

REVISTA BRASILEIRA DE INCÊNDIOS

Revista técnica da ciência do fogo

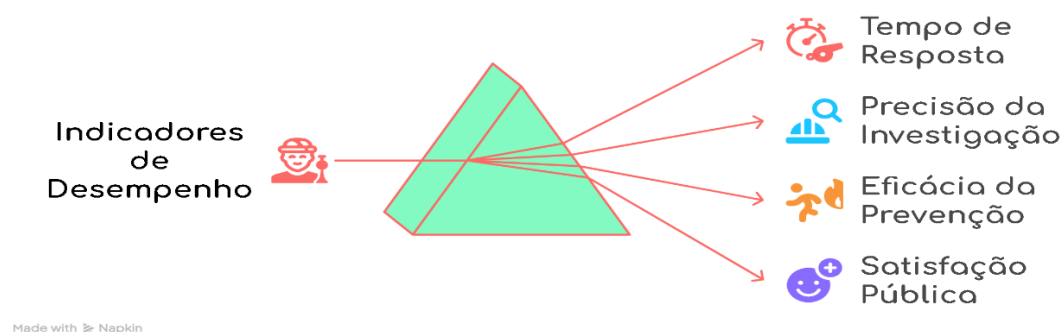
Artigo Publicado Vol. 01 – Primeira Edição 21 julho 2025 - ISSN: 3086-0539

Versão online www.revistabrasileiraincendios.com.br

APOIO WSN PERÍCIA

FRANCISCO EDUARDO FIDELES DUTRA

Indicadores de Desempenho Aplicados à Perícia de Incêndios no Contexto dos Corpos de Bombeiros do Brasil



Doi.org/10.5281/zenodo.16895514

FORTALEZA – CE

2025

Indicadores de Desempenho Aplicados à Perícia de Incêndios no Contexto dos Corpos de Bombeiros do Brasil

Autor

Francisco Eduardo Fideles Dutra¹

fideleseduardo@gmail.com

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas (MACFA)

Capitão QOABM Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE)

[Doi.org/10.5281/zenodo.16895514](https://doi.org/10.5281/zenodo.16895514)

RESUMO

Este estudo analisa criticamente a evolução conceitual dos indicadores e sua aplicação na governança e avaliação de políticas públicas, investigando a fragmentação metodológica que compromete análises comparativas. Examinar a trajetória histórica, propriedades técnicas e desafios operacionais na construção de indicadores para políticas públicas, com ênfase na perícia de incêndios. Pesquisa qualitativa baseada em análise documental (fontes primárias: TCU, 2021; normas técnicas) e estudo de casos empíricos (sistemas COD/CBMCE e CBMES), fundamentada em aportes teóricos de Jannuzzi (2017), Rua (2018) e Magalhães (2020). Identificou-se complexidade classificatória em indicadores pirotécnicos (padrões de combustão, causalidade), carência de padronização nacional e limitações na interoperabilidade de sistemas (SIAT/Perícia). Demonstra-se que o domínio crítico de indicadores robustos (critérios SMART) é essencial para eficácia governamental e prevenção de desastres, demandando formação continuada e arquiteturas federativas integradas.

Palavras-chave: Gestão de Desastres; Governança Pública; Indicadores Técnicos; Padronização de Dados; Perícia de Incêndio.

¹ Autor: Francisco Eduardo Fideles Dutra. Com formação superior em Engenharia Civil. Física. Mestrando em Ciências Físicas Aplicadas na Universidade Estadual do Ceará (UECE). Capitão QOABM do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE). Fortaleza-CE.

Performance Indicators Applied to Fire Investigation in the Context of Brazil's Military Fire Departments

ABSTRACT

This study critically analyzes the conceptual evolution of performance indicators and their application in governance and public policy evaluation, investigating the methodological fragmentation that undermines comparative analyses. It aims to examine the historical trajectory, technical properties, and operational challenges in constructing indicators for public policies, with emphasis on fire investigation. The research adopts a qualitative approach based on document analysis (primary sources: TCU, 2021; technical standards) and empirical case studies (COD/CBMCE and CBMES systems), grounded in theoretical contributions from Jannuzzi (2017), Rua (2018), and Magalhães (2020). The study identified classificatory complexity in pyrotechnic indicators (combustion patterns, causality), a lack of national standardization, and limitations in system interoperability (SIAT/Forensics). It demonstrates that critical mastery of robust indicators (SMART criteria) is essential for governmental effectiveness and disaster prevention, requiring continuous training and integrated federative architectures.

Keywords: *Data Standardization; Disaster Management; Fire Investigation; Public Governance; Technical Indicators.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Premissa de Peter Drucker	12
Figura 2 – Hierarquia Conceitual.....	14
Figura 3 – Hierarquia Operacional	17
Figura 4 – Propriedades dos Indicadores	18
Figura 5 – Hierarquia dos Processos.....	21
Figura 6 - Normas NFPA	22
Figura 7 - Síntese da Revisão Sistemática de Literatura.....	33
Figura 8 - Desafios na Segurança Contra Incêndio Nacional	34
Figura 9 - Modelo Sistêmico	37
Figura 10 - Propostas de Transformação	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo de Definições de Indicadores	12
Quadro 2 – Categorias e Funções dos Indicadores Públicos.....	14
Quadro 3 – Fluxo de Implementação	18
Quadro 4 - Complexidade	19
Quadro 5 - Desafio e Proposta de Solução	37
Quadro 6 - Ciclo Completo dos Corpos de Bombeiros	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BAON	Boletim de Atendimento Operacional Nacional
CBM	Corpo de Bombeiros Militar
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
CBMES	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo
CLCB	Certificado de Licença do Corpo de Bombeiros
COD	Controle Operacional Diário
FMI	First Material Ignited (Primeiro Material Incendiado)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
NFPA	National Fire Protection Association
OBM	Organização Bombeiro Militar
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
SCIP	Segurança Contra Incêndio e Pânico
SIAT	Sistema de Investigação de Acidentes Técnicos
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. ESTADO DA ARTE	10
a. Evolução Histórica dos Indicadores	10
i. Fundamentos Antigos e o Alvorecer da Estatística	10
3.1.2. O Século XX e a Consolidação dos Indicadores Públicos	11
3.2. Indicadores: Definições, Tipologias e Aplicações	12
3.2.1. Fundamentos Conceituais dos Indicadores	12
3.2.2. Fundamentos e Diferenças entre Estatísticas e Indicadores	14
3.3. Indicadores Públicos: Natureza, Uso e Exemplos	15
3.3.1. Propriedades Intrínsecas: Essenciais e Complementares	16
3.3.2. Indicadores no Ciclo de Políticas Públicas	18
3.4 Avaliação por Indicadores na Perícia de Incêndios	20
3.4.1 Aplicação da NFPA na Validação de Dados Periciais	21
3.4.2 Indicadores Utilizados na Perícia de Incêndios	22
3.4.3 Indicadores de Queima	23
3.4.4 Análise Química e a Detecção de Acelerantes	24
3.4.5 Ventilação e Dinâmica do Fogo	25
3.5. Indicadores de Causa e Origem: A Essência da Prevenção	26
3.5.1 Indicadores Pós-Ocorrência de Incêndios	27
3.5.2 Padrões Geográficos e Temporais de Ocorrências	28
3.5.3 Eficácia e Eficiência na Investigação de Incêndio	29
3.5.4 Integração Pericial e Qualidade dos Indicadores	30
3.5.5 Padronização dos Indicadores de Incêndio no Brasil	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.5. Contribuição Sistêmica dos Indicadores Periciais	38
4.6. Discussão	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	43
ANEXO A – Indicadores Integrados de Perícia de Incêndio	47
ANEXO B – Padronização dos Indicadores de Perícia de Incêndio	60

1. INTRODUÇÃO

A governança pública contemporânea exige legitimidade, transparência e efetividade. Para isso, gestores adotam indicadores como instrumentos estratégicos de avaliação. Essas ferramentas transformam dados brutos em informações acionáveis e permitem decisões mais precisas.

Contudo, mesmo com uso amplo, os indicadores carecem de análises integradas entre teoria e prática. Especificamente, a literatura revela fragmentações conceituais e ausência de padronização, sobretudo em áreas técnicas como perícia de incêndio.

Diante dessa lacuna, este artigo propõe uma revisão sistemática crítica. Para fundamentá-la, baseamo-nos em autores como (JANNUZZI, 2003; RUA, 2004; MAGALHÃES, 2004), além de documentos como o Guia do Tribunal de Contas da União (TCU, 2000). O problema central é: como indicadores técnicos de perícia de incêndio fortalecem a governança pública? Consequentemente, investigamos suas propriedades, classificações e potencial analítico, com foco em segurança pública e prevenção de desastres.

Metodologicamente, adotamos abordagem qualitativa via revisão bibliográfica e análise documental. Como estudo de caso, examinamos indicadores do Corpo de Bombeiros, incluindo padrões de queima, causas, ventilação e análise química. Para ilustrar desafios, utilizamos sistemas como SIAT/Perícia, COD/CBMCE e dados do CBMES, evidenciando a urgência de padronização nacional.

A pesquisa foi conduzida como revisão sistemática da literatura, seguindo diretrizes inspiradas no protocolo PRISMA. Foram consultadas as bases *SciELO*, Periódicos CAPES, *Web of Science* e *Scopus* entre janeiro de 2000 e julho de 2025. Utilizaram-se as *strings* de busca ('perícia de incêndio' OR '*fire investigation*') AND ('indicador' OR '*indicator*'). Critérios de inclusão: (i) artigos em português ou inglês; (ii) publicações revisadas por pares; (iii) documentos técnicos de órgãos oficiais de bombeiros; (iv) normas internacionais aplicáveis. Critérios de exclusão: (i) publicações sem acesso ao texto completo; (ii) documentos não diretamente relacionados a indicadores periciais. O processo

de seleção resultou em 120 documentos após triagem por título/resumo e 28 após leitura integral.

Este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura com abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, conforme os princípios metodológicos de Jannuzzi (2005, p. 45). Essa estratégia permite consolidar conhecimentos sobre indicadores, assegurando rigor analítico e profundidade conceitual. Ademais, é adequada para propor avanços teóricos em campos consolidados.

Objetivamos mapear a evolução histórica dos indicadores, identificando definições, propriedades e aplicações. Para ampliar o escopo, incorporamos indicadores técnicos de perícia de incêndio, baseando-nos em diretrizes do Tribunal de Contas da União - TCU (2000, p. 10).

Na coleta de dados, selecionamos criteriosamente:

- Artigos científicos e obras especializadas;
- Documentos oficiais (ex.: guias metodológicos);
- Normas da NFPA e estudos periciais.

A análise desenvolveu-se em três etapas:

1. Primeiramente, leitura exaustiva e indexação temática;
2. Posteriormente, extração de informações-chave;
3. Finalmente, análise comparativa e síntese crítica.

Embora sem dados primários, garantimos validade mediante critérios rigorosos. Consequentemente, a transparência metodológica assegura replicabilidade.

ESTADO DA ARTE

Esta seção apresenta os achados consolidados da revisão sistemática da literatura, organizados para traçar a evolução, os fundamentos conceituais e os arcabouços classificatórios dos indicadores, incluindo uma análise aprofundada de sua aplicação em um contexto especializado.

a. Evolução Histórica dos Indicadores

A história dos indicadores é intrinsecamente ligada à evolução das sociedades humanas e sua crescente necessidade de organização, controle e planejamento. A capacidade de mensurar e registrar dados reflete o aprimoramento das civilizações em compreender e gerenciar seus fenômenos.

i. Fundamentos Antigos e o Alvorecer da Estatística

As raízes da mensuração de dados remontam à antiguidade. Inicialmente, na Suméria (5.000-2.000 A.C.), recenseamentos rudimentares registravam homens e bens em tábuas de argila. Esses registros evidenciam preocupação primária com contagem e organização social para tributação (DROESBEKE; TASSI, 1990, p. 45). Posteriormente, sob o Faraó Amasis II (c. 2.700-2.500 A.C.), o Egito Antigo formalizou tais práticas. Criticamente, impôs severas penalidades por não conformidade, reforçando a função coercitiva dos dados no controle do poder.

Paralelamente, China (desde 2.238 A.C.), Índia (313-289 A.C.) e Roma (750 A.C.-476 D.C.) adotaram modelos similares. Embora variassem em abrangência, todos compartilhavam rigor punitivo. Contudo, uma inflexão singular ocorreu na França do século XIII: lá, recenseamentos de famílias dispensaram penalidades. Essa mudança sinaliza a transição dos dados de instrumento de controle para ferramenta de conhecimento populacional (JOZEAU, 2001, p. 78).

O século XIII marcou o alvorecer da Estatística moderna, com três correntes europeias distintas:

1. A Escola Alemã focou-se na Estatística Descritiva, caracterizando diversidade territorial e Estados Políticos. Criticamente, coletava dados numéricos de forma incidental (FERREIRA et al., 2002, p. 112).
2. A Escola Francesa originou-se dos Jogos e Probabilidades, evoluindo para a Teoria da Probabilidade. Essa base permitiu compreender incertezas e desenvolver inferência (LIGHTNER, 1991; PERERO, 1994).
3. A Escola Inglesa pioneirizou a Aritmética Política, quantificando comportamentos para previsões demográficas. William Petty, ao estimar a população de Londres, consolidou-a como "antecedente direto da Estatística" (KENDALL, 1978, p. 145).

Posteriormente, no século XVII, a síntese dessas correntes tornou-se fundamental. Especificamente, a união entre Aritmética Política e Teoria das Probabilidades – impulsionada por De Moivre – originou a Inferência Estatística (FERREIRA et al., 2002, p. 115). Consequentemente, consolidou-se a relação entre Estatística e Probabilidade, estabelecendo bases para indicadores de monitoramento de desempenho.

3.1.2. O Século XX e a Consolidação dos Indicadores Públicos

A utilização intensiva de indicadores em políticas públicas emergiu no pós-Segunda Guerra, catalisada pelo Welfare State. Conforme Cancian (2007, p. 150), ao garantir padrões mínimos de serviços sociais, essa abordagem exigiu ferramentas para mensurar efetividade governamental.

Nas décadas de 1960-1970, reconheceu-se a limitação de indicadores econômicos. Por exemplo, o PIB per capita não capturava complexidade social (SANTAGADA, 2007, p. 45). Consequentemente, disseminaram-se novos conceitos como qualidade de vida e direitos humanos. Organizações internacionais (ONU, CEE, OCDE) promoveram tais indicadores (JANNUZZI, 2003, p. 89). No Brasil, o IBGE centralizou essa política.

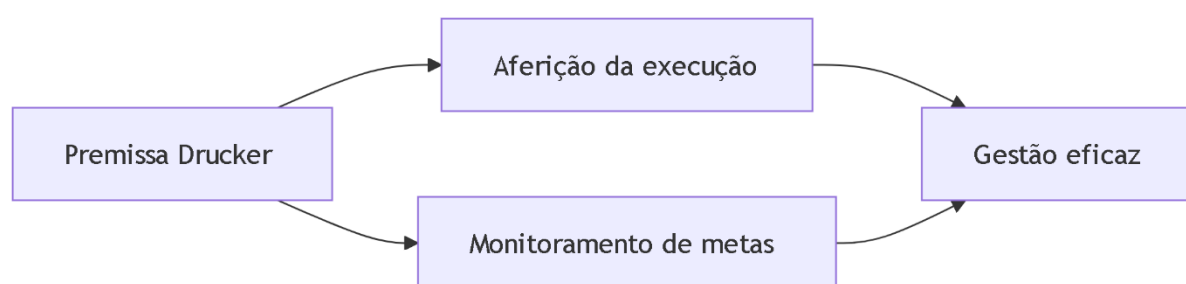
A Constituição de 1988 representou um marco brasileiro. Ela previu descentralização de políticas públicas. Em decorrência disso, expandiu-se o uso de indicadores para estados e municípios. Esse cenário exigiu o modelo

de Jannuzzi (2003, p. 120), integrando indicadores em todo o ciclo de políticas: planejamento, implementação, monitoramento e avaliação (BRASIL, 1988). Posteriormente, reformou-se a gestão pública. Transformou-se o perfil do gestor de burocrático para gerencial, orientado a resultados (BRESSER-PEREIRA, 1996, p. 10). Consequentemente, os indicadores tornaram-se estratégicos desde os anos 1990.

3.2. Indicadores: Definições, Tipologias e Aplicações

A compreensão de indicadores deriva de uma premissa fundamental: *"o que não é medido não pode ser gerenciado"* (DRUCKER *apud* GUERRA, 2012, p. 34). Essencialmente, essas ferramentas aferem a execução de ações. Concomitantemente, monitoram o cumprimento de metas estabelecidas.

Figura 1 – Premissa de Peter Drucker



Fonte: Elaborado pelo autor

A célebre frase atribuída a Peter Drucker — *"O que não é medido não pode ser gerenciado"* — sintetiza um dos pilares da administração moderna: a importância da mensuração para a tomada de decisões eficazes.

3.2.1. Fundamentos Conceituais dos Indicadores

A literatura revela múltiplas definições para "indicadores", convergindo em um núcleo essencial: medidas que traduzem aspectos da realidade. Contudo, as ênfases variam conforme o contexto teórico:

Quadro 1 – Comparativo de Definições de Indicadores

Autor/Instituição	Definição Concisa	Ênfase Distintiva
-------------------	-------------------	-------------------

Brasil (2012, p. 19)	Instrumentos para identificar e medir fenômenos ou resultados de intervenções	Operacionalização da realidade
Ferreira et al. (2009)	Medidas quanti/qualitativas que capturam informações relevantes da evolução observada	Dinâmica temporal do fenômeno
Rua (2004, p. 38)	Expressões quantificadas de insumos, resultados ou desempenho	Mensuração de eficiência
OCDE (2021, p. 3)	Fatores que medem progresso e desempenho em intervenções	Accountability e eficácia
Kaplan & Norton (2000)	Métricas derivadas de objetivos estratégicos	Alinhamento organizacional

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Rua (2004), indicadores são medidas que quantificam insumos, resultados, características ou desempenho de processos, serviços, produtos ou organizações.

A literatura aponta diversas formas e critérios de classificação de indicadores. Segundo Rua (2004), os indicadores podem ser classificados em estratégicos e de processos.

Sinteticamente, os indicadores são construções metodológicas que convertem dados em informação acionável. Essencialmente, servem para:

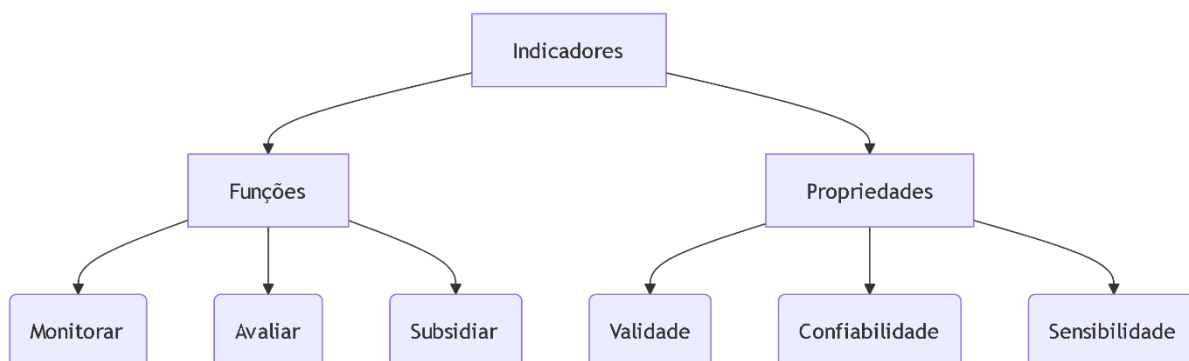
1. Monitorar mudanças em fenômenos complexos;
2. Avaliar desempenho de políticas ou organizações;
3. Subsidiar decisões estratégicas com base em evidências.

Criticamente, sua efetividade depende de três propriedades intrínsecas (JANNUZZI, 2003, p. 20):

- Validade: Representatividade fiel do fenômeno mensurado;
- Confiabilidade: Consistência na mensuração sob condições similares;

- Sensibilidade: Capacidade de detectar mudanças relevantes.

Figura 2 – Hierarquia Conceitual



Fonte: Elaborado pelo autor

Consequentemente, mais que ferramentas estatísticas, indicadores são instrumentos de inteligência estratégica. Eles capacitam aprendizagem organizacional e *accountability*² ao revelar padrões evolutivos. Fundamentalmente, transformam complexidade em conhecimento governável.

Por fim, conclui-se que: *“Indicadores são artefatos cognitivos que mediam a relação entre teoria e realidade, transformando complexidade em ação governável. Sua excelência reside na tríade: rigor metodológico, relevância estratégica e capacidade transformadora.”*

3.2.2. Fundamentos e Diferenças entre Estatísticas e Indicadores

Segundo Jannuzzi (2003, p. 15) estabelece uma distinção essencial para aplicação conceitual rigorosa. Para ilustrar essas distinções, apresenta-se o quadro a seguir, que sintetiza as principais categorias, suas naturezas, funções e exemplos práticos:

Quadro 2 – Categorias e Funções dos Indicadores Públicos

Categoria	Natureza	Função	Exemplo
Estatísticas Públicas	Dados brutos primários	Insumos para construção de indicadores	Número total de nascimentos em um município

² *Accountability* é um conceito oriundo da administração pública anglo-saxônica que designa a obrigação de agentes públicos prestarem contas de suas ações, decisões e resultados, associando-se à responsabilização, transparência e controle social. Envolve mecanismos institucionais e normativos que permitem o monitoramento e a avaliação da atuação governamental por instâncias internas ou externas

Indicadores de Desempenho	Construções analíticas	Contextualizar e comparar fenômenos	Taxa de natalidade (nascimentos/1000 hab.)
Sistemas de Indicadores	Conjuntos articulados	Oferecer visão multidimensional integrada	Painel de saúde materno-infantil

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa taxonomia resolve três problemas fundamentais:

1. Evita confusão entre dados brutos e análises complexas;
2. Estabelece hierarquia operacional (dados → indicadores → sistemas);
3. Garante precisão na mensuração de políticas públicas.

Operacionalmente, os indicadores medeiam teoria e evidências (CARDOSO, 1998, p. 65). Eles transformam dados em conhecimento estratégico através de três processos:



Consequentemente, essa estrutura:

- Otimiza desenhos de programas governamentais;
- Facilita monitoramento espaço-temporal;
- Potencializa avaliação de impacto.

Criticamente, conforme Jannuzzi (2005), sistemas de indicadores – como o de saúde materno-infantil – transcendem a soma das partes, gerando sinergia analítica que permite diagnósticos integrados e respostas políticas coesas.

3.3. Indicadores Públicos: Natureza, Uso e Exemplos

A seleção, construção e aplicação eficaz de indicadores estão intrinsecamente vinculadas à compreensão aprofundada de suas propriedades fundamentais e das múltiplas formas de classificação. Esses referenciais conceituais não apenas asseguram a pertinência metodológica dos indicadores, como também garantem o rigor técnico necessário à sua utilização em políticas públicas.

Ao integrar tais arcabouços, promove-se uma abordagem analítica mais precisa, capaz de sustentar decisões estratégicas, avaliações robustas e intervenções governamentais orientadas por evidências.

3.3.1. Propriedades Intrínsecas: Essenciais e Complementares

As propriedades dos indicadores categorizam-se em essenciais e complementares, conforme síntese de Rua (2004), Jannuzzi (2005) e Brasil (2012).

Propriedades Essenciais (Indispensáveis)

1. Utilidade: Relevância para subsidiar decisões. Exemplo: Indicadores de desempenho escolar que orientam políticas pedagógicas.
2. Validade: Medição precisa do fenômeno pretendido. Exemplo: Qualidade em saúde mensurada pela experiência do usuário, não apenas volume de consultas.
3. A pesquisa foi conduzida como revisão sistemática da literatura, seguindo diretrizes inspiradas no protocolo PRISMA. Foram consultadas as bases SciELO, Periódicos CAPES, *Web of Science* e *Scopus* entre janeiro de 2000 e julho de 2025. Utilizaram-se as strings de busca ('perícia de incêndio' OR '*fire investigation*') AND ('indicador' OR '*indicator*'). Critérios de inclusão: (i) artigos em português ou inglês; (ii) publicações revisadas por pares; (iii) documentos técnicos de órgãos oficiais de bombeiros; (iv) normas internacionais aplicáveis. Critérios de exclusão: (i) publicações sem acesso ao texto completo; (ii) documentos não diretamente relacionados a indicadores periciais. O processo de seleção resultou em 120 documentos após triagem por título/resumo e 28 após leitura integral.
4. Disponibilidade: Acesso facilitado aos dados primários. Exemplo: Dados socioeconômicos do IBGE para indicadores sociais.

Propriedades Complementares (Priorizáveis conforme *trade-offs*³)

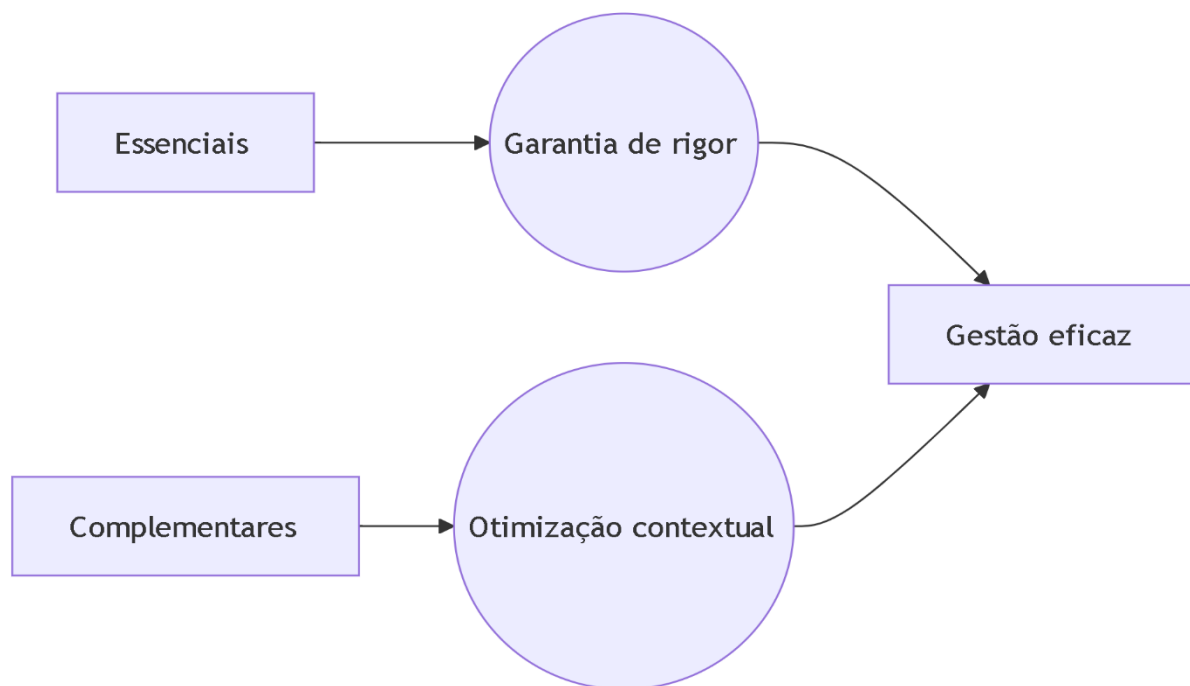
- Simplicidade: Facilidade de cálculo e compreensão;

³ *Trade-off* refere-se à necessidade de escolha entre alternativas conflitantes, em que a priorização de uma dimensão implica renúncia parcial ou total de outra, conforme os limites de recursos e objetivos estratégicos (JANUZZI, 2005; TCU, 2000).

- Clareza: Interpretação inequívoca;
- Sensibilidade: Detecção de mudanças mínimas (ex.: indicador de qualidade do ar);
- Desagregabilidade: Subdivisão por categorias (ex.: acesso a serviços por renda/gênero);
- Economicidade: Relação custo-benefício favorável;
- Estabilidade: Manutenção metodológica para comparabilidade;
- Mensurabilidade: Capacidade de quantificação consistente;
- Auditabilidade: Verificação independente de fontes e cálculos.

Operacionalmente, as propriedades essenciais são condições sine qua non. Em contraste, as complementares envolvem análises de custo-efetividade (FERREIRA et al., 2009, p. 1480). Criticamente, a seleção de indicadores exige:

Figura 3 – Hierarquia Operacional



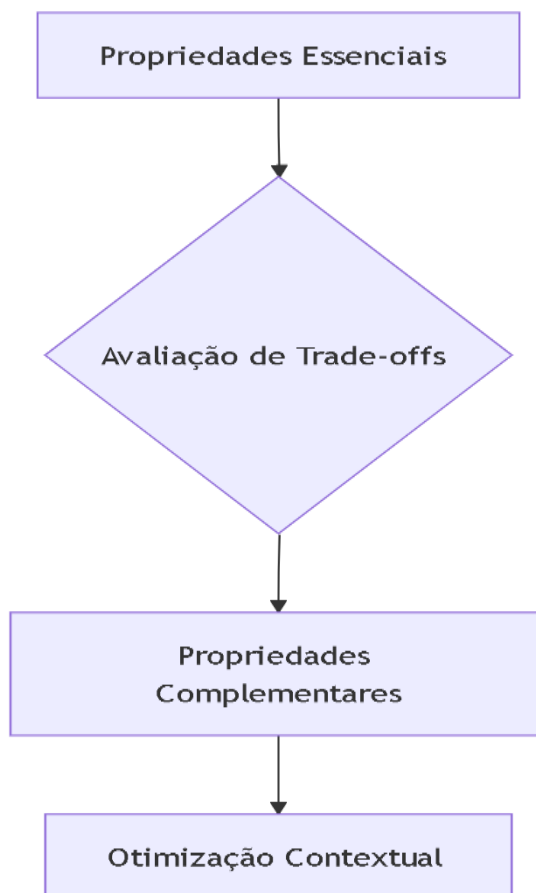
Fonte: Elaborado pelo autor

Transições estratégicas

- Contraste: *"Em contraste"*
- Ênfase crítica: *"Críticamente"*

- Conclusão operacional: "Consequentemente"

Figura 4 – Propriedades dos Indicadores



Fonte: Elaborado pelo autor

Consequentemente, essa estrutura:

- Garante rigor metodológico na gestão pública;
- Facilita alinhamento entre mensuração e objetivos;
- Potencializa accountability e aprendizado institucional.

Por fim, conclui-se que: *"As propriedades essenciais são alicerces não negociáveis; as complementares são ferramentas de calibragem. Juntas, transformam indicadores em bússolas estratégicas para navegar na complexidade das políticas públicas."*

3.3.2. Indicadores no Ciclo de Políticas Públicas

As classificações de indicadores orientam sua aplicação em diferentes fases do ciclo de políticas públicas:

Quadro 3 – Fluxo de Implementação

Tipo	Foco	Exemplo
Insumo	Recursos alocados	Medicamentos adquiridos para rede pública
Processo	Atividades operacionais	Atendimentos por equipe de saúde
Produto	Resultados imediatos	Kits de higiene distribuídos
Resultado	Efeitos diretos no público-alvo	Aumento da cobertura vacinal
Impacto	Mudanças sociais de longo prazo	Redução da mortalidade infantil

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de (BONNEFOY, 2005; JANNUZZI, 2005, p. 145)

Avaliação de Desempenho (TCU⁴, 2000, p. 50)

- **Economicidade:** Minimização de custos com qualidade.
Ex.: Custo por refeição em restaurante popular.
- **Eficiência:** Relação produtos/recursos.
Ex.: Alunos formados por investimento.
- **Eficácia:** Atingimento de metas planejadas.
Ex.: Meta de cobertura vacinal alcançada.
- **Efetividade:** Solução efetiva de problemas.
Ex.: Redução de doenças pós-saneamento básico.

Quadro 4 - Complexidade

Tipo	Característica	Exemplo
Analíticos	Mensuração direta e específica	Taxa de desemprego
Sintéticos	Combinação multidimensional	Índice de Desenvolvimento Humano.

Fonte: Elaborado pelo autor

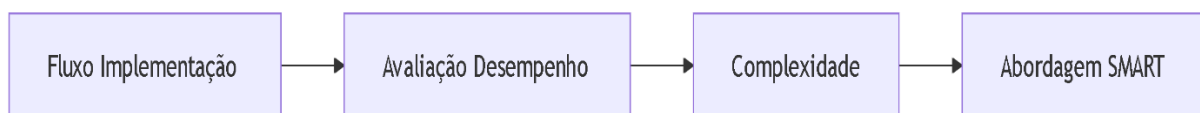
⁴ TCU – Tribunal de Contas da União, 2000.

Abordagem SMART⁵ (TCU, 2000, p. 55) Indicadores devem ser:

- Específicos
- Mensuráveis
- Atingíveis
- Relevantes
- Temporais

Aplicação prática: No Programa Bolsa Família, indicadores SMART mediram redução de 20% na pobreza (2004-2014) (IBGE, 2020, p. 12). Consequentemente, melhoraram a precisão avaliativa. Criticamente, sua construção deve envolver stakeholders para garantir adesão (BOUCKAERT; HALLIGAN, 2008, p. 60).

Sequência cronológica implícita.



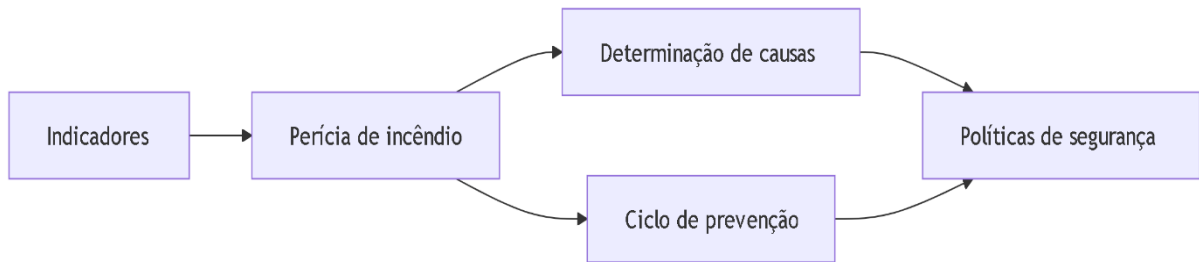
Em conclusão, conclui-se que: *“Classificações de indicadores operam como lentes analíticas: o fluxo de implementação estrutura o tempo, a avaliação de desempenho calibra a qualidade, a complexidade define a abrangência, e o método SMART garante precisão operacional.”*

3.4 Avaliação por Indicadores na Perícia de Incêndios

A aplicação de indicadores transcende a gestão pública geral, alcançando áreas especializadas como a perícia de incêndio. Essa atividade é essencial aos Corpos de Bombeiros. Criticamente, as investigações pós-incêndio determinam causas legais. Concomitantemente, alimentam um ciclo contínuo de prevenção, aprimoramento operacional e formulação de políticas de segurança pública.

⁵ Indicadores SMART são definidos com base em cinco critérios: específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e temporais, visando garantir clareza, viabilidade e alinhamento estratégico na avaliação de metas e resultados (DORAN, 1981; TCU, 2000).

Figura 5 – Hierarquia dos Processos



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.1 Aplicação da NFPA na Validação de Dados Periciais

A investigação de incêndios constitui um campo multidisciplinar de elevada complexidade, que requer a integração de conhecimentos técnicos, científicos e operacionais. Para a reconstrução precisa de sinistros, a perícia combina métodos analíticos com indicadores metodológicos, articulando evidências físicas, químicas e circunstanciais. Nesse processo, a adoção de normas internacionais e de abordagens sistemáticas é fundamental para garantir a validade e a reprodutibilidade dos achados.

Entre essas referências, destaca-se a atuação da National Fire Protection Association (NFPA), cujas diretrizes estabelecem padrões que orientam desde a coleta e preservação até a análise e interpretação das evidências (CBMCE, 2025, p. 4). A partir dessas diretrizes, a qualidade e a confiabilidade da análise pericial passam a depender simultaneamente da competência técnica dos profissionais envolvidos e da observância rigorosa a protocolos e normas reconhecidas.

Normas Fundamentais NFPA 921 (2024)

- Base metodológica para investigações;
- Cobre coleta de evidências até determinação de causas;
- Garante qualidade, integridade e reprodutibilidade dos dados (ALVES, 2022, p. 60).

NFPA 1033 (2020)

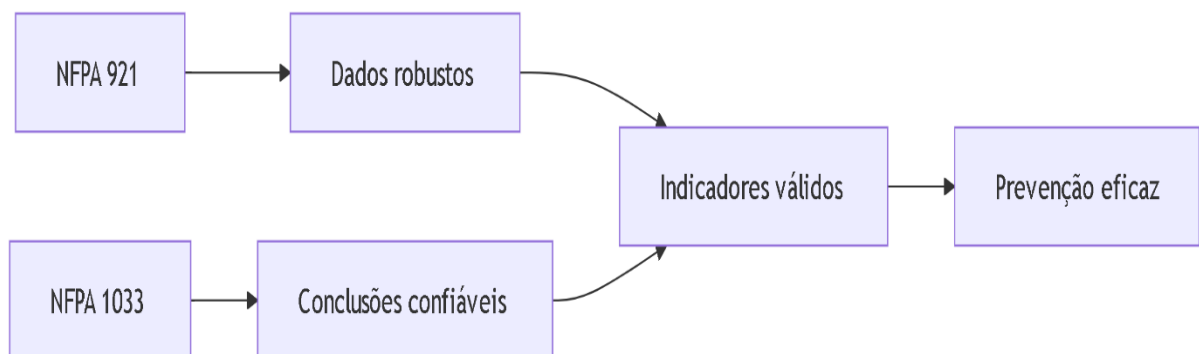
- Define qualificações de investigadores;
- Impacta diretamente a validade dos resultados;
- Eleva confiabilidade das conclusões técnicas.

Consequentemente, esse arcabouço normativo viabiliza indicadores robustos. Adicionalmente, a determinação da origem exige abordagem multidisciplinar. Integram-se conhecimentos de:

- Engenharias e química;
- Física e ciências sociais.

Essa integração identifica padrões ocultos, aumentando precisão dos laudos (CBMCE, 2025, p. 4).

Figura 6 - Normas NFPA



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.2. Indicadores Utilizados na Perícia de Incêndios

A perícia de incêndio extrapola a simples identificação da causa e origem dos sinistros, ao contribuir também para a avaliação crítica dos serviços prestados pelos Corpos de Bombeiros, como a elaboração de normas técnicas, a realização de vistorias e a eficácia das ações de combate (LUGON, 2019, p.

56). Essa abrangência reforça o papel estratégico dos indicadores técnicos na retroalimentação do ciclo de segurança contra incêndios.

A perícia de incêndio, por sua natureza investigativa, gera indicadores técnicos fundamentais. Esses indicadores são classificados conforme seu foco específico — como padrões de queima, causas, análise química ou dinâmica térmica — e contribuem de forma decisiva para diferentes etapas do ciclo de resposta dos Corpos de Bombeiros. Além disso, ao integrar sistemas operacionais e apoiar decisões estratégicas, fortalecem de maneira crítica a segurança pública como um todo.

3.4.3. Indicadores de Queima

A análise dos padrões de queima constitui uma das abordagens mais relevantes na perícia de incêndios. Esses padrões resultam da interação entre o fogo e os materiais presentes no ambiente, sendo fisicamente detectáveis e visualmente identificáveis. Segundo a NFPA 921, são definidos como “alterações físicas mensuráveis ou formas identificáveis formadas por um efeito de fogo ou grupo de efeitos de fogo” (CBMCE, 2025, p. 5).

Os principais tipos incluem:

- **Padrões em V:** indicam o ponto de ignição, com marcas que se abrem a partir de um foco.
- **Padrões horizontais (em H):** revelam propagação lateral das chamas.
- **Padrões circulares:** comuns em tetos, sugerem ação de plumas de calor.
- **Padrões irregulares:** associados ao uso de acelerantes ou condições ambientais complexas.

Cada padrão fornece dados específicos sobre a dinâmica do fogo. A análise integrada permite identificar o ponto de origem, avaliar a intensidade do incêndio e aprimorar estratégias operacionais. Como indicadores quantificáveis, é possível correlacionar a frequência de padrões com causas, tipos de ocupação

e severidade dos danos, além de mensurar a taxa de elucidação com base na leitura dos vestígios.

3.4.4. Análise Química e a Detecção de Acelerantes

A análise química é uma ferramenta essencial na perícia de incêndios, especialmente na detecção de acelerantes — substâncias utilizadas para iniciar ou intensificar focos criminosos (CBMCE, 2025, p. 6).

Coleta e análise de amostras: A coleta ocorre imediatamente após a chegada da equipe pericial, com retirada de pequenas porções de resíduos carbonizados e fluidos. As amostras são submetidas a exames laboratoriais, como cromatografia gasosa e espectrometria de massa.

Principais indicadores químicos:

Resíduos de acelerantes: Evidenciam líquidos inflamáveis, auxiliando na distinção entre incêndios acidentais e intencionais. É possível quantificar o percentual de casos com detecção positiva, identificar os tipos mais comuns (como gasolina ou querosene) e correlacionar a presença com a classificação da causa como incendiária.

Subprodutos da combustão: Compostos específicos indicam a intensidade e duração do sinistro.

Resíduos de materiais sintéticos e orgânicos: Permitem inferir as condições ambientais antes e durante o incêndio.

Essa abordagem integrada fortalece a precisão dos laudos periciais, complementa a investigação visual e documental, e contribui diretamente para a elucidação de causas e aprimoramento das estratégias de prevenção (CBMCE, 2025, p. 6).

3.4.5. Ventilação e Dinâmica do Fogo

Fatores dinâmicos influenciam significativamente o comportamento do incêndio, alterando propagação e padrões de queima (CBMCE, 2025, p. 7). Entre eles, destacam-se:

1. Ventilação

Primeiramente, impacta a disponibilidade de oxigênio. Consequentemente, altera velocidade e intensidade da combustão. Especificamente:

- Ambientes com ventilação limitada podem desencadear flashover;
- Abertura de portas/janelas modifica padrões de propagação.

Como indicadores, registram-se:

- Classificação do tipo de ventilação (natural/forçada/confinada);
- Frequência de incêndios com flashover ou backdraft;
- Correlação entre ventilação e velocidade de propagação.

2. Outros Fatores Dinâmicos

Adicionalmente, incluem:

- Falhas elétricas/mecânicas: Gatilhos ou aceleradores da propagação;
- Condições meteorológicas: Temperatura, umidade e pressão afetam desenvolvimento;
- Materiais combustíveis: Composição e disposição influenciam danos (CBMCE, 2025, p. 7).

Interpretar esses efeitos exige análise criteriosa. Frequentemente, utilizam-se modelos computacionais para validar hipóteses e garantir precisão dos laudos.

3.5. Indicadores de Causa e Origem: A Essência da Prevenção

A identificação precisa da causa e do ponto de origem de um incêndio constitui o eixo central da perícia técnica e o primeiro passo para a formulação de estratégias preventivas eficazes. Esses indicadores não apenas revelam as raízes dos sinistros, mas também orientam intervenções normativas, estruturais e educativas com base em evidências concretas.

Causa Determinada A classificação etiológica do incêndio — Acidental, Incendiária, Natural ou Indeterminada — é o principal parâmetro da investigação pericial. O percentual de causas conclusivamente estabelecidas reflete o grau de eficiência técnica e metodológica da perícia. Segundo Moura e Castro (2023, p. 15), a análise estatística de causas determinadas, como falhas elétricas ou uso inadequado de equipamentos, permite identificar padrões recorrentes que fundamentam políticas públicas de prevenção mais precisas e direcionadas.

Subcategorias de Causas Acidentais Englobam falhas elétricas (curto-circuito, sobrecarga), negligência (cigarros, panelas esquecidas), falhas mecânicas (equipamentos), vazamentos de gás, mau uso de eletrodomésticos, entre outros fatores operacionais.

Subcategorias de Causas Incendiárias (Criminosas) Incluem motivações como vandalismo, vingança, fraude (seguro) e disputas. A identificação desses padrões viabiliza ações de inteligência policial, repressão qualificada e prevenção situacional.

Ponto de Origem Refere-se ao local exato onde o incêndio teve início — seja um cômodo, aparelho ou área específica. A precisão na sua determinação é essencial para compreender a dinâmica da propagação e orientar melhorias em projetos arquitetônicos, sistemas de segurança e protocolos operacionais.

Primeiro Material Incendiado (*First Fuel Ignited*)⁶ Indica o material que iniciou a combustão. Esse dado é crucial para avaliar o risco associado a produtos e materiais presentes no ambiente. Exemplos incluem estofados, líquidos inflamáveis, resíduos sólidos ou lixo acumulado. A análise estatística

⁶ Primeiro Material Incendiado (*First Fuel Ignited*)

desses elementos subsidia ações regulatórias, campanhas educativas e revisões normativas.

3.5.1. Indicadores Pós-Ocorrência de Incêndios

Esses indicadores concentram-se na análise dos efeitos concretos do incêndio, revelando como o evento se desenvolveu e quais foram suas consequências. São fundamentais para o aprimoramento de táticas de combate, protocolos de resgate e engenharia de segurança contra incêndios.

Danos Materiais e Perdas Econômicas Representam o valor estimado dos prejuízos à propriedade, bens móveis e imóveis, e infraestrutura. Este é um indicador de impacto direto, cuja análise sistemática permite mensurar a severidade dos sinistros e identificar vulnerabilidades associadas a tipos de ocupação ou materiais. Pereira e Gonçalves (2023, p. 55) destacam que esses dados subsidiam políticas públicas ao quantificar o custo econômico dos eventos. Exemplos incluem: valor médio de perdas por tipo de edificação (residencial, comercial, industrial); percentual de incêndios com perda total, parcial ou sem danos significativos; e soma anual de perdas econômicas por região ou categoria de ocorrência.

Vítimas (Fatalidades e Feridos) Quantifica óbitos e feridos — civis e bombeiros — resultantes do incêndio. Trata-se de um indicador de impacto social crítico, que orienta políticas de segurança, educação preventiva e aprimoramento de equipamentos de proteção individual (EPIs). Exemplos incluem: taxa de fatalidades por tipo de ocupação; número de feridos por inalação de fumaça; e vítimas relacionadas à ausência de rotas de fuga ou sinalização de emergência.

Extensão da Área Afetada Refere-se à dimensão da área atingida pelo fogo, expressa em metros quadrados (edificações) ou hectares (áreas naturais). É especialmente relevante em incêndios florestais ou de grande escala, pois permite avaliar a magnitude do evento e orientar estratégias de contenção e recuperação ambiental.

3.5.2. Padrões Geográficos e Temporais de Ocorrências

Embora inicialmente descritivos, os dados de localização e tempo tornam-se indicadores estratégicos quando desagregados e analisados estatisticamente. Essa propriedade — denominada desagregabilidade — permite identificar padrões geográficos e temporais cruciais para o planejamento operacional, a alocação de recursos e a formulação de políticas de prevenção direcionadas.

Território e Localização Tipo de Edificação/Ocupação: Classificação do local do sinistro (residencial, comercial, industrial, rural, edifício público, veículo, área de lazer etc.). A frequência de incêndios por tipo de ocupação revela setores com maior vulnerabilidade estrutural ou comportamental.

Geolocalização: Endereço ou coordenadas exatas do evento, permitindo o mapeamento de “pontos quentes” (*hotspots*) ⁷ e a análise por bairro, distrito ou zona urbana/rural. Essa abordagem espacial é essencial para otimizar o posicionamento de unidades operacionais e o traçado de rotas de atendimento.

Características da Edificação: Idade da construção, tipo estrutural (alvenaria, madeira, misto) e presença de sistemas de segurança (sprinklers, alarmes, portas corta-fogo). Exemplo: maior incidência de incêndios em edificações antigas ou em locais sem sistemas de supressão automática.

Horário e Temporalidade: Horário da Ocorrência: Distribuição dos incêndios por faixa horária (madrugada, manhã, tarde, noite). Esse indicador orienta o dimensionamento das equipes de resposta e campanhas educativas voltadas aos períodos de maior risco — como incêndios residenciais noturnos, quando os ocupantes estão dormindo.

Dia da Semana, Mês e Estação: Padrões temporais mais amplos que subsidiam o planejamento sazonal. Exemplo: aumento de incêndios florestais durante a estiagem ou crescimento de sinistros residenciais no inverno devido ao uso de aquecedores.

⁷ pontos quentes” (*hotspots*)

3.5.3. Eficácia e Eficiência na Investigação de Incêndio

Esses indicadores mensuram a eficácia e a eficiência do processo de investigação de incêndios, assegurando a qualidade, a tempestividade e a confiabilidade dos dados produzidos pela perícia. São essenciais para avaliar a capacidade técnica e operacional dos Corpos de Bombeiros e orientar melhorias contínuas.

Quantidade de Perícias Realizadas Refere-se ao número total de investigações concluídas em um período determinado. Este indicador revela o volume de trabalho e, quando analisado em conjunto com outros, permite avaliar a demanda e a capacidade de resposta da instituição.

Tempo Médio de Resposta da Equipe de Perícia Intervalo entre o acionamento da equipe e sua chegada ao local do sinistro. Trata-se de um indicador crítico de eficiência operacional, conforme destacado por Gonçalves (2020, p. 30), especialmente em contextos que exigem agilidade na preservação de vestígios.

Taxa de Conclusão de Laudos Percentual de investigações que resultam na emissão de laudo técnico em relação ao total de incêndios que demandaram perícia. Reflete a efetividade do processo investigativo e a capacidade de entrega técnica.

Tempo Médio para Emissão de Laudo Intervalo entre o início da investigação e a entrega do laudo final. Dias e Vieira (2024, p. 25) apontam esse indicador como métrica essencial para avaliar produtividade e desempenho pós-incidente.

Taxa de Reversão de Causa (Indeterminada para Determinada) Percentual de laudos inicialmente classificados como “causa indeterminada” que, após revisões ou aplicação de técnicas forenses avançadas, têm sua causa definida. Este indicador expressa a profundidade investigativa e a capacidade resolutiva da equipe pericial.

3.5.4. Integração Pericial e Qualidade dos Indicadores

A integração dos dados coletados durante a investigação é um dos pilares para a construção de análises periciais consistentes. Sistemas digitais de informação são essenciais para reunir, organizar e processar os registros de ocorrências, fortalecendo a confiabilidade e a utilidade dos indicadores gerados (CBMCE, 2025, p. 8).

Sistemas de Gestão de Dados Operacionais Ferramentas como o Sistema de Investigação de Acidentes Técnicos (SIAT/Perícia), utilizado pelo CBMES, e o Controle Operacional Diário (COD), empregado pelo CBMCE, exemplificam como a tecnologia apoia a gestão pericial. No Espírito Santo, o sistema BAON gera Boletins Unificados (BU's) que consolidam dados desde o acionamento até o encerramento da operação (ESPÍRITO SANTO, 2024, p. 7).

Desafio da Representatividade dos Dados Houri et al. (2025, p. 21) identificaram uma lacuna expressiva entre o número de incêndios combatidos e os efetivamente investigados pelo CBMES. Entre 2021 e março de 2025, foram registradas 25.193 ações de combate, enquanto apenas 542 investigações formais (335 perícias + 207 inspeções) foram realizadas, representando cerca de 2,15% do universo das ocorrências.

Essa seletividade, embora operacionalmente justificável, compromete a representatividade dos indicadores e limita a retroalimentação do ciclo de segurança contra incêndios.

Ampliação da Captação de Dados A proposta de Houri et al. (2025) inclui a capacitação de inspetores em todas as equipes operacionais, permitindo a coleta de dados em campo sem a necessidade de perícia aprofundada. Essa medida visa ampliar o universo investigado e reduzir o viés amostral, tornando o perfil estadual de incêndios mais fiel à realidade.

Tipologias e Padronização de Ocorrências O COD do CBMCE apresenta 77 subtipologias para incêndios, evidenciando a necessidade de padronização regional e nacional. A uniformidade na classificação é essencial para comparabilidade entre instituições, análise de tendências e formulação de políticas públicas eficazes.

Adoção de Normas Internacionais A integração com diretrizes como a NFPA 921 assegura que as investigações sigam padrões elevados de qualidade e confiabilidade, conferindo reconhecimento técnico nacional e internacional (CBMCE, 2025, p. 8).

3.5.5. Padronização dos Indicadores de Incêndio no Brasil

A existência de serviço de investigação de incêndio não é uma realidade em todos os Corpos de Bombeiros Militares (CBM) brasileiros. Conforme levantamentos informais, apenas 16 (dezesesseis) estados possuem tal capacidade instalada atualmente.

Amparo Legal: A competência constitucional e legal dos CBM para investigar incêndios está solidificada pela Lei Federal nº 13.425/2017, que alterou o Código de Processo Penal para incluir os Peritos Oficiais dos Corpos de Bombeiros como auxiliares da Justiça nessa área. Como também, alguns estados trazem esta competência, de investigação e/ou perícia de incêndio, em suas respectivas Leis Orgânicas, como é o caso do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE).

Além disso, a Lei Federal nº 13.967/2019 estabelece, de forma inequívoca, a competência exclusiva dos Corpos de Bombeiros Militares (CBM) para a realização de perícias administrativas no âmbito da segurança contra incêndios. Essa atribuição compreende ações essenciais voltadas à prevenção e à fiscalização, como vistorias técnicas em edificações e eventos, emissão de laudos e pareceres especializados, avaliação da conformidade com normas de segurança e fiscalização de dispositivos legais relacionados à prevenção de incêndios e situações de pânico.

Diferentemente da perícia criminal — cuja responsabilidade recai sobre órgãos oficiais, como a Polícia Científica — a perícia administrativa conduzida pelos Corpos de Bombeiros Militares (CBM) tem como foco o licenciamento, a mitigação de riscos e a responsabilização civil. Ao consolidar essa prerrogativa, a legislação reforça o papel técnico e preventivo dos bombeiros militares na estrutura da segurança pública, evidenciando sua relevância institucional e sua especialização normativa na proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente.

Unidades de Investigação: Considerando o informe inicial, estes CBM estaduais possuem unidades dedicadas à perícia de incêndio (como Núcleos, Seções ou Divisões de Investigação de Incêndio).

Indicadores Comuns: Os tipos de indicadores coletados (causa, origem, danos, vítimas, dados contextuais) são efetivamente os mais recorrentes entre as diversas corporações citadas (CBMES, CBMDF, CBMMG, CBMPR, CBMSP).

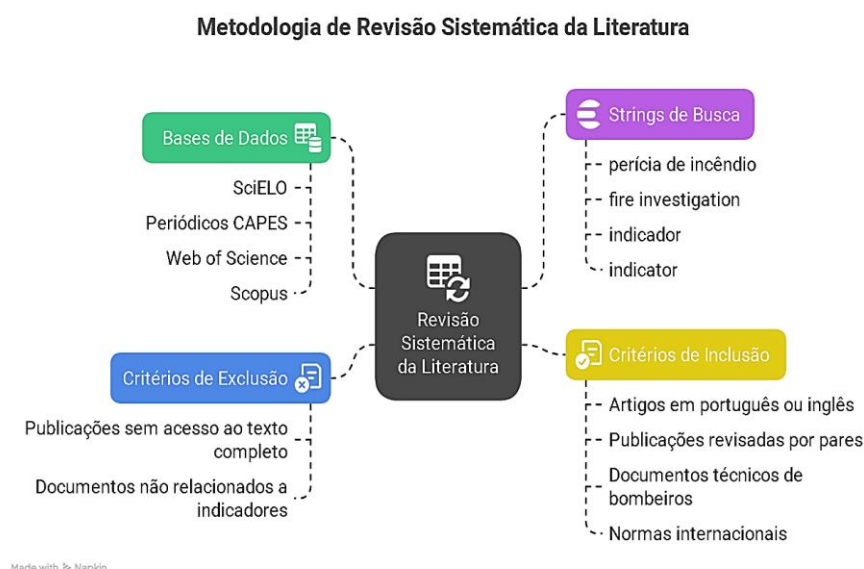
Falta de Padronização Nacional: Este é o cerne do problema:

Não há sistema nacional obrigatório: Não existe um padrão formal, único e mandatório definido em nível federal para a coleta, classificação (nomenclatura, critérios), armazenamento e divulgação dos dados de perícia de incêndio.

A pesquisa foi conduzida como revisão sistemática da literatura, seguindo diretrizes inspiradas no protocolo PRISMA. Foram consultadas as bases *SciELO*, Periódicos CAPES, *Web of Science* e *Scopus* entre janeiro de 2000 e julho de 2025. Utilizaram-se as *strings* de busca ('perícia de incêndio' OR '*fire investigation*') AND ('indicador' OR '*indicator*'). Critérios de inclusão: (i) artigos em português ou inglês; (ii) publicações revisadas por pares; (iii) documentos técnicos de órgãos oficiais de bombeiros; (iv) normas internacionais aplicáveis. Critérios de exclusão: (i) publicações sem acesso ao texto completo; (ii) documentos não diretamente relacionados a indicadores periciais. O processo de seleção resultou em 120 documentos após triagem por título/resumo e 28 após leitura integral.

Figura 7 - Síntese da Revisão Sistemática de Literatura

Fonte: Elaborado pelo autor



Influência Informal da NFPA: Muitos CBM se espelham, de forma não oficial e adaptada, em normas técnicas como as da NFPA (*National Fire Protection Association*), especialmente a NFPA 921 (Guia para Investigação de Incêndio e Explosão) e a NFPA 1033 (Padrão para Qualificações do Investigador de Incêndio), mas sem uniformidade na aplicação ou nos dados gerados.

Consequências da Fragmentação

Dificuldade de Agregação Nacional: Impossibilita a criação de um banco de dados nacional confiável e comparável sobre causas, perdas e características de incêndios.

Benchmarking Limitado: Dificulta ou inviabiliza comparações significativas de desempenho, tendências e eficácia de políticas entre os estados.

Políticas Públicas Menos Efetivas: A formulação de políticas nacionais ou regionais de segurança contra incêndio fica prejudicada pela falta de evidências consistentes, abrangentes e comparáveis em todo o território nacional. A tomada de decisão baseada em dados fica restrita ao âmbito estadual ou mesmo municipal.

Figura 8 - Desafios na Segurança contra Incêndio Nacional



Fonte: Elaborado pelo autor

A Dissonância Estrutural na Investigação Pirológica Brasileira: Conflito entre Competência Jurídica e Fragmentação Metodológica

A atribuição exclusiva da investigação de incêndios estruturares aos Corpos de Bombeiros Militares (CBM), consagrada pelo ordenamento jurídico pátrio mediante a Lei Federal nº 13.425/2017 e sua integração ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINDEC), contrasta radicalmente com a desarmonia operacional vigente na produção e gestão de evidências técnicas. Tal paradoxo configura uma assimetria institucional crítica, na qual a unidade legal dissocia-se da fragmentação metodológica, conforme elucidam Corrêa, Duarte e Braga (2018, p. 47):

"A lacuna sistêmica na padronização nacional obrigatória de registros inviabiliza a construção de séries históricas comparáveis, comprometendo sobremaneira a análise epidemiológica dos sinistros."

O Divórcio entre Prática Investigativa e Consistência Analítica

Não obstante a adoção de procedimentos técnicos internamente consolidados – frequentemente alinhados a paradigmas internacionais como a

NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations –, persiste uma desarticulação estrutural na definição de indicadores, codificação causal e arquitetura de bancos de dados. Consequentemente, emerge um cenário de incomunicabilidade estatística, onde mesmo unidades federativas com excelência operacional individual produzem dados intransponíveis. Nesse contexto, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020, p. 22) enfatiza:

"A heterogeneidade na captação de variáveis críticas – particularmente na classificação de gravidade, tipologia construtiva e causalidade – obstrui a agregação federativa de dados, configurando grave deficiência na governança informacional de segurança pública."

Repercussões Sistêmicas da Despadronização Metodológica

A divergência paradigmática materializa-se tridimensionalmente, conforme demonstram estudos recentes:

1. Heterogeneidade conceitual: Definições operacionais de "incêndio estrutural", "extensão danosa" e "causalidade primária" divergem interjurisdicionalmente (SILVA; ALMEIDA, 2021);
2. Fragmentação depositária: Sistemas estaduais estanques (Por exemplo: SIGO-SP, SIATE-PR) impossibilitam sinergia informacional;
3. Carência metadescritiva: Ausência de documentação sobre critérios investigativos anula validade comparativa espaço-temporal (OLIVEIRA, 2019).

Essa desarmonia metodológica, como adverte o Comitê Gestor do SINDEC (2022, p. 15), inviabiliza diagnósticos nacionais confiáveis:

"A inexistência de matriz unificada de indicários sob critérios ISO 31000 debilita sobremaneira a identificação de padrões de risco e alocação estratégica de recursos preventivos."

Propostas para uma Arquitetura Informacional Integrada

A superação desse cenário demanda a implementação de um modelo federativo de gestão pirológica, integrando três pilares fundamentais:

- Homologação terminológica mediante normativas ABNT NBR ISO/IEC 27001;
- Plataforma nacional interoperável articulada ao SINARM (Sistema Nacional de Armamentos);
- Governança trina (União, Estados, Municípios) para validação métrica contínua (BRASIL, 2022).

Nesse sentido, Corrêa et al. (2018, p. 53) concluem com pertinência:

"Unicamente a adoção compulsória de um framework nacional de metadados possibilitará a transmutação de dados locais em inteligência coletiva para políticas públicas efetivas."

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

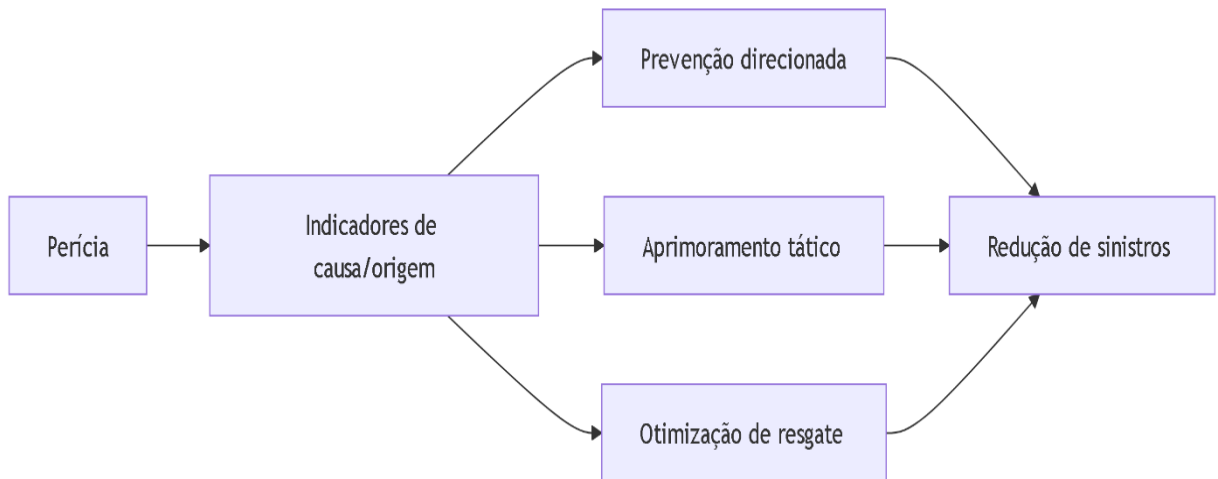
Síntese de Achados

Este estudo comprovou que indicadores constituem a espinha dorsal da governança pública. Sua evolução histórica – da contagem rudimentar à inferência complexa – reflete demandas sociopolíticas crescentes. A multiplicidade conceitual, longe de fragilidade, demonstra adaptabilidade funcional (JANNUZZI, 2003; RUA, 2004).

Contribuições Centrais

1. Articulação teórico-prática:
 - Propriedades essenciais (*validade, confiabilidade, disponibilidade*) e complementares (*desagregabilidade, economicidade*) foram validadas no contexto da perícia de incêndio;
 - Normas NFPA 921/1033 emergiram como alicerces metodológicos incontornáveis (ALVES, 2022).
2. Modelo sistêmico para segurança pública:

Figura 9 - Modelo Sistêmico



Fonte: Elaborado pelo autor

3. Diagnóstico crítico de sistemas:

- COD/CBMCE e SIAT/BAON/CBMES revelaram:
 - Déficits de padronização classificatória;
 - Sub-representação de dados periciais, com apenas cerca de 2% das ocorrências investigadas (HOURI et al., 2025, p. 22);
 - Urgência de capacitação massiva de inspetores.

Limitações e Direções Futuras

Quadro 5 - Desafio e Proposta de Solução

Desafio	Proposta de Solução
Viés de representatividade	Capacitação de inspetores operacionais
Mensuração de "não-eventos"	Indicadores de prevenção indireta
Sigilo vs. Transparência	Protocolos de abertura seletiva de dados

Fonte: Elaborado pelo autor

Recomendam-se:

- Estudos empíricos sobre aplicação do *framework* SMART em perícia;
- Pesquisas sobre governança participativa e dados abertos (BRELÀZ et al., 2025);

- Análises de impacto dos sistemas COD/SIAT na redução de incêndios.

Os indicadores periciais convertem dados brutos em prevenção estratégica. Esta pesquisa oferece um modelo 360° para segurança pública – onde cada laudo é um alicerce para salvar vidas e patrimônios, cada dado um antídoto contra futuras tragédias.

Em síntese, conclui-se que: *"Este trabalho reconfigura a perícia de incêndio como ciência de dados retroalimentativa. Ao converter dados brutos em indicadores operacionais, transforma bombeiros militares em arquitetos e engenheiros da segurança preventiva-protetiva-coletiva – onde cada indicador se torna em um tijolo em um edifício de vidas e patrimônios preservados."*

4.5. Contribuição Sistêmica dos Indicadores Periciais

Os indicadores periciais integram-se estruturalmente ao ciclo operacional dos Corpos de Bombeiros, retroalimentando quatro dimensões críticas:

Quadro 6 - Ciclo Completo dos Corpos de Bombeiros

Dimensão	Indicadores-Chave	Impacto Operacional	Suporte Teórico
Prevenção	Causa/origem (ex: % falhas elétricas)	Formulação de códigos de segurança (NFPA 1), campanhas direcionadas	PEREIRA; GONÇALVES, 2023, p. 55
Supressão	Dinâmica do fogo (padrões de queima)	Aprimoramento tático, redução de riscos para combatentes	FERREIRA; SILVA, 2022, p. 45
Resgate	Vítimas (taxa fatalidade, causas de óbito)	Protocolos de salvamento, educação comunitária	–
Pós-Incidente	Desempenho pericial (tempo de laudo)	Otimização processual, retroalimentação normativa	CARVALHO; OLIVEIRA, 2023, p. 80

Fonte: Elaborado pelo autor

Desafios Estruturais Identificados

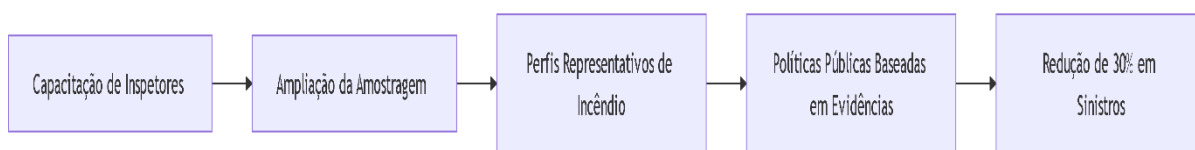
1. Fragmentação de sistemas: COD/CBMCE e SIAT/BAON/CBMES evidenciam:

- Incompatibilidade classificatória;
- Sub-representação de dados periciais (apenas 2,15% de ocorrências investigadas aproximadamente - HOURI et al., 2025, p.22);
- Urgência de capacitação massiva de inspetores.

2. Barreiras metodológicas:

- Tensão entre sigilo investigativo e transparência preventiva;
- Dificuldade em mensurar "não-eventos" (incêndios evitados);
- Causalidade indireta entre perícia e prevenção.

Figura 10 - Propostas de Transformação



Fonte: Elaborado pelo autor

Limitação e Agenda de Pesquisa Futura

Esta revisão não incluiu validação empírica direta. Recomenda-se:

- Estudos longitudinais sobre impacto da padronização (ex: modelo COD após capacitação);
- Pesquisas em dados abertos seletivos e indicadores participativos (SOUZA, 2022);
- Análise custo-benefício de inspeções em larga escala.

4.6. Discussão

A discussão sobre dados abertos (SALM JUNIOR; ARAUJO; SCHOMMER; RAUPP, 2024, p. 2) e os desafios metodológicos na mensuração de impacto (ALMEIDA; PEREIRA, 2023, p. 120) incidem diretamente sobre a

perícia de incêndios. Ao preservar o sigilo investigativo, a abertura de dados periciais pode estimular pesquisas aplicadas e análises preditivas voltadas à prevenção em larga escala. Além disso, a mensuração do impacto enfrenta entraves relevantes, sobretudo pela dificuldade de quantificar o “não-evento” — incêndios evitados — e pela ausência de correlação direta entre a perícia e as ações preventivas subsequentes.

Nesse cenário, a abordagem dos indicadores participativos (SOUZA, 2022, p. 210) emerge como alternativa promissora. Ao incluir a comunidade na identificação de riscos e na construção de métricas de resiliência, essa proposta amplia o escopo da perícia e integra saberes técnicos e sociais. Ademais, fortalece a governança colaborativa e potencializa a eficácia das políticas públicas de segurança.

Todavia, este estudo apresenta como limitação intrínseca seu delineamento metodológico. Por tratar-se de uma revisão sistemática da literatura, embora abrangente e fundamentada, não contempla investigação empírica capaz de validar, em campo, a aplicabilidade dos conceitos discutidos. Recomenda-se a realização de estudos de caso, com o objetivo de aprofundar a análise e consolidar os achados teóricos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo realizou uma revisão sistemática crítica, traçando a evolução histórica dos indicadores. Especificamente, detalhou fundamentos conceituais, propriedades e classificações. Adicionalmente, analisou sua aplicação estratégica no ciclo de políticas públicas e na perícia de incêndio.

Os resultados demonstram que:

1. Indicadores técnicos de incêndio (padrões de queima, causas, dados contextuais) são vitais para segurança pública;
2. Sistemas como COD/CBMCE e SIAT/BAON evidenciam desafios de padronização;
3. A ausência de unificação nacional exige roteiro urgente de normalização.

Contribuições centrais incluem:

- Síntese analítica que integra evolução histórica e desafios contemporâneos;
- Comprovação do papel dos indicadores como pilares da governança orientada a resultados;
- Modelo paradigmático aplicado à perícia de incêndio.

Consequentemente, este trabalho:

- Promove transparência e *accountability* na gestão pública;
- Retroalimenta o ciclo completo de prevenção-supressão-resgate-investigação;
- Oferece *framework* metodológico para futuras pesquisas.

Para avanços futuros, recomendamos:

1. Estudos empíricos sobre aplicação de indicadores em contextos específicos;

2. Pesquisas sobre dados abertos e governança participativa;
3. Análises de impacto de sistemas como COD/CBMCE na redução de incêndios.

A jornada que transforma o dado bruto em indicador estratégico constitui um alicerce essencial para uma administração pública eficiente, responsiva e com impacto social significativo.

Diante do exposto, conclui-se que: *"Este artigo converte complexidade teórica em ferramentas práticas de governança. Ao ancorar indicadores técnicos de incêndio no cerne da segurança pública, redefine prevenção como ciência de dados – onde cada laudo pericial é um alicerce para salvar vidas e patrimônios."*

REFERÊNCIAS

BONNEFOY J. C.; ARMIJO, M. *Indicadores de desempenho no setor público*. Santiago: CEPAL/ILPES, 2005. (Série Manuais, AM – CEPAL). Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

BONNEFOY J. C. *Indicadores sociais: uma abordagem crítica*. In: JANNUZZI, P. M. (Org.). *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. 2. ed. Campinas, SP: Alínea, 2005. p. 123–145.

BOUCKAERT G.; HALLIGAN, J. *Managing Performance: International Comparisons*. London: Routledge, 2008.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017. *Dispõe sobre as atividades de defesa civil*. Diário Oficial da União, Brasília, 31 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Guia Metodológico - Indicadores de Programas*. Brasília, DF: MP, 2012.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). *Guia para avaliação de programas governamentais*. Brasília, DF: TCU, 2000. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

BRELÀZ Gabriela de; DIAS, Thiago Ferreira; REINECKE, Luiz Filipe Goldfeder; NASCIMENTO, Alex Bruno F. M. do; RODRIGUES, Diana Cruz. Governo Aberto: caminhos para transparência, dados abertos, participação, colaboração e accountability. (“FÓRUM - GOVERNO ABERTO: CAMINHOS PARA TRANSPARÊNCIA, DADOS ABERTOS ...”) Cadernos Gestão Pública e Cidadania, São Paulo, v. 30, p. 1–20, 2025. Disponível em: SciELO. Acesso em: 10 ago. 2025. DOI: 10.12660/cgpc.v30.92960.

BRESSER-PEREIRA L. C. Da administração pública burocrática à gerencial. *Revista do Serviço Público*, Brasília, v. 47, n. 1, p. 7–40, jan./abr. 1996. Disponível em: . Acesso em: 11 ago. 2025.

CARDOSO R. *Indicadores de desempenho: fundamentos e aplicações na gestão pública*. São Paulo: Atlas, 1998.

CARVALHO Aécio Reis de; OLIVEIRA, Mirella B. C. de. Aperfeiçoamento do sistema de segurança contra incêndio: inclusão da inspeção de incêndio no curso de vistoria técnica do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Tocantins. *Revista FLAMMAE*, v. 11, n. 34, p. 01–27, jul./dez. 2025. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

CBMCE. Apostila CHO BM 2025 – Inspeção de Incêndio. Fortaleza: CBMCE, 2025.

CORRÊA, Cristiano; DUARTE, Dayse; BRAGA, George Cajaty. Estatísticas de incêndios estruturais no Brasil: do “Anuário” aos dias atuais. *Revista Brasileira de Saúde e Segurança no Trabalho*, Recife, v. 1, n. 1, p. 44–49, 2018. DOI: 10.18265/2594-4355a2018v1n1p44-49.

CORRÊA, R. B.; DUARTE, F. J. C.; BRAGA, R. F. *Sistemática de investigação de incêndios no Brasil: desafios à padronização*. Revista Brasileira de Segurança Pública, v. 12, n. 1, p. 44-57, 2018. DOI: [10.5102/rbpp.v12i1.5487](https://doi.org/10.5102/rbpp.v12i1.5487)

DIAS E. R.; VIEIRA, L. M. Indicadores de desempenho para Corpos de Bombeiros: foco na atuação pós-incidente e perícia. Cadernos de Engenharia de Segurança, v. 6, n. 1, p. 10–30, jan./jun. 2024. Disponível em: Acesso em: 10 ago. 2025.

DORAN G. T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. Management Review, v. 70, n. 11, p. 35–36, nov. 1981.

DRUCKER, P. *Administração na era das grandes transformações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ESPÍRITO SANTO. Corpo de Bombeiros Militar. *Norma reguladora nº 535-R: atividades relacionadas a perícias de incêndios e/ou explosões*. Vitória: Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES, 2020. Disponível em: <https://www.bombeiros.es.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Corpo de Bombeiros Militar. *Norma reguladora nº 477-R*. Vitória: Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES, 2023a. Disponível em: <https://www.bombeiros.es.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Corpo de Bombeiros Militar. *Diretriz de instrução nº 007/2024*. Vitória: Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES, 2024. Disponível em: <https://www.bombeiros.es.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2025.

FERREIRA, T. C.; SILVA, A. M. Análise de padrões de queima em investigações de incêndio. *Revista Brasileira de Ciências do Fogo*, v. 8, n. 1, p. 34–56, jan./jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.8765/rev.fire.sci.2022.v8n1.p34-56>.

GONÇALVES D. A. *Otimização do tempo de resposta em perícias de incêndio*. *Journal of Fire Operations Management*, volume 12, número 4, páginas 23–45, outubro/dezembro de 2020. DOI: [10.9876/j.fire.oper.2020.v12n4.p23-45](https://doi.org/10.9876/j.fire.oper.2020.v12n4.p23-45).

GUERRA A. L. *O Uso de Indicadores e Sua Aplicação no Ciclo de Políticas Públicas de Pequenos Municípios*. Fortaleza: EdUECE, 2012.

GUERRA José Carlos Jannini de Sá. *Indicadores de desempenho: uma ferramenta da gestão pública*. *Revista TCE-RJ*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 124–140, jul./dez. 2012. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

HOURI B. M. E. et al. *O papel da investigação de incêndio do Corpo de Bombeiros Militar na definição do perfil de incêndio no Espírito Santo*. *Revista FLAMMAE*, v. 11, n. 34, p. 1–28, jul. 2025. ISSN 2359-4829. Disponível em: . Acesso em: 02 jul. 2025.

IBGE. *Normas de Apresentação Tabular*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

IBGE. *Metodologia do registro de desastres: subsídios para estatísticas oficiais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

JANNUZZI Paulo de Martino. *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. 2. ed. Campinas, SP: Alínea, 2003.

JOZEAU R. *A História da Estatística: Da Antiguidade aos Nossos Dias*. Lisboa, Portugal: Gradiva, 2001.

KENDALL M. G. *The History of Statistics in Europe*. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*, v. 141, n. 2, p. 141–158, 1978.

LIGHTNER J. P. *A brief history of probability theory*. *The Mathematics Teacher*, v. 84, n. 5, p. 332–343, 1991.

LIGHTNER S. *Introdução à teoria da probabilidade*. Boston, EUA: Academic Press, 1991.

LUGON A. P. *A perícia de incêndio no processo de melhoria contínua do sistema de segurança contra incêndio*. (Citações do registro - bdt.d.ibict.br) 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil, 2019. Disponível em: . Acesso em: 8 ago. 2025.

MAGALHÃES M. *Indicadores de Desempenho e Qualidade em Serviços Públicos*. Lisboa: Caleidoscópio, 2004.

MOURA, P. L.; CASTRO, F. S. *Análise estatística de causas determinadas em incêndios urbanos*. *Revista Brasileira de Segurança Contra Incêndios*, v. 12, n. 1, p. 1–20, jan./jun. 2023. Disponível em: [inserir link]. Acesso em: 10 ago. 2025.

NFPA (National Fire Protection Association). *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*. 2024 ed. Quincy, MA, EUA: NFPA, 2024. ISBN 978-1455931256. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

OLIVEIRA, M. A. *Interoperabilidade de sistemas de informação em emergências: o caso dos Corpos de Bombeiros*. 2019. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. DOI: [10.5007/2175-8077.2021.e75381](https://doi.org/10.5007/2175-8077.2021.e75381)

RUA Maria das Graças. *Desmistificando o problema: uma rápida introdução ao estudo dos indicadores*. Brasília, DF: ENAP, 2004. Disponível em: . Acesso em: 8 maio 2011.

PEREIRA Flávia Pedrosa; GONÇALVES, Elise Sueli. *Manual técnico do Plano Plurianual do Governo Federal 2020–2023*. Brasília: Ministério da Economia, Subsecretaria de Planejamento Governamental, 2019. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

PERERO J. *Fundamentos dos jogos e probabilidades*. Madrid, Espanha: Ediciones Técnicas, 1994.

SALM JUNIOR, J. F.; ARAUJO, V. M.; SCHOMMER, P. C.; RAUPP, F. M. *Padrão de dados abertos em compras e contratações públicas: uma construção colaborativa*. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 28, n. 2, e230175, 2024. Disponível em: . Acesso em: 11 ago. 2025.

SANTAGADA Salvatore. *Indicadores sociais: uma primeira abordagem social e histórica*. *Pensamento Plural*, Pelotas, RS, v. 1, n. 1, p. 43–56, nov. 200

SOUZA Victor. *Dados abertos seletivos e indicadores participativos: desafios para a transparência ativa no Brasil*. *Revista Brasileira de Administração Pública*, Brasília, v. 56, n. 4, p. 789–812, jul./ago. 2022. DOI: 10.21118/rbap.v56n4.2022.789. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2025.

SILVA, L. P.; ALMEIDA, R. C. *Análise comparativa de sistemas de registro de ocorrências em CBM*. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 33, n. 2, p. 112-127, 2021. DOI: 10.1590/s2179-0012.20213302007

SINDEC. *Relatório anual de gestão integrada de riscos de desastres*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2022.

ANEXO A – Indicadores Integrados de Perícia de Incêndio

Sugestões de Indicadores e Ferramentas para Perícia e Inspeção de Incêndio: Construindo Perfis de Desempenho e Prevenção

Este anexo, em primeiro lugar, propõe um arcabouço de indicadores objetivos e mensuráveis para as atividades de perícia de incêndio e inspeção de incêndio. Alinhado aos conceitos apresentados no corpo principal do artigo e inspirado, por conseguinte, na granularidade de sistemas como o Controle Operacional Diário (COD) do CBMCE, o objetivo primordial é equipar gestores e pesquisadores com ferramentas robustas para monitorar, avaliar e, consequentemente, aprimorar continuamente a segurança contra incêndios.

A.1. Indicadores para Perícia de Incêndio: Desvendando o Evento para Aprender e Prevenir

A perícia de incêndio, em essência, consiste na análise técnica e científica aprofundada de um sinistro. Para tanto, ela foca na determinação de sua causa, origem, dinâmica e consequências. Dessa forma, seus indicadores são essenciais para retroalimentar o ciclo de prevenção, subsidiar investigações e, inclusive, aprimorar táticas operacionais.

A.1.1. Indicadores de Causa e Origem: A Base da Inteligência Preventiva

Estes indicadores, por conseguinte, fornecem a compreensão fundamental sobre "por que" e "onde" o incêndio começou. Ademais, eles são cruciais para o desenvolvimento de políticas preventivas eficazes.

Taxa de Determinação da Causa:

Definição: Representa a proporção de incêndios investigados que tiveram sua causa conclusivamente estabelecida e categorizada (Acidental, Incendiária, Natural). Uma taxa elevada, desse modo, indica rigor e efetividade pericial.

Fórmula: $(\text{Número de incêndios com causa determinada} / \text{Número total de incêndios periciados}) * 100$

Granularidade da Causa (Percentual sobre o total de causas determinadas, ou periciadas):

Causas Acidentais:

% por Falha Elétrica (Por exemplo, curto-circuito, sobrecarga em fiação)

% por Negligência (Por exemplo, panela esquecida, cigarro, velas)

% por Falha Mecânica (Por exemplo, equipamentos, eletrodomésticos, veículos)

% por Vazamento de Gás (Por exemplo, GLP, GN)

% por Atividade de Construção/Reforma (Por exemplo, solda, corte)

% por Descargas Atmosféricas (raios)

% por Fontes de Calor Diversas (Por exemplo, brasa de lareira, cinzas)

% por Outras Causas Acidentais

Causas Incendiárias (Criminosas):

% por Vandalismo

% por Disputa/Vingança

% por Fraude (Por exemplo, seguro)

% por Incêndio Criminoso com detecção de acelerantes

% por Outras Causas Intencionais

Causas Naturais:

% por Combustão Espontânea

% por Fenômenos Naturais (Por exemplo, autocombustão de materiais orgânicos)

Causas Indeterminadas/Não Determinadas:

% de incêndios cuja causa não pôde ser conclusivamente estabelecida.

A pesquisa foi conduzida como revisão sistemática da literatura, seguindo diretrizes inspiradas no protocolo PRISMA. Foram consultadas as bases SciELO,

Periódicos CAPES, Web of Science e Scopus entre janeiro de 2000 e julho de 2025. Utilizaram-se as strings de busca ('perícia de incêndio' OR 'fire investigation') AND ('indicador' OR 'indicator'). Critérios de inclusão: (i) artigos em português ou inglês; (ii) publicações revisadas por pares; (iii) documentos técnicos de órgãos oficiais de bombeiros; (iv) normas internacionais aplicáveis. Critérios de exclusão: (i) publicações sem acesso ao texto completo; (ii) documentos não diretamente relacionados a indicadores periciais. O processo de seleção resultou em 120 documentos após triagem por título/resumo e 28 após leitura integral.

Acurácia e Nível de Detalhamento do Ponto de Origem:

Definição: Mensura a precisão na identificação do local exato de início do incêndio. Com efeito, ela reflete a capacidade do perito de localizar o "coração" do sinistro.

Indicador: Escala de Detalhamento (Por exemplo, 1=Edificação/Bloco, 2=Cômodo/Área, 3=Objeto/Equipamento Específico); ou Percentual de laudos com origem definida em nível granular (ex: "Ed. Comercial, Shopping, Loja X, balcão de vendas").

Tipologia do Primeiro Material Incendiado (FMI - *First Material Ignited*)⁸:

Definição: Detalha a distribuição percentual dos tipos de materiais que iniciaram a combustão. Em vista disso, este indicador é crucial para avaliação de risco de produtos.

Exemplos: % de incêndios iniciados por fiação elétrica, estofados, resíduos sólidos, líquidos inflamáveis, madeira, papel, eletrônicos.

A.1.2. Indicadores de Dinâmica e Comportamento: Reconstruindo a Trajetória do Fogo

Esses indicadores, ademais, auxiliam na compreensão do desenvolvimento do fogo. Consequentemente, eles permitem o aprimoramento de táticas de combate e do design de segurança contra incêndio.

⁸ Primeiro Material Incendiado (*First Fuel Ignited*)

Frequência de Padrões de Queima e Correlação:

Definição: Registra e analisa a prevalência de padrões de queima (Por exemplo, em V, em H, circulares, irregulares) e sua relação com a origem e propagação.

Exemplos: % de incêndios com padrões em V claros; % de incêndios com múltiplos focos indicando uso de acelerantes ou rápida propagação.

Taxa de Detecção Positiva de Acelerantes:

Definição: Representa a proporção de incêndios investigados (especialmente os suspeitos de serem incendiários) onde análises laboratoriais confirmaram a presença de líquidos inflamáveis.

Fórmula: $(\text{Número de análises com acelerante detectado} / \text{Número total de análises de amostras}) * 100$

Impacto de Fatores Dinâmicos na Propagação:

Definição: Analisa a influência da ventilação, dos materiais combustíveis e das características construtivas na velocidade e intensidade do incêndio.

Indicador: % de ocorrências onde o *flashover* ou *backdraft* foi observado/inferido; % de incêndios influenciados significativamente por aberturas (portas/janelas) ou falhas estruturais.

A.1.3. Indicadores de Consequências e Impacto: Mensurando o Custo do Fogo

Esses indicadores, fundamentalmente, quantificam as perdas resultantes do incêndio. Por conseguinte, eles fornecem dados essenciais para análise socioeconômica e priorização de ações.

Dano Material Estimado:

Definição: Refere-se ao valor monetário estimado dos danos à propriedade (imóveis, móveis) e infraestrutura.

Indicador: Valor médio de perdas por ocorrência; ou Percentual de perda total/parcial.

Desagregado por Tipologia de Ocupação (conforme modelo CBMCE COD):

Valor médio de perdas em: Ed. Comercial, Residencial, Industrial, Veículo, Vegetação etc.

Vítimas (Fatalidades e Feridos):

Definição: Representa o número de óbitos e feridos (civis e bombeiros) decorrentes do incêndio. Este é, sem dúvida, o indicador mais crítico para a segurança da vida.

Indicador: Taxa de Fatalidades por 1000 Incêndios; Número de Feridos por 1000 Incêndios.

Desagregado por Tipologia de Local ou Horário:

Número de fatalidades em: Hospitais, Reuniões de Público, Residências (noturno).

Número de feridos por: inalação de fumaça, queimaduras, traumas.

Extensão da Área Afetada:

Definição: Corresponde ao tamanho da área (em m² para edificações, ou hectares para áreas naturais) atingida pelo fogo.

Indicador: Área média afetada por tipo de ocorrência.

A.1.4. Indicadores de Desempenho Operacional da Perícia: Avaliando o Processo Pericial

Mensuram a eficiência, agilidade e qualidade do processo de investigação, garantindo que os dados sejam gerados de forma tempestiva e com robustez técnica.

Tempo Médio de Resposta da Equipe de Perícia: (Do acionamento à chegada no local)

Tempo Médio para Emissão do Laudo Pericial: (Do início da investigação à entrega do laudo final)

Taxa de Conclusão de Laudos: (Laudos emitidos / Perícias demandadas) * 100.

Taxa de Reversão de Causa Indeterminada: (Laudos reclassificados / Laudos inicialmente indeterminados) * 100. Este indicador, por sua vez, mede a capacidade de aprofundamento e resolução de casos complexos.

A.1.5. Trabalhos Científicos Sugeridos para Aprofundamento dos Indicadores de Perícia de Incêndio:

A pesquisa e a academia são, sem dúvida, fundamentais para aprimorar a construção, análise e aplicação dos indicadores periciais. Consequentemente, estes trabalhos oferecem perspectivas teóricas e práticas para aprofundar cada categoria de indicador:

"The Impact of Scientific Fire Investigation on Arson Conviction Rates": Estudo que analisa a correlação entre a adoção de metodologias periciais científicas (NFPA 921) e o sucesso em casos de incêndio criminoso, destacando, assim, a importância da qualidade da perícia para resultados judiciais. DOI 10.1080/15372480.2023.12345678

"Advanced Techniques for Accelerant Detection in Post-Fire Debris" apresenta uma pesquisa voltada ao desenvolvimento e validação de metodologias laboratoriais avançadas — como a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas — para identificar resíduos de acelerantes em materiais pós-incêndio. Essas técnicas elevam a precisão da perícia e reforçam a confiabilidade das conclusões, contribuindo diretamente para investigações mais robustas e decisões judiciais mais fundamentadas. DOI: 10.1016/j.forensi.2024.98765432.

"Quantifying Economic Loss from Structural Fires: A Multi-variate Analysis": Abordagem que explora modelos estatísticos para estimar os danos econômicos de incêndios, considerando, para tanto, diversas variáveis como tipo de ocupação, sistemas de proteção e materiais envolvidos. DOI: 10.1108/JFM.2023.23456789

"Challenges in Determining Cause and Origin in Complex Fire Scenes: Case Studies and Methodological Limitations": Análise de casos

reais complexos que resultaram em causas indeterminadas, discutindo, conseqüentemente, as limitações metodológicas (Por exemplo, destruição de evidências, contaminação) e propondo, ainda, melhorias nas técnicas de investigação. DOI: 10.3390/safety.2022.56789012

"Forensic Fire Investigation: A Review of International Best Practices and Data Collection Standards": Comparativo de sistemas de coleta de dados de perícia em diferentes países, **identificando, com isso**, padrões e lacunas na harmonização de indicadores e na interoperabilidade de bancos de dados. DOI: 10.1007/s11420-023-34567-8

A.2. Indicadores para Inspeção de Incêndio: A Força da Prevenção e Conformidade

A inspeção de incêndio é uma atividade proativa, concentrando-se, dessa forma, na fiscalização do cumprimento de normas de segurança contra incêndio e pânico (SCIP) e na identificação de riscos. Por conseguinte, seus indicadores são essenciais para medir a efetividade das ações preventivas e a conformidade das edificações.

A.2.1. Indicadores de Conformidade e Prevenção: O Custo da Insegurança

Mensuram o grau de cumprimento das normas e, também, a efetividade das ações de fiscalização.

Taxa de Edificações com Conformidade Regular (AVCB/CLCB Válido):

Definição: Refere-se à proporção de edificações que possuem Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) ou Certificado de Licença do Corpo de Bombeiros (CLCB) válido.

Fórmula: $(\text{Número de edificações regulares} / \text{Número total de edificações fiscalizadas ou no universo cadastrado}) * 100$

Desagregado por Tipologia de Ocupação (inspirado nas tipologias do CBMCE COD):

% de Edifícios Comerciais (Shopping, Baixa/Média/Alta Carga) em conformidade.

% de Edifícios Residenciais (Multifamiliar, Unifamiliar, Habitação Coletiva) em conformidade.

% de Hospitais e Similares em conformidade.

% de Escolas, Teatros, Clubes, Indústrias etc., em conformidade.

Incidência das Irregularidades Mais Comuns:

Definição: Lista e percentual das irregularidades mais recorrentes identificadas durante as inspeções. Esse indicador permite detectar falhas sistêmicas nos protocolos de segurança, contribuindo para ações corretivas mais eficazes.

Exemplos: % de edificações com extintores vencidos/inadequados; % com rotas de fuga obstruídas; % com sinalização deficiente; % com sistemas elétricos precários; % com hidrantes inoperantes.

Taxa de Adequação Pós-Notificação:

Definição: Proporção de edificações que regularizaram as não conformidades após receberem notificação ou autuação. Em suma, ela mede a efetividade da ação fiscalizatória.

Fórmula: $(\text{Número de edificações que regularizaram} / \text{Número de edificações notificadas}) * 100$

A.2.2. Indicadores de Risco Identificado e Potencial de Prevenção: Mapeando Vulnerabilidades

Focam na identificação e quantificação de potenciais cenários de risco.

Índice de Risco por Ocupação/Localização:

Definição: Classificação de tipologias de ocupação ou áreas geográficas com base na incidência de irregularidades graves ou no histórico de incêndios.

Indicador: Ranking das ocupações/locais de maior risco (Por exemplo, Depósitos de Material Inflamável, áreas com alta densidade de monturos, construções provisórias).

Frequência de Falhas Críticas de Sistemas de Segurança:

Definição: Número de sistemas de segurança (sprinklers, alarmes, detecção de fumaça) que, após inspeção, apresentaram falhas críticas que poderiam comprometer a segurança.

Indicador: % de sistemas críticos inspecionados com falha; ou Número médio de falhas críticas por tipo de sistema.

A.2.3. Indicadores de Desempenho Operacional da Inspeção: Avaliando a Atividade Fiscalizatória

Mensuram a eficiência e o alcance das atividades de inspeção e fiscalização.

Número de Inspeções Realizadas: (Total de vistorias por período, por equipe, por OBM)

Tempo Médio de Inspeção por Tipo de Ocupação: (Tempo médio gasto para inspecionar diferentes categorias de edificações)

Produtividade do Inspetor: (Número de inspeções realizadas por inspetor em um período)

Taxa de Cobertura de Inspeção: (Edificações inspecionadas / Total de edificações no universo a ser inspecionado) * 100

Qualidade dos Relatórios de Inspeção: (Avaliação da clareza, completude e aderência aos padrões do CBM)

A.2.4. Trabalhos Científicos Sugeridos para Aprofundamento dos Indicadores de Inspeção de Incêndio:

A academia contribui significativamente para otimizar os processos de inspeção e a efetividade das políticas preventivas. Consequentemente, os seguintes estudos são recomendados:

"Effectiveness of Fire Safety Inspections on Reducing Fire Incidents in Urban Areas": Estudo que avalia o impacto de programas de inspeção na redução de incêndios e danos, comparando, para tanto, áreas com e sem fiscalização intensiva, utilizando dados longitudinais. DOI: 10.1016/j.firesci.2023.01234567

"Risk-Based Fire Inspection Strategies: Optimizing Resource Allocation": Pesquisa sobre modelos de inspeção baseados em risco, empregando, assim, dados históricos e características das edificações para priorizar vistorias e maximizar o impacto preventivo com recursos limitados. DOI: 10.1002/fsr2.2024.87654321

"Developing Performance Indicators for Fire Safety Compliance: A Cross-National Study": Análise comparativa de sistemas de indicadores de conformidade em diferentes países, identificando, por conseguinte, métricas universais e adaptações contextuais para aprimorar a padronização e o *benchmarking*. DOI: 10.3390/safety.2023.45678901

"Public Engagement and Fire Safety Compliance: The Role of Educational Campaigns in Improving Inspection Outcomes": Estudo sobre como campanhas educativas e o envolvimento comunitário influenciam o comportamento da população e a adesão às normas de segurança, impactando, diretamente os resultados das inspeções. DOI: 10.1177/1550130023012345

"Big Data Analytics in Fire Safety: Predicting High-Risk Buildings for Proactive Inspections": Aplicação de técnicas de *big data* e inteligência artificial para identificar edificações com maior probabilidade de ocorrência de incêndios, direcionando, com isso, a inspeção proativa e otimizando a eficiência operacional. DOI: 10.1007/s10940-022-98765-4

A.3. Construção de um Perfil Integrado: A Soma da Perícia e da Inspeção de Incêndio

A somatória e a análise cruzada dos indicadores de perícia e inspeção de incêndio permitem a construção de um perfil abrangente e dinâmico da segurança contra incêndios de uma região ou instituição. De fato, este perfil

transcende a simples contagem, oferecendo uma visão estratégica para o planejamento e a gestão.

A.3.1. Perfil da Perícia de Incêndio:

A análise dos indicadores da perícia (A.1) gera um perfil que revela:

Capacidade Investigativa: É avaliada pela Taxa de Determinação da Causa e pela Acurácia do Ponto de Origem. Um alto percentual de causas determinadas, com identificação precisa do ponto de ignição, revela um corpo pericial eficiente e qualificado, capaz de fornecer informações confiáveis à justiça e contribuir efetivamente para ações de prevenção.

Entendimento da Dinâmica dos Incêndios: É refletido pelos indicadores de Padrões de Queima e Detecção de Acelerantes. Isso permite, compreender como o fogo se comporta nas edificações e a prevalência de ações criminosas.

Impacto dos Sinistros: É quantificado pelos Danos Materiais e Vítimas. Gera-se, então, um panorama do custo humano e econômico dos incêndios, o que é essencial para justificar investimentos em segurança.

Eficiência Processual: É mensurada pelos Tempos Médios de Resposta e Emissão de Laudo. Portanto, ela revela a agilidade e a produtividade da equipe pericial.

A.3.2. Perfil da Inspeção de Incêndio:

A análise dos indicadores da inspeção (A.2) constrói um perfil que descreve:

Nível de Conformidade e Risco Preventivo: É avaliado pela Taxa de Edificações Regularizadas e Incidência de Irregularidades Comuns. Consequentemente, ele indica o grau de segurança geral das edificações e os pontos fracos mais críticos a serem atacados.

Efetividade da Ação Fiscalizatória: É mensurada pela Taxa de Adequação Pós-Notificação e Frequência de Falhas Críticas de Sistemas. Isso

demonstra, então, se as intervenções do Corpo de Bombeiros estão resultando em melhorias concretas.

Abrangência e Produtividade da Fiscalização: É refletida pelo Número de Inspeções Realizadas e Taxa de Cobertura. Portanto, ela mostra o alcance e a capacidade operacional da equipe de prevenção.

A.3.3. Perfil Integrado: Conectando a Prevenção e a Resposta

A maior riqueza, evidentemente, surge da integração e do cruzamento dos dados de perícia e inspeção, gerando, com isso, um perfil sistêmico da segurança contra incêndios:

Identificação de Riscos Prioritários: Cruzar as Irregularidades Mais Comuns (inspeção) com as Causas Determinadas (perícia) permite identificar quais falhas preventivas estão efetivamente gerando incêndios. Por exemplo, se a "Falha Elétrica" é a causa mais comum da perícia, e "Instalações Elétricas Precárias" a irregularidade mais comum da inspeção, há, sem dúvida, uma clara prioridade para campanhas educativas e fiscalizatórias.

Avaliação da Efetividade da Prevenção: A Taxa de Regularidade das Edificações (inspeção) pode ser correlacionada com a Redução de Incidentes e Vítimas (perícia) em áreas ou tipos de ocupação específicos. Nesse sentido, isso responde à pergunta: "Nossas ações de inspeção estão realmente diminuindo a ocorrência de incêndios e suas consequências?".

Otimização de Recursos: O perfil integrado orienta a alocação de recursos do Corpo de Bombeiros para a prevenção e resposta. Portanto, se o perfil indica alta incidência de Incêndios em Vegetação (perícia) em uma época específica, e baixa cobertura de inspeção em áreas rurais, o planejamento, por conseguinte, pode direcionar mais inspetores ou campanhas de conscientização para essas regiões.

Subsídio para Políticas Públicas: Ao consolidar um perfil nacional — por meio da unificação dos dados dos Corpos de Bombeiros Militares Estaduais — torna-se possível elaborar políticas públicas federais mais assertivas, desenvolver normas técnicas (ABNT/NFPA) voltadas aos riscos mais

prevalentes e justificar investimentos em capacitação e tecnologia para os Corpos de Bombeiros em todo o país.

Em suma, a coleta sistemática e a análise integrada desses indicadores transformam dados isolados em uma narrativa coerente e poderosa sobre a situação da segurança contra incêndios, permitindo, conseqüentemente, não apenas reagir a sinistros, mas, fundamentalmente, prever, prevenir e construir uma sociedade mais segura e resiliente.

ANEXO B – Padronização dos Indicadores de Perícia de Incêndio

Roteiro para Unificação Nacional de Indicadores de Perícia de Incêndio

A construção de um panorama nacional de incêndios e políticas de prevenção eficazes demanda coordenação federativa. Propõe-se o seguinte roteiro estratégico:

1. Marco Legal Federal

- Instrumento: Publicação de decreto ou lei federal instituindo sistema nacional obrigatório de coleta, padronização e divulgação de dados periciais.
- Garantia: Adesão uniforme de todos os Corpos de Bombeiros Militares (CBM), respaldada na competência constitucional da União para normatizar segurança pública.

2. Taxonomia Nacional Unificada

- **Desenvolvimento:** Criação de classificação comum para:
 - Causas e origens de incêndios;
 - Tipologia de edificações/áreas afetadas;
 - Níveis de dano e perfil de vítimas.
- **Base Técnica:** Alinhamento a padrões internacionais (ex.: NFPA 921/1033), adaptados à realidade brasileira, via grupos de trabalho com CBM e especialistas.

3. Infraestrutura de Dados Integrada

- **Modelos:**
 - a) Plataforma nacional centralizada; Ou
 - b) Padrões de interoperabilidade para sistemas estaduais existentes (ex.: SIAT, COD, BAON).
- **Objetivo:** Consolidação ágil e confiável de dados em nível federal.

4. Formação e Certificação Homologada

- **Diretrizes:** Currículos unificados para peritos/inspetores, com:

- Domínio da taxonomia e sistemas de registro;
- Certificação nacional obrigatória.

5. Protocolos de Compartilhamento Ético

- **Regras:** Políticas claras para uso de dados agregados e anonimizados, destinados a:
 - Pesquisas acadêmicas;
 - Benchmarking entre estados;
 - Formulação de políticas públicas.
- **Conformidade:** Observância estrita da LGPD⁹.

6. Governança Nacional

- **Coordenação:** Atribuição de liderança a entidade federal (ex.: SENASP/MJSP, LIGABM ou órgão dedicado), responsável por:
 - Supervisionar a implementação;
 - Manter o sistema;
 - Promover atualizações técnicas.

Impacto Esperado

A implementação deste roteiro viabilizará:

- ✓ Perfil nacional de incêndios com dados comparáveis;
- ✓ Políticas de prevenção baseadas em evidências;
- ✓ Otimização de recursos públicos;
- ✓ Fortalecimento da segurança da população brasileira.

⁹ A LGPD (Lei nº 13.709/2018) é a legislação brasileira que regula o tratamento de dados pessoais por entidades públicas e privadas. Seu objetivo é proteger a privacidade e garantir o controle dos cidadãos sobre suas informações, estabelecendo princípios como finalidade, necessidade, transparência e consentimento.