



Imagem gerada por IA, meramente ilustrativa.



Corpo de Bombeiros
Militar do Estado do
Rio de Janeiro

2 de julho de 2026

Importância da análise estatística dos dados da Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes (DPPT) para a retroalimentação do ciclo operacional de bombeiro militar

Autores:

Ulisses David Gabardo

Graduação no Curso de Formação de Oficiais da ABMDPII

ORCID: [0009-0009-6663-1079](https://orcid.org/0009-0009-6663-1079)

Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes - CBMERJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

E-mail: ulissesgabardo.uff@gmail.com

Frederico dos Santos Cardoso

Graduação no Curso de Formação de Oficiais da ABMDPII

ORCID: [0009-0001-4234-0586](https://orcid.org/0009-0001-4234-0586)

Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes - CBMERJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil



SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
REVISTA CIENTÍFICA SOLDADO DO FOGO

IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DA
DIRETORIA DE PESQUISAS, PERÍCIAS E TESTES (DPPT) PARA A
RETROALIMENTAÇÃO DO CICLO OPERACIONAL DE BOMBEIRO

Ulisses David Gabardo^{1*} e Frederico dos Santos Cardoso¹

¹Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes - CBMERJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

*Autor correspondente. E-mail: ulissesgabardo.uff@gmail.com

RESUMO: A perícia de incêndio desempenha papel fundamental na compreensão das dinâmicas envolvidas nos eventos incendiários, ao produzir dados técnicos capazes de subsidiar ações de prevenção, resposta operacional e gestão institucional. Quando sistematizadas e analisadas de forma científica, essas informações permitem identificar padrões recorrentes e promover a retroalimentação do ciclo operacional dos Corpos de Bombeiros. Objetivo: Analisar e sistematizar os dados dos incêndios periciados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ) no segundo semestre de 2025, consolidando informações de natureza estrutural, preventiva e operacional. Métodos: Foram analisados 55 incêndios estruturais e cinco incêndios florestais, a partir de formulários padronizados da Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes (DPPT), utilizando estatística descritiva, inferência bayesiana simples e análise qualitativa temática. Resultados: Os resultados evidenciam elevada proporção de não conformidade aos dispositivos preventivos exigidos pelo COSCIP, predominância de causas acidentais e recorrência de fatores operacionais críticos. Conclusão: A sistematização dos dados periciais constitui ferramenta estratégica para o aprimoramento da prevenção, da resposta aos incêndios e da gestão do conhecimento institucional. Palavras-chave: Perícia em incêndio, prevenção, retroalimentação.

ABSTRACT: Fire investigation plays a fundamental role in understanding the dynamics of fire events by producing technical data that support prevention strategies, operational response, and institutional management. When systematically organized and scientifically analyzed, these data allow the identification of recurring patterns and promote feedback within the operational cycle of fire departments. Objective: To analyze and systematize data from fires investigated by the Military Fire Department of the State of Rio de Janeiro (CBMERJ) during the second semester of 2025, consolidating structural, preventive, and operational information. Methods: The analysis comprised 55 structural fires and five wildfires, based on standardized forms developed by the Research, Investigation, and Testing Division (DPPT), using descriptive statistics, simple Bayesian inference, and qualitative thematic analysis. Results: The results indicate a high proportion of non-compliance with preventive devices required by fire safety regulations, predominance of accidental causes, and recurrence of critical operational factors. Conclusion: The study concludes that the systematization of fire investigation data represents a strategic tool for improving fire prevention, emergency response, and institutional knowledge management. Keywords: Fire investigation, prevention, feedback.





1. INTRODUÇÃO

De modo geral, a perícia constitui um campo científico interdisciplinar fundamentado na integração de conhecimentos de diferentes áreas, que busca coletar, analisar e interpretar vestígios, com o objetivo de conferir materialidade e embasamento técnico aos fatos averiguados¹. Nesse contexto, a perícia de incêndio destaca-se como investigação técnica voltada à determinação da origem, da causa e da dinâmica de incêndios e explosões. Esse processo envolve a análise do local sinistrado, dos vestígios, dos materiais envolvidos e dos sistemas de segurança, visando compreender o evento, subsidiar ações preventivas e elaborar laudos periciais para fins legais.

Trata-se de uma área especializada, que exige não apenas sólido conhecimento teórico, mas também experiência empírica sobre os fenômenos envolvidos. No Estado do Rio de Janeiro, a perícia de incêndio administrativa é conduzida pela Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes (DPPT). Sua finalidade legal é estudar os incêndios para compreendê-los e preveni-los, conforme a Lei Federal nº 14.751/2023², que organiza as atribuições dos Corpos de Bombeiros Militares e reconhece a perícia como instrumento de aprendizado institucional.

No estado do Rio de Janeiro, até o final do primeiro semestre de 2025, as perícias de incêndio, embora tecnicamente consistentes, eram realizadas de forma pontual e dispersa, sem gerar valor estatístico consolidado. Essa limitação dificultava a retroalimentação operacional baseada em evidências científicas. Entretanto, a coleta sistemática de dados dos incêndios atendidos apresenta potencial para aprimorar continuamente os processos de gestão e prevenir eventos semelhantes³.

Nesse sentido, Lugon et al. (2018)⁴ destacam que a melhoria contínua da gestão do conhecimento e da gestão pública favorece o aperfeiçoamento das práticas institucionais, reduzindo falhas e perdas financeiras, temporais e humanas. Além da dimensão operacional, estudos internacionais têm destacado a importância da utilização sistemática de dados provenientes de investigações de incêndio como ferramenta de aprendizagem organizacional e prevenção baseada em evidências. Sistemas nacionais de registro e análise de ocorrências, como o *National Fire Incident Reporting System* (NFIRS), nos Estados Unidos, demonstram que a consolidação de bancos de dados estruturados permite identificar padrões recorrentes, monitorar tendências, subsidiar políticas públicas e orientar ações preventivas de forma mais eficiente⁵. De modo semelhante, a *National Fire Protection Association* (NFPA) tem ressaltado que a análise integrada de dados de incêndio constitui componente essencial para compreensão dos fatores de risco e para o aprimoramento contínuo das estratégias de segurança contra incêndio⁶. Como consequência, observa-se maior eficiência e eficácia, com impacto direto na qualidade dos serviços prestados, incluindo a atividade de prevenção e combate a incêndios.

Diante desse cenário e visando à adequação à Lei Federal nº 14.751/2023², foi desenvolvido,





no início de 2025, um novo modelo operacional aprovado pelo Estado-Maior Geral: a coleta sistemática de dados de incêndios atendidos pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ). Em caráter experimental, o primeiro período de análise concentrou-se em aspectos estratégicos, como dispositivos preventivos fixos exigidos pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP), vítimas em edificações residenciais multifamiliares e incêndios florestais relevantes.

A implementação dessa coleta visa compreender a efetividade das estratégias adotadas e identificar pontos de aprimoramento, tanto na prevenção quanto na resposta a desastres. Contudo, a divulgação dos dados de incêndios atendidos pelo CBMERJ ainda é incipiente e pouco compreendida por pesquisadores e bombeiros militares. Além disso, o sistema de registro e divulgação dessas informações carece de maior robustez legal e padronização conceitual, o que reforça a necessidade de estudos para seu fortalecimento institucional.

Assim, a principal motivação deste estudo reside na escassez de pesquisas científicas sobre incêndios no contexto brasileiro, especialmente no estado do Rio de Janeiro. Busca-se construir uma base consistente de conhecimento que subsidie o aprimoramento das ações dos bombeiros militares, tanto na prevenção quanto na resposta a eventos críticos.

Com base nessas considerações, o objetivo geral consiste em analisar e sistematizar os dados dos incêndios periciados pelo CBMERJ no segundo semestre de 2025, consolidando informações estruturais, preventivas e operacionais. Especificamente, pretende-se identificar as tipologias das edificações afetadas; verificar a presença, ausência ou parcialidade dos dispositivos preventivos exigidos pelo COSCIP; analisar causas e subcausas dos incêndios; examinar a ocorrência de incêndios florestais relevantes; consolidar dados sobre vítimas; identificar lacunas no ciclo operacional do CBMERJ e propor melhorias; além de produzir subsídios para a retroalimentação operacional e normativa.

2. MÉTODOS

2.1 Desenho de estudo e amostra

Trata-se de um estudo observacional, de caráter descritivo-analítico. Utilizou-se abordagem metodológica mista (quantitativa e qualitativa), conduzida a partir de dados periciais de incêndio coletados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ).

O universo de análise foi composto pela totalidade dos 60 formulários de retroalimentação preenchidos durante o semestre experimental de implementação do instrumento, correspondendo a 60 eventos de incêndio, sendo 55 em edificações e cinco incêndios florestais, ocorridos entre 01 de julho de 2025 e 31 de dezembro de 2025. Os dados foram consolidados e validados pela Divisão de Análise e Estatística (DAE) da Diretoria de Pesquisas, Perícias e Testes (DPPT).





Foram adotados critérios de inclusão baseados em relevância operacional e potencial de geração de conhecimento para retroalimentação institucional: (a) edificações residenciais multifamiliares com vítimas transportadas ou óbito; (b) edificações com exigência de dispositivos preventivos fixos estratégicos; e (c) incêndios florestais com impacto operacional, ambiental ou social relevante. Foram excluídos incêndios que não atendiam a esses critérios.

Nesse sentido, os casos analisados corresponderam à totalidade dos formulários de retroalimentação produzidos durante o semestre experimental de implementação do instrumento pela DPPT. A identificação dos eventos elegíveis foi realizada a partir de sistemas operacionais institucionais, registros das unidades operacionais e acompanhamento da rotina pericial. Embora os sistemas corporativos do CBMERJ registrem milhares de acionamentos relacionados a incêndios ao longo do período, esses registros incluem chamados duplicados, múltiplos despachos para uma mesma ocorrência, eventos cancelados, erros de classificação operacional, princípios de incêndio e ocorrências que não atendiam aos critérios definidos para o estudo. Dessa forma, o universo de registros operacionais não corresponde ao universo de eventos elegíveis para preenchimento do formulário utilizado nesta pesquisa.

2.2 Aspectos Éticos

O estudo utilizou exclusivamente dados secundários provenientes de registros institucionais, sem identificação individual de vítimas ou envolvidos, garantindo anonimato e confidencialidade das informações. Por se tratar de dados administrativos e operacionais, não houve contato direto com participantes humanos.

Como suporte à elaboração do manuscrito, foi utilizada a ferramenta de inteligência artificial ChatGPT (OpenAI). Seu uso restringiu-se à revisão textual de trechos do manuscrito, sugestões de aprimoramento da redação científica e verificação da coerência descritiva das análises estatísticas já realizadas pelos autores. A ferramenta não foi utilizada para geração, coleta, tratamento ou análise dos dados, tampouco para interpretação dos resultados ou elaboração das conclusões do estudo. Todas as informações produzidas com auxílio da ferramenta foram revisadas criticamente pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do manuscrito.

2.3 Variáveis de estudo

As variáveis foram organizadas conforme seus papéis analíticos:

- Desfecho (dependente): ocorrência de vítimas (presença/ausência, incluindo óbitos).
- Variáveis independentes: tipo de edificação (classificação COSCIP), causas e subcausas dos incêndios, conformidade dos dispositivos preventivos (conforme, parcial,





não conforme).

- Covariáveis: presença e tipo de dispositivos preventivos, objeto e material de ignição inicial, fatores operacionais e circunstanciais.

A classificação das edificações e dispositivos preventivos foi realizada conforme o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP; Decreto Estadual nº 42/20187). As causas e subcausas foram padronizadas com base na árvore de causas da DPPT, fundamentada na NFPA 9218. Cumpre registrar que o estudo se limitou a avaliar as características da unidade (altura, área total construída, ocupação, etc.), não verificando ano de construção ou outras variáveis que poderiam alterar suas exigências de acordo com o COSCIP.

2.4 Análise Estatística

A coleta de dados foi realizada por meio de um formulário estruturado de retroalimentação, desenvolvido com o objetivo de padronizar registros e reduzir variabilidade interpretativa entre peritos. Esse instrumento foi operacionalizado por meio de um software desenvolvido e disponibilizado em repositório no GitHub, permitindo registro remoto, armazenamento estruturado e consolidação automática dos dados.

Os dados foram obtidos a partir de múltiplas fontes: formulário de retroalimentação, Sistema de Gestão de Operações (SISGEO), registros das unidades operacionais e laudos periciais. A análise dos dados seguiu três etapas complementares:

- Estatística descritiva: cálculo de frequências absolutas e relativas, proporções e distribuição das variáveis, com construção de tabelas de contingência e cruzamentos (ex.: causa $\times$ conformidade; vítimas $\times$ tipo de edificação).
- Inferência bayesiana: utilizada para estimar a probabilidade de ocorrência de vítimas por tipo de edificação, considerando o reduzido número de observações em algumas categorias. Foi adotado um modelo Beta-Binomial com distribuição priori não informativa Beta (1,1). As distribuições posteriores foram obtidas por meio da atualização bayesiana da priori, resultando em distribuições Beta(1+y,1+n-y), em que y representa o número de incêndios com vítimas e n o número total de incêndios observados em cada grupo. Foram calculadas as médias posteriores e os intervalos críveis de 95%, correspondentes aos percentis 2,5% e 97,5% das distribuições posteriores. As análises foram realizadas no software R versão 4.4.2.
- Análise qualitativa temática: aplicada aos campos textuais dos formulários (ex.: fatores operacionais, dificuldades no combate, observações dos peritos). Inicialmente, os registros textuais foram submetidos à leitura exploratória para familiarização com o





conteúdo. Em seguida, realizou-se codificação indutiva dos relatos, buscando identificar padrões recorrentes relacionados a fatores operacionais, circunstanciais e comportamentais observados pelos peritos. Os códigos semelhantes foram agrupados em categorias temáticas mais amplas, que posteriormente foram revisadas e consolidadas pela equipe responsável pela análise. Por fim, as categorias identificadas foram quantificadas por frequência de ocorrência nos formulários, permitindo integrar evidências qualitativas e quantitativas na interpretação dos resultados.

Essa abordagem visou preservar a incerteza inerente aos dados, evitar generalizações indevidas e maximizar o valor interpretativo dos resultados para fins de retroalimentação operacional.

3. RESULTADOS

Esta seção apresenta os principais resultados obtidos a partir da análise dos Formulários referentes ao 2º semestre de 2025 (2025.2), organizados de modo a atender, de forma sistemática, aos objetivos propostos neste estudo. Os resultados são expostos com base nos três blocos desenvolvidos na metodologia, contemplando a caracterização geral da amostra, a avaliação da conformidade dos dispositivos preventivos fixos estratégicos e as análises integradas envolvendo tipo de edificação, causas, dinâmica inicial do incêndio e fatores operacionais e circunstanciais. Os resultados aqui apresentados constituem a base empírica para a discussão subsequente, na qual os achados serão interpretados à luz dos aspectos relacionados ao serviço de retroalimentação do ciclo operacional que deve ser prestado pela perícia do CBMERJ.

3.1 Bloco 1 - Caracterização geral da amostra

Este bloco buscou responder aos seguintes questionamentos.

- 1) Qual a distribuição dos incêndios estruturais analisados segundo o tipo de edificação, seu uso e ocupação?
- 2) Qual a frequência de ocorrência das causas e subcausas na amostra estudada?
- 3) Existe alguma concentração de causas/subcausas relacionada a cada tipo de edificação?

Para levantar os dados necessários para responder essas questões, foram analisados os campos referentes ao grupo e à ocupação da edificação de acordo com o COSCIP, o campo informativo sobre a quantidade de pavimentos e os campos relativos à possível causa e subcausa do incêndio. A partir dessas informações, foram realizadas análises descritivas da distribuição dos incêndios segundo o tipo de edificação, o número de pavimentos e as causas identificadas.

Observou-se predominância de incêndios em edificações do grupo A – Residencial, que





representaram 56,4% da amostra ($n = 31$). Em seguida, destacaram-se as edificações do grupo C – Comercial, correspondendo a 14,5% dos casos ($n = 8$). Os grupos Industrial (I) e Depósito (J) apresentaram participação semelhante, com 7,3% dos incêndios cada ($n = 4$), enquanto as edificações do grupo E – Escolar e cultura física corresponderam a 5,5% dos eventos ($n = 3$). Os demais grupos analisados (B, D, F e H) totalizaram 9,1% dos registros ($n = 5$). Esses resultados indicam que o semestre experimental de 2025.2 concentrou-se principalmente em ocupações residenciais, seguidas pelas ocupações comerciais, enquanto os demais grupos apareceram de forma mais dispersa, refletindo a diversidade dos cenários atendidos pelo CBMERJ.

Em relação ao número de pavimentos, a distribuição dos incêndios mostrou-se relativamente homogênea entre as categorias analisadas. Edificações com até dois pavimentos representaram 27,3% da amostra ($n = 15$), percentual idêntico ao observado para edificações com dez ou mais pavimentos ($n = 15$). As edificações com três a quatro pavimentos corresponderam a 25,5% dos casos ($n = 14$), enquanto aquelas com cinco a nove pavimentos representaram 20,0% dos registros ($n = 11$). Essa distribuição evidencia heterogeneidade quanto à verticalização das edificações periciadas, incluindo desde construções de baixa altura até edificações de maior complexidade operacional. A Tabela 1 apresenta a distribuição das causas e subcausas dos incêndios analisados.

Tabela 1 - Distribuição de causas e subcausas

Causa (total)	Subcausa	Quantidade	% causa	% total
Intencional (5)	Incendiarismo	4	80%	7,3%
	Suicídio/Tentativa de suicídio	1	20%	1,8%
	Outras causas intencionais	-	-	-
Acidental (39)	Fenômenos termoeletrônicos	27	69,2%	49,1%
	Térmica	9	23,1%	16,4%
	Mecânica/Atrito	-	-	-
	Reação química	1	2,6%	1,8%
	Ações humanas inseguras	1	2,6%	1,8%
	Descontrole de queima	1	2,6%	1,8%
	Outras causas acidentais	-	-	-
Natural (0)	Raio atmosférico	-	-	-
	Combustão espontânea	-	-	-
	Outras causas naturais	-	-	-
Indeterminada (11)	Evidências destruídas	6	54,5%	10,9%
	Evidências insuficientes	1	9,1%	1,8%
	Múltiplas causas possíveis	4	36,4%	7,3%

Fonte: Elaboração pela DAE (2026)

Na Tabela 1, é possível observar que há predominância de incêndios de natureza acidental, seguidos por registros indeterminados. Casos intencionais aparecem em menor número, não sendo observados eventos classificados como naturais no período analisado. Em relação às subcausas nos incêndios intencionais, mesmo com amostra pequena, houve predominância clara de incendiarismo, com ocorrência pontual associada a suicídio.



Entre as subcausas acidentais, os incêndios foram majoritariamente associados a fenômenos termoeletrônicos, representando mais de dois terços dos casos. Em segundo plano, aparecem eventos relacionados a fontes de calor abertas/chama, o que reforça padrões já observados na literatura, na prática pericial e na rotina dos bombeiros do Estado do Rio de Janeiro. As demais subcausas acidentais tiveram ocorrência residual, o que limita inferências, mas aponta para a diversidade de mecanismos possíveis.

Finalmente, a principal subcausa dos incêndios classificados como indeterminados foi a destruição das evidências, seguida por situações com múltiplas causas possíveis. Esse achado evidencia limitações recorrentes enfrentadas na apuração pericial, especialmente em cenários com elevado grau de dano, reforçando a importância de medidas preventivas e de preservação da cena.

As informações apresentadas anteriormente permitiram responder aos dois primeiros questionamentos deste bloco, relacionados à caracterização das edificações e à distribuição das causas e subcausas dos incêndios. Para responder ao terceiro questionamento, foi realizada uma análise integrada entre os grupos de ocupação das edificações e as causas identificadas nos eventos.

Observou-se que a predominância geral de incêndios de causa acidental também se manteve quando os dados foram analisados por grupo de edificação. Nas ocupações residenciais, foram registrados 25 incêndios acidentais, quatro indeterminados e dois intencionais. Entre as edificações comerciais, verificaram-se seis incêndios acidentais e dois indeterminados. Por sua vez, os grupos Industrial e Depósito apresentaram comportamento distinto, com maior frequência relativa de ocorrências classificadas como indeterminadas. No grupo Industrial, foram registrados dois incêndios indeterminados, um acidental e um intencional, enquanto no grupo Depósito observaram-se três ocorrências indeterminadas e apenas uma acidental.

Nas edificações classificadas como Escolar e cultura física, todos os eventos analisados foram atribuídos a causas acidentais. Já os demais grupos (B, D, F e H) apresentaram distribuição mais heterogênea, com três incêndios acidentais e dois intencionais.

De modo geral, os resultados sugerem que as ocupações residenciais e comerciais apresentam maior clareza para a determinação da natureza do incêndio, enquanto edificações industriais e depósitos concentram maior proporção de classificações indeterminadas. Embora essa interpretação deva ser realizada com cautela em razão do reduzido número de casos, uma possível explicação está relacionada às características construtivas, à carga de incêndio e à dinâmica de propagação normalmente observadas nesses tipos de ocupação, fatores que podem dificultar a preservação e a identificação dos vestígios necessários à determinação da causa.

3.2 Bloco 2 - Conformidade quanto a dispositivos preventivos

Este bloco buscou responder aos seguintes questionamentos:





- 1) Qual a distribuição dos incêndios estruturais analisados segundo a conformidade dos dispositivos preventivos estudados (comparação entre exigidos e encontrados)?
- 2) Qual a relação, caso exista, entre a ocorrência das causas de incêndio e nível de conformidade da edificação?
- 3) Qual a distribuição entre ocorrência de vítimas e nível de conformidade?

Para responder a esses questionamentos, o formulário continha um campo destinado ao registro dos dispositivos preventivos exigidos pelo COSCIP para cada tipo de edificação analisada. Em seguida, o perito informava quais dispositivos preventivos foram efetivamente encontrados no local. Com base nessas informações, as edificações foram classificadas quanto ao grau de conformidade. O instrumento também contemplava campos relativos à utilização dos dispositivos preventivos durante as ações de combate, tanto por populares quanto por bombeiros militares, bem como ao registro de eventuais falhas observadas durante sua utilização. No que se refere às vítimas, os registros permitiram identificar a ocorrência de óbitos, vítimas em geral e vítimas diretamente afetadas pelos efeitos do fogo, como queimaduras e inalação de fumaça. A Tabela 2 mostra a distribuição sobre a conformidade das edificações.

Tabela 2 - Conformidade das edificações

Classificação	Quantidade de incêndios	%
Conforme	11	20%
Parcialmente conforme	16	29,1%
Não conforme	26	47,3%
Sem exigência	1	1,8%
Indeterminada	1	1,8%

Fonte: Elaboração pela DAE (2026)

A Tabela 2 evidencia que a proporção de eventos analisados nos quais os dispositivos preventivos fixos não estavam instalados conforme as exigências do COSCIP é expressiva, totalizando 76,4% dos casos classificados entre as categorias “parcialmente conforme” e “não conforme”. Destaca-se que a avaliação da conformidade considerou exclusivamente a existência dos dispositivos preventivos fixos estratégicos previstos no COSCIP, não contemplando aspectos relacionados ao uso, acionamento ou desempenho desses sistemas durante o evento. A partir da análise dos campos referentes à utilização e às falhas dos dispositivos, verificou-se que, em 15 ocorrências, houve ao menos uma tentativa de utilização por parte de populares ou de bombeiros militares, sendo identificadas falhas em oito desses eventos.

Em relação às vítimas, observou-se que 15 incêndios (27,3%) registraram ao menos uma vítima, enquanto 40 ocorrências (72,7%) não apresentaram vítimas. Entre os eventos analisados, 12 (21,8%) envolveram vítimas diretamente afetadas pelos efeitos do fogo, como queimaduras e inalação de fumaça, e foram registrados dois óbitos (3,6%). Houve ainda uma ocorrência (1,8%)





envolvendo vítima cuja condição não decorreu diretamente dos efeitos do incêndio. De modo geral, a baixa frequência de vítimas observada mostra-se compatível com as características da amostra e com o recorte adotado neste estudo, uma vez que eventos envolvendo reunião de público e situações de aglomeração não constituíram o foco principal da análise realizada.

Para responder ao segundo questionamento, foi realizada uma análise integrada entre o nível de conformidade das edificações e as causas dos incêndios identificadas. Observou-se que a predominância de incêndios de causa acidental se manteve em todas as categorias de conformidade. Entre as edificações classificadas como conformes, foram registrados nove incêndios acidentais e dois indeterminados. Nas edificações parcialmente conformes, observaram-se 12 incêndios acidentais, três indeterminados e um intencional. Já entre as edificações não conformes, verificou-se a maior concentração de ocorrências, com 18 incêndios acidentais, quatro indeterminados e quatro intencionais.

As categorias “sem exigência” e “indeterminada” apresentaram apenas uma ocorrência cada, ambas classificadas como de causa indeterminada. De modo geral, independentemente da causa do incêndio, observou-se elevada frequência de edificações classificadas como parcialmente conformes ou não conformes. Nos incêndios de causa intencional, por exemplo, não foram identificadas edificações plenamente conformes, enquanto os incêndios acidentais apresentaram distribuição predominante entre as categorias parcialmente conforme e não conforme. Esses resultados reforçam a elevada frequência de inadequações relacionadas à implantação dos dispositivos preventivos fixos estratégicos exigidos pelo COSCIP. Contudo, considerando o caráter descritivo da análise e o reduzido número de ocorrências em algumas categorias, os dados não permitem estabelecer relações causais entre a conformidade das edificações e a natureza dos incêndios observados.

De forma geral, os resultados reforçam a elevada frequência de não conformidade ou conformidade parcial das edificações periciadas, independentemente da causa do incêndio, indicando desafios recorrentes relacionados à efetiva implantação e à adequada fiscalização dos dispositivos preventivos fixos estratégicos exigidos pelo COSCIP. Para o cruzamento entre os dados referentes à existência de vítimas e à conformidade dos dispositivos preventivos, considerou-se exclusivamente a presença de vítimas em cada evento. Assim, independentemente de se tratar de óbito, vítima decorrente dos efeitos diretos do fogo ou de outro tipo de lesão, o incêndio foi classificado como evento com vítima sempre que houve ao menos um registro. Essa opção metodológica teve como finalidade simplificar a interpretação dos resultados e subsidiar as análises realizadas no bloco subsequente.

Observou-se que a maioria dos incêndios analisados não resultou em vítimas, independentemente do nível de conformidade das edificações. Entre os 15 eventos com registro





de vítimas, sete ocorreram em edificações classificadas como parcialmente conformes, seis em edificações não conformes e apenas dois em edificações plenamente conformes. Não foram observadas vítimas nas categorias “sem exigência” e “indeterminada”.

Embora os dados não permitam estabelecer uma relação causal entre a conformidade dos dispositivos preventivos e a ocorrência de vítimas, a distribuição observada sugere que os eventos com impacto sobre pessoas ocorreram predominantemente em edificações que apresentavam algum grau de inadequação em relação às exigências normativas. Sob a perspectiva operacional, esses achados são compatíveis com a relevância atribuída aos dispositivos preventivos nas estratégias de mitigação de danos e proteção da vida, embora o presente estudo não permita estabelecer relações causais entre essas variáveis.

3.3 Bloco 3 - Análises integradas dos dados

Neste bloco, buscou-se, a partir das análises realizadas, integrar os diferentes conjuntos de dados com a finalidade de estimar probabilidades de ocorrência de vítimas em eventos futuros de características semelhantes, bem como verificar a existência de padrões recorrentes nos campos textuais dos formulários, tais como materiais que primeiro entraram em ignição, hipóteses prováveis, informações finais do perito e fatores operacionais e circunstanciais diversos. Para tanto, foram formulados os questionamentos a serem respondidos nesta etapa da análise. A Tabela 3 apresenta os resultados das inferências bayesianas realizadas com base nos dados anteriormente descritos.

- 1) Determinados tipos de edificação concentram maior proporção de incêndios e incêndios com vítimas?
- 2) Há padrões recorrentes entre causa, subcausa e material que primeiro entrou em ignição?
- 3) Quais fatores operacionais e circunstanciais descritos pelos peritos aparecem com maior frequência nos incêndios estruturais analisados?

Tabela 3 - Incêndios por tipo de edificação

Grupo da edificação	Nº de incêndios	Com vítimas	% com vítimas	Média posterior	Icr 95%
A – Residencial	31	10	32,3%	0,33	[0,19 ; 0,50]
C – Comercial	8	3	37,5%	0,40	[0,14 ; 0,70]
I – Industrial	4	1	25,0%	0,33	[0,05 ; 0,72]
J – Depósito	4	1	25,0%	0,33	[0,05 ; 0,72]
E - Escolar e cultura física	3	-	0%	0,20	[0,01 ; 0,60]
Outros grupos (B, D, F, H)	5	-	0%	0,14	[0,00 ; 0,46]
TOTAL	55	15	27,3%	0,28	[0,17 ; 0,40]

Fonte: Elaboração pela DAE (2026)





A partir da amostra de 55 formulários, foram identificados os eventos em que houve vítima (incluindo óbito). As edificações residenciais concentraram 31 dos 55 eventos e 10 dos 15 eventos com vítimas, o que representa respectivamente 56,4% e 66,7%. Embora as edificações residenciais tenham a maior parte dos casos, proporcionalmente as edificações comerciais tiveram maior frequência relativa de vítimas.

A escolha da inferência bayesiana foi realizada para considerar a incerteza associada ao reduzido número de observações em algumas categorias e ao desbalanceamento da amostra, fornecendo estimativas probabilísticas da ocorrência de vítimas por tipo de edificação. A média posterior encontrada difere ligeiramente da estimativa de frequência devido à incorporação da distribuição priori Beta (1,1), adotada como não informativa, a qual atribui igual plausibilidade a todos os valores possíveis da probabilidade p de ocorrência de vítimas antes da observação dos dados. Essa escolha introduz uma regularização mínima, especialmente relevante em amostras pequenas. O intervalo crível de 95% representa o intervalo no qual, dadas as informações disponíveis e o modelo adotado, existe 95% de probabilidade de que o valor verdadeiro da probabilidade de ocorrência de vítimas esteja contido.

A análise conjunta entre a possível causa e subcausa, o objeto que primeiro entrou em ignição e o material que primeiro entrou em ignição revelou padrões recorrentes e tecnicamente coerentes. Destacam-se, entre os incêndios acidentais, aqueles envolvendo equipamentos eletroeletrônicos e materiais poliméricos, bem como incêndios relacionados à cocção.

Entre os incêndios classificados como acidentais por fenômenos termoeletrônicos ($n = 27$), observou-se que aparelhos eletrodomésticos figuraram como os primeiros objetos a entrar em ignição em 13 ocorrências. Em outros nove eventos, a fiação elétrica foi identificada como elemento iniciador do incêndio, enquanto quatro casos permaneceram restritos aos quadros de energia das edificações. Esses resultados indicam uma recorrência consistente entre fenômenos termoeletrônicos, equipamentos eletroeletrônicos e materiais poliméricos presentes nas instalações elétricas.

Nos incêndios classificados como acidentais por causa térmica ($n = 9$), sete ocorrências estavam relacionadas à cocção de alimentos ou à utilização de fogões. Os principais objetos identificados como primeiros elementos a entrar em ignição foram fogões, panelas e coifas, enquanto os materiais mais frequentemente envolvidos foram óleos, MDF e plásticos presentes em armários e utensílios domésticos. Esse padrão demonstra coerência entre a classificação pericial atribuída e os materiais envolvidos no início do incêndio.

Entre os incêndios classificados como de causa indeterminada ($n = 11$), observou-se que oito tiveram algum tipo de mobiliário estofado como primeiro objeto atingido, sendo a espuma identificada como material inicial em seis ocorrências. Considerando as características de



combustão desses materiais, que favorecem a rápida destruição dos vestígios associados à ignição primária, esse padrão pode contribuir para explicar a maior frequência de classificações indeterminadas nesses casos.

Por fim, nos incêndios classificados como intencionais ($n = 5$), embora a amostra seja reduzida, verificou-se predominância de materiais de fácil ignição, como papel, tecidos e plásticos, além de indícios compatíveis com o uso de acelerantes em parte dos eventos. Os resultados mostram coerência entre os materiais identificados e as características normalmente associadas aos incêndios deliberadamente provocados.

O terceiro questionamento foi voltado a verificar questões operacionais voltadas tanto à rotina dos peritos quanto à dos bombeiros que combatem o incêndio, levantando dados que possam tentar entender dificuldades encontradas e oportunidades de melhorias dos serviços prestados pela corporação e da segurança dos militares. Os fatores encontrados de maneira mais recorrente não são exclusivamente estruturais, mas resultam da interação entre ambiente, comportamento humano e resposta inicial ao evento pelo público geral e formam um núcleo crítico associado à maior gravidade dos eventos. Em especial:

- Atraso na percepção (detecção tardia, fumaça percebida apenas após propagação, ausência de detecção automática, etc.);
- Resposta inicial inadequada (uso de água em óleo/gordura, combate sem desligar energia, manipulação direta do foco, etc.);
- Condições elétricas precárias (instalações improvisadas, extensões sobrecarregadas, condutores degradados, etc.);
- Dificuldade de acesso (ambientes confinados, excesso de carga combustível, layout desfavorável, corredores estreitos, falta de espaço para viaturas, etc.);
- Comportamento de pessoas ligadas ao evento (permanência no local, retorno para resgate de bens, tentativa de salvamento sem proteção, etc.).

A Figura 1 apresenta a frequência com que diferentes fatores operacionais e circunstanciais foram mencionados nos formulários analisados. Observa-se que o fator mais recorrente foi o atraso na percepção do incêndio, citado em 18 formulários, seguido pelas condições elétricas precárias, registradas em 16 ocorrências, e pela dificuldade de acesso ao local, mencionada em 14 eventos. A resposta inicial inadequada apareceu em 12 formulários, enquanto o comportamento de pessoas ligadas ao evento foi citado em menor proporção, com nove registros. Esses resultados sugerem que fatores relacionados à detecção tardia, às condições estruturais e às limitações operacionais desempenham papel relevante na dinâmica dos incêndios analisados.



Figura 1 - Fatores operacionais e circunstanciais recorrentes



Fonte: Elaboração pela DAE (2026)

3.4 Análise dos formulários de incêndios florestais

A amostra dos incêndios florestais foi reduzida, composta por apenas cinco formulários, o que limita a aplicação de análises estatísticas mais elaboradas. Dessa forma, optou-se por uma abordagem descritiva simples, apresentando as principais características observadas, sem inferências ou generalizações. Os cinco registros tiveram a seguinte distribuição no que diz respeito às causas/subcausas:

- três eventos de causa acidental, sendo uma subcausa por fenômenos termoelétricos, uma por descontrole de queima “controlada” e uma por outras causas acidentais, onde ventos intensos romperam fiação de alta tensão;
- um evento de causa intencional, sendo a subcausa incendiário;
- um evento de causa indeterminada por evidências insuficientes.

Em relação aos temas macro estudados, relevância operacional, ambiental, impacto a vidas ou infraestruturas críticas, as ocorrências tiveram a incidência abaixo. No que se refere à relevância operacional, apenas um evento apresentou duração superior a 24 horas ou demandou emprego expressivo de recursos operacionais. Essa ocorrência teve duração de três dias, mobilizou oito viaturas e 46 bombeiros militares no município de Petrópolis e teve como fator iniciador o descontrole de uma queima de lixo.

Quanto ao impacto ambiental, três eventos apresentaram áreas queimadas consideradas significativas segundo os critérios adotados neste estudo. Em dois deles, a área atingida foi de aproximadamente 80 hectares, enquanto um terceiro alcançou cerca de 90 hectares. Nenhuma dessas ocorrências foi registrada em área de proteção ambiental.

Em relação ao impacto sobre a vida humana, não foram observadas evacuações de pessoas nem registros de vítimas civis ou bombeiros militares nas ocorrências analisadas. Por sua vez,



ameaças ou danos a infraestruturas críticas foram identificados em três eventos. Desses, dois envolveram torres de transmissão de alta tensão e um envolveu uma torre de telefonia. A torre de telefonia e uma das torres de transmissão sofreram danos diretos causados pelo incêndio, enquanto, no terceiro caso, o fogo atingiu a base da estrutura sem provocar comprometimento funcional.

De modo geral, os resultados indicam que, embora a maioria dos incêndios florestais analisados tenha apresentado impacto operacional e ambiental limitado, algumas ocorrências demonstraram potencial para afetar serviços essenciais e demandar significativa mobilização de recursos, evidenciando a importância do monitoramento contínuo desses eventos.

4. DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo indicam que os incêndios periciados no período analisado foram predominantemente de natureza acidental, com destaque para subcausas relacionadas a fenômenos termoeletrônicos, além de elevada incidência de edificações em situação de não conformidade com os dispositivos preventivos exigidos. Adicionalmente, observou-se que a ocorrência de vítimas varia conforme o tipo de edificação e que a integração entre análise pericial e dados operacionais constitui elemento central para o aprimoramento das estratégias de prevenção e resposta.

Os achados deste estudo também se alinham a experiências internacionais que defendem a utilização de sistemas estruturados de registro e análise de ocorrências como instrumentos de aprendizagem institucional. Nos Estados Unidos, por exemplo, o NFIRS vem sendo utilizado há décadas para apoiar a identificação de tendências, o monitoramento de fatores de risco e o desenvolvimento de estratégias de prevenção baseadas em evidências⁵. De forma semelhante, Steen-Hansen (2021)⁹ destaca que a investigação sistemática de incêndios constitui importante mecanismo de produção de conhecimento, permitindo que organizações responsáveis pela segurança contra incêndio aprendam com eventos anteriores e desenvolvam intervenções preventivas mais eficazes.

Os resultados são coerentes com a literatura nacional sobre perícia de incêndios e gestão de desastres, que aponta a predominância de falhas operacionais e estruturais como fatores determinantes na gênese desses eventos¹. A elevada incidência de causas termoeletrônicas pode estar associada a fragilidades nas instalações elétricas, sobrecarga de sistemas e limitações na manutenção preventiva, aspectos frequentemente discutidos no contexto brasileiro de segurança contra incêndio^{1,4}. Ademais, a literatura destaca que a compreensão dos incêndios como fenômenos multifatoriais é essencial para a formulação de estratégias eficazes de prevenção e resposta⁴. Essa predominância também é consistente com levantamentos internacionais realizados pela NFPA, que apontam falhas elétricas e equipamentos eletroeletrônicos entre as principais fontes de ignição em incêndios estruturais, especialmente em ocupações residenciais e comerciais⁶.





Embora os contextos institucionais sejam distintos, a convergência dos resultados sugere que a investigação sistemática desses eventos pode contribuir para o direcionamento de ações preventivas mais específicas.

No que se refere à conformidade dos dispositivos preventivos, a elevada proporção de edificações em situação parcial ou não conforme evidencia lacunas relevantes na implementação das normas vigentes, mesmo diante de avanços legais recentes, como a Lei nº 14.751/2023². Esse achado reforça a necessidade de fortalecimento do ciclo operacional da segurança contra incêndio, no qual a análise sistemática de dados periciais desempenha papel fundamental para subsidiar a gestão pública e orientar políticas preventivas mais eficazes³. A literatura sobre segurança contra incêndio destaca que a efetividade dos dispositivos preventivos depende não apenas de sua presença física, mas também de fatores relacionados à manutenção, inspeção periódica, funcionamento adequado e comportamento dos ocupantes diante de situações de emergência⁶. Essa perspectiva reforça a importância de análises integradas que considerem simultaneamente aspectos técnicos, humanos e organizacionais. A ausência de associação clara entre conformidade e causas de incêndio observada neste estudo sugere que a simples presença de dispositivos pode não ser suficiente para prevenir a ocorrência dos eventos, sendo necessária a consideração integrada de fatores técnicos, operacionais e comportamentais.

Em relação à ocorrência de vítimas, a utilização de inferência bayesiana mostrou-se adequada para lidar com amostras reduzidas e distribuições assimétricas, permitindo estimativas probabilísticas mais realistas. Esse tipo de abordagem é amplamente recomendado em contextos de incerteza e baixa frequência de eventos, pois possibilita atualização contínua das estimativas à medida que novos dados são incorporados¹⁰. Assim, a adoção desse método representa um avanço relevante na análise de dados periciais no contexto estudado.

Além disso, na literatura estatística, abordagens bayesianas têm sido frequentemente recomendadas para análise de eventos raros ou de baixa frequência, especialmente quando determinadas categorias apresentam reduzido número de observações. Nessas situações, a incorporação explícita da incerteza tende a produzir estimativas mais estáveis e interpretações probabilísticas mais informativas do que aquelas baseadas exclusivamente em frequências observadas¹⁰.

No âmbito dos incêndios florestais, os resultados apontam para a necessidade de maior integração entre os setores operacionais e periciais, especialmente no uso de tecnologias que auxiliem na delimitação de áreas e identificação da origem dos incêndios. Em consonância com a NFPA 9218 que reconhece a importância da adaptação de métodos investigativos às realidades institucionais⁶, os achados deste estudo reforçam a necessidade de incorporação de recursos tecnológicos e capacitação técnica para lidar com eventos de maior complexidade.





Além dos resultados centrais, foram identificados aspectos operacionais relevantes, como inconsistências no registro de informações e limitações no fluxo de dados institucionais. Esses achados corroboram a literatura que aponta a importância da padronização e da qualidade dos registros periciais como elementos essenciais para a produção de conhecimento e para o aprimoramento da gestão pública^{3,4}. A literatura sobre gestão da informação em organizações de resposta a emergências destaca que a confiabilidade dos registros constitui condição fundamental para a produção de indicadores consistentes e para a tomada de decisão baseada em evidências. Registros incompletos ou inconsistentes podem comprometer a identificação de tendências e reduzir o potencial de aprendizagem institucional derivado das ocorrências analisadas^{5,9}. Nesse contexto, a produção de bases de dados padronizadas e continuamente atualizadas tem sido reconhecida como elemento estratégico para a gestão do risco. Relatórios da *United States Fire Administration* (USFA) indicam que sistemas nacionais de informação permitem não apenas compreender a magnitude dos incêndios, mas também identificar características recorrentes dos eventos, avaliar a efetividade de medidas preventivas e direcionar recursos para áreas prioritárias⁵. Essa perspectiva reforça a importância de iniciativas institucionais voltadas à consolidação e análise sistemática dos dados produzidos pela atividade pericial.

Entre os pontos fortes do estudo, destaca-se a implementação de uma sistemática estruturada de coleta de dados periciais, alinhada às diretrizes legais e operacionais vigentes, com potencial de retroalimentação contínua do ciclo operacional do CBMERJ. A integração entre diferentes fontes de dados e a utilização de abordagem metodológica mista também contribuíram para ampliar o potencial analítico do estudo, mesmo em sua fase inicial.

Por outro lado, o estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. As principais limitações incluem o número reduzido de eventos analisados, o caráter inicial da sistemática de coleta e a heterogeneidade no preenchimento dos campos textuais dos formulários. Adicionalmente, a ausência de estratificação por variáveis contextuais pode influenciar algumas estimativas. Tais limitações foram parcialmente mitigadas por meio da padronização dos instrumentos, da manutenção, da rastreabilidade, dos dados e da adoção de procedimentos analíticos conservadores. Além disso, os resultados refletem a realidade operacional observada durante a fase experimental de implementação do instrumento e devem ser interpretados à luz desse contexto específico. Estudos futuros com maior período de acompanhamento, ampliação da cobertura dos registros e inclusão de novos indicadores poderão contribuir para avaliar a estabilidade dos padrões observados e ampliar a validade externa dos achados.

Adicionalmente, por se tratar de um estudo observacional baseado em registros administrativos produzidos durante a fase experimental de implementação do instrumento, os





resultados devem ser interpretados como evidências descritivas e exploratórias. As associações observadas são úteis para identificação de padrões recorrentes e geração de hipóteses, mas não permitem estabelecer relações causais entre as variáveis analisadas.

5. CONCLUSÃO

O estudo atingiu seu objetivo ao sistematizar os dados dos incêndios periciados pelo CBMERJ, permitindo identificar padrões consistentes relacionados às causas, à conformidade dos dispositivos preventivos e à ocorrência de vítimas. Os achados evidenciam fragilidades relevantes no cenário preventivo, ao mesmo tempo em que demonstram o potencial analítico da integração entre dados periciais e operacionais.

Mesmo em caráter inicial, o modelo proposto mostrou-se viável e capaz de gerar conhecimento aplicável, com destaque para o uso de abordagens analíticas que permitem interpretações mais realistas em contextos de incerteza. Além disso, os resultados já oferecem subsídios concretos para o aprimoramento de práticas operacionais, da qualidade dos registros e das estratégias de prevenção. Conclui-se que a consolidação desse modelo, com ampliação da base de dados e padronização progressiva dos procedimentos, tende a fortalecer a perícia de incêndio como instrumento estratégico para gestão, prevenção e tomada de decisão no âmbito do CBMERJ.

REFERÊNCIAS

1. Fernandes, CJV, Giovenardi, R, Souto, MV. Perícia em incêndios e gestão de desastres: uma avaliação crítica dos Corpos de Bombeiros Militares do Sudeste do Brasil. RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar, 2024; 5(2): e524837. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i2.4837>. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/4837>.
2. Brasil. Lei nº 14.751, de 12 de dezembro de 2023. Institui a Lei Orgânica Nacional das Polícias Militares e dos Corpos de Bombeiros Militares dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios, nos termos do inciso XXI do caput do art. 22 da Constituição Federal, altera a Lei nº 13.675, de 11 de junho de 2018, e revoga dispositivos do Decreto-Lei nº 667, de 2 de julho de 1969. *Diário Oficial da União*. 12 dez 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14751.htm
3. Oliveira, DC, Silva, THC. Ciclo operacional de segurança contra incêndio no Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás: a análise dos dados primários periciais como ferramenta para melhor gestão pública. ReDiS – Revista de Direito Socioambiental (UEG), 2023; 1(2): 1-17. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/redis/article/view/13909>.
4. Lugon, AP, Bona, BM; Paiva, SM; Cunha, IOP. A investigação de incêndio no Brasil: uma visão para o futuro. In: A segurança contra incêndio em edificações: recomendações. Vitória: Firek Segurança contra Incêndio, 2018; 1(1): 132-146. Disponível em: https://www.firek.com.br/_files/ugd/9f88df_ed0b4cf4ea6b47e0b648bc5aeb70223a.pdf.
5. United States Fire Administration (USFA). National Fire Incident Reporting System (NFIRS). 2026. Disponível em: <https://www.usfa.fema.gov/nfirs/>





6. National Fire Protection Association (NFPA). NFPA Research. 2026. Disponível em: <https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research>
7. Rio de Janeiro. Decreto nº 42, de 17 de dezembro de 2018. regulamenta o decreto-lei nº 247, de 21 de julho de 1975, dispondo sobre o código de segurança contra incêndio e pânico – COSCIP, no âmbito do estado do Rio de Janeiro. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 26 dez. 2018. Disponível em: https://www.cbmerj.rj.gov.br/wp-content/uploads/2024/05/DECRETO_42_2018_COSCIP_COMPILADO.pdf
8. National Fire Protection Association - NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations. Ed. 2021. NFPA. Quincy, MA, 2021.
9. Steen-Hansen A. Learning from fire investigations and research. *Fire Safety Journal*. 2021;120:103109.
10. Gelman, A. et al. Bayesian Data Analysis. 3. ed. CRC Press. Boca Raton, 2014.