pinheiro Chagas, próxima ao 2º BBM. No mapa (c), observa-se a concentração de acidentes nas avenidas Av. Presidente Antônio Carlos, Av. Cristiano Machado, Av. Vilarinho e Av. Padre Pedro Pinto na região de Venda Nova e no Anel Rodoviário, com destaque a região, próxima ao 3º BBM, local que historicamente apresenta-se como foco de ATT. O mapa (d) é um recorte que evidencia as rodovias MG010 e MG424, ficando nítido os registros no município de Lagoa Santa.

**Figura 2** – Mapas de calor localizados



Fonte: elaborado pelo autor.

Notas: a) Região Central de Belo Horizonte; b) Cidade Industrial e Barreiro; c) Pampulha, Venda Nova e Linha Verde; e d) Lagoa Santa e Aeroporto de Confins.

Percebe-se que, próximo às frações do CBMMG, existe uma tendência em se acumular atendimentos de acidentes automobilísticos, com aumentos expressivos quando se inaugura uma nova unidade, como no caso de Lagoa Santa. Também são notáveis alguns pontos críticos entre os logradouros com maiores números de ocorrências nos cruzamentos entre avenidas ou rodovias, com destaque para os cruzamentos com o Anel Rodoviário. Com ele, percebe-se a concentração de acidentes no encontro com Av. Presidente Antônio Carlos, Av. Cristiano Machado, Rodovia BR262, Av. Pedro Segundo, Av. Tereza Cristina, Av. Amazonas e Rodovia MG040.

#### 4 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, foi possível identificar onde há predominância dos ATT na RMBH e determinar pontos críticos de concentração, cumprindo com os objetivos propostos. Essas informações podem balizar a tomada de decisões e a implementação de ações para otimizar o atendimento pelo CBMMG e para auxiliar as prefeituras e as agências municipais no planejamento e emprego de recursos visando a prevenção dos acidentes. Além disso, a hipótese proposta no início desse trabalho foi ratificada ao passo que foi demonstrado nos mapas de calor que as unidades da corporação são verdadeiros focos de atendimento e que, com a criação de novas unidades, há uma tendência em se aumentar a quantidade de atendimentos com um menor tempo-resposta.

Conforme Alexandre (2018), é importante a realização de treinamentos e reforços com a tropa para que seja dada à devida atenção ao preenchimento do REDS com as coordenadas geográficas corretamente identificadas e inseridas. Sugere-se, nesse ponto, que o sistema seja configurado para não aceitar o preenchimento de horário do fato idêntico ao horário da guarnição no local e de se reforçar, durante o preenchimento, o aviso automático do sistema caso o redator não insira uma localidade validada. Também é mister que os registros e preenchimentos dos horários sejam realizados da maneira mais rápida e precisa possível, com especial atenção do COBOM para esses registros. Ambas as medidas servem para que os bancos de dados fiquem completos e mais exatos e, assim, forneçam informações confiáveis e estatísticas que irão auxiliar nas tomadas de decisões em nível estratégico.

O empenho de militares nas unidades de resgate é mais desgastante no médio prazo, do que nas guarnições de socorro e de salvamento, devido a elevada quantidade de atendimentos, de maneira que é dada uma atenção especial a essas viaturas para que ocorram as devidas manutenções e revezamento de guarnições. Ainda assim, a rotatividade de viaturas e de militares é elevada e são necessárias adequações diárias de acordo com

demandas específicas de serviço. Na escala de serviço operacional, os militares fazem jus a folgas de acordo com o banco de horas da unidade e é usual que trabalhem doze horas e sejam liberados para folga. Nessas situações, então, em especial no 1º BBM e no 3º BBM, onde temos frações destacadas próximas, ocorre um remanejamento de efetivo devido a saída de um ou dois militares entre a sede, os pelotões e os postos avançados para o período noturno. Sugere-se que, na elaboração dos planejamentos de escala, sejam consideradas essas liberações e que envolvam as distribuições de viaturas e de efetivo entre as frações, visando não deixar desguarnecidos os pontos focais identificados no trabalho.

De acordo com os mapas de calor produzidos, são identificadas as regiões com maior concentração de acidentes e que são estratégicas para a localização de Unidades de Resgate (UR). Recomenda-se que sejam envidados esforços para sempre ter unidades de resgate nas seguintes frações do CBMMG, na RMBH:

- a) 1º BBM: PA Centro;
- b) 2º BBM: Sede e Pelotão Barreiro;
- c) 3º BBM: Sede, Pelotão Venda Nova, PA Lagoa Santa.

Assim, a localização das viaturas deve ser levada em consideração quando forem realizados remanejamentos e redistribuição do efetivo. Sugere-se que os revezamentos ocorram entre militares das unidades com o foco em manter as UR nessas seis localidades. Assim, não seriam deslocadas as viaturas, mas sim os militares, adequando-se à demanda, objetivando o pronto emprego com menor tempo-resposta.

Além disso, chegou-se à conclusão que a adoção de pontos-base não é efetiva para a RMBH, tendo em vista a quantidade e a distribuição das frações e o grande número de atendimentos. Assim, é esperado que uma GU BM não fique sem acionamento por períodos suficientes que justifiquem a presença em um ponto-base. Conclui-se ainda, que o plano de abertura de frações para capilarização do atendimento está em conformidade com as informações encontradas neste trabalho para expandir o atendimento e diminuir o tempo-resposta.

Como sugestões para trabalhos futuros existe a possibilidade de analisar o banco de dados após aprimoramento, em uma parceria com o CINDS. Ainda, pode-se estudar um método preciso e automático para medição dos tempos de deslocamento para se chegar no tempo-resposta, como a utilização de dados de aparelhos pelo Sistema de Posicionamento Global. O CBMMG poderia, nessa proposta, adquirir e utilizar o módulo de localização dos rádios empregados no serviço operacional ou ainda adotar celulares funcionais com rastreamento para os chefes de guarnição.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Wagner Ribeiro. **Prevenção em ponto-base**: um estudo sobre a implantação de pontos-base na área urbana da cidade de Governador Valadares – MG. Belo Horizonte, 2018.

BOAVENTURA, Leandro Damião. **Estatísticas de acidentes de trânsito na Região Metropolitana de Belo Horizonte**: Estudo da tendência de deslocamento dos focos de acidentes como forma de auxiliar o planejamento do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. 2013. 69f. Monografia – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2013.

DEPARTAMENTO DE SAÚDE DO REINO UNIDO. **Improving ambulance response times**: high impact changes and response times algorithms for NHS ambulance trusts. Londres, 2007. Disponível em: <http://aace.org.uk/wp-content/uploads/2011/11/Improving-ambulance-response-times-high-impact-changes-and-response-time-algorithms-for-NHS-ambulance-trusts.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

BHTRANS. EMPRESA DE TRANSPORTE E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE. **Informações sobre acidentes de trânsito com vítimas no município de Belo Horizonte** – ano 2019. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/bhtrans/2020/2019-relatorio-de-acidente-de-transito-com-vitima.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

ESTOCHEN, Bradley; STRAUSS, Tim; SOULEYRETTE, Reginald. **An assessment of emergency response vehicle pre-deployment using GIS identification of high-accident density locations**. Universidade do Estado de Iowa, Ames, 1998.

FIGUEIREDO, A. P. S. *et al.* **Modelos de localização de ambulâncias**. III WORCAP, 2003, São José dos Campos. São José dos Campos, SP: INPE, 2003. 6 p.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional 01**. Padronização do Serviço Operacional. Atualização 2015. Belo Horizonte, 2015.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional 23**. Protocolo de Atendimento Pré-Hospitalar. 2.ed. Belo Horizonte, 2017.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional 25**. Padronização do Registro de Eventos do Corpo de Bombeiros Militar. 3.ed. Belo Horizonte, 2020.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando 2015/2026** - Revisão 2019. 3.ed. Belo Horizonte, 2019.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando 2015/2026** - Revisão 2021. 4.ed. Belo Horizonte, 2021.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. CINDS. **Relatório Estatístico de Trânsito – Ano 2016**. Centro Integrado de Informações de Defesa Social, 2017.

NETEK, Rostislav. **Implementation of Heat Maps in Geographical Information System: Exploratory Study on Traffic Accident Data.** 2017. Universidade de Palacký. Olomouc, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/327072330\\_Implementation\\_of\\_Heat\\_Maps\\_in\\_Geographical\\_Information\\_System\\_\\_Exploratory\\_Study\\_on\\_Traffic\\_Accident\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/327072330_Implementation_of_Heat_Maps_in_Geographical_Information_System__Exploratory_Study_on_Traffic_Accident_Data). Acesso em: 16 ago. 2021.

NOGUEIRA JÚNIOR, Luiz Carlos. **Um estudo para redução do tempo de resposta do SAMU de Belo Horizonte através da realocação das bases de operação.** 2011. 87f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Global status report on road safety 2018.** Genebra, 2018. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277370/WHO-NMH-NVI-18.20-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 13 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. **Vida no trânsito.** Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/vidanotransito>. Acesso em: 13 ago. 2021.

SILVA, Pedro Marinho Sizenando. **Análise do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) de Belo Horizonte via simulação e otimização.** 2010. 134f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SOARES, José Francisco; SIQUEIRA, Arminda Lúcia. **Introdução à estatística médica.** Departamento de Estatística da UFMG, Belo Horizonte, 1999.

TAKAHASHI, Hugo Costa. **Estudo sobre o perfil dos acidentes de trânsito com vítimas ocorridos em Belo Horizonte atendidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais no ano de 2012.** 2013. 67f. Monografia – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2013.

VALLADARES NETO, José. Boxplot: Um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 26, n. 76, maio, 2017. Disponível em: <https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1132/897>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

ZIBETTI, André. **Processos de Chegada:** Distribuição de Poisson. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~andre.zibetti/probabilidade/poisson.html>. Acesso em: 16 ago. 2021.