

GESTÃO DE RISCO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL NO CORPO DE BOMBEIROS: O USO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES E PROTOCOLOS INTERNOS PARA A EFICIÊNCIA DAS OPERAÇÕES DE RESGATE URBANO

RISK MANAGEMENT AND OPERATIONAL PLANNING IN FIRE DEPARTMENTS: THE USE OF EMERGING TECHNOLOGIES AND INTERNAL PROTOCOLS TO ENHANCE THE EFFICIENCY OF URBAN RESCUE OPERATIONS

Rômulo Ponchio de Oliveira¹

RESUMO: Esse artigo buscou analisar a relação entre gestão de risco, planejamento operacional e uso de tecnologias emergentes nas operações do Corpo de Bombeiros, observando como a renovação de frotas e a modernização dos procedimentos internos contribuem para a eficiência dos atendimentos em contextos de resgate urbano. A pesquisa apresenta natureza qualitativa, com abordagem descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental de normas técnicas, legislações e relatórios institucionais relacionados à atuação dos bombeiros em ambientes urbanos. Os resultados apontam que a adoção de tecnologias como drones, sistemas de informação geográfica (SIG), sensores e soluções baseadas em inteligência artificial favorece a tomada de decisão em tempo real, amplia a segurança das equipes, melhora a coordenação das viaturas e otimiza o uso dos recursos disponíveis. Conclui-se que a eficiência operacional não depende apenas da incorporação de novas tecnologias, mas também de um planejamento estruturado, de processos padronizados e da formação continuada dos profissionais, indicando um novo modelo de gestão pública capaz de reduzir riscos, qualificar o atendimento e assegurar respostas mais rápidas e seguras às emergências urbanas.

1

Palavras-chave: Gestão de Risco. Planejamento Operacional. Tecnologias Emergentes.

ABSTRACT: This article analyzes the relationship between risk management, operational planning and the use of emerging technologies in Fire Department operations, examining how fleet renewal and the modernization of internal procedures contribute to the efficiency of service delivery in urban rescue contexts. The study adopts a qualitative, descriptive approach, grounded in a literature review and documentary analysis of technical standards, legislation and institutional reports related to the work of firefighters in urban environments. The results show that the adoption of technologies such as drones, geographic information systems (GIS), sensors and artificial intelligence-based solutions supports real-time decision-making, enhances team safety, improves the coordination of vehicles and optimizes the use of available resources. The study concludes that operational efficiency depends not only on the incorporation of new technologies, but also on structured planning, standardized processes and the continuous training of professionals, pointing to a new model of public management capable of reducing risks, improving the quality of response and ensuring faster and safer action in urban emergencies.

Keywords: Risk Management. Operational Planning. Emerging Technologies.

¹Bombeiro Militar, Combatente, 14 anos de serviço, Especialista em Segurança Pública, Proteção e Defesa Civil, com MBA em Segurança do Trabalho.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o adensamento urbano, a verticalização das cidades e a ampliação de infraestruturas críticas têm aumentado a exposição de pessoas e ativos a incêndios, colapsos estruturais, acidentes tecnológicos e eventos hidrometeorológicos extremos. Nesses contextos metropolitanos complexos, a gestão de risco deixa de ser apenas uma resposta pontual a ocorrências e passa a exigir uma abordagem sistêmica, integrada à gestão pública e às políticas de proteção e defesa civil (Silva; Mattia, 2016). Os Corpos de Bombeiros se consolidam, diante desse cenário, como instituições-chave na redução de riscos e na resposta a emergências, articulando ações de prevenção, preparo e atendimento às vítimas, sobretudo em ambientes urbanos densamente ocupados, marcados por múltiplas vulnerabilidades (Oliveira *et al.*, 2013).

Estudos com bombeiros militares brasileiros evidenciam que a natureza multifacetada de suas atribuições, que abrangem combate a incêndios, atendimento pré-hospitalar, salvamento veicular, resgates em altura e em ambientes confinados, entre outros, expõe essas equipes a riscos físicos, químicos, biológicos e psicossociais. Esse quadro exige a organização do trabalho e a adoção de protocolos técnicos rigorosos para proteger tanto os profissionais quanto a população atendida (Oliveira *et al.*, 2013). Paralelamente, análises sobre a gestão do conhecimento no Corpo de Bombeiros Militar do litoral do Paraná indicam que a sistematização, o registro e a circulação de informações operacionais podem qualificar o serviço prestado, ao transformar a experiência acumulada em recurso estratégico para o planejamento, a padronização de procedimentos e a tomada de decisão (Santos; Santos, 2024).

No campo da administração pública, a literatura tem problematizado a simples transposição de modelos gerenciais do setor privado para o setor estatal, destacando que a busca pela máxima eficiência e controle de custos, quando adotada de forma acrítica, tende a obscurecer os valores públicos, a dimensão democrática e a complexidade sociopolítica das organizações governamentais (Silva; Mattia, 2016). Em instituições militares estaduais, como os Corpos de Bombeiros, essa tensão se expressa na necessidade de articular hierarquia, disciplina e normatização estrita com práticas de gestão de risco e planejamento operacional transparentes, responsivas e alinhadas aos princípios constitucionais da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (artigo 37 da CF/1988) (Brasil, 1988).

De forma concomitante, a incorporação de tecnologias emergentes tem reconfigurado a gestão de risco em segurança pública e defesa civil. Pesquisas recentes demonstram que o uso de aeronaves remotamente pilotadas (drones) amplia a capacidade de coleta de dados em tempo

real, como no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (Souza; Mendes, 2025); em níveis avançados, inteligência artificial (IA) otimiza rotas e reduz perdas em transporte de produtos perigosos (Bezerra, 2026). No plano operacional, mapas isócronos e sistemas de informação geográfica reforçam o planejamento de frota e tempos de resposta, integrados à gestão do conhecimento e biossegurança (Dias *et al.*, 2025; Oliveira *et al.*, 2013).

Diante do exposto, o presente artigo analisa de que maneira a gestão de risco e o planejamento operacional se articulam ao uso de tecnologias emergentes nas operações do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Paraná, com ênfase nas ocorrências de resgate em ambiente urbano. Busca-se compreender como a renovação de frotas, a adoção de sistemas digitais e a atualização de protocolos internos influenciam a eficiência administrativa e operacional da corporação, bem como identificar desafios e oportunidades associados à institucionalização dessas inovações. A pesquisa, de natureza qualitativa e descritiva, fundamenta-se em revisão bibliográfica e análise documental de normas técnicas, legislações e relatórios institucionais, tendo como horizonte a construção de um modelo de gestão capaz de conciliar a tradição organizacional da corporação com a segurança das equipes e respostas rápidas, eficazes e socialmente responsáveis às emergências urbanas no Estado do Paraná.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Gestão de Risco no Setor Público

A gestão de risco no setor público já se firmou como uma das práticas mais atuais e indispensáveis da administração moderna (Vieira *et al.*, 2019). Ela sinaliza a mudança de um modelo reativo, que só se manifesta quando a crise aparece, para um modelo proativo, que se alicerça na antecipação, prevenção e mitigação de possíveis ameaças. Essa postura não se limita a proteger os recursos do Estado. Ela também garante a continuidade dos serviços essenciais e preserva a credibilidade institucional perante a sociedade (Klein Junior, 2020). Segundo Kaplan e Mikes (2019), a arquitetura da gestão de risco repousa sobre três eixos centrais: os riscos preventivos, que focam em frear falhas operacionais previsíveis; os riscos estratégicos, que se entrelaçam com decisões de planejamento e alocação de recursos; e os riscos externos, que englobam circunstâncias alheias ao domínio imediato da instituição. Exemplos incluem variações climáticas, turbulências econômicas ou calamidades naturais.

No âmbito do Corpo de Bombeiros Militar, a gestão de risco não é apenas um procedimento burocrático; ela está intrinsecamente ligada à missão institucional (Silva;

Oliveira, 2025). O combate a incêndios, resgates, salvamentos e intervenções em emergências urbanas ocorrem em cenários de perigo e imprevisibilidade. Assim, o gerenciamento de risco visa reduzir ao máximo a probabilidade de falhas operacionais, aprimorando a prontidão logística e protegendo a integridade física e moral dos profissionais e da população atendida (Goiás, 2025). Conforme a ISO 31000:2018 (ABNT, 2018), a gestão de risco pode ser definida como um conjunto de processos sistemáticos e coordenados que orientam e controlam a organização perante incertezas. Essa norma é amplamente adotada por órgãos públicos e empresas privadas, funcionando como referência para políticas internas de controle e prevenção. Em sintonia com essa diretriz, o Decreto nº 9.203/2017 (Brasil, 2017) criou a Política de Governança Pública no Brasil, que enfatiza a gestão de risco como pilar obrigatório da governança. Desse modo, cada órgão deve identificar, avaliar e vigiar riscos que comprometam objetivos estratégicos.

A gestão de risco no serviço público deve ser encarada sob uma ótica sistêmica, integrando fatores humanos, tecnológicos, ambientais e organizacionais (Brasil, 2024). Ou seja, não basta apenas apontar os riscos operacionais; é imprescindível perceber como eles se entrelaçam com a cultura institucional, a capacitação dos servidores, a comunicação interna e a infraestrutura disponível (Souza, 2022). No Corpo de Bombeiros, a adoção de sistemas estruturados de gestão de risco abre caminho para a criação de planos de contingência, a construção de matrizes de vulnerabilidade e o detalhamento de mapeamentos de áreas críticas. Esses recursos dão sustentação a decisões fundamentadas em evidências, afastando-se da dependência exclusiva de experiências empíricas. O efeito dessa prática é o reforço da eficiência administrativa e da transparência, pois possibilita o registro e o acompanhamento contínuo das ações realizadas em cada etapa da resposta (Goiás, 2025). Ademais, ao empregar indicadores de desempenho, tais como tempo de resposta, disponibilidade de viaturas, taxa de incidentes controlados e número de vítimas socorridas, torna-se viável mensurar o quão eficazes são as ações preventivas e corretivas (Rocha, 2025).

A rede de colaboração entre as diferentes instituições de segurança e de proteção civil representa um elemento decisivo para o sucesso das intervenções em situações de calamidade, já que cada órgão possui recursos e especializações próprios que, ao serem somados, aumentam substancialmente a eficácia das operações. Um aspecto essencial é a cultura organizacional de prevenção (Brasil, 2025). Chiavenato (2020) enfatiza que, na ausência de um ambiente institucional voltado ao planejamento e à responsabilidade, a gestão de risco se transforma em

mera burocracia. Isso implica que a implementação de políticas eficazes vai além de normas e sistemas, exigindo educação continuada e o comprometimento dos servidores. Nesse sentido, programas de capacitação e simulações periódicas surgem como ferramentas indispensáveis para interiorizar o comportamento preventivo e garantir que todos compreendam a importância da gestão de risco no cotidiano institucional. Em última análise, a gestão de risco no setor público tem um forte vínculo com princípios éticos e responsabilidade social, resguardando não só o patrimônio e a reputação institucional, mas, acima de tudo, a vida das pessoas, firmando-se como uma entidade confiável e verdadeiramente eficiente.

Planejamento Operacional e Logística de Emergência

O planejamento operacional é a base de todas as ações de resposta em emergências. Ele funciona como a ponte que conecta a estratégia institucional à execução prática no campo. Essa função administrativa, segundo Maximiano (2017), estabelece metas, define estratégias e determina os meios para alcançá-las. Assim, garante que os recursos humanos, materiais e tecnológicos estejam disponíveis. Eles são empregados da forma correta no instante preciso. No contexto do Corpo de Bombeiros, o planejamento operacional adquire um caráter ainda mais delicado, pois confronta situações nas quais a velocidade da resposta e a exatidão das ações são decisivas para garantir a vida e a proteção do patrimônio. Com isso, prever os cenários, estudar as áreas de risco e levantar dados geográficos são elementos que caminham sempre juntos no planejamento do Corpo de Bombeiros (Bernardes, 2022).

5

Conforme Slack *et al*, (2018), a logística de emergência precisa alinhar previsão, abastecimento, transporte e coordenação interinstitucional. Assim, as unidades operacionais funcionam de forma sincronizada e eficiente. Essa integração se mostra essencial em operações complexas, tendo em visto que diferentes órgãos, como a Defesa Civil, a Polícia Militar, hospitais e concessionárias de serviços públicos, precisam atuar de maneira articulada.

O planejamento operacional contemporâneo ultrapassa as práticas tradicionais de organizar e distribuir recursos, incorporando também a esfera tecnológica que redefiniu completamente a forma de antecipar, executar e mensurar as operações. Hoje, o Corpo de Bombeiros utiliza softwares de georreferenciamento (GIS), sistemas de despacho informatizado (CAD – *Computer Aided Dispatch*) e ferramentas de simulação virtual (Reichert, 2019). Essas tecnologias facilitam tanto a elaboração de cenários de risco quanto o treinamento das equipes. Além disso, diminuem consideravelmente a margem de erro humano e aprimoram

o processo decisório. Assim, as ações passam a se apoiar em dados concretos, em vez de depender apenas da experiência empírica (Imagem Geosistemas, 2024).

Não dá para ignorar o quanto o dimensionamento e a alocação de recursos humanos são cruciais no planejamento operacional. Na prática, a agilidade e a eficácia das operações só se mantêm se as equipes forem distribuídas de forma coerente. Cada pessoa deve saber exatamente qual é o seu papel e responsabilidade, pois, em momentos críticos, a ausência de um comando bem definido costuma criar sobreposição de funções, desperdiçando tempo precioso e gerando falhas de comunicação (Paraná, 2020). O planejamento deve ir além de simplesmente traçar metas. Ele incorpora a formação contínua e a gestão do saber. Pois a prontidão das equipes nasce da prática incessante e da atualização técnica constante. A implantação de centros de treinamento e de simulação realista tem possibilitado que os bombeiros confrontem cenários controlados. Esses cenários reproduzem incêndios, desabamentos, acidentes de trânsito e emergências químicas. Essa abordagem de preparação alivia tanto a carga psicológica quanto as demandas operacionais nas intervenções reais. Ao mesmo tempo, consolida uma cultura de prevenção e de aprimoramento profissional (Paraíba, 2027).

No contexto da logística, planejar as operações significa cuidar da gestão de estoques, de combustíveis, dos equipamentos de proteção individual (EPI), dos materiais de resgate e das viaturas. O controle logístico integra o sistema de gestão de ativos, devendo garantir que os equipamentos estejam sempre disponíveis, em perfeitas condições de uso e dentro dos prazos de validade. (Paraná, 2020). A falta de manutenção ou a ausência de materiais indispensáveis pode comprometer toda a operação, o que ressalta a importância de rotinas preventivas bem estruturadas (Brasil, 2025). Nesse cenário, apostar na montagem de salas de situação e centros de comando integrados surge como uma das estratégias adotadas para garantir a coordenação, contribuindo para que as decisões sejam tomadas em tempo real e fundamentadas em dados compartilhados (Paraíba, 2023).

Tecnologias Emergentes e Inovação Operacional

A Indústria 4.0 tem se consolidado como elemento crucial tanto para organizações empresariais quanto para instituições governamentais. Essa relevância é particularmente acentuada em setores que demandam agilidade, precisão e organização, como as Forças Armadas e a Segurança Pública. Caracterizada pela integração entre os âmbitos físico e digital, por meio de automação avançada, conectividade de alta velocidade e análise massiva de dados

para suporte decisório, a Indústria 4.0 impõe uma reconfiguração nos processos, sistemas e fluxos operacionais das instituições públicas (Guedes, 2024).

No âmbito das forças de segurança, especialmente nos Corpos de Bombeiros, essa transformação digital já impacta o planejamento, a gestão de riscos e a execução de resgates e combate a incêndios. Tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica (GIS), drones, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e análise preditiva têm revolucionado o mapeamento, monitoramento e resposta governamental a ocorrências (Ribeiro; Camilo, 2021).

Os GIS integram dados locais e operacionais, permitindo a visualização e análise de áreas de risco, rotas ótimas, inundações e densidades populacionais. Estudos demonstram que sua aplicação aprimora o planejamento com base em informações geoespaciais, elevando a precisão decisória e reduzindo o tempo de resposta em emergências (Freitas; Nunes, 2020; Ribeiro; Camilo, 2021). Os drones, por sua vez, fornecem a visualização aérea em tempo real, facilitando o monitoramento de áreas de difícil acesso, detecção de focos igníferos e localização de vítimas em zonas perigosas. Equipados com câmeras térmicas e sensores ambientais, transmitem dados precisos às centrais de comando, acelerando respostas, incrementando a segurança das equipes e otimizando decisões operacionais. Em nações como Japão, Estados Unidos e Alemanha, tais aeronaves são rotineiras em cenários de enchentes, incêndios florestais e colapsos estruturais (Bispo *et al.*, 2026).

A IA emerge como ferramenta para processamento de grandes volumes de dados e identificação de padrões preditivos. Analisando históricos de ocorrências, variáveis climáticas, densidade demográfica e outros fatores, a IA prognostica locais e momentos de potenciais incidentes. Aplicações incluem otimização de despachos veiculares, priorização de chamados por gravidade e avaliação de desempenho operacional. Ademais, algoritmos de machine learning preveem falhas em veículos e equipamentos, viabilizando manutenção preditiva econômica e eficiente (Silva *et al.*, 2023). Tais tecnologias aceleram o planejamento, alocação de equipes e avaliação de desempenho, alinhando-se aos preceitos constitucionais de eficiência e transparência (Brasil, 1988).

No treinamento, simuladores baseados em realidade aumentada (RA) e virtual (RV) tornam a capacitação mais segura, realista e econômica [Reis; Neves, 2019; UEMA, 2018]. Esses sistemas recriam cenários complexos, como incêndios estruturais, vazamentos químicos e explosões, em ambientes controlados, aprimorando competências técnicas e resiliência psicológica sob estresse (Felix, 2018).

A comunicação integrada constitui outro pilar essencial, assegurando fluxo contínuo de informações entre centrais e equipes de campo. Rádios digitais, redes seguras e aplicativos móveis transmitem ordens precisas e atualizações em tempo real, minimizando equívocos, uma vez que desorganização comunicacional compromete irremediavelmente respostas emergenciais (Bispo *et al.*, 2026).

Dessa forma, a adoção tecnológica transcende a mera aquisição de equipamentos, demandando reestruturação organizacional. A digitalização impõe desafios como capacitação de pessoal, reformulação processual e proteção de dados. Restrições orçamentárias frequentemente obstaculizam investimentos em sistemas avançados no setor público, necessitando de políticas inovadoras e parcerias com universidades, centros de pesquisa e empresas.

Organização e Regras Internas

A definição de normas internas claras constitui elemento fundamental para o funcionamento eficiente, seguro e confiável de instituições públicas (Chiavenato, 2020), especialmente de caráter militar e emergencial, como os Corpos de Bombeiros. Em cenários imprevisíveis e de alto risco, elas asseguram padronização de condutas, comunicação estruturada e controle hierárquico, mitigando equívocos operacionais. Sua ausência desperdiça recursos, retarda respostas e expõe equipes e população a riscos desnecessários (Paraná, 2020). Inversamente, normas bem delineadas viabilizam prognósticos precisos, respostas ágeis e execução de alta qualidade (Brasil, 2024).

Essas normas estabelecem prazos e responsabilidades, prevenindo falhas e gerando registros auditáveis, essenciais para *accountability* governamental. Os Corpos de Bombeiros adotam normas técnicas da ABNT, como a NBR 14276, que regula brigadas de incêndio e emergência (ABNT, 2020), e a NBR 14608, que estabelece requisitos para bombeiros civis em emergências, incluindo produtos perigosos (ABNT, 2021). Tais padrões nacionalizam práticas de segurança, assegurando reprodutibilidade e mensurabilidade procedimental.

A organização transcende a mera burocracia, configurando aprendizado institucional contínuo, revisado com inovações tecnológicas, evoluções urbanas e legislações. Nos Corpos de Bombeiros, materializa-se nas atualizações dos Planos Operacionais Padrão (POP), que detalham protocolos para incêndios, resgates, salvamentos aquáticos, ocorrências químicas e

demais emergências (Paraíba, 2023). Essa padronização otimiza segurança, reduz tempos operacionais e organiza cenas de incidente (Dias *et al.*, 2025).

A organização protocolar vincula-se à qualidade pública, concretizada quando planejamento e execução convergem, via normas verificáveis e indicadores como tempo de resposta, volume de atendimentos e eficiência de recursos (Silva; Oliveira, 2025). Entidades com métricas performam superiormente, minimizando erros (Reichert, 2019).

Ela influencia diretamente o comportamento operacional das equipes. A disciplina militar reforça adesão protocolar e cumprimento de ordens, cuja eficácia depende da compreensão do racional procedimental, transformando obediência em compromisso missiológico (Silva; Mattia, 2016). Assim, organização e motivação interagem, elevando normas a vetores de excelência (Santos; Santos, 2024), enquanto desorganização interinstitucional gera redundâncias e confusões em operações de grande escala — protocolos padronizados, ao contrário, aceleram gestão e fomentam intercooperação governamental (Brasil, 2025).

Além dos benefícios operacionais, assegura transparência pública. Protocolos documentados facilitam auditorias e constroem credibilidade, permitindo rastreabilidade e conformidade com padrões (Brasil, 2024). A sociedade demanda serviços éticos, eficientes e transparentes na alocação de recursos públicos (Souza, 2022).

Protocolos organizados otimizam comunicação em operações conjuntas com defesa civil, unificando linguagens técnicas e ações sincronizadas (Silva *et al.*, 2023). Em essência, a organização protocolar transcende o técnico, configurando gestão pública orientada à excelência, segurança e preservação da vida. Essa abordagem reafirma o compromisso dos Corpos de Bombeiros com eficiência, moralidade e transparência, garantindo respostas consistentes e demonstrando rigor, *accountability* e inovação na administração pública (Klein Junior, 2020).

MÉTODOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi de abordagem qualitativa, exploratória, com base em revisão bibliográfica e análise documental de fontes secundárias publicadas entre 2015 e 2026, incluindo manuais técnicos (POP/NPT), regulamentos internos e diretrizes do Exército Brasileiro, Corpos de Bombeiros Militar e Defesa Civil, além de artigos indexados em SciELO, Google Scholar e Portal CAPES. Os eixos analíticos abrangeram planejamento e logística operacional, padronização e manutenção preventiva, tecnologias emergentes em operações, e

gestão de risco e tomada de decisão. Os dados foram organizados em fichamentos e analisados pela técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016), categorizando e interpretando as informações à luz dos objetivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os documentos institucionais e a literatura especializada evidenciam que a articulação entre gestão de riscos, planejamento operacional, padronização de procedimentos e incorporação de tecnologias emergentes constitui o eixo estruturante para a eficiência administrativa e operacional nos serviços de segurança pública, em especial no Corpo de Bombeiros em ambientes urbanos. Esses elementos não se configuram como dimensões isoladas, mas como componentes de um mesmo arranjo de governança, alinhado aos princípios constitucionais da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência, previstos no artigo 37 da Constituição Federal (Brasil, 1988), e às diretrizes contemporâneas de gestão de riscos no setor público (ABNT, 2018; Brasil, 2017, 2024; Vieira *et al.*, 2019).

No que se refere à gestão de riscos e à eficiência administrativa, os documentos analisados indicam uma convergência com a literatura que associa a boa administração pública à capacidade de antecipar cenários adversos, minimizar incertezas e reduzir a probabilidade de falhas operacionais. Em consonância com Chiavenato (2020), a administração eficaz deixa de ser compreendida apenas como “fazer mais com menos” e passa a incorporar a dimensão prospectiva, isto é, a identificação prévia de ameaças e vulnerabilidades, de modo a evitar crises ou, ao menos, reduzir seus impactos. No contexto dos Corpos de Bombeiros, a materialização dessa perspectiva se observa na elaboração de planos de contingência, mapas de áreas de risco, protocolos padronizados de resposta e sistemas de monitoramento contínuo de indicadores, que conferem maior previsibilidade às ações e racionalizam o emprego de recursos humanos e materiais (Goiás, 2025; Rocha, 2025).

A literatura de gestão de riscos reforça esse entendimento ao propor arquiteturas integradas de tratamento das incertezas. A ISO 31000 (ABNT, 2018) distingue riscos preventivos, estratégicos e externos, ressaltando que organizações públicas que institucionalizam esses três eixos tendem a aprimorar o alinhamento entre objetivos organizacionais, tomada de decisão e capacidade de resposta. Os achados desta pesquisa apontam que, quando essas categorias são incorporadas ao planejamento do Corpo de Bombeiros, há uma tendência de fortalecimento da governança: riscos operacionais previsíveis

passam a ser mitigados por normas e rotinas; riscos estratégicos são tratados por meio de decisões de alocação de frotas e equipes; e riscos externos são monitorados à luz de variáveis climáticas, demográficas e urbanísticas. Esse arranjo contribui diretamente para a eficiência administrativa, pois evita improvisações, reduz retrabalho e favorece o controle sistemático das ações

Do ponto de vista econômico e da *accountability*, os resultados sugerem que a gestão de riscos assume papel central na racionalização do gasto público. Klein Junior (2020) demonstra que o custo de ações corretivas, sobretudo em contextos emergenciais, pode ser significativamente superior ao investimento em medidas preventivas, em virtude de paralisações, danos estruturais e riscos à vida. Os documentos institucionais analisados convergem com esse diagnóstico ao enfatizar que a prevenção de falhas, a eliminação de desperdícios e a redução de retrabalho repercutem positivamente na imagem organizacional e na confiança social. Nesse sentido, a gestão de riscos não se limita à dimensão técnica, sendo também um instrumento de responsabilidade fiscal e de transparência da administração pública.

A dimensão organizacional e ética da eficiência administrativa também emergiu de forma recorrente. Chiavenato (2020) destaca que estruturas com processos bem definidos e liderança eficaz tendem a obter maior disciplina e responsabilidade de seus integrantes. No âmbito de corporações militares como o Corpo de Bombeiros, a pesquisa indica que a hierarquia e a disciplina, embora essenciais, não são suficientes para garantir resultados eficientes se não forem acompanhadas de liderança baseada em dados, planejamento e compromisso ético. Klein Junior (2020) reforça que as organizações públicas possuem obrigação moral de gerir recursos com responsabilidade, transparência e foco em resultados. Os documentos analisados apontam que, ao registrar e divulgar indicadores como tempo de resposta, cobertura territorial e taxa de incidentes controlados, o Corpo de Bombeiros contribui para consolidar uma relação de confiança com a sociedade, reforçando sua legitimidade como instituição essencial à proteção da vida e do patrimônio.

No eixo das tecnologias emergentes, os resultados evidenciam uma forte tendência de incorporação de soluções digitais às operações de resgate urbano, em linha com a Indústria 4.0 e com as recomendações de modernização da gestão pública. Tecnologias como drones, GIS e aplicações de IA passaram a assumir posição estratégica no ciclo de gestão de riscos, desde o mapeamento de vulnerabilidades até a resposta em tempo real. Estudos recentes indicam que o uso de drones em contextos urbanos permite ampliar a segurança das equipes, reduzir o tempo

de resposta e melhorar o reconhecimento de áreas de difícil acesso, sobretudo quando essas aeronaves estão integradas a sistemas de georreferenciamento e análise de dados (Ribeiro; Camilo, 2021; Souza; Mendes, 2025). A análise documental mostra que tais resultados também são observados nas experiências de Corpos de Bombeiros brasileiros, com evidências de redução de exposição direta a riscos e maior precisão na definição de rotas de acesso e áreas de isolamento.

O emprego de sistemas GIS se destaca como ferramenta de integração de dados espaciais e operacionais, permitindo a visualização de áreas suscetíveis a incêndios, inundações e deslizamentos, bem como o cálculo de tempos de deslocamento e a projeção de cenários futuros. Freitas e Nunes (2020) salientam que, combinados a grandes bases de dados históricos, os GIS possibilitam a construção de modelos preditivos capazes de antecipar a probabilidade de eventos críticos em determinados territórios. Os resultados desta pesquisa mostram que, ao serem incorporados aos processos de planejamento do Corpo de Bombeiros, esses sistemas contribuem para otimizar a distribuição de unidades operacionais, apoiar decisões de renovação de frota e subsidiar políticas de prevenção, reduzindo a dependência de decisões exclusivamente empíricas.

A inteligência artificial, por sua vez, configura-se como um “núcleo analítico” das operações, processando grandes volumes de dados em tempo reduzido. A literatura aponta que sistemas de IA podem classificar chamadas de emergência, estratificar a gravidade dos casos, sugerir prioridades de atendimento e indicar a equipe mais adequada e mais próxima para responder a cada ocorrência. Além disso, já existem iniciativas de uso de algoritmos para otimização de rotas, previsão de padrões de demanda e manutenção preditiva de viaturas e equipamentos (Silva *et al.*, 2023). Em incêndios estruturais, por exemplo, a IA pode analisar imagens captadas por drones para estimar o comportamento do fogo, sugerir estratégias de combate e identificar áreas com risco de colapso. Tais funcionalidades reforçam a eficiência operacional, diminuem erros humanos e ampliam a segurança das equipes, sobretudo em cenários urbanos densos e complexos.

Outro achado relevante diz respeito ao uso de tecnologias digitais no treinamento e na formação continuada dos bombeiros. Simuladores com IA, realidade virtual e realidade aumentada têm permitido reproduzir, em ambientes controlados, situações de alta complexidade, como incêndios de grande porte, acidentes com produtos perigosos e colapsos estruturais. De acordo com Felix (2018), organizações que investem nesse tipo de capacitação

tendem a apresentar desempenho superior em campo e maior capacidade de adaptação a cenários críticos. Os documentos analisados sugerem movimento semelhante, com a criação de centros de treinamento e o uso de simulações realistas, que contribuem para fortalecer uma cultura de prevenção, reduzir o estresse em ocorrências reais e padronizar condutas operacionais.

Os resultados também apontam para impactos positivos das tecnologias emergentes na transparência e na sustentabilidade das operações. A digitalização de processos favorece o registro detalhado de cada etapa da resposta, desde o acionamento até a conclusão da ocorrência, gerando trilhas de auditoria que facilitam o controle social e o acompanhamento por órgãos de fiscalização. Além disso, o uso de drones e sistemas de monitoramento remoto pode reduzir deslocamentos desnecessários, consumo de combustível e desgaste de viaturas, alinhando as ações do Corpo de Bombeiros a princípios de sustentabilidade e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim, tecnologia e gestão de riscos se entrelaçam não apenas para aumentar a eficiência interna, mas também para qualificar a relação entre Estado, sociedade e meio ambiente.

A articulação entre gestão de risco, padronização de procedimentos e tecnologias emergentes, contudo, não se limita à dimensão técnica; ela implica transformações profundas na cultura organizacional. A análise das fontes evidencia que a migração de um modelo reativo para um modelo proativo, *data driven*, demanda mudanças na forma de planejar, executar e avaliar as atividades. Chiavenato (2020) enfatiza que a tecnologia, por si só, não é capaz de solucionar os problemas institucionais se não estiver integrada a um projeto consistente de inovação, que inclua liderança qualificada, servidores engajados e processos claramente definidos. Os resultados desta pesquisa reforçam essa perspectiva ao demonstrar que iniciativas bem-sucedidas de modernização são aquelas em que protocolos internos, capacitações, indicadores de desempenho e soluções tecnológicas são concebidos de forma integrada e contínua, e não como ações pontuais ou fragmentadas.

Do ponto de vista da administração pública, os achados sugerem que a combinação entre gestão de riscos, normatização e inovação tecnológica produz efeitos virtuosos tanto na esfera econômica quanto na social. Ferramentas digitais de monitoramento e prevenção tendem a reduzir gastos com correções emergenciais, desperdícios de materiais e retrabalho, favorecendo o uso mais eficiente e transparente dos recursos públicos. Paralelamente, a melhoria na qualidade dos serviços, expressa por respostas mais rápidas, seguras e eficazes, fortalece a

confiança da população nas instituições de segurança. Nesse contexto, Vieira *et al.* (2019) defendem modelos de gestão baseados em dados e evidências, nos quais as decisões são continuamente avaliadas e ajustadas à luz de informações atualizadas, o que se coaduna com as exigências de uma sociedade urbana, conectada e exigente.

Por fim, os resultados apontam que a incorporação de tecnologias emergentes e a padronização de procedimentos reconfiguram as relações internas nas corporações, valorizando o protagonismo de todos os níveis hierárquicos na produção de resultados. A hierarquia e a disciplina, características das organizações militares, precisam ser reinterpretadas à luz da agilidade, da flexibilidade e da inovação exigidas pelo ambiente contemporâneo. A pesquisa indica que, quando esse equilíbrio é alcançado, a corporação se aproxima de um modelo de gestão pública digital e inteligente, baseado em conhecimento técnico, ética e compromisso com o bem comum. Em síntese, a convergência entre gestão de risco, padronização e tecnologias emergentes não se apresenta apenas como vantagem competitiva institucional, mas como condição necessária para a modernização dos serviços de segurança pública e para a sustentabilidade das políticas de proteção e defesa civil em contextos urbanos complexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

14

Os achados desta pesquisa reforçam que a integração entre gestão de riscos, padronização procedimental e tecnologias emergentes transcende soluções pontuais, demandando transformações culturais e institucionais profundas nos Corpos de Bombeiros. A transição para modelos proativos *data driven* exige a implementação de capacitação contínua que contemple não apenas competências técnicas, mas também gestão estratégica e domínio de ferramentas como inteligência artificial, GIS e simulações virtuais, consolidando equipes preparadas para cenários urbanos complexos.

A digitalização integrada, englobando monitoramento de frotas, otimização logística, registro auditável de ocorrências e análise preditiva, otimiza recursos públicos, minimiza desperdícios e eleva transparência, alinhando-se aos princípios constitucionais de eficiência e moralidade. A modernização procedimental, conforme preconizado pela Política de Governança Pública, deve institucionalizar protocolos dinâmicos, centros de treinamento imersivos e cultura de inovação, superando abordagens reativas tradicionais.

Essa tríade, que abrange riscos, padronização e tecnologia, reconfigura a organização militar para agilidade e resiliência, valorizando o protagonismo em todos os níveis hierárquicos.

Assim, a gestão do conhecimento emerge como um catalisador, transformando experiências operacionais em protocolos evolutivos e fomentando o aprendizado coletivo.

Tais investimentos posicionam os Corpos de Bombeiros como vanguardas da governança pública inteligente, preparada para demandas metropolitanas crescentes. A implementação sustentada dessas práticas não apenas aprimora eficiência operacional, mas fortalece legitimidade social, configurando modelo replicável para segurança pública brasileira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14276: Brigada de incêndio e emergência – Requisitos e procedimentos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. (Edição 04/2020).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14608: Bombeiro civil – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 31000: Gestão de riscos — Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERNARDES, S. C. A geografia do tempo resposta operacional do CBMDF: uma análise da disposição geográfica dos grupamentos multiempregos em contraste com o histórico de localização de ocorrências registradas. Conclusão de Curso (Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar) – CBMDF, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/542/1/GABRIEL%20DE%20ME NEZES%20ROCHA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2026

BEZERRA, L. L. Inteligência artificial e machine learning na gestão do risco no transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil: fundamentos, aplicação e conformidade. Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 17, n. 1, p. e1420, 2026. Disponível em: <https://mail.revistageo.com.br/revista/article/view/1420>. Acesso em: 21 jan. 2026.

BISPO, T. S. S. C. et al. Sistema de comando de incidentes na gestão de emergências e desastres: uma revisão bibliográfica sobre sua eficácia na coordenação de crises no Brasil. Humanidades & Inovação, v. 13, n. 1, p. 102-112, 2026. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/11086>. Acesso em: 5 fev. 2026

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 jan. 2026.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. Gestão de riscos no Poder Executivo Federal. Brasília, DF: CGU, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/integridade-publica/gestao-de-riscos-no-poder-executivo-federal>. Acesso em: 2 fev. 2026.

BRASIL. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre a política de governança pública. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC 2025-2030). Brasília, DF: MDR, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/20251110_PNPDC_site_compressed.pdf. Acesso em: 2 fev. 2026.

CHIAVENATO, I. Introdução à teoria geral da administração. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020. 392 p.

DIAS, M. V. P. et al. Distribuição espacial de unidades de resposta a emergências: uma análise de mapas isócronos dos grupamentos multiemprego do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Revista Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 361, 2025.

FELIX, I. B. L. Impacto dos simuladores de realidade virtual na formação bombeiro militar do Maranhão. Trabalho de Conclusão de Curso (Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar) – Universidade Estadual do Maranhão de São Luís, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/818/1/monografia.ismael.finalizada.01.06.18.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2026.

FREITAS, L. E.; NUNES, F. S. B. Potencial de SIG participativos na Gestão de Riscos de Desastres e Emergências em Saúde. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 214-229, jul. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/sdeb/2020.v44nspe2/214-229/pt>. Acesso em: 5 fev. 2026.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GOIÁS (Estado). Escritório de Compliance Público do Corpo de Bombeiros Militar. PCP - Gestão de riscos: estabelecimento de escopo, contexto e critério. Goiânia: SEI/GOVERNADORIA, 2025. v. 7 (28 mar. 2025). Processo SEI nº 72061241. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2025/07/SEI-202500011009784-Escopo-Contexto-e-Criterio.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2026.

GUEDES, R. A. P. Indústria 4.0: tecnologias para gestão de segurança do trabalho na indústria de transformação. Revista Acadêmica Digital, [S. l.], nov. 2024. Disponível em: <https://souzaeadrevistaacademica.com.br/revista/79-novembro-2024/07-ramon-almeida-pereira-guedes-artigo.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2026.

IMAGEM GEOSISTEMAS. De Terremotos na Turquia aos Desastres no RS: Parceria entre Corpo de Bombeiros e Imagem/Esri segue salvando vidas. São Paulo: Imagem Geosistemas, 30 out. 2024. Disponível em: <https://blog.img.com.br/arcgis/parceria-bombeiros-imagem-geosistemas-salvando-vidas/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

KAPLAN, R. S.; MIKES, A. Managing risk: the framework. *Harvard Business Review*, Boston, v. 97, n. 6, p. 48–66, 2019.

KLEIN JUNIOR, V. H. Gestão de riscos no setor público brasileiro: uma nova lógica de accountability? *Revista de Contabilidade e Organizações*, São Paulo, v. 14, n. 38, p. 38–52, 2020. Disponível em: https://revistas.usp.br/rco/pt_BR/article/view/163964/163885. Acesso em: 5 fev. 2026.

MAXIMIANO, A. C. A. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 464 p.

OLIVEIRA, A. C. et al. Biossegurança: conhecimento e adesão pelos profissionais do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais: um estudo transversal. *Escola Anna Nery*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 142–152, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/77HT9LsjRYgXKpYhsJPKJXw/?lang=pt>. Acesso em: 6 fev. 2026.

PARAÍBA (Estado). Corpo de Bombeiros Militar. Planejamento Estratégico do Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba 2024-2027. João Pessoa: CBMPB, 2023. Disponível em: <https://bombeiros.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/02/RELATORIO-PE-CBMPB-vfinal-revisada.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2026

PARANÁ (Estado). Corpo de Bombeiros Militar do Paraná. NPT 017: brigada de incêndio. Curitiba: CBM PR, dez. 2020. Versão 06. 17 p. (Norma de Procedimento Técnico). Vigência: 04 ago. 2021. Publicada no Diário Oficial do Estado do Paraná. Disponível em: https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/npt_017-versao_para-publicacao_doe.pdf. Acesso em: 4 fev. 2026.

REICHERT, T. S. Produtos gerados pelo georeferenciamento de ocorrências para auxiliar na tomada de decisão no CBMDF. Corpo de Bombeiros Militar do DF, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/60/1/1071%20-%20Artigo%20-%20Reichert.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2026.

RIBEIRO, E. H.; CAMILO, B. C. T. Sistemas de informações geográficas: potencialidades de uso para o ciclo operacional de segurança contra incêndio. *Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina*, Florianópolis, v. 6, n. 1, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://ignis.emnuvens.com.br/revistaignis/article/download/107/108/453>. Acesso em: 5 fev. 2026.

ROCHA, G. M. Padronização de dados e indicadores de desempenho na gestão do ciclo operacional do CBMSE: impactos na prevenção e combate a incêndios urbanos. Trabalho de Conclusão de Curso (Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar) – CBMDF, Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/542/1/GABRIEL%20DE%20ME NEZES%20ROCHA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2026

SANTOS, X. A. F.; SANTOS, F. F. A Gestão do Conhecimento (GC) no Corpo de Bombeiros Militar do litoral do Paraná, frente aos serviços prestados à sociedade: uma revisão bibliométrica na base de dados Scopus. *Brazilian Journal of Technology*, [S. l.], v. 7, n. 4, e74366, 2024. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJT/article/view/74366>. Acesso em: 21 jan. 2026.

SILVA, A. F. et al. Gestão de desastres no Brasil: os planos de emergência e contingência em esferas estaduais e as Geociências. *Ciência e Natura*, v. 45, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/74244>. Acesso em: 5 fev. 2026.

SILVA, M. R.; OLIVEIRA, C. E. Gestão do risco de desastres no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais: interlocução com as Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil. *Revista FT*, v. 29, n. 150, 2025. Disponível em: <https://revistaft.com.br/gestao-do-risco-de-desastres-no-corpo-de-bombeiros-militar-de-minas-gerais-interlocucao-com-as-coordena>. Acesso em: 1 fev. 2026.

SILVA, R. R. C.; MATTIA, C. Ciência administrativa e gestão pública: uma crítica à primazia do privado em relação ao público. *Cadernos EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 1055-1065, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/9zqYqkny9Pmp48FddLBtDZy/>. Acesso em: 21 jan. 2026.

SLACK, N. et al. *Administração da produção*. 8. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2018.

SOUZA, D. S. Gestão de riscos no âmbito público: revisão bibliográfica. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/23146/1/DSSouza.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2026.

SOUZA, E. R.; MENDES, P. H. M. Drones na gestão de risco de desastres: análise do apoio do CBMMG às coordenadorias municipais de proteção e defesa civil no norte de Minas Gerais. *Revista FT*, [S. l.], v. 29, n. 147, 2025. Disponível em: <https://revistaft.com.br/drones-na-gestao-de-risco-de-desastres-analise-do-apoio-do-cbmmg-as-coordenadorias-municipais-de-protecao-e-defesa-civil-no-norte-de-minas-gerais/>. Acesso em: 21 jan. 2026.

VIEIRA, J. B. et al. *Governança, gestão de riscos e integridade*. Brasília: ENAP, 2019. Disponível em: https://bibliotecadigital.enap.gov.br/bitstream/1/4281/1/5_Livro_Governan%C3%A7a%20Gest%C3%A3o%20de%20Riscos%20e%20Integridade.pdf. Acesso em: 1 fev. 2026.