

**ACADEMIA DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS**  
**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

**ÉRICO CASTILHO TAMIETTI**

**ESTUDO SOBRE OS CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO DE UMA**  
**FRAÇÃO BM**

**BELO HORIZONTE**

**2021**

**ÉRICO CASTILHO TAMIETTI**

**ESTUDO SOBRE OS CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO DE UMA  
FRAÇÃO BM**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Academia de Bombeiros  
Militar de Minas Gerais em cumprimento  
às exigências do Curso de Formação de  
Oficiais para a formação de Bacharel em  
Ciências Militares.

Orientador: Major Guilherme Inácio Couto  
de Oliveira

**BELO HORIZONTE**

**2021**

# **ESTUDO SOBRE OS CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO DE UMA FRAÇÃO BM**

## **RESUMO**

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais possui uma forte necessidade de se expandir, pois está presente em apenas 76 dos 853 municípios mineiros. A abertura de novas frações segue um ranqueamento construído com base no Índice de Vulnerabilidade ao Risco. Esse índice é constituído por uma série de critérios pré-definidos que possibilitam a atribuição de uma nota ao risco de cada município. Entretanto, os critérios adotados, os pesos e a distribuição de notas em cada um deles são definidos subjetivamente. Tem-se, pois, como objetivos criar um método matemático para selecionar os critérios integrantes desse índice, atribuir-lhes um peso e redistribuir as notas em cada um deles. Foram mensuradas as correlações entre os critérios integrantes do índice, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados demonstraram que existem critérios fortemente correlacionados; também sugerem que os pesos dos critérios e a distribuição de notas neles fosse redimensionada.

**Palavras-chave:** Índice de Vulnerabilidade ao Risco; Criação de Frações; Princípio da eficiência.

# **STUDY ON THE INSTALLATION CRITERIA OF A FIREFIGHTER UNIT**

## **ABSTRACT**

“Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais” has a strong need to expand, as it is present in only 76 of the 853 municipalities in Minas Gerais. The opening of new fractions follows a ranking built based on the Risk Vulnerability Index. This index is made up of a series of pre-defined criteria that make it possible to assign a rating to each municipality's risk. However, the criteria adopted, the weights and the distribution of grades in each of them are defined subjectively. The objective is, therefore, to create a mathematical method to select the criteria that are part of this index, assign them a weight and redistribute the grades in each of them. Correlations between the criteria included in the index were measured using the Pearson

correlation coefficient. The results showed that there are strongly correlated criteria; they also suggest that the weights of the criteria and the distribution of grades in them be resized.

**Key-words:** Risk vulnerability index; Creation of Fractions; Efficiency principle

## SUMÁRIO

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                           | <b>6</b>  |
| <b>2 MÉTODO .....</b>                                               | <b>9</b>  |
| 2.1 Variáveis estudadas .....                                       | 9         |
| 2.2 Análise Estatística.....                                        | 10        |
| 2.3 Seleção dos critérios.....                                      | 11        |
| 2.4 Valoração do Critério População .....                           | 11        |
| 2.5 Valoração dos demais critérios .....                            | 11        |
| 2.6 Redistribuição das notas de cada critério.....                  | 11        |
| 2.7 Verificação da efetividade do método.....                       | 12        |
| 2.8 Limitações.....                                                 | 12        |
| <b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                               | <b>13</b> |
| 3.1 Seleção dos critérios integrantes do IVR .....                  | 13        |
| 3.2 Atribuição do peso ao critério população .....                  | 14        |
| 3.3 Atribuição do peso aos critérios que não foram excluídos .....  | 15        |
| 3.4 Revisão da distribuição das notas em cada critério adotado..... | 15        |
| 3.5 Aplicação do IVR segundo os parâmetros sugeridos .....          | 17        |
| <b>4 CONCLUSÃO .....</b>                                            | <b>18</b> |
| <b>APÊNDICE ÚNICO.....</b>                                          | <b>19</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                             | <b>20</b> |

### **1 INTRODUÇÃO**

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) apresentou, em 2015, o seu plano de comando definindo os planos e as diretrizes da corporação, com período de vigência estimado até 2026. Esse plano estabelece que a visão do CBMMG é atingir a excelência dos serviços prestados à sociedade mineira. Para isso, apresenta eixos e ações e o principal deles consiste em expandir o seu atendimento (MINAS GERAIS, 2021a).

Minas Gerais é o estado com a maior quantidade de municípios, o quarto maior estado em extensão territorial e possui a segunda maior população do Brasil. Somando-se a isso o Estado possui fatores geológicos e climáticos específicos, que determinam um elevado número de ocorrências que envolvem o Corpo de Bombeiros. Atualmente, existem 76 municípios com a presença de frações BM, até o final de 2026, existe a previsão da instalação de mais 51 frações (MINAS GERAIS, 2021a).

Entretanto, apesar de identificar a necessidade de expansão, o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais enfrenta uma crítica situação de recursos humanos. De acordo com a Lei de efetivo, nº 22415/2016, existe a previsão de 7.999 militares distribuídos em funções de oficiais e praças e, de acordo com o relatório da DRH de 02/08/21, esse efetivo conta, atualmente, com 5728 militares, correspondendo a 71,6 por cento do previsto (MINAS GERAIS, 2016).

Além disso, se verifica uma situação de escassez de recursos financeiros. O julgamento da ação direta de inconstitucionalidade 4411, realizado pelo STF (BRASIL, 2020), entende como inconstitucional (BRASIL, 1988) a cobrança da taxa de incêndio, que era uma grande fonte de recursos para o CBMMG (AUDICON, 2020). Por isso, é fundamental que o Corpo de Bombeiros direcione seus recursos, materiais e humanos, para o atendimento em áreas onde a presença da corporação é prioritária.

Definir os municípios onde a instalação de unidades do CBMMG deve ser priorizada é uma árdua tarefa. Isso se dá, em grande parte, pela diversidade dos municípios mineiros. Atualmente verifica-se a existência de cidades muito populosas que não possuem nenhuma fração do CBMMG instalada. Betim, por exemplo, apresenta uma população superior a 440 mil habitantes e não possui nenhuma fração instalada. Verificam-se, também grandes áreas sem a presença do CBMMG, com cidades que se situam a mais de 300 km de uma fração BM, como é o caso de Jenipapo de Minas. Além disso, Minas Gerais é um estado muito heterogêneo, seja por questões ambientais, ou socioeconômicas. Essa diversidade também interfere muito na quantidade de ocorrências atendidas Pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, de

## **Critérios para a instalação de frações BM**

modo que cidades com populações semelhantes apresentam grandes diferenças no número de ocorrências atendidas, como é o caso de Salinas, que apresentava uma população de 41.699 pessoas em 2020 e atendeu 5.144 ocorrências, enquanto Bom Despacho, que apresentava 51.028 habitantes nesse mesmo período atendeu 1.865 ocorrências (MINAS GERAIS, 2021).

Atualmente, para definir as cidades nas quais serão instaladas novas frações, o CBMMG adota o Índice de Vulnerabilidade ao Risco (IVR). O IVR, criado em 2002, pelo então Capitão Paulo Adriano Cunha, possui o intuito de trazer critérios objetivos capazes de classificar a necessidade de se ter o serviço do CBMMG em uma localidade (CUNHA, 2002). Esse índice é apontado no plano de comando do Corpo de Bombeiros como um dos critérios adotados para a instalação de novas frações no estado de Minas Gerais. Dessa forma, os municípios com a maior pontuação no IVR terão prioridade nesse processo (SANTOS, 2018).

Em sua composição, originariamente, esse índice incluía onze indicativos, que buscam determinar a vulnerabilidade do local estudado. Esses indicativos eram: 1- População/demografia; 2-Distância entre a região analisada e a fração BM mais próxima; 3- Grau de urbanização; 4- Grau de verticalização; 5-Industrialização; 6-Índice de Condições de Vida (ICV); 7-Aeroportos/aeródromo; 8-Região lacustre por números de afogamentos; 9-Área ambiental protegida; 10- Risco resgate/atendimento pré-hospitalar por número de veículos emplacados no Município; 11-Patrimônio histórico instalado (CUNHA, 2002).

Além disso, cada um dos critérios adotados foi valorado com base em questionários aplicados aos oficiais do COB, Comando Operacional de Bombeiros e, a partir disso, foram definidos pesos a cada um dos critérios. O critério população, por exemplo, foi o que obteve a maior pontuação, obtendo peso 9,08, enquanto o critério índice de condição de vida (IVC), foi o que obteve o menor peso; 6,58 (CUNHA, 2002).

Também foram definidos escores de modo a atribuir uma nota de 0 a 10 em cada um dos critérios, no caso do critério população, por exemplo, municípios que apresentassem a população entre 0 e 10.000 habitantes apresentariam a nota 1; entre 10.000 e 20.000 nota 2; entre 20.000 e 30.000, nota 3; entre 30.000 e 40.000, nota 4; entre 40.000 e 50.000, nota 5; entre 50.000 e 60.000, nota 6; entre 60.000 e 70.000, nota 7; entre 70.000 e 80.000, nota 8; entre 80.000 e 90.000, nota 9 e municípios com população superior a 90.000 receberiam nota 10 (CUNHA, 2002).

Desse modo, se tornou possível atribuir uma nota a cada município que consistiria na soma da pontuação obtida pelo município em cada um dos critérios estabelecidos, que, por sua vez, seria obtida por meio da multiplicação da nota de 0 a 10, obtida pelo município em cada

## **Critérios para a instalação de frações BM**

critério pelo peso estabelecido a esse critério. Essa nota seria, propriamente, o Índice de Vulnerabilidade ao Risco do município (CUNHA, 2002).

A criação do IVR foi um grande avanço para a corporação. Antes dele, as decisões a respeito da instalação de frações eram tomadas com base apenas em estudos técnicos de situação, que eram incapazes de expressar uma gradação entre a necessidade de instalação de uma fração em cada município. Isso trazia uma forte carga de subjetividade para a decisão de se instalar uma fração (SANTOS, 2018).

Para executar a definição e valoração dos critérios, assim como para a definição da nota a ser obtida em cada um deles, foi utilizado um método de pesquisa hipotético dedutivo, baseado em revisões documentais e em pesquisas que relacionavam as opiniões dos oficiais da época (CUNHA, 2002). Essa metodologia, apesar de representar um grande avanço em relação aos estudos de situação que eram adotados, ainda traz consigo uma carga de subjetividade, pois os critérios integrantes do IVR, os pesos a serem atribuídos a eles e os escores a serem obtidas de 0 a 10 foram definidos com base em revisões de literatura e na avaliação subjetiva dos Oficiais da época.

O IVR foi atualizado, trazendo mudanças nos critérios adotados. Na proposta de ampliação da capilaridade do CBMMG, de 2011, esses critérios eram: 1-População; 2- Distância entre o município e a fração BM mais próxima; 3-Grau de urbanização; 4- Número de edificações comerciais e industriais; 5- Participação do Município no PIB Mineiro; 6- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em substituição ao Índice de Condições de Vida (ICV); 7- Aeroportos/aeródromo; 8- Região lacustre por números de afogamentos; 9- Área ambiental protegida; 10- Número de veículos emplacados no Município; 11- Patrimônio histórico instalado; 12- Número de óbitos causados por causas externas. (MINAS GERAIS, 2021b)

Entretanto, mesmo que tenha sofrido várias atualizações, elas ocorreram apenas no sentido de acrescentar ou suprimir critérios. A forma que cada critério integrante do índice é selecionado, e os pesos que lhes são atribuídos ainda carregam consigo uma grande parcela de subjetividade.

Além disso, a forma de distribuição das notas em cada critério se encontra desatualizada. No critério Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), retirado do IBGE (2010), é estabelecido que municípios com um IDH baixo (inferior a 0,5) receberiam uma nota 9 nesse critério, municípios com IDH médio (superior a 0,5 e inferior a 0,8) receberiam nota 6 e municípios com IDH alto (superior a 0,8) receberiam nota 3. Atualmente, não se verifica em

## **Critérios para a instalação de frações BM**

Minas gerais nenhum município cujo IDH seja inferior a 0,5. Por outro lado, atualmente, apenas Belo Horizonte e Nova Lima apresentam um IDH superior a 0,8. Desse modo, a grande maioria dos municípios mineiros obtém a mesma nota nesse critério, mesmo que, de fato, apresentam grandes diferenças em seu IDH.

Por ser um órgão integrante da administração pública, é imperativo que o Corpo de Bombeiros Militar adote os princípios constitucionais apresentados no artigo 37 da constituição federal. Dentre esses princípios, destaca-se o da eficiência, nesse sentido, produtividade, economia e rendimento funcional são fatores que devem ser observados em todas as ações do Corpo de Bombeiros, inclusive na instalação de novas frações (BRASIL, 1988).

Verifica-se, portanto, uma forte subjetividade no processo de abertura de frações pelo CBMMG. Assim, o presente trabalho tem o intuito de aprimorar esse processo, trazendo aspectos mais técnicos ao índice de Vulnerabilidade ao Risco.

Os objetivos deste estudo são: analisar a forma como a população absoluta de um município se correlaciona com o número de ocorrências atendidas em um local, com o intuito de se analisar como a população de um local pode afetar o seu grau de risco; analisar como os demais critérios influenciam no número de ocorrências atendidas por habitante em cada município; redistribuir as notas em cada critério. Pretende-se criar um método matemático estatístico para efetuar a seleção dos critérios integrantes do IVR, atribuir-lhes um peso e redistribuir as notas dentro de cada um deles.

Espera-se que os valores obtidos possam servir como base para estipular o risco e, por consequência, a necessidade de um município adotar a instalação de uma fração.

## **2 MÉTODO**

O trabalho foi realizado com os dados disponíveis no Anuário Estatístico do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais disponibilizados pela segunda seção do estado maior, BM2 (MINAS GERAIS, 2021). Os dados relativos aos critérios integrantes do IVR nos municípios analisados foram obtidos no site do IBGE (IBGE, 2021).

Na metodologia adotada, o risco foi definido com base no número de ocorrências atendidas em um local.

### **2.1 Variáveis estudadas**

As correlações foram feitas apenas nos municípios onde já existem frações instaladas. Isso ocorre porque, de acordo com Cunha (2002), não é possível analisar a demanda pelos

## **Critérios para a instalação de frações BM**

serviços do CBMMG em municípios nos quais ele não está presente, porque a presença do CBMMG gera a demanda pelos seus serviços.

### **2.2 Análise Estatística**

Para a análise de correlação entre os dados estudados empregou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson. O Coeficiente de Correlação de Pearson é uma medida do grau de correlação entre duas variáveis. Assim, esse coeficiente serve para medir tanto a força da correlação entre dois grupos de variáveis quanto a direção dessa correlação (MUKAKA, 2012).

Ao se aplicar esse coeficiente entre dois grupos de variáveis são obtidos valores compreendidos entre -1 e 1, sendo que valores positivos indicam relações lineares positivas e valores negativos indicam relações lineares negativas. Além disso, quanto maior é o módulo do resultado obtido, mais forte é a correlação entre as variáveis estudadas (FIGUEIREDO-FILHO& SILVA JÚNIOR, 2009).

Valores cujo módulo está compreendido entre 0 e 0.3 foram desconsiderados; 0.3 a 0.5 indicam correlações fracas; 0.5 a 0.7 indicam correlações moderadas; valores de 0.7 a 0.9 indicam correlações altas e valores entre 0.9 e 1 indicam correlações muito elevadas. (MUKAKKA, 2012).

O Coeficiente de Correlação de Pearson pode ser obtido no programa Excel, aplicando-se a fórmula “=CORREL” e selecionando dois grupos de variáveis.

Além do Coeficiente de Correlação de Pearson, avaliaram-se se as variáveis de confusão. Variável de confusão é aquela que se associa tanto à variável dependente quanto à independente. A importância dessa variável é que ela pode apontar associações que, de fato não existem, ou ainda, mascarar associações existentes (ARONSON, BANKHEAD & NUNAN 2018). Em um estudo que relacionava o número de bombeiros empenhados em uma ocorrência de incêndio e a extensão dos danos dessa ocorrência, por exemplo, verificou-se que essas duas variáveis tinham uma forte correlação. Logo, em uma análise preliminar, seria plausível concluir que o envio de mais bombeiros para uma ocorrência estaria relacionado a maiores danos advindos dessa ocorrência. Entretanto, foi verificado que as duas variáveis analisadas (número de bombeiros empenhados e danos provenientes dos incêndios) estavam fortemente relacionadas a uma terceira, que seria a intensidade dos incêndios, propriamente dita, já que incêndios mais intensos têm uma tendência a demandar mais bombeiros e também a causar danos mais severos. Nesse caso, a intensidade dos incêndios seria uma variável de confusão que gera uma falsa ideia de relação entre o número de bombeiros empenhados em uma ocorrência de incêndio e a extensão de seus danos. (REGRESSÃO, 2021).

## **Critérios para a instalação de frações BM**

### **2.3 Seleção dos critérios**

Aplicou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson entre os valores de população nos municípios em que, atualmente tem-se uma fração BM instalada e os valores dos demais critérios integrantes do IVR nesses municípios.

Definiu-se que, caso o critério “População” estivesse fortemente correlacionado (apresentando um valor de Coeficiente de Correlação de Pearson superior a 0,7 ou inferior a -0,7) tanto ao critério em questão, quanto ao número de ocorrências atendidas, poder-se-ia concluir que a associação desse critério e o número de ocorrências atendidas é decorrente de uma variável de confusão, que seria o critério população.

A partir deste pressuposto realizou-se uma seleção dos critérios integrantes do IVR, suprimindo aqueles que apresentem um coeficiente de correlação alto com a população.

### **2.4 Valoração do Critério População**

Foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson buscando definir a correlação entre a população dos municípios onde existem frações BM instaladas e o número de ocorrências atendidas nesses locais. Esse cálculo foi feito com o intuito de verificar a intensidade com a qual a população de um município pode estar relacionada ao número de ocorrências atendidas, e, portanto, à demanda pela presença do CBMMG no local. A partir desse resultado foi definido o peso a ser atribuído ao critério população.

### **2.5 Valoração dos demais critérios**

Foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson entre os critérios que não foram suprimidos na seleção dos critérios adotados e o número de ocorrências por habitante dos municípios que possuem frações do CBMMG, buscando identificar como esses fatores podem influenciar na demanda pelo CBMMG. A partir dos valores obtidos foram sugeridos novos pesos a cada um desses critérios.

### **2.6 Redistribuição das notas de cada critério**

## **Critérios para a instalação de frações BM**

Foi desenvolvida uma revisão das notas a serem atribuídas dentro de cada um dos critérios remanescentes no IVR, com o intuito de representar as diversidades dos municípios de Minas Gerais. As notas atribuídas a cada um dos municípios em cada critério serão calculadas levando em conta a posição relativa que o município ocupa no critério com relação aos demais municípios de Minas Gerais que concorrem para se ter a abertura de uma nova fração. Para isso foi feita uma revisão de dados obtidos pelo site do IBGE (IBGE, 2021), com o intuito de demonstrar as falhas da distribuição de escores feita atualmente.

### **2.7 Verificação da efetividade do método**

Foram calculadas as notas do Índice de Vulnerabilidade ao Risco dos municípios em que foram instaladas as últimas frações do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, levando-se em conta os critérios selecionados, com os novos pesos sugeridos e com a nova distribuição da pontuação em cada um dos critérios. Essas notas foram comparadas com as notas apresentadas por esses municípios utilizando-se o IVR atual. Foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson, buscando a correlação entre as notas do IVR segundo os parâmetros sugeridos e as ocorrências atendidas nesses municípios. Também foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson para relacionar as notas obtidas por esses municípios no IVR atual, utilizado como fundamento para sua abertura, e o número de ocorrências atendidas nesses municípios. Foram comparados os valores obtidos, com o intuito de verificar qual das metodologias está mais relacionada ao número de ocorrências atendidas e, a partir disso, verificar a efetividade do estudo apresentado.

### **2.8 Limitações**

O critério “distância de frações BM”, além de não participar da seleção de critérios efetuada no estudo, também não será mensurado pela metodologia proposta. Isso se justifica, pelo fato de que essa metodologia é efetuada com base nos parâmetros integrantes do IVR em municípios que possuem frações BM instaladas e que, portanto, essa distância seria 0 em todos os municípios utilizados no estudo. Por tanto o peso atribuído a esse critério será mantido, sendo de 8,05.

O presente estudo mensurou a demanda pelos serviços do CBMMG com base, somente, nas ocorrências atendidas, não sendo possível mensurar a demanda reprimida dos municípios em questão. (CUNHA, 2002).

## **Crêterios para a instalação de frações BM**

Nas pesquisas efetuadas não foram encontrados dados relativos aos Aeroportos/aeródromo; área ambiental protegida nem ao Patrim nio histórico instalado.

A seleção dos cr terios foi feita com base na correlação que apresentavam com a população, pois ela estava fortemente correlacionada a grande parte dos cr terios integrantes do IVR. Entretanto, sugere-se que estudos posteriores desenvolvam uma matriz de correlação entre todos os cr terios, de modo a selecionar todos aqueles que estiverem correlacionados entre si.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Seleção dos cr terios integrantes do IVR**

Foi verificado que os fatores estudados possuem uma correlação alta com a população dos municípios, excetuando-se o IDH e nível de urbanização. O cr terio “Número de veículos emplacados” apresentou uma correlação de 0,993 com o cr terio “População”; o cr terio “Número de edificações comerciais” apresentou uma correlação de 0,987 com o cr terio “População”; o cr terio “Número de óbitos” apresentou uma correlação de 0,969 com o cr terio “População”; o cr terio “Porcentagem do PIB de Minas Gerais” apresentou uma correlação de 0,959 com o cr terio “População” e o cr terio “Número de afogamentos” apresentou uma correlação de 0,779 com o cr terio “População” (Tabela 1).

Tabela 1 - Correlação dos demais cr terios integrantes do IVR com o cr terio “População”

| <b>Cr terio</b>        | <b>Correlação com o cr terio População</b> |
|------------------------|--------------------------------------------|
| Veículos emplacados    | 0,993                                      |
| Edificações comerciais | 0,987                                      |
|  bitos                 | 0,969                                      |
| Porcentagem PIB        | 0,959                                      |
| Afogamentos            | 0,779                                      |
| IDHM                   | 0,313                                      |
| Grau de Urbanização    | 0,186                                      |

Fonte: Elaboração própria.

Logo, em um estudo que busca verificar o impacto de cada um dos fatores no número de ocorrências, a população surge como um fator de confusão e gera uma falsa ideia de que a

## Critérios para a instalação de frações BM

correlação entre esses fatores é muito elevada, pois está fortemente correlacionada tanto com as variáveis independentes quanto com a dependente (número de ocorrências atendidas).

De fato, ao se analisar a correlação entre os critérios suprimidos e o número de ocorrências atendidas por habitante, de modo a afastar o efeito que a população desses locais tem no número de ocorrências atendidas, verifica-se que todos eles apresentam valores inferiores a 0,3, que de acordo com Mukakka (2012), podem ser considerados desprezíveis.

Tabela 2- Correlações entre os critérios eliminados e o número de ocorrências por habitante nos municípios que possuem uma fração BM instalada

| CRITÉRIOS              | CORRELAÇÃO COM O NÚMERO DE OCORRÊNCIAS POR HABITANTE |
|------------------------|------------------------------------------------------|
| Número de óbitos       | -0,252216866                                         |
| Veículos emplacados    | -0,235316986                                         |
| Edificações comerciais | -0,237628977                                         |
| Percentual do PIB      | -0,261161591                                         |
| Óbitos por afogamento  | -0,218595669                                         |

Fonte: elaboração própria

### 3.2 Atribuição do peso ao critério população

Foi verificado, por meio da aplicação do Coeficiente de Correlação de Pearson, que o valor da correlação entre a população dos municípios que possuem frações do CBMMG e o número de ocorrências atendidas nesses locais é de 0,893. De acordo com Mukakka (2012), valores superiores a 0,7 indicam uma correlação alta, enquanto valores superiores a 0,9 indicam uma correlação muito alta.

De fato, das 5 cidades mineiras mais populosas (1- Belo Horizonte; 2- Uberlândia, 3- Juiz de fora, 4- Montes Claros, 5-Uberaba), 4 estão entre as 5 cidades que apresentam maiores números de ocorrências atendidas (1- Belo Horizonte; 2- Uberlândia, 3- Montes Claros, 4- Uberaba, 5- Divinópolis) (MINAS GERAIS, 2021b).

O alto valor obtido na correlação entre a população dos municípios que possuem uma fração BM instalada e o número de ocorrências atendidas nesses locais indica que a população

## **Critérios para a instalação de frações BM**

é um fator relevante para o processo de identificar o risco de um local. Nesse sentido, sugere-se que o valor dessa correlação seja adotado como peso para o critério população. Assim, para que seja mantida a mesma ordem decimal utilizada atualmente, sugere-se que o valor adotado como peso para o critério “População” seja 8,93.

### **3.3 Atribuição do peso aos critérios que não foram excluídos**

Foi verificado que o fator IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) apresentou um valor de correlação de Pearson de -0,574 com o número de ocorrências atendidas por habitantes. Isso indica que esse fator tem uma correlação moderada e negativa com o número de ocorrências atendidas por habitantes. Assim, para que seja mantida a mesma ordem decimal utilizada atualmente, sugere-se que o valor adotado como peso para o critério “IDH” seja 5,74.

Foi verificado que o fator Urbanização apresentou um valor de correlação de Pearson de -0,564 com o número de ocorrências atendidas por habitantes, o que indica que esse fator tem uma correlação moderada e negativa com o número de ocorrências atendidas por habitantes. Assim, para que seja mantida a mesma ordem decimal utilizada atualmente, sugere-se que o valor adotado como peso para o critério “Grau de Urbanização” seja 5,64.

### **3.4 Revisão da distribuição das notas em cada critério adotado**

A população necessária para obter nota máxima no critério população é de 90 mil habitantes. Atualmente, existem municípios que apresentam populações muito superiores a esse valor e que não possuem uma fração BM instalada, como é o caso de Betim. Não existe qualquer evidência de que a correlação entre a população e o número de ocorrências atendidas se limita a esse valor. Além disso, o plano de comando adota como regra a adoção de brigadas em municípios cuja população é inferior a 30 mil habitantes. Assim, os três primeiros escores atuais classificam populações que sequer concorrem para a instalação de novas frações.

Foi verificado que o critério IDH possui uma correlação negativa e moderada com o número de ocorrências atendidas por habitante nos municípios que possuem uma fração BM instalada. Entretanto, na distribuição de escores nesse critério, a maioria dos municípios analisados se encontra na mesma faixa de pontuação, já que apresentam um IDH médio (compreendido entre 0,5 e 0,799). Das cidades mineiras que possuem uma fração BM instalada, apenas Belo Horizonte apresenta um valor fora do intervalo de IDH médio. Assim, mesmo que

## **Critérios para a instalação de frações BM**

o critério tenha se comprovado relevante na avaliação do risco de um município, estando significativamente correlacionado com o número de ocorrências atendidas por habitante, atualmente ele quase não influencia no IVR de um município, já que a grande maioria dos municípios mineiros se encontra na mesma faixa de pontuação.

Foi verificado que o critério “Urbanização” possui uma correlação negativa e moderada com o número de ocorrências atendidas por habitante nos municípios que possuem uma fração BM instalada. Entretanto, na distribuição de escores nesse critério, as notas são distribuídas de modo a atribuir valores mais altos a municípios com um grau de urbanização maior. Além disso, a maioria dos municípios se encontra na mesma faixa de pontuação. Apenas Francisco Sá apresenta um grau de urbanização inferior a 60 por cento. Januária, Resplendor e Salinas apresentam um grau de urbanização compreendido na faixa entre 60 e 80 por cento. Todos os demais municípios analisados apresentam um grau de urbanização superior a 80 por cento, ocupando, pois, a mesma faixa de pontuação. Assim, mesmo que o critério tenha se comprovado relevante na avaliação do risco de um município, estando significativamente correlacionado com o número de ocorrências atendidas por habitantes, de forma negativa, a maioria dos municípios analisados ocupam a mesma faixa de pontuação, apresentando um grau de urbanização superior a 80 por cento. Além disso, atualmente os maiores valores são atribuídos aos municípios mais urbanizados sendo que, na verdade, a correlação entre o número de ocorrências atendidas e o grau de urbanização é negativa.

O critério “Distância de outras frações”, apesar de não ter seu peso definido pela metodologia adotada, mostra-se muito relevante para análise do risco de um município, porque aumenta o tempo resposta para o atendimento das ocorrências do local. Atualmente, a nota máxima desse critério é atribuída a municípios que se situam a mais de 90 km de uma fração BM. Entretanto, atualmente existem 153 municípios que se situam a distâncias superiores a esse valor, chegando a 304 km, que é o caso de Jenipapo de Minas (DISTÂNCIA ENTRE CIDADES, 2021).

Assim, verifica-se a necessidade de uma revisão da distribuição de notas em cada critério adotado.

Sugere-se que as notas não sejam atribuídas com base em valores absolutos, como é feito atualmente, mas de forma relativa, já que a principal função do IVR é, de fato, comparar os riscos entre os diferentes municípios, e não atribuir um valor absoluto a eles.

Assim, sugere-se que o município que apresente o maior escore dentro de cada critério receba como nota o peso desse critério e que os demais recebam a nota correspondente a

## Critérios para a instalação de frações BM

multiplicação do peso do critério pela divisão entre sua classificação no critério com relação aos demais municípios elegíveis e o total de municípios elegíveis (que atualmente são aqueles que apresentam mais de 30 mil habitantes e não possuem uma fração BM instalada).

Figura 1 – Cálculo da nota nos critérios integrantes do IVR

|                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{\text{Nota Obtida no critério}}{\text{Número de municípios elegíveis}} = \text{Peso do critério} \times \frac{\text{Classificação no critério}}{\text{Número de municípios elegíveis}}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fonte: Elaboração própria.

### 3.5 Aplicação do IVR segundo os parâmetros sugeridos

Nos últimos municípios em que se instalou uma fração BM foi verificado por meio da aplicação do Coeficiente de Correlação de Pearson uma correlação positiva e moderada, no valor de 0,662 entre o número de ocorrências atendidas nesses municípios e as notas obtidas por ele segundo o IVR proposto.

Por outro lado, o valor da correlação entre o número de ocorrências atendidas nesses municípios e o IVR atual, utilizado no processo de abertura dessas frações, foi de 0,144, o que, segundo Mukakka (2012), é um valor que pode ser considerado desprezível.

De fato, das 20 cidades analisadas, Januária foi a que mais atendeu ocorrências. No IVR utilizado para essa instalação ela ocupava o sexto lugar do escore. No IVR proposto, Januária ocupa a primeira posição. Ocorre uma situação semelhante com o município de Salinas, que é o segundo município que mais apresentou ocorrências atendidas, dentre os municípios estudados. No IVR utilizado para sua instalação, Salinas ocupava o 17º lugar, enquanto que no IVR proposto ela ocupa o 3º (Tabela 3).

Tabela 3- Comparação entre o IVR existente e o IVR proposto por município e ocorrências

| Cidade     | Número de ocorrências | IVR Proposto | Atual IVR | Classificação no IVR proposto | Classificação no Atual IVR |
|------------|-----------------------|--------------|-----------|-------------------------------|----------------------------|
| Januária   | 6.946                 | 25,302       | 469,07    | 1                             | 6                          |
| Salinas    | 5.144                 | 21,090       | 339,56    | 3                             | 17                         |
| Oliveira   | 4.848                 | 16,482       | 445,03    | 7                             | 10                         |
| Timóteo    | 3.135                 | 9,118        | 467,6     | 20                            | 7                          |
| Caratinga  | 3.011                 | 17,230       | 508,63    | 6                             | 3                          |
| Ponte Nova | 2.667                 | 18,225       | 471,54    | 5                             | 5                          |
| Almenara   | 2.420                 | 22,108       | 377,1     | 2                             | 13                         |

## Critérios para a instalação de frações BM

|              |       |        |        |    |    |
|--------------|-------|--------|--------|----|----|
| Paracatu     | 2.414 | 19,900 | 571,9  | 4  | 1  |
| Guaxupé      | 2.391 | 14,096 | 462,91 | 11 | 8  |
| Leopoldina   | 2.299 | 16,276 | 461,99 | 8  | 9  |
| Boa          |       |        | 348,09 |    |    |
| Esperança    | 2.199 | 12,330 |        | 15 | 15 |
| Congonhas    | 2.198 | 10,198 | 351,63 | 17 | 14 |
| Viçosa       | 1.959 | 15,364 | 522,01 | 9  | 2  |
| Bom          |       |        | 332,44 |    |    |
| Despacho     | 1.865 | 11,164 |        | 16 | 18 |
| Lagoa Santa  | 1.805 | 9,906  | 341,5  | 18 | 16 |
| Iturama      | 1.559 | 13,308 | 429,02 | 13 | 12 |
| Mariana      | 1.504 | 12,524 | 440,08 | 14 | 11 |
| Arcos        | 1.453 | 9,634  | 331,67 | 19 | 19 |
| Além Paraíba | 1.334 | 13,485 | 316,33 | 12 | 20 |
| Santa Luzia  | 1.234 | 14,507 | 495,85 | 10 | 4  |

Fonte: Elaboração própria.

## 4 CONCLUSÃO

A criação do IVR, em 2002, representou um grande avanço ao CBMMG. Ao criarem-se critérios objetivos para mensurar o risco de um local foi possível comparar e ranquear os municípios, tendo-se um instrumento imparcial para a instalação de novas unidades.

Entretanto, para que esse ranqueamento ocorra de forma ainda mais imparcial, é necessário que a escolha, a atribuição de pesos e a distribuição de notas em cada critério ocorra, também, de forma impessoal. Este artigo teve o intuito de criar um método de seleção dos critérios, atribuição de pesos e distribuição de notas em cada critério.

A correlação entre o IVR, segundo o método proposto, e o número de ocorrências atendidas foi de 0,662; o que representa um avanço, nesse sentido, com relação ao IVR utilizado atualmente, que, por sua vez, apresentou uma correlação de 0,144.

O presente estudo não tem como objetivo apresentar um IVR definitivo, apenas de criar um método de seleção atribuição de pesos e distribuição de notas nos critérios. As notas atribuídas aos municípios em questão decorrem, tão somente, da aplicação do presente método nos critérios já existentes. Nesse sentido, é recomendado que estudos posteriores busquem identificar novos critérios que atinjam os requisitos de seleção, de modo a aperfeiçoar o IVR. Além disso, recomenda-se também que se desenvolvam estudos no sentido de investigar a natureza das ocorrências atendidas, de modo geral.

Este estudo apresentou uma limitação com relação ao critério “Distância de uma fração BM”, nas etapas de selecionar e atribuir um peso ao critério. Isso ocorre porque os municípios

## Critérios para a instalação de frações BM

selecionados para o estudo são aqueles que já possuem uma fração BM instalada, portanto, a distância a uma fração BM nesses locais seria 0.

### APÊNDICE ÚNICO

IVR nos municípios mineiros com mais de 30 000 habitantes, segundo os parâmetros sugeridos

| CLASSIFICAÇÃO | CIDADES COTADAS PARA TER UMA FRAÇÃO BM | NOTA POPULAÇÃO | NOTA URBANIZAÇÃO | NOTA IDH | NOTA DISTÂNCIA | IVR    |
|---------------|----------------------------------------|----------------|------------------|----------|----------------|--------|
| 1             | São Francisco                          | 7,360          | 4,954            | 5,171    | 6,192          | 23,677 |
| 2             | Capelinha                              | 3,937          | 4,523            | 4,840    | 8,050          | 21,350 |
| 3             | Jaíba                                  | 4,279          | 5,170            | 5,281    | 5,728          | 20,457 |
| 4             | Itamarandiba                           | 3,081          | 4,631            | 5,061    | 7,586          | 20,358 |
| 5             | João Pinheiro                          | 6,333          | 3,770            | 3,520    | 6,657          | 20,279 |
| 6             | Araçuaí                                | 3,594          | 4,847            | 4,510    | 6,812          | 19,763 |
| 7             | Minas Novas                            | 0,856          | 5,385            | 5,391    | 7,895          | 19,527 |
| 8             | Espinosa                               | 1,198          | 5,062            | 5,501    | 7,431          | 19,191 |
| 9             | Novo Cruzeiro                          | 0,513          | 5,600            | 5,721    | 6,966          | 18,801 |
| 10            | Bocaiúva                               | 6,675          | 4,093            | 3,300    | 4,335          | 18,403 |
| 11            | Brasília de Minas                      | 1,712          | 4,739            | 4,730    | 7,121          | 18,302 |
| 12            | Rio Pardo de Minas                     | 0,342          | 5,493            | 5,611    | 6,502          | 17,948 |
| 13            | Nanuque                                | 4,792          | 1,939            | 3,190    | 7,740          | 17,662 |
| 14            | Porteirinha                            | 3,765          | 5,277            | 4,950    | 3,561          | 17,554 |
| 15            | Monte Carmelo                          | 6,504          | 2,585            | 1,870    | 6,038          | 16,996 |
| 16            | Campo Belo                             | 7,188          | 1,292            | 2,530    | 5,418          | 16,429 |
| 17            | Carangola                              | 2,225          | 3,985            | 3,630    | 6,347          | 16,187 |
| 18            | Esmeraldas                             | 7,873          | 1,508            | 4,180    | 2,322          | 15,883 |
| 19            | Taiobeiras                             | 2,738          | 3,877            | 4,290    | 4,489          | 15,396 |
| 20            | Várzea da Palma                        | 4,450          | 2,693            | 4,400    | 3,715          | 15,258 |
| 21            | Andradas                               | 5,135          | 4,308            | 1,320    | 3,870          | 14,633 |
| 22            | Três Pontas                            | 7,531          | 3,016            | 1,540    | 2,167          | 14,254 |
| 23            | Machado                                | 5,306          | 3,446            | 2,420    | 2,941          | 14,114 |
| 24            | Brumadinho                             | 4,963          | 3,339            | 0,880    | 4,799          | 13,981 |
| 25            | Santos Dumont                          | 6,162          | 2,154            | 0,990    | 4,644          | 13,950 |
| 26            | Guanhães                               | 2,910          | 3,662            | 3,850    | 3,406          | 13,828 |
| 27            | Ouro Fino                              | 2,567          | 4,200            | 2,090    | 4,954          | 13,812 |
| 28            | Itabirito                              | 6,846          | 0,969            | 1,760    | 4,025          | 13,601 |
| 29            | Caeté                                  | 5,990          | 2,800            | 1,980    | 2,787          | 13,557 |
| 30            | Pompéu                                 | 1,369          | 2,477            | 3,740    | 5,883          | 13,469 |
| 31            | Ribeirão das Neves                     | 8,729          | 0,431            | 4,070    | 0,155          | 13,385 |
| 32            | Igarapé                                | 5,819          | 1,400            | 3,410    | 2,632          | 13,261 |
| 33            | São Joaquim de Bicas                   | 1,540          | 4,416            | 4,620    | 2,477          | 13,053 |
| 34            | Visconde do Rio Branco                 | 5,477          | 3,554            | 2,640    | 1,238          | 12,910 |
| 35            | Santa Rita do Sapucaí                  | 5,648          | 2,908            | 2,310    | 2,013          | 12,879 |
| 36            | Ibirité                                | 8,558          | 0,108            | 3,080    | 0,619          | 12,365 |
| 37            | Pedro Leopoldo                         | 7,702          | 3,123            | 0,440    | 1,084          | 12,349 |
| 38            | Lagoa da Prata                         | 7,017          | 0,754            | 1,430    | 3,096          | 12,298 |
| 39            | João Monlevade                         | 8,215          | 0,215            | 0,330    | 3,251          | 12,012 |
| 40            | Carmo do Paranaíba                     | 0,171          | 3,231            | 2,860    | 5,263          | 11,526 |
| 41            | São Gotardo                            | 3,423          | 1,185            | 1,100    | 5,573          | 11,281 |
| 42            | Cataguases                             | 8,044          | 0,862            | 0,660    | 1,703          | 11,269 |
| 43            | Santa Bárbara                          | 1,027          | 2,262            | 2,750    | 5,109          | 11,148 |
| 44            | Três Marias                            | 1,883          | 1,077            | 0,550    | 7,276          | 10,786 |
| 45            | Betim                                  | 8,900          | 0,323            | 0,770    | 0,774          | 10,767 |
| 46            | Nova Lima                              | 8,387          | 0,646            | 0,110    | 1,548          | 10,691 |
| 47            | Barão de Cocais                        | 2,054          | 1,831            | 2,200    | 4,180          | 10,265 |
| 48            | Matozinhos                             | 4,108          | 1,723            | 1,650    | 1,858          | 9,339  |
| 49            | Santana do Paraíso                     | 3,252          | 1,616            | 3,960    | 0,464          | 9,292  |
| 50            | Ouro Branco                            | 4,621          | 2,046            | 0,220    | 1,393          | 8,281  |
| 51            | Mateus Leme                            | 0,685          | 2,369            | 2,970    | 0,310          | 6,334  |
| 52            | Sarzedo                                | 2,396          | 0,539            | 1,210    | 0,929          | 5,074  |

## **Critérios para a instalação de frações BM**

Fonte: Elaboração própria.

### **REFERÊNCIAS**

ARONSON, J.K., BANKHEAD, C., NUNAN, D. Counfounding. In: **Catalogue of bias collaboration**. 2018. Disponível em: [www.catalogueofbiases.org/biases/confounding](http://www.catalogueofbiases.org/biases/confounding)

AUDICON. **STF declara inconstitucionalidade de taxa de incêndio em Minas Gerais**. Disponível em: <https://www.audiconuberlandia.com.br/stf-declara-inconstitucionalidade-de-taxa-de-incendio-em-minas-gerais/>. Acessado em: 22 de março de 2021.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acessado em: 22 de março de 2021.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal –STF. **Lei de MG que criava taxa por uso provável de serviço dos bombeiros é inconstitucional**. 26 de agosto de 2020. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=450395>. Acessado em: 22 de março de 2021.

CUNHA, P.A. **O crescimento estratégico do Corpo de Bombeiros na atual conjuntura do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2002.

DISTÂNCIA ENTRE CIDADES. Acessado em: 25 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.distanciaentreasidades.com.br>

FIGUEIREDO FILHO, D.B., SILVA JÚNIOR, J.A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson. **Revista Política Hoje**, v.18, n.1, p.115-146, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. 2010. Acessado em: 10 de agosto de 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/mg?indicadores=30255>.

## **Critérios para a instalação de frações BM**

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. 2021. Acessado em: 10 de agosto de 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>

MEIRELLES, H.L. **Direito Administrativo Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 44ª Ed. 2020.

MINAS GERAIS. **Lei Ordinária N. 22415, de 24 de fevereiro de 2016**. Fixa os efetivos da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais - PMMG - e do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais - CBMMG - e dá outras providências. Acessado em: 10/08/2021. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-22415-2016-minas-gerais-lei-22415-de-16-12-2016-texto-atualizado-2019-12-20-versao-compilada>.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **RESOLUÇÃO Nº5.354 DE 25 DE MARÇO DE 2020**. Dispõe sobre a forma e o prazo de pagamento da Taxa pela Utilização Potencial do Serviço de Extinção de Incêndio relativa ao exercício de 2020, e o cadastramento das edificações não residenciais. Setembro de 2020 a. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/resolucoes/2020/rr5354\\_2020.html](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/resolucoes/2020/rr5354_2020.html). Acessado em 22 de março de 2021.

MINAS GERAIS. **Diário Oficial do Estado- DOE**. Resolução SEF n.º 5.388/2020 revogando a Resolução n.º 5.354/2020 que dispunha sobre a forma e o prazo de pagamento da Taxa pela Utilização Potencial do Serviço de Extinção de Incêndio relativa ao exercício de 2020. 29 de agosto de 2020 b. Disponível em: <https://sindinfor.org.br/blog/minas-gerais-revoga-a-exigencia-da-taxa-de-incendio-de-2020/>. Acessado em: 22 de março de 2021

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de comando do CBMMG 2015- 2026**. 4º ed. Belo Horizonte, 2021 a.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública – SEJUSP. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG. Segunda Seção do Estado-Maior – EMBM-2 Centro Integrado de Informações de Defesa Social – CINDS. **Anuário Estatístico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais 2020**. Minas Gerais, 2021b.

## **Crêterios para a instalação de frações BM**

MUKAKA, M.M. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v.24, n.3, p. 69-71 Sept, 2012

REGRESSÃO. **Variáveis de confusão**. Acessado em 27 de julho de 2021. Disponível em: <http://mdduft.wikidot.com/aula1>.

SANTOS, L.H. **Análise dos critérios mínimos desejáveis para elevação de um pelotão bombeiro militar destacado   condição de Companhia no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**. 2018. 61p. Monografia de Especialização. Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais e   Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2018.