



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA - EST
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO E GOVERNANÇA DE
RISCOS E DESASTRES



PROPOSTA DE PROCEDIMENTO PADRONIZADO PARA USO DO LÍQUIDO
GERADOR DE ESPUMA (LGE) NO COMBATE A INCÊNDIO EM LIXO
URBANO

LÍVIA ANTÔNIA DE MELLO SARAIVA

MANAUS – AM
2025



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/B380.D5F9.5D6F.471C/881A201A>
Código verificador: **B380.D5F9.5D6F.471C** CRC: **881A201A**



LÍVIA ANTÔNIA DE MELLO SARAIVA

**PROPOSTA DE PROCEDIMENTO PADRONIZADO PARA USO DO LÍQUIDO
GERADOR DE ESPUMA (LGE) NO COMBATE A INCÊNDIO EM LIXO
URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca de Avaliação do Curso Superior de Tecnologia em Gestão e Governança de Riscos e Desastres (TGGRD-EST-UEA), como requisito para obtenção da nota da disciplina TCC II, sob orientação do Coronel QOBM Alexandre Gama de Freitas, do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas.

**MANAUS – AM
2025**



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/B380.D5F9.5D6F.471C/881A201A>
Código verificador: **B380.D5F9.5D6F.471C** CRC: **881A201A**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

S243p

Saraiva, Lívia Antônia de Mello

Proposta de procedimento padronizado para uso do líquido gerador de espuma (LGE) no combate a incêndio em lixo urbano / Lívia Antônia de Mello Saraiva. Manaus : [s.n], 2025.

46 f.: color.; 21.0 cm.

TCC - Tecnologia em Gestão e Governança de Riscos e Desastres-
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.

Inclui Bibliografia.

Inclui Apêndice.

Orientador: Freitas, Alexandre Gama de.

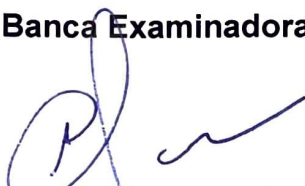
1. Líquido gerador de espuma. 2. Procedimento operacional padrão.
3. Padronização. 4. Combate a Incêndios. 5. CBMAM. I. Freitas,
Alexandre Gama de (Orient.) II. Universidade do Estado do
Amazonas. III. Título

CDU(1997)502.58



PROPOSTA DE PROCEDIMENTO PADRONIZADO PARA USO DO LÍQUIDO
GERADOR DE ESPUMA (LGE) NO COMBATE A INCÊNDIO EM LIXO
URBANO

Banca Examinadora



Alexandre Gama de Freitas

Coronel QOBM

Orientador

Documento assinado digitalmente

gov.br

REINALDO ACRIS MENEZES

Data: 13/11/2025 13:57:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Reinaldo Acris Menezes

Coronel QOBM

Membro da Banca

Documento assinado digitalmente

gov.br

JOSE RICARDO CRISTIE CARMO DA ROCHA

Data: 13/11/2025 13:17:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

José Ricardo Cristie Carmo da Rocha

Coronel QOBM

Membro da Banca

PARECER DA BANCA

- Aprovado (a)
 Aprovado (a) com ressalvas
 Reprovado (a)



AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, sabedoria e proteção em cada etapa desta caminhada.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei de mim mesma.

Ao Coronel Alexandre Gama de Freitas, pelo exemplo de liderança e incentivo ao aperfeiçoamento profissional.

Aos instrutores do CBMAM e da UEA, pela transmissão de conhecimento, disciplina e valores que foram fundamentais para minha formação.

Aos colegas de turma, pela parceria, companheirismo e pela trajetória compartilhada ao longo deste curso.

Ao Comando do CBMC, na pessoa do Coronel QOBM Reinaldo Acris Menezes, pelo suporte institucional que possibilitou o desenvolvimento do ensaio-piloto.

Ao Comando do CFAP, na pessoa do Tenente QOABM Ryan, pelo suporte institucional que possibilitou o desenvolvimento do ensaio-piloto.

À guarnição do 1º GBM, pelo auxílio e contribuições na execução do ensaio-piloto.

À banca avaliadora, pela dedicação, pelas considerações técnicas e pela oportunidade de aprimoramento acadêmico e profissional.



Resumo

O presente trabalho tem como objetivo propor um Procedimento Operacional Padrão (POP) para o uso do Líquido Gerador de Espuma (LGE) nas operações de combate a incêndios em lixo urbano, lixões ou aterros controlados, realizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM). A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na revisão bibliográfica, na análise documental e na aplicação de um questionário estruturado a 40 bombeiros militares atuantes nas guarnições de combate da capital. Além disso, foi conduzido um ensaio experimental piloto para determinar a dosagem mais adequada do LGE, testando concentrações de 0%, 3% e 6%. Os resultados demonstraram que a aplicação de 3% oferece o melhor equilíbrio entre eficiência e economia, reduzindo significativamente o tempo de extinção e o volume de água utilizado. As respostas ao questionário evidenciaram lacunas de treinamento, ausência de critérios técnicos uniformes e necessidade de padronização, com 95% dos participantes apoiando a criação de um POP específico. O produto final, elaborado com base nesses achados, estrutura-se em etapas operacionais que orientam desde a chegada à ocorrência até a limpeza do sistema de espuma, consolidando-se como um instrumento técnico aplicável à realidade do CBMAM e contribuindo para o fortalecimento da cultura de segurança e da gestão padronizada das operações.

Palavras-chave: Líquido Gerador de Espuma; Procedimento Operacional Padrão; Combate a Incêndios; Padronização; CBMAM

Abstract

The present study aims to propose a Standard Operating Procedure (SOP) for the use of Foam Generating Liquid (FGL) in firefighting operations involving urban waste, dumps, or controlled landfills, conducted by the Military Fire Department of Amazonas (CBMAM). The research adopted a qualitative approach, based on a literature review, document analysis, and the administration of a structured questionnaire to 40 military firefighters serving in



combat units in the capital. In addition, a pilot experimental test was conducted to determine the most appropriate FGL dosage, testing concentrations of 0%, 3%, and 6%. The results showed that the 3% concentration offers the best balance between efficiency and economy, significantly reducing both the extinguishing time and the volume of water used. The questionnaire responses revealed training gaps, the absence of uniform technical criteria, and the need for standardization, with 95% of participants supporting the creation of a specific SOP. The final product, developed based on these findings, is structured into operational stages that guide procedures from the arrival at the incident to the cleaning of the foam system, consolidating itself as a technical instrument applicable to the CBMAM's operational reality and contributing to the strengthening of safety culture and standardized management practices.

Keywords: Foam Concentrate; Standard Operating Procedure; Firefighting; Standardization; CBMAM.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE O LÍQUIDO GERADOR DE ESPUMA (LGE)	10
2.1.1 HISTÓRICO DO USO DO LGE NO COMBATE A INCÊNDIOS	10
2.2 DEFINIÇÃO, COMPOSIÇÃO E MECANISMOS DE AÇÃO	11
2.3 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA SEGURANÇA E EFICIÊNCIA OPERACIONAL.....	13
2.4 DIRETRIZES TÉCNICAS E NORMATIVAS PARA O USO DO LGE	15
3. METODOLOGIA	16
3.1 ANÁLISE DOS DADOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO	20
4.1.1 PERFIL DOS RESPONDENTES	21
4.1.2 EXPERIÊNCIA E PERCEPÇÕES SOBRE O USO DO LGE	22
4.1.3 APLICAÇÃO PRÁTICA DO LGE	23
4.1.4 ANÁLISE DE CASOS HIPOTÉTICOS	25
4.1.5 DOMÍNIO DA TÉCNICA E NECESSIDADE DE UM POP	26
4.2 ANÁLISE DO ENSAIO-PILOTO PARA USO DO LGE.....	27
4.3 ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO PADRÃO	30
5. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A - PROPOSTA DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA COMBATE A INCÊNDIO EM LIXO COM LÍQUIDO GERADOR DE ESPUMA (LGE).....	39



1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como foco a proposta de um procedimento operacional padrão para uso do Líquido Gerador de Espuma (LGE) em operações de combate a incêndios em lixo urbano, em lixões e em aterros controlados, realizadas pelas guarnições de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM). A padronização dos procedimentos operacionais mostra-se essencial, pois assegura maior eficiência nas operações, reduz a ocorrência de erros e minimiza o desperdício de recursos.

Diante desse contexto, a problemática da pesquisa consiste em identificar quais elementos devem compor um Procedimento Operacional Padrão (POP) para o uso do LGE de modo a orientar as guarnições de combate a incêndios do CBMAM. O objeto de estudo concentra-se na elaboração de um POP capaz de suprir a lacuna existente quanto à ausência de norma específica para emprego do LGE em ocorrências de incêndio pelas guarnições da corporação.

O objetivo geral da pesquisa consistiu em elaborar uma proposta de POP para a utilização do LGE no combate a incêndios em lixo urbano, em lixões e em aterros controlados, de modo a estabelecer um uso mais técnico nas operações conduzidas pelo CBMAM. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: levantar, por meio de questionário estruturado aplicado às guarnições, informações sobre a prática atual do uso do LGE e suas limitações; realizar um ensaio-piloto para determinar o percentual ideal de LGE para o combate a incêndios em lixo urbano; e, por fim, analisar as informações do questionário e do ensaio-piloto, identificando lacunas operacionais e parâmetros que subsidiem a POP para o uso do LGE no CBMAM.

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de padronizar procedimentos, a fim de melhorar as práticas operacionais e torná-las mais técnicas. Essa iniciativa beneficia não apenas a instituição, ao reduzir o consumo de recursos e o tempo de combate, mas também a sociedade, que passa a contar com um atendimento mais rápido e seguro nas ocorrências. Além disso, este estudo contribui para o fortalecimento das pesquisas na área dos bombeiros militares e pode servir de base para investigações futuras,



possibilitando, assim, o aprofundamento do tema.

A metodologia utilizada tem caráter qualitativo. O estudo buscou compreender as percepções, as opiniões e as práticas dos bombeiros do CBMAM sobre o uso do LGE. Foram analisados documentos técnicos e científicos para embasar a elaboração do POP e, além disso, foi aplicado um questionário estruturado a 40 militares das guarnições de combate a incêndio da capital, com o intuito de identificar lacunas relacionadas ao uso do LGE — como ausência de treinamento, critérios técnicos e normatização.

Para tornar o POP mais consistente e alinhado à realidade operacional da corporação, foi realizado um teste-piloto experimental em cenário controlado de incêndio em lixo urbano, com o objetivo de avaliar o desempenho do produto e identificar o percentual de LGE mais adequado para cada tipo de ocorrência. Os resultados desse ensaio subsidiaram a inclusão, no POP proposto, de uma tabela de dosagem recomendada, que orienta a escolha da concentração ideal conforme o tipo e a extensão do foco de incêndio, assegurando maior eficiência, economia de recursos e segurança nas operações.

Os dados coletados foram submetidos à análise de conteúdo, conforme as três fases propostas por Bardin (2016): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação, permitindo identificar categorias temáticas como perfil dos respondentes, uso e treinamento, percepção de eficiência e visão sobre padronização. A análise combinou a interpretação qualitativa das respostas com o uso de estatística descritiva (frequências e percentuais) para evidenciar tendências. A pesquisa respeitou os princípios éticos com a utilização do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) na aplicação do questionário, e delimitou-se ao Estado do Amazonas, abrangendo as unidades operacionais de ABT do CBMAM, com coleta de dados realizada no segundo semestre de 2025.

Por fim, este artigo está estruturado em seções que orientam o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, apresenta-se o referencial teórico, que reúne os principais autores e estudos sobre o LGE e a padronização de procedimentos. Em seguida, apresenta-se a metodologia adotada para a produção do POP, a coleta e a análise de dados. Na sequência, são expostos



os resultados obtidos e a discussão à luz dos objetivos propostos. E, por fim, apresentam-se as considerações finais, destacando as contribuições da pesquisa para o CBMAM e para a comunidade acadêmica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fundamentos Teóricos sobre o Líquido Gerador de Espuma (LGE)

2.1.1 Histórico do uso do LGE no combate a incêndios

A água é eficaz no combate a incêndios devido ao seu calor de vaporização, que retira calor do fogo e ajuda a resfriar os materiais em chamas. No entanto, ela apresenta limitações, pois a alta tensão superficial da água dificulta sua adesão às superfícies em chamas e sua capacidade de penetrar no material. Além disso, sua baixa viscosidade faz com que a água escorra rapidamente pelas superfícies, dificultando seu efeito, especialmente em áreas verticais (FIGUEIREDO; RIBEIRO; SABADINI, 1998).

A utilização de espuma no combate a incêndios foi registrada pela primeira vez em 1877, através de uma patente inglesa que descrevia um processo para extinguir incêndios em líquidos combustíveis. A espuma, formada por uma reação química, cobria a superfície em chamas e apagava o fogo. No entanto, o método não foi amplamente adotado e acabou sendo esquecido por um tempo (MENDES, 1981 apud. FERREIRA, 2007).

Com a descoberta do petróleo e a escassez de óleo de baleia, o querosene começou a ser utilizado, gerando grandes reservatórios e incêndios difíceis de combater. Embora o querosene tenha baixa volatilidade, quando pegava fogo, as técnicas de combate à chama eram ineficazes, como o uso de jatos de água, que pioravam a situação ao espalharem o incêndio (MENDES, 1981 apud. FERREIRA, 2007).

Em 1904, Laurent demonstrou a eficácia da espuma química na extinção de incêndios em nafta, em uma apresentação em São Petersburgo. A partir daí, a espuma química passou a ser amplamente utilizada em locais com líquidos inflamáveis, como o querosene. Contudo, a corrosividade e a aplicação pouco prática da espuma levaram à busca por novas alternativas (FERREIRA, 2007).



Em 1937, na Alemanha e na Inglaterra, foram desenvolvidas as primeiras espumas mecânicas, compostas por extratos proteicos derivados de processos de digestão química e hidrólise de proteínas naturais, como as encontradas em soja, em chifres e em cascos de boi. O resultado era uma espuma com alta estabilidade, densidade e viscosidade, mas com uma capacidade limitada de se espalhar rapidamente e extinguir incêndios de forma eficaz (GOIÁS, 2017).

Em 1962, a Marinha dos Estados Unidos desenvolveu uma nova fórmula de espuma utilizando surfactantes fluorados sintéticos, com a finalidade de superar as limitações das espumas proteicas. Essas espumas passaram a ser chamadas de AFFF (*Aqueous Film-Forming Foam*), pois formam um filme aquoso fino sobre a superfície em chamas, mesmo em áreas onde a espuma não chega a cobrir totalmente. Esse filme ajuda a resfriar o combustível e a suprimir a emissão de vapores inflamáveis, além de oferecer maior fluidez e acelerar a extinção do fogo (GOIÁS, 2017).

Por volta de 1965, na Inglaterra, foram introduzidos os concentrados fluoroproteicos, com uma formulação similar à do LGE proteico, porém com a adição de surfactantes fluorados. Esses surfactantes aumentavam a fluidez da espuma e sua resistência à temperatura, o que resultou em uma solução mais eficiente e rápida no combate a incêndios (GOIÁS, 2017).

As espumas usadas no combate a incêndios, hoje em dia, são produzidas pela introdução de ar, de forma mecânica, em soluções preparadas com Líquidos Geradores de Espuma (LGE). Esses concentrados possuem surfactantes específicos e outros componentes que proporcionam uma elevada estabilidade às espumas extintoras (FIGUEIREDO; RIBEIRO; SABADINI, 1998).

2.2 Definição, composição e mecanismos de ação

O Líquido Gerador de Espuma (LGE) é uma solução aquosa com propriedades tensoativas que, quando misturada com água e seguida pela injeção de ar comprimido, dá origem à espuma mecânica, a qual pode ser empregada no combate a incêndios (ALABY, BARROS, 2018).



Conforme descrito no Manual de Emprego de Espuma Mecânica no Combate a Incêndios de São Paulo (2006), o LGE é misturado à água por meio de um dispositivo proporcionador, resultando na solução composta por água e por extrato. Ao passar pelo esguicho, essa solução é agitada, permitindo que o ar seja incorporado, gerando a espuma. A proporção do extrato na solução, que pode variar de 1% a 6%, depende das especificações do fabricante.

Devido à sua densidade ser inferior à da água, as espumas têm a capacidade de se expandir sobre a superfície de líquidos inflamáveis, criando uma camada que os protege do contato com o oxigênio e evitando a emissão de vapores inflamáveis. Esse processo ocorre principalmente por abafamento, o que torna a espuma mais eficaz do que a água nesse tipo de combate. Além disso, age de forma secundária no resfriamento, já que contém água em sua formulação (GOIÁS, 2017).

O uso de espumas no combate a incêndios pode ser ajustado conforme os objetivos definidos pela equipe de combate, levando em consideração a situação específica que está sendo enfrentada. Nesse contexto, as variações nas concentrações de LGE tornam-se essenciais para aprimorar a eficácia do recurso. Existem três tipos principais de espuma: espuma molhada, espuma seca e água com espuma (SILVA; LACERDA, 2020).

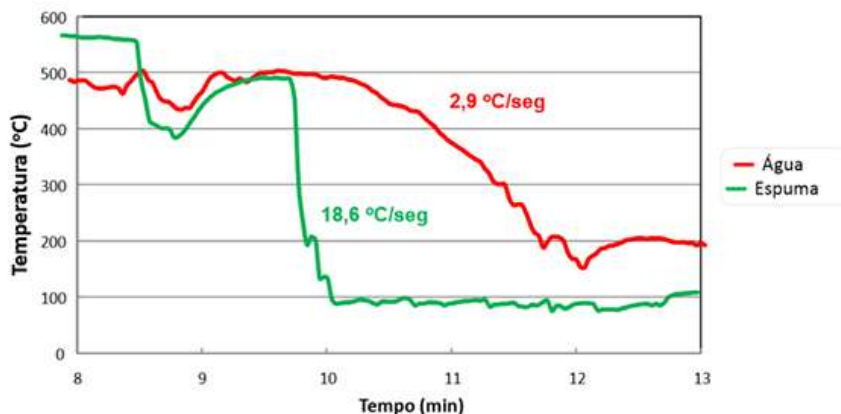
A espuma molhada, devido à sua baixa tensão superficial, facilita a penetração nas chamas, tornando-a ideal para o combate direto a combustíveis. A concentração de LGE necessária para a formação da espuma molhada é de 0,3%. A espuma seca, por ser composta principalmente de ar, é classificada como de alta expansão e possui a capacidade de aderir a superfícies verticais por um longo período. Por fim, a água com espuma contém LGE em uma proporção de 0,1% na pré-mistura, sendo aplicada com um esguicho regulável ou universal (SILVA; LACERDA, 2020).

Em relação à eficácia da espuma em comparação com a água, Silva & Lacerda (2020) mencionou um estudo técnico realizado em 2012 pelo Centro de Treinamento Operacional (CETOP). A análise foi baseada na diferença de redução de temperatura ao longo do tempo dentro da Casa da Fumaça, com o uso de cada agente extintor. Observou-se que o gradiente de temperatura foi significativamente maior ao utilizar a espuma, confirmando a expectativa de



que a queda de temperatura seria mais rápida com a espuma (Figura 1).

Figura 1 – Estudo da eficiência da espuma, em comparação com a água.



Fonte: Silva & Lacerda (2020)

A maioria dos incidentes atendidos pelas corporações de bombeiros, especialmente os relacionados a incêndios, pertencem à classe A. Nesse contexto, a aplicação adequada da espuma contribui significativamente para a eficiência no combate e na extinção das chamas pois, além do controle mais rápido das chamas, com a espuma é possível reduzir a quantidade de água necessária para extinguir o incêndio, o que ajuda a diminuir tanto os danos causados pelo fogo quanto pelos excessos de água (FERREIRA, 2007).

Quando utilizada de maneira correta, a espuma se torna uma ferramenta valiosa, reduzindo o tempo de combate ao fogo e, conseqüentemente, diminuindo a exposição dos bombeiros ao risco. Isso proporciona diversos benefícios, como: maior segurança para os profissionais que atuam no enfrentamento do incêndio, aprimoramento da eficiência operacional e a minimização dos danos materiais. (FERREIRA, 2007).

2.3 Procedimento Operacional Padrão (POP) para segurança e eficiência operacional

De acordo com Corrêa (2019), o POP, também conhecido como procedimento operacional padrão, instrução de trabalho ou protocolo, é um



documento que descreve detalhadamente como uma atividade deve ser executada, incluindo informações relevantes para sua realização. Seu objetivo é assegurar que a atividade seja realizada de maneira consistente e eficiente por diferentes pessoas, garantindo, assim, que as necessidades dos clientes sejam atendidas com segurança e qualidade.

No contexto da segurança pública, Pelegrini e Sanches (2018) apontam que as ciências militares têm se renovado ao longo do tempo, com a aplicação de métodos operacionais padronizados que têm gerado resultados eficazes e fortalecido suas prerrogativas. Além disso, por meio da padronização dos procedimentos operacionais, é possível garantir o bom funcionamento de todo o processo, assegurando que as atividades realizadas pelos militares sigam altos padrões de qualidade. Antes de cada missão, por exemplo, são feitos levantamentos detalhados sobre os equipamentos necessários, as ferramentas a serem utilizadas e as técnicas a serem adotadas para a execução da tarefa (PELEGRINI; SANCHES, 2018 apud TERRA, 2012).

Em relação aos Corpos de Bombeiros do Brasil, alguns estados, como São Paulo, Goiás, Paraíba, Mato Grosso, Minas Gerais, Espírito Santo e o Distrito Federal, possuem um vasto acervo de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) que regem as atividades dos bombeiros militares. De acordo com Pinheiro e Schneider Júnior (2019), esses procedimentos são aplicados pelos militares em uma variedade de ocorrências, destacando a importância dos POPs no atendimento das situações de emergência e de urgência. Nesses casos, é essencial que os procedimentos operacionais da Corporação sejam seguidos rigorosamente, garantindo tanto a efetividade das ações quanto o cumprimento das normas legais, além de proteger a instituição, os pacientes e os valores da cidadania.

De acordo com Pelegrini e Sanches (2019), apud Gourevitch e Morris (2010), no momento da adesão de uma instituição ao POP não se permite o plágio de um procedimento que já está em operação, pois procedimentos de outras corporações estão vinculados a particularidades locais, uma vez que toda polícia tem a própria identidade e características específicas. Outro fator é que é indispensável a presença de quem executa o processo na elaboração dos procedimentos operacionais, uma vez que é o executor que conhece todas



as fases; assim, quem executa é o detentor das qualidades e deficiências que poderão ser encontradas durante a execução final.

Por fim, é importante destacar que o serviço prestado pelo Corpo de Bombeiros é especializado e, portanto, técnico. O bombeiro deve atuar com critérios profissionais, o que torna essencial o desenvolvimento de POPs, abordando desde o uso adequado do Equipamento de Proteção Individual (EPI) até a atuação em grandes catástrofes, mesmo nas condições mais desafiadoras (SOUSA JUNIOR, 2023).

2.4 Diretrizes Técnicas e Normativas para o Uso do LGE

A atividade do bombeiro militar no Brasil é regida por um conjunto de normas e leis que visam garantir a eficácia nas operações. A Constituição Federal de 1988, no artigo 144, trata da segurança pública e menciona os Corpos de Bombeiros Militares como parte das forças auxiliares e reservas do Exército, responsáveis pela proteção civil e pela execução de atividades essenciais em emergências.

No Amazonas, a Lei Delegada nº 89, de 18 de maio de 2007, regulamenta o Corpo de Bombeiros do Estado, estabelecendo suas atribuições e suas responsabilidades, dentre as quais se destaca o combate a incêndios. Para viabilizar o cumprimento dessas atribuições, o artigo 3º da referida lei incentiva a promoção e o desenvolvimento de pesquisas científicas no campo de atuação dos bombeiros.

O presente estudo, que busca a padronização do uso de LGE no CBMAM, é um exemplo de atividade incentivada por essa legislação. Para tanto, é fundamental compreender as regulamentações sobre o uso desse recurso. No âmbito internacional, é possível citar a norma nº 11 da *National Fire Protection Association* (NFPA), que trata sobre sistemas de espuma no combate a incêndios. No Brasil, destacam-se as Normas Brasileiras: ABNT NBR 11846:2015 e ABNT NBR 15795:2010, que abordam a utilização especificamente do LGE.

Por fim, além da existência de um procedimento que oriente as atividades dos bombeiros militares com o uso de LGE, é importante compreender que a atuação dos militares deve ser precedida de treinamento



para o manuseio deste produto. Além disso, o conhecimento das normas e a utilização de procedimentos padrão baseados em um consolidado arcabouço regulamentar é essencial para o cumprimento das atividades de maneira exitosa.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa foi estruturada de modo a assegurar clareza e objetividade em todo o percurso investigativo. Além de fornecer suporte à fundamentação teórica do produto resultante, também buscou-se garantir que os objetivos estabelecidos fossem plenamente atendidos.

A pesquisa classifica-se como qualitativa, pois permitiu a compreensão de percepções e práticas dos bombeiros sobre o uso do LGE. De acordo com Gil (2019), a pesquisa qualitativa pode ser definida como uma sequência de atividades que envolve a redução dos dados, a categorização e interpretação desses dados e a redação final.

O desenvolvimento da proposta de POP, produto da presente pesquisa, envolveu um levantamento bibliográfico e análise de documentos técnicos e científicos, a fim de elaborar um trabalho técnico, consistente e fundamentado cientificamente. Segundo Gil (2019),

a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Em complemento à pesquisa bibliográfica, um ensaio experimental piloto foi conduzido para determinar o percentual ideal de LGE para o combate a incêndios em lixo urbano. De acordo com Hassan, Schattner e Mazza (2006), um estudo piloto é “um estudo de pequena escala para testar protocolos de pesquisa, instrumentos de coleta de dados, estratégias de recrutamento de amostra e outras técnicas de pesquisa, em preparação para um estudo maior.”

Ademais, foi aplicado um questionário online, por meio da plataforma *Google Forms*, e distribuído aos Grupamentos de Bombeiros Militares (GBM) da capital por intermédio dos respectivos comandantes, que repassaram o link



de acesso aos integrantes das guarnições operacionais. Ao todo, 40 bombeiros militares responderam voluntariamente, compondo uma amostra não probabilística por conveniência, conforme a disponibilidade dos participantes em cada OBM.

A amostragem por conveniência ou acidental decorre da facilidade de encontrar os elementos para composição da amostra (Fonseca; Martins, 2012). Essa estratégia mostrou-se adequada ao propósito exploratório e diagnóstico da pesquisa, permitindo captar percepções e práticas diretamente de profissionais atuantes nas operações de combate a incêndio em lixo urbano.

O questionário foi elaborado pela autora e avaliado pelo orientador, a fim de assegurar a clareza e pertinência das questões. Não foi realizado pré-teste formal, uma vez que o questionário apresentou estrutura objetiva e de fácil compreensão.

De acordo com Gil (2019), por questionário entende-se um conjunto de questões que são respondidas pelo pesquisado. O autor destaca ainda que o esse instrumento de pesquisa constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato.

3.1 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tratados sob uma abordagem qualitativa, apoiada em procedimentos quantitativos descritivos (frequências e percentuais), priorizando a compreensão de percepções e significados. Em linha com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa não busca representatividade numérica, mas o aprofundamento da compreensão do fenômeno; trata de aspectos não passíveis de quantificação, com foco na compreensão das relações sociais.

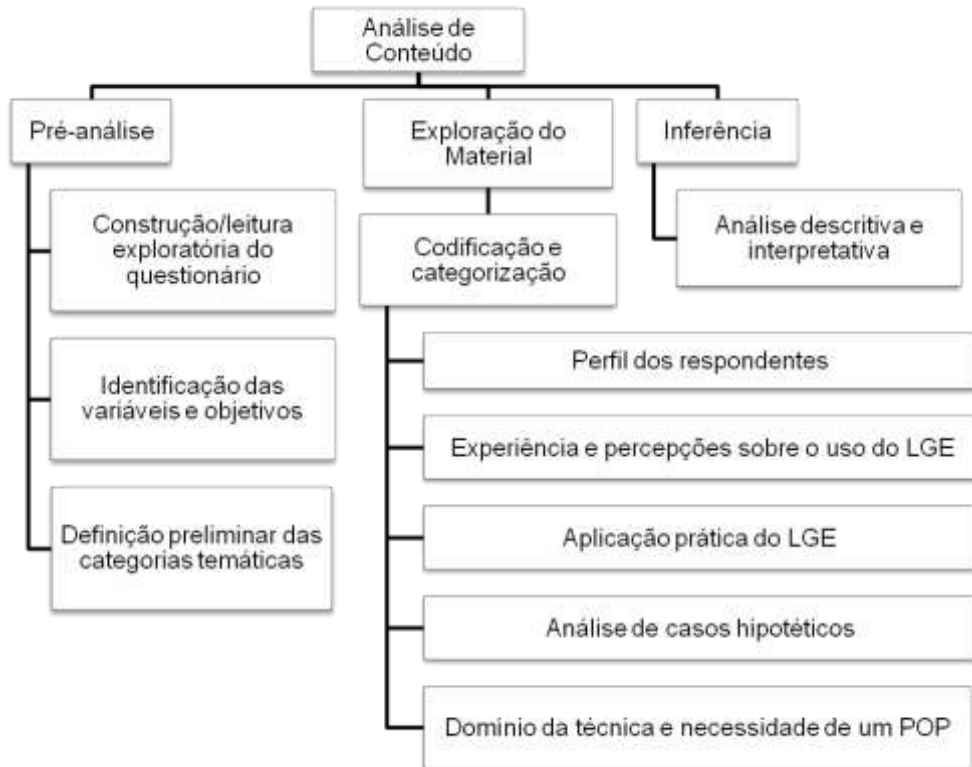
Para organizar e interpretar as respostas, foram aplicados os princípios da análise de conteúdo adaptada à natureza estruturada e fechada do instrumento aplicado, seguindo as três fases propostas por Bardin (2016): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Segundo a autora,

a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das



comunicações, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens.

Figura 2 – Desenvolvimento da análise de conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na pré-análise, foi realizada a elaboração e a leitura exploratória do questionário e a definição do corpus de análise, composto pelas respostas válidas obtidas. Nessa etapa inicial, identificaram-se as variáveis e os objetivos de cada pergunta, alinhados aos eixos da pesquisa, e definiu-se preliminarmente um conjunto de categorias temáticas de análise, como perfil dos respondentes, uso do LGE, percepção de eficiência, tomada de decisão, domínio técnico e visão sobre padronização. O material coletado foi organizado em planilhas eletrônicas, o que facilitou o processamento dos dados e a contagem das respostas, garantindo clareza e sistematização para as etapas seguintes da análise.

Na fase de exploração do material, procedeu-se à codificação e a categorização das respostas, conforme as opções de resposta do questionário



fechado. Cada item foi associado a uma categoria analítica, permitindo a contabilização das frequências absolutas e relativas das alternativas assinaladas pelos participantes. As categorias foram organizadas de modo a refletir os temas centrais da pesquisa: perfil dos respondentes (posto, tempo de serviço, OBM); aplicação prática: uso e treinamento com LGE; critérios para tomada de decisão: aplicação e dosagem; domínio técnico e práticas operacionais e opinião sobre a necessidade de padronização e POPs. Após essa etapa, os dados foram tabulados e submetidos a uma análise descritiva, por meio do cálculo de frequências e percentuais, o que possibilitou identificar as respostas predominantes e as tendências existentes entre os grupos analisados.

Por fim, na etapa de tratamento dos resultados e interpretação, as informações foram analisadas de forma descritiva e interpretativa, relacionando as frequências observadas com os objetivos específicos da pesquisa e com o referencial teórico adotado. Essa abordagem permitiu identificar padrões e convergências nas percepções dos participantes, evidenciar necessidades de padronização e níveis de domínio técnico, além de subsidiar inferências acerca da importância de um POP para orientar o uso do LGE nas ocorrências de combate a incêndio em lixo urbano. A análise qualitativa foi complementada pela interpretação qualitativa das categorias, conforme a proposta de Bardin (2016), buscando compreender o significado dos resultados no contexto operacional do CBMAM.

Apesar de ser predominantemente qualitativa, a análise utilizou técnicas quantitativas descritivas para reforçar a interpretação dos dados por meio de cálculo de percentuais. De acordo com Lakatos e Marconi (2010), a estatística descritiva permite resumir e apresentar dados de forma organizada, tornando-os mais compreensíveis, sem, contudo, realizar inferências ou generalizações. Os percentuais foram utilizados como apoio para evidenciar tendências e dar suporte visual à análise, mas não para inferir relações causais ou realizar testes de hipóteses.

Cabe destacar ainda que, em observância às diretrizes éticas, foi solicitado aos participantes o consentimento mediante a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponibilizado



previamente ao preenchimento do questionário.

O recorte espacial delimita-se ao Estado do Amazonas, mais especificamente às guarnições de ABT das unidades operacionais do CBMAM. O recorte temporal corresponde ao segundo semestre de 2025, período no qual ocorreu a coleta de dados.

Por fim, os dados foram discutidos à luz dos objetivos, relacionando-os com a literatura científica e com a necessidade de padronização do uso do Líquido Gerador de Espuma (LGE) nas operações do CBMAM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO

O levantamento de informações sobre a prática atual do uso do LGE e suas limitações, foi realizado por meio da aplicação de um questionário estruturado junto às guarnições de combate a incêndio das unidades operacionais da capital do CBMAM. O questionário foi encaminhado aos comandantes dos 6 (seis) grupamentos bombeiro militar (GBM) da cidade de Manaus: 1º GBM, 2º GBM, 3º GBM, 5º GBM, 6º GBM e ao Grupamento de Incêndio Florestal e Meio Ambiente (GIFMA). Ao todo, 40 militares participaram da pesquisa, fornecendo informações fundamentais para a análise e interpretação dos resultados. É importante destacar que 100% dos participantes concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para organizar e interpretar as respostas ao questionário, foram aplicados os princípios da análise de conteúdo adaptada à natureza estruturada e fechada do instrumento aplicado, seguindo as três fases propostas por Bardin (2016): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na pré-análise, foram identificadas as variáveis e os objetivos de cada pergunta, alinhados aos eixos da pesquisa, e definiu-se, preliminarmente, um conjunto de categorias temáticas de análise. O material coletado foi organizado em planilha eletrônica, o que facilitou o processamento dos dados e a contagem das respostas, garantindo clareza e sistematização nas etapas seguintes da análise.



Após essa etapa, na fase de exploração e tratamento dos resultados, as respostas do questionário foram codificadas, categorizadas e associadas às categorias analíticas definidas na pesquisa — perfil dos respondentes, experiência e percepções sobre o uso do LGE, aplicação prática do LGE; análise de casos hipotéticos; domínio da técnica e necessidade de um POP.

Em seguida, os dados foram tabulados e analisados de forma descritiva, com base nas frequências absolutas e percentuais, permitindo identificar as tendências e as respostas predominantes. Por fim, os resultados foram interpretados à luz dos objetivos específicos e do referencial teórico, possibilitando uma compreensão integrada das percepções e práticas relacionadas ao uso do LGE no contexto operacional do CBMAM.

4.1.1 PERFIL DOS RESPONDENTES

O perfil dos respondentes (Tabela 01) revelou equilíbrio entre militares com 10 a 20 anos e com 1 a 5 anos de serviço (40% cada), predominando as funções de chefe de guarnição (32,5%) e auxiliar de linha (30%), o que evidencia participação de profissionais com experiência direta nas operações de combate a incêndios e a presença equilibrada entre profissionais mais experientes e aqueles em fase inicial de carreira, permitindo captar percepções diversificadas sobre o uso do LGE nas operações.

A amostra é composta majoritariamente por sargentos (40%) e soldados (40%), pertencentes, em sua maioria, ao 3º GBM (32,5%), seguido pelo 6º GBM (17,5%), o que assegura representatividade de diferentes níveis hierárquicos, funções operacionais e localidades da cidade de Manaus. Essa diversidade reforça a validade das percepções levantadas sobre o uso do LGE, pois reflete diretamente o cotidiano de quem executa e comanda o combate a incêndios em lixo urbano.

Tabela 01 - Perfil dos Respondentes

Núcleo da Pergunta	Variável	Frequência	Percentual (%)
OBM	3º GBM	13	32,5



	6º GBM	7	17,5
	1º GBM	6	15,0
	2º GBM	6	15,0
	5º GBM	4	10,0
	GIFMA	4	10,0
Posto / Graduação	Sargento	16	40,0
	Soldado	16	40,0
	Tenente	6	15,0
	Cabo	1	2,5
	Subtenente	1	2,5
Função na Guarnição	Chefe de guarnição	13	32,5
	Auxiliar de Linha	12	30,0
	CMT de OBM	6	15,0
	Condutor	5	12,5
	Chefe de Linha	4	10,0
Tempo de Serviço	1 – 5 anos	16	40,0
	10 – 20 anos	16	40,0
	+ de 20 anos	8	20,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1.2 EXPERIÊNCIA E PERCEPÇÕES SOBRE O USO DO LGE

No que diz respeito à experiência e às percepções sobre o uso do LGE, os resultados apresentados na Tabela 02 revelam que a maioria dos bombeiros já teve algum tipo de experiência prática com o LGE, embora a utilização ainda não seja sistemática nas ocorrências. Dentre os respondentes, a maioria, 55%,



relatou nunca ter utilizado o produto ou o fizeram raramente. Apenas 5% declararam uso frequente. Essa distribuição indica que, embora o LGE esteja disponível em algumas unidades operacionais, seu emprego ainda não é rotina consolidada no combate a incêndios em lixo urbano.

No que se refere ao treinamento prático com o produto, observou-se um cenário em que os dados sugerem uma lacuna na capacitação prática, o que pode impactar diretamente a padronização e a segurança das operações que envolvem o uso de espuma: 67,2% dos respondentes afirmaram que nunca ou raramente participaram de instruções específicas sobre o tema. Apenas 5% mencionaram treinamento frequente.

Apesar de o LGE ainda não ser amplamente empregado nas ocorrências, os resultados revelam percepção positiva quanto à sua eficácia, sendo esse o entendimento de 70% dos militares participantes.

Tabela 02 - Experiência e percepções sobre o uso do LGE

Núcleo da pergunta	Variável	Frequência	Percentual (%)
Uso do LGE em ocorrências reais	Raramente/Nunca	22	55,0
	Algumas vezes	16	40,0
	Frequentemente	2	5,0
Treinamentos com LGE	Raramente/nunca	27	67,5
	Algumas vezes	11	27,5
	Frequentemente	2	5,0
Percepção sobre a eficácia do LGE	Sim	28	70,0
	Parcialmente	12	30,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1.3 APLICAÇÃO PRÁTICA DO LGE

A análise sobre a aplicação prática do LGE (Tabela 03) evidenciou que ainda há insegurança entre os bombeiros quanto à decisão de utilizá-lo nas



ocorrências, reflexo direto da ausência de uma regulamentação formal que respalde sua adoção. Entre os respondentes, a maioria (70%) afirmou sentir-se total ou parcialmente segura para decidir pelo uso do agente. Apenas 30% afirmaram se sentir inseguro diante da falta de respaldo normativo.

Em relação à aplicação e manutenção, verificou-se grande variação nos critérios de dosagem e na limpeza do sistema após o uso. A dosagem é definida, na maioria dos casos, pela avaliação do chefe de guarnição (30%) ou pela intensidade do incêndio (27,5%), evidenciando a ausência de um parâmetro técnico uniforme. Quanto à limpeza, 45% seguem o procedimento de enxágue completo, mas a maioria adota práticas ocasionais. Esses achados demonstram a necessidade de padronização técnica tanto na escolha da dosagem quanto nas etapas de manutenção pós-uso, de modo a garantir segurança, eficiência e durabilidade dos equipamentos.

Tabela 03 - Aplicação prática do LGE

Núcleo da pergunta	Variável	Frequência	Percentual (%)
Decidir entre uso/ou não do LGE em ocorrências de lixo urbano	Sim, totalmente seguro.	14	35,0
	Parcialmente	14	35,0
	Não, por ausência de regulamentação para respaldar a atuação.	12	30,0
Se segue padrão para escolha da dosagem do LGE	Não. A definição é realizada conforme avaliação do chefe de guarnição.	12	30,0
	A dosagem é ajustada conforme a intensidade e extensão do incêndio.	11	27,5
	Outros métodos	17	42,5
Seguir padrão	Sim, segue os procedimentos	18	45%



para limpeza	do fabricante ou		
	Utiliza água sem produtos específico ou de forma básica sem procedimento definido	15	37,5%
	Outros métodos	7	17,5%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1.4 ANÁLISE DE CASOS HIPOTÉTICOS

No que tange à análise de casos hipotéticos, a Tabela 04 evidencia que os militares compreendem que o uso do LGE está diretamente relacionado à complexidade do incêndio. Nos cenários de pequena e média proporção, a maioria dos bombeiros optou pelo uso exclusivo da água (+80% nos dois casos), indicando o emprego da espuma apenas em situações de maior risco ou dificuldade de controle. Já no cenário grande proporção, caracterizados por focos profundos e risco de propagação, houve unanimidade quanto à necessidade de utilizar o LGE (100%), sendo a dosagem de 3% a mais indicada (47,5%), o que demonstra reconhecimento da eficácia do agente em condições mais severas.

Entretanto, no cenário 3, em que houve unanimidade quanto à necessidade de utilizar o LGE, observou-se que 40% dos participantes não indicaram o percentual de concentração a ser empregado, o que evidencia insegurança técnica e falta de padronização. Já entre os 60% que responderam à questão sobre a dosagem, verificou-se divergência nas concentrações indicadas, demonstrando ausência de consenso quanto ao percentual ideal de aplicação.

Tabela 04 - Análise de cenários hipotéticos

Núcleo da pergunta	Variável	Frequência	Percentual (%)
Cenário 1 – Foco superficial,	Não usa LGE	36	90
	Sim, usa LGE.	4	10



pequena proporção			
Cenário 2 – Foco superficial, média proporção	Não usa LGE.	34	85
	Sim, usa LGE.	6	15
Cenário 3 – Focos profundos, grande proporção	Sim, usa LGE.	40	100%
Dosagem que utilizaria para o cenário 3.	3%	19	47,5
	0%	4	10
	6%	1	2,5
	Não respondeu	16	40

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1.5 DOMÍNIO DA TÉCNICA E NECESSIDADE DE UM POP

A análise da Tabela 05, referente à categoria “Domínio técnico e necessidade de um POP”, evidencia que, embora a maioria dos participantes apresente certo nível de familiaridade com o uso do LGE, predomina um domínio técnico classificado entre intermediário e bom (67,5%), enquanto 32,5% declararam possuir domínio total/bom conhecimento. Essa distribuição demonstra que, mesmo entre profissionais experientes, a aplicação prática do LGE ainda carece de padronização e capacitação específica. Diante desse cenário, a quase totalidade dos respondentes (95%) destacou a importância da padronização dos procedimentos e apoiou a criação de um POP voltado ao uso do LGE, revelando um consenso sobre a necessidade de uniformizar práticas, aumentar a eficiência operacional e reduzir falhas nas ocorrências de incêndio em lixo urbano.

Tabela 05 - Domínio técnico e necessidade de um POP

Núcleo da pergunta	Variável	Frequência	Percentual (%)
Domínio sobre	Nenhum/Pouco/Intermediário	27	67,5



técnicas de combate com LGE	Total/Bom conhecimento	13	32,5
Importância da padronização de procedimentos	Sim	38	95
	Parcialmente	2	5
Elaboração de POP para uso do LGE em incêndios em lixo urbano	Sim	38	95
	Parcialmente	2	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

De modo geral, a análise consolidada do questionário demonstra que, embora os bombeiros militares reconheçam a eficiência e a importância do LGE nas operações de combate a incêndios em lixo urbano, persistem lacunas relevantes no domínio técnico e na ausência de critérios padronizados para seu uso e dosagem. Essas fragilidades servem como fundamento direto para a proposição do Procedimento Operacional Padrão para o uso do LGE em lixo urbano, produto técnico resultante desta pesquisa.

4.2 ANÁLISE DO ENSAIO-PILOTO PARA USO DO LGE

O ensaio experimental foi conduzido conforme roteiro previamente estabelecido, nas condições o mais controladas e padronizadas possível. Foram montados três aglomerados de lixo, com aproximadamente 10 m³ de tamanho e composições semelhantes (madeira, papel, papelão e plástico) (Figura 02). Os aglomerados foram montados no quartel do Comando-Geral do CBMAM e, para o ensaio, foi realizada aplicação direta de água e de diferentes percentuais de LGE: 0%, 3% e 6% (Figura 03).

As condições ambientais, no momento da realização do ensaio (06/10/2025, às 09h00), foram caracterizadas por temperatura de 28 °C,



umidade relativa do ar média de aproximadamente 86% — variando entre 76% e 96% — e ventos de intensidade fraca a moderada.

Figura 02 - Amostras utilizadas para o experimento



Amostra A

Amostra B

Amostra C

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 03 - Desempenho das diferentes dosagens de LGE (0%, 3% e 6%) no combate a incêndio nas amostras de lixo urbano



Amostra A

Amostra B

Amostra C

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O procedimento realizado consistiu no acendimento de cada aglomerado de forma controlada, garantindo condições semelhantes em todos os testes. Iniciou-se a contagem do cronômetro no momento em que começou a aplicação da água/LGE. Manteve-se a vazão fixa de aproximadamente 125 GPM, com pressão de operação em torno de 8 bar, durante todo o combate. A técnica de combate utilizada para os três aglomerados foi o ataque direto



em varredura, com movimentos contínuos sobre a base e centro das chamas, mantendo distância e ângulo padronizados. A queima dos três aglomerados durou 7 min, quando se deu início ao combate.

Os registros realizados compreenderam quatro variáveis principais: tempo até a extinção das chamas, volume total de água utilizado, volume de LGE empregado e ocorrência de reignição. O cálculo do volume de água foi efetuado por meio da fórmula: $V = Q \times t$, onde V é o volume (L), Q é a vazão volumétrica (L/min) e t é o tempo (min). Já o volume de LGE foi obtido a partir da relação: $\text{Volume de LGE (L)} = \text{Volume de água (L)} \times (\% \text{ LGE} \div 100)$. Quanto à reignição, realizou-se observação contínua durante 30 minutos após o término da aplicação, a fim de verificar se houve ou não o reaparecimento de focos de fogo. Os resultados consolidados encontram-se apresentados na tabela a seguir, permitindo a análise comparativa entre os diferentes percentuais testados.

Tabela 06 - Tabela de acompanhamento dos resultados

Amostra	Percentual de LGE	Tempo extinção	Volume total de água	Volume de LGE	Observações
A	0% (água)	7min10s	3.392 L	—	Tempo alto, maior consumo de água.
B	3%	2min37s	1.239 L	37 L	Boa eficiência, economia de água e custo moderado.
C	6%	1min59s	938 L	56 L	Maior eficiência, porém custo elevado para ganho marginal.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O salto de eficiência entre 0% → 3% é muito expressivo (redução de



~65% no tempo e 60% no volume de água), mas o ganho adicional de 3% → 6% é relativamente pequeno (apenas 38 segundos a menos e ~300 L de água economizados). Ou seja, o custo dobra, mas o ganho marginal é baixo.

Em termos econômicos, a adoção de concentrações mais elevadas de LGE implica custos adicionais significativos. Em pesquisa de preços realizada em outubro de 2025, o galão de 20 L de LGE apresentava valor médio de aproximadamente R\$750,00, o que equivale a R\$ 37,50 por litro. Considerando que o ensaio piloto consumiu volumes médios de água de 938 L (amostra C, 6%) e 1.240L (Amostra B, 3%), o volume correspondente de LGE seria, respectivamente, 56 L (≈ R\$ 2.100,00) e 37 L (≈ R\$ 1.390,00).

Assim, o aumento da dosagem de 3% para 6% representa um acréscimo de aproximadamente 51% no custo direto com espuma, sem ganho proporcional em eficiência, uma vez que a diferença no tempo de extinção foi inferior a um minuto (1 min 39 s contra 2 min 37 s).

Quanto à reignição, verificou-se um novo foco de fogo aproximadamente quatro minutos após o início do combate apenas com água. Nesse momento, estimava-se que o incêndio estivesse extinto; contudo, foi necessário retomar a aplicação, totalizando 7 minutos e 10 segundos de operação. Nas amostras B e C, que utilizaram LGE a 3% e 6%, não foram observados episódios de reignição durante o período de monitoramento.

O LGE é um agente especial de uso seletivo, não para uso rotineiro em todo incêndio de lixo urbano. Considerando o custo do produto, a logística de reposição e o tipo de material queimado, a aplicação deve priorizar eficiência com moderação de consumo. Dessa forma, para pequenos focos de lixo urbano, somente água pode ser suficiente. Para aglomerados médios, 3% de LGE é o ideal — oferece bom desempenho e economia de água. Para grandes acúmulos ou incêndios com presença de plásticos, borracha e líquidos inflamáveis: considerar 6%, mas somente quando houver risco de reignição ou dificuldade de acesso à base do fogo.

4.3 ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO PADRÃO

As respostas ao questionário evidenciaram a necessidade de orientações claras e uniformes, especialmente quanto à decisão de aplicar o



produto, à dosagem adequada e aos procedimentos de manutenção após o uso. Nesse contexto, o Procedimento Operacional Padrão (POP) proposto foi elaborado como uma medida para garantir a padronização das práticas, a segurança das equipes e a eficiência operacional do CBMAM.

O documento estabelece um roteiro técnico de referência para as guarnições que atuam no combate a incêndios em lixo urbano, lixões ou aterros controlados, quando há necessidade do emprego do Líquido Gerador de Espuma (LGE). Sua estrutura foi organizada em etapas sequenciais, com o objetivo de facilitar o entendimento e a execução do procedimento em campo.

Inicialmente, o POP define seu objetivo, explicitando a finalidade do procedimento: assegurar segurança, eficiência e economia de recursos durante o combate a incêndios em resíduos sólidos. Em seguida, delimita sua aplicação, indicando que o protocolo deve ser seguido por todas as guarnições que realizam esse tipo de ocorrência.

Na sequência, o documento lista os equipamentos necessários, contemplando desde os elementos básicos — como mangueiras e esguichos proporcionadores — até os equipamentos de proteção individual e ferramentas de apoio (pá, enxada e abafadores), garantindo a integridade dos militares e a efetividade do combate.

O procedimento operacional, núcleo do POP, inicia com orientações sobre a chegada ao local, priorizando o isolamento da área e a avaliação da cena para determinar a necessidade do uso do LGE conforme o volume e a profundidade do lixo incendiado. Essa etapa orienta a decisão técnica entre empregar somente água ou espuma, conforme as características do foco.

Na sequência, o item “Montagem da Linha” detalha os modos de preparo do sistema de combate, apresentando uma tabela de dosagem do LGE que relaciona a concentração ideal à situação operacional. A tabela apresentada e as dosagens sugeridas foram definidas com base em referências técnicas de outros Corpos de Bombeiros e no teste-piloto realizado na presente pesquisa.

O documento contempla ainda duas formas distintas de aplicação do produto: uso do misturador entre-linhas, quando a viatura não dispõe de sistema fixo de dosagem, descrevendo passo a passo a montagem do equipamento, a seleção da porcentagem e a verificação do fluxo de aspiração;



e uso do sistema do painel de comando da ABT, orientando o operador na seleção da dosagem correta e alertando sobre práticas que devem ser evitadas, como a recirculação de água com espuma no tanque, para evitar contaminações.

Na fase de combate, o POP diferencia o emprego do LGE — indicado para grandes volumes e profundidade de foco — e da água, recomendada para situações superficiais. São descritas as técnicas de aplicação, como o movimento em zigue-zague, o revolvimento mecânico dos resíduos e a reaplicação da espuma durante o rescaldo, para prevenir reignição.

A etapa de rescaldo reforça a importância do monitoramento térmico, da inspeção visual e do uso controlado de espuma residual, assegurando a extinção completa dos focos e evitando a retomada do incêndio. Em seguida, o POP traz orientações sobre a finalização da ocorrência, incluindo a limpeza dos equipamentos, a destinação adequada dos EPIs e a comunicação dos resultados ao COBOM, valorizando o registro operacional e a conscientização ambiental junto à comunidade.

Por fim, o documento encerra com o item “Limpeza do Sistema de Formação de Espuma da VTR”, que padroniza o procedimento de lavagem do sistema, prevenindo falhas futuras e assegurando a durabilidade dos componentes. Trata-se de um item de grande relevância, considerando que os resultados do questionário evidenciaram a ausência de um padrão definido para essa etapa nas operações atuais.

Dessa forma, o POP proposto consolida-se como um instrumento técnico e normativo, resultante da integração entre diagnóstico de campo, fundamentos teóricos e testes práticos. A proposta busca uniformizar condutas, reduzir erros operacionais e aprimorar a eficiência do uso do LGE no combate a incêndios em lixo urbano, fortalecendo a cultura de segurança e a gestão padronizada das operações no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas.



5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa permitiram responder, de forma consistente, ao problema proposto, que buscava identificar os elementos que devem compor um Procedimento Operacional Padrão para o uso do Líquido Gerador de Espuma nas operações do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas. Os tópicos que compõem o POP foram estruturados a partir das evidências obtidas na coleta de dados, contemplando critérios operacionais e procedimentos de manutenção que refletem as necessidades reais observadas pelo levantamento de dados realizado na presente pesquisa.

O objetivo geral, que consistiu em elaborar uma proposta de POP para o uso do LGE no combate a incêndios em lixo urbano, foi plenamente alcançado. A coleta e a análise dos dados permitiram compreender a realidade operacional do CBMAM, identificar lacunas no emprego do LGE e reconhecer oportunidades de aprimoramento técnico. A partir desse diagnóstico, estruturou-se uma proposta de procedimento que estabelece critérios claros de aplicação, promove a padronização de práticas e contribui para o aumento da eficiência e da segurança nas operações, além de otimizar o uso dos recursos disponíveis.

No que se refere aos objetivos específicos, o primeiro foi atingido com o levantamento de informações junto às guarnições, que revelou baixo índice de utilização do LGE, ausência de parâmetros definidos de dosagem e carência de treinamentos específicos. O segundo objetivo foi contemplado com a execução do ensaio-piloto, que possibilitou comparar diferentes concentrações de LGE (0%, 3% e 6%) e demonstrar ganhos significativos de eficiência com a dosagem de 3%. Por fim, o terceiro objetivo foi alcançado ao se analisar os resultados do questionário e do ensaio, permitindo identificar padrões e limitações que subsidiaram a construção do POP. Essa análise fundamentou tecnicamente a proposta, assegurando que o documento fosse fiel à realidade operacional da corporação e alinhado às boas práticas de outras instituições.

É importante ressaltar, contudo, que a presente pesquisa não se esgota em si mesma. Como limitação, destaca-se que o ensaio-piloto foi conduzido em condições reais de campo, sujeitas a variações ambientais,



embora tenham sido adotados cuidados para que essas oscilações não comprometessem os resultados. Além disso, o número reduzido de amostras limita a generalização dos achados para todas as situações de incêndio em lixo urbano. Ainda assim, os resultados obtidos fornecem parâmetros iniciais, sólidos e representativos da realidade operacional do CBMAM, podendo ser ampliados em investigações futuras com maior número de repetições e diversidade de cenários.

Por fim, o POP proposto consolida-se como uma base técnica sólida e passível de aperfeiçoamento contínuo, contribuindo para o fortalecimento da padronização e da eficiência das operações do CBMAM. Além de orientar o emprego do LGE de forma mais segura e eficaz, o documento estabelece diretrizes que favorecem a melhoria constante das práticas operacionais e a consolidação de uma cultura institucional voltada à qualidade e à segurança nas ações de combate a incêndios em lixo urbano.



REFERÊNCIAS

ALABY, Rodrigo César; BARROS, Alisson Bernardi. Estudo sobre a eficácia do protótipo de líquido gerador de espuma desenvolvido pelo CBMDF. 2018. 24 f. Artigo apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Oficial do Corpo de Bombeiros Militar. Academia de Bombeiro Militar do Distrito Federal, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15511:2008 – Líquido gerador de espuma (LGE), de baixa expansão, para combate a incêndios em combustíveis líquidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 16963:2022 – Líquido gerador de espuma (LGE) classe A – Requisitos para o uso no combate e extinção de incêndios classe A. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

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

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. LEI DELEGADA Nº 89, DE 18 DE MAIO DE 2007. Dispõe sobre o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amazonas - CBMAM. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 18 maio 2007.

Disponível em:

<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=125122>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS. Combate Incêndio Urbano - Veículos. 2018. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/procedimento-operacional-padrao-pop>>.

Acesso em: 3 abr. 2025.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 25/2025 - Líquidos igníferos (inflamáveis e combustíveis). 2025.

Disponível em:

<<https://cbaplang.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetCB/#/LegislacaoConsulta>>. Acesso em: 3 abr. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Combate a incêndio em

veículos. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/category/pops-procedimentos-operacionais-padrao/>>. Acesso em: 3 abr. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. RT 001/2019: Estudo

sobre a eficácia do protótipo de líquido gerador de espuma desenvolvido pelo CBMDF (LGE-CBMDF). Brasília: CBMDF, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO MATO GROSSO. Incêndio em

Posto de Combustível. 2019.

Disponível em:

<<https://www.bombeiros.mt.gov.br/procedimento-operacional-padrao>>. Acesso em: 3 abr. 2025.

CORRÊA, G. T.; ARCHER, A. B.; PEREIRA, G. K.; VIECILI, J. Uso de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) comportamentais na realização de atividades profissionais. Revista Psicologia Organizações e Trabalho, v. 20, n. 2, p. 1011-1017, 2020.

FERREIRA, George de Vargas. Espuma de Combate a Incêndio: análise das vantagens da espuma no combate a incêndios classe A. 2020. 65f. Monografia (Tecnólogo em Gestão de Emergências). Universidade do Vale de Itajaí, 2020.



FIGUEIREDO, Rita C. R.; RIBEIRO, Fabiana A. L.; SABADINI, Edvaldo. Ciência de espumas - aplicação na extinção de incêndios. Instituto de Química - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1998. Recebido em: 31 mar. 1998; aceito em: 1 jun. 1998.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade. Curso de estatística. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs.). Métodos de pesquisa. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806>. Acesso em: 26 set. 2025.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOIÁS. Corpo de Bombeiros Militar. Manual Operacional de Bombeiros: Combate a Incêndio Urbano. Goiânia, 2017. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/MOB-Combate-a-Inc%C3%AAndio-Urbano-CBMGO.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

HASSAN, S.; SCHATTNER, P.; MAZZA, D. Doing a Pilot Study: Why Is It Essential? *Family Practice*, v. 23, n. 5, 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). *NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam*. Quincy, MA: NFPA, 2016.

PELEGRINI, Antônio de Jesus Neres; SANCHES, Clives Pereira. Procedimento operacional padrão na PMGO: a importância de sua existência, adoção e adesão. *Revista Brasileira de Estudos de Segurança Pública*, v. 11, n. 1, 2018.



PINHEIRO, Lafayette Júnio Mendonça; SCHNEIDER JÚNIOR, Otmar Manfred. Contenção de pacientes psiquiátricos: proposta de um procedimento operacional padrão. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros 43: Emprego de Espuma Mecânica no Combate a Incêndios. 1. ed. São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.bombeiros.com.br/imagens/manuais/manual-43.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

SILVA, Felipe Henrique de Jesus; LACERDA, Jadson Barros de. *Proposta de alteração do manual sobre o combate a incêndio com o uso de espuma*. 2020. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) — Academia de Bombeiro Militar, Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/147/1/CFO%2036%20-%20Cad.%20Felipe%20-%20Trabalho%20de%20Conclus%C3%A3o%20de%20Curso.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

SOUSA JÚNIOR. Estudo da Implementação de Procedimento Operacional Padrão (POP) para combate a incêndio em edificações residenciais multifamiliares acima de 03 pavimentos pelo CBMMA. 2023. Monografia (Bacharel em Segurança Pública) - Universidade Estadual do Maranhão, 2023.



APÊNDICE A - PROPOSTA DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA COMBATE A INCÊNDIO EM LIXO COM LÍQUIDO GERADOR DE ESPUMA (LGE)

1. OBJETIVO

Estabelecer o procedimento para combate a incêndio em lixo urbano, lixões ou aterros controlados, com uso de Líquido Gerador de Espuma (LGE), garantindo segurança, eficiência e economia de recursos.

2. APLICAÇÃO

Este POP aplica-se a todas as guarnições que realizam combate a incêndios em resíduos sólidos, terrenos baldios e áreas de descarte irregular com viaturas de combate a incêndio.

3. EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

- a) ABT ou pick-up com kit de combate a incêndio.
- b) LGE (Classe A – biodegradável, recomendado para incêndios sólidos);
- c) Mangueiras de combate (1½” e/ou 2½”);
- d) Misturador entre-linhas;
- e) Esguicho proporcionador de espuma;
- f) EPI completo (nível II: capacete, balaclava, luvas, bota, jaqueta e calça com resistência a calor);
- g) Pá, enxada e abafadores (apoio)

4. PROCEDIMENTO OPERACIONAL

4.1 CHEGADA NO LOCAL

- a) Isolar a área para segurança dos transeuntes.
- b) Avaliar a cena, buscando identificar a necessidade de uso do LGE no combate:
 - Se a quantidade de lixo for significativa (grande volume, matéria orgânica em decomposição, focos profundos e fumaça intensa): utilizar LGE para melhorar a penetração e eficácia do combate, reduzindo o consumo de água e o tempo de operação.



- Se a quantidade de lixo for pequena e o incêndio for superficial, com fácil controle: priorizar o uso de água para extinguir as chamas de forma direta, sem necessidade de espuma.
- c) Iniciar montagem da linha de combate conforme avaliação anterior.

4.2 MONTAGEM DA LINHA

4.2.1. DOSAGEM DE LGE A SER UTILIZADA EM FUNÇÃO DA OCORRÊNCIA

Situação operacional	Dosagem de LGE	Observações
Foco superficial, acesso fácil	0% (somente água)	Linha leve; varredura direta; monitorar reignição.
Aglomerado médio com brasas, se água for ineficiente.	3%	Bom custo-benefício; manter varredura e revolvimento mecânico.
Aglomerado grande, se água for ineficiente.	Começar em 3% e reavaliar necessidade de aumentar a dosagem	Se o fogo estiver profundo/difícil de penetrar, elevar para 6% por 1–2 min para “quebrar” o foco e depois retornar a 3% para acabamento.
Muito grande, com plástico/borracha ou reignição recorrente	6% (fase inicial), depois 3%	Priorizar ataque por frentes, revolver material, criar “janelas” de acesso; controlar consumo de LGE.

4.2.2 UTILIZAÇÃO DO MISTURADOR ENTRE-LINHAS

- a) Estacionar a viatura em local seguro;



- b) Retirar o misturador entre-linhas (A inspeção do estado do equipamento deve ser realizada na conferência de material por ocasião da passagem de serviço);
- c) Conectar o misturador na linha de mangueira, entre a descarga da bomba e a linha de ataque.
- d) Posicionar o galão de LGE próximo ao misturador.
- e) Introduzir o tubo pescante no galão e abrir a tampa;
- f) Selecionar a porcentagem desejada, conforme o tipo de incêndio.
- g) Acionar o fluxo de água e verificar a aspiração do LGE.
- h) Confirmar a formação de espuma no esguicho e iniciar o combate (seguindo sequência do item 4.3).
- i) Após o uso, fechar a linha, retirar o tubo pescante e lavar o sistema com água limpa.
- j) Recolher e armazenar o equipamento.

4.2.3. UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DO PAINEL DE COMANDO DA ABT


- a) Estacionar a ABT em local seguro;
- b) Montar uma linha de ataque com mangueiras 1½”;
- c) Preparar a dosagem de LGE:

Para a seleção da dosagem do sistema de espuma, é disposto no painel de comando uma válvula seletora que proporcionará ao operador selecionar a proporção de espuma desejada.

Para operar o sistema de espuma, a bomba de água deve estar em funcionamento e o operador deve proceder da seguinte maneira:

1. Abrir a(s) válvula(s) de água da(s) expedição(ões) que serão utilizadas.
2. Selecionar a concentração de espuma no botão “Dosagem de LGE”, observando na tabela a letra correspondente a concentração em relação a vazão de solução. Para auxiliar na seleção, a tabela de posição e dosagem está fixada no painel da viatura.

Pressão de água de 100 PSI (7,0 kgf/cm²)		
Dosagem	Vazão (GPM)	Posição
3%	125	1
	250	2
6%	125	2




3. Selecionada uma dosagem, todas as expedições a serem utilizadas naquele momento estarão formando espuma na mesma concentração.
4. Controlar o consumo de LGE do tanque, através do indicador de nível no painel de comando;



INFORMAÇÃO IMPORTANTE!

- Nunca opere o sistema dosador de espuma recirculando água para o tanque. Esta operação contamina o tanque de água com espuma.
 - Nunca opere o sistema dosador de espuma com o sistema de jato pulsado aberto. Esta operação contamina o tanque de água com espuma.
- d) Encerramento da operação com espuma:
- Para encerrar a operação com espuma o operador deve:
1. Colocar o botão “Dosagem de LGE” na posição 0%;
 2. Aguardar por alguns instantes, até que não haja mais a formação de espuma nas saídas utilizadas.
 3. Fechar a(s) válvula(s) da(s) expedição(ões) de água que foram utilizadas.
- e) Utilizar esguicho com proporcionador de espuma para maior cobertura superficial, caso a viatura não possua tal esguicho, utilizar o esguicho pistola no modo *flush*.

4.3 COMBATE

Com base na avaliação inicial, proceder com a estratégia de combate mais adequada:



a) Combate com LGE (quando há grande volume de lixo ou profundidade dos focos):

- ✓ Aplicar espuma diretamente sobre o foco principal, priorizando o abafamento e a penetração nos materiais;
- ✓ Utilizar o esguicho com proporcionador de espuma, com avanço progressivo em zigue-zague;
- ✓ Revolver o lixo com ferramentas manuais (pá, enxada) para expor focos ocultos e permitir que a espuma atue em profundidade;
- ✓ Reduzir os pontos quentes e a emissão de fumaça por meio de cobertura uniforme com espuma;
- ✓ Aplicar nova camada de espuma, se necessário, durante o rescaldo para prevenir reignição;

b) Combate com água (quando o foco é superficial e a quantidade de lixo é pequena):

- ✓ Aplicar jatos d'água diretamente sobre as chamas com esguicho regulável;
- ✓ Avançar gradativamente com o jato em forma de leque, abafando e resfriando a área.
- ✓ Se necessário, revolver os resíduos para alcançar focos ocultos.
- ✓ Manter o controle do foco com menor consumo de água, evitando alagamento e arraste de resíduos.

c) Independente do método adotado, evitar aplicação direta em resíduos suspeitos de conter materiais inflamáveis líquidos (óleos, solventes, combustíveis) sem avaliação prévia.

4.4 RESCALDO

Após extinção visível das chamas, realizar rescaldo com foco em:

- ✓ Monitoramento de fumaça e calor;
- ✓ Aplicação leve de espuma (caso tenha sido usada) ou de água em pontos quentes remanescentes;
- ✓ Verificação manual da área com auxílio de ferramentas para garantir extinção completa.



5. FINALIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA

5.1 RETORNO À UNIDADE

1. Retirar os equipamentos e mangueiras, procedendo à limpeza superficial no local (se possível).
2. Retirar os EPIs e acondicionar em embalagens impermeáveis, caso contaminados com líquidos ou resíduos perigosos.
3. Coletar informações sobre a ocorrência com o solicitante ou com pessoas presentes no local e, quando identificado indício de incêndio provocado, orientar e conscientizar a população quanto aos riscos e às penalidades legais da queima de lixo, destacando que essa prática é crime ambiental e não deve ser repetida.
4. Informar, no relatório de ocorrência ao Centro de Operações (COBOM), os procedimentos realizados e a quantidade de LGE e/ou água utilizados para extinção do incêndio;

6. LIMPEZA DO SISTEMA DE FORMAÇÃO DE ESPUMA DA VTR

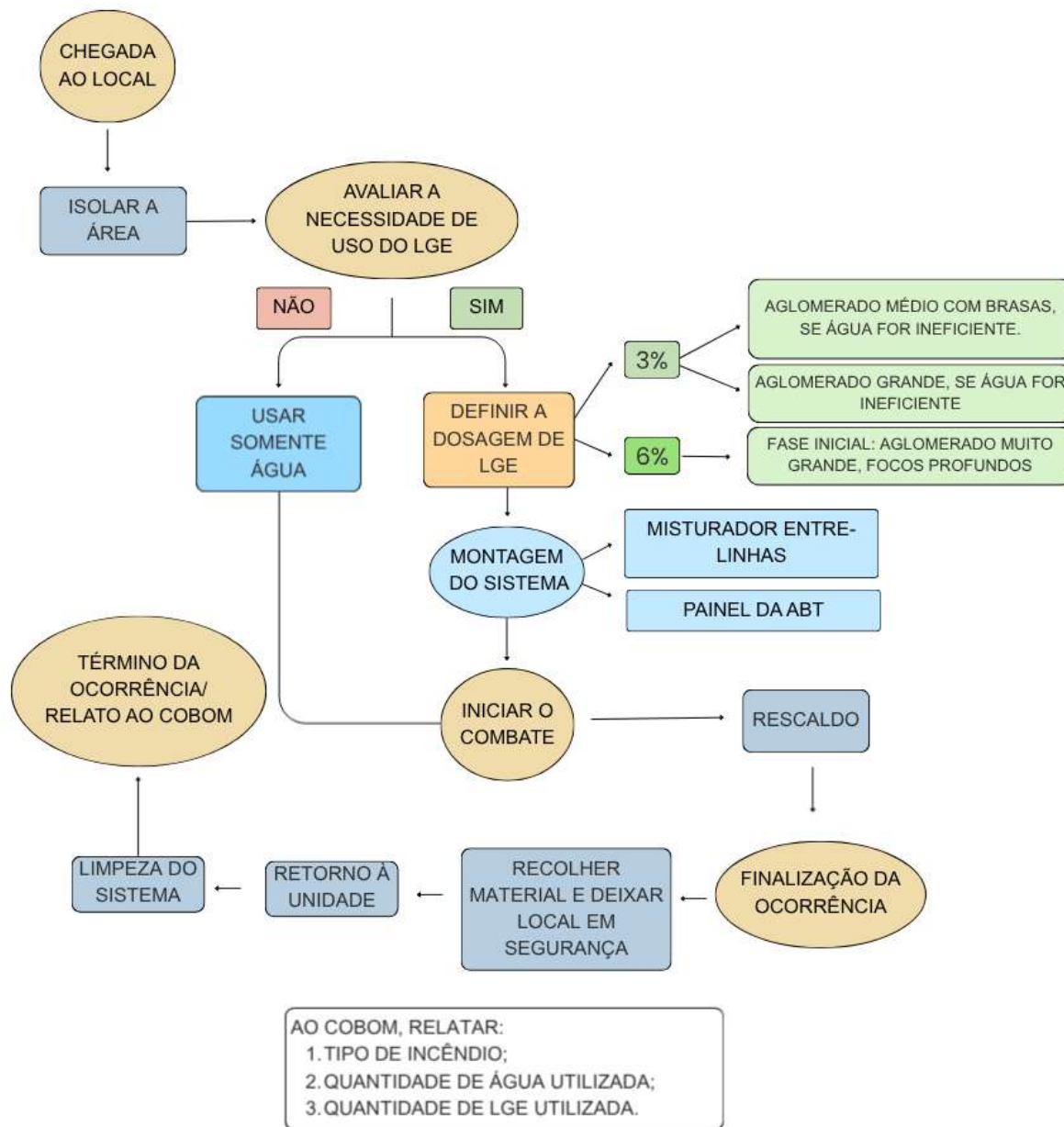
Encerrada a operação com uso de espuma, realizar o processo de limpeza do sistema de formação de espuma da viatura.

- a) Ajuste o botão “Dosagem de LGE” para a posição 0% (zero por cento);
- b) Escolha uma expedição (saída de água) e acione o fluxo de água por ela até que cesse completamente a formação de espuma.
- c) Repita o procedimento para todas as demais expedições, incluindo: Canhão monitor; mangotinho (quando houver); Outras saídas de água utilizadas.
- d) Verificar visualmente se a água está saindo limpa, sem presença de resíduos de LGE ou espuma.

A limpeza imediata após o uso do sistema é fundamental para evitar resíduos que possam comprometer a correta proporção da mistura de LGE em operações futuras.



7. FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DAS AÇÕES



8. REFERÊNCIAS

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 25/2025 - Líquidos igníferos (inflamáveis e combustíveis). 2025. Disponível em:
 <<https://cbaplang.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetCB/#!/LegislacaoConsult>>. Acesso em: 10 ago. 2025.



FERREIRA, George de Vargas. Espuma de Combate a Incêndio: análise das vantagens da espuma no combate a incêndios classe A. 2020. 65f. Monografia (Tecnólogo em Gestão de Emergências). Universidade do Vale de Itajaí, 2020.

FLORES, Bráulio Cançado; ORNELAS, Éliton Ataíde; DIAS, Leônidas Eduardo. Fundamentos de Combate a Incêndio – Manual de Bombeiros. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Goiânia-GO, 1ªed: 2016, 150p.

MITREN CAMINHÕES DE BOMBEIRO. Manual de operação e manutenção: viatura modelo ABT Série N V-3456. Mitren Caminhões de Bombeiro, 2024.

