

## A aplicação do protocolo NFPA 1033 no exame pericial de explosão: o caso da fogueira de Osasco-SP

A.C. Cotomacio <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica de São Paulo, Brasil

\*Endereço de e-mail para correspondência: [andre.acc@policiacientifica.sp.gov.br](mailto:andre.acc@policiacientifica.sp.gov.br)

Recebido em 01/08/2019; Revisado em 31/03/2020; Aceito em 13/04/2020

---

### Resumo

O presente trabalho consiste em um relato de experiência a respeito da utilização do protocolo NFPA 1033 em uma perícia de local de explosão. Para tanto, aplicaram-se ao exame pericial as etapas pertinentes do referido padrão metodológico, sendo possível estabelecer as causas do sinistro. No presente relato são discutidos os aspectos e as dificuldades na aplicação da metodologia que culminaram na confirmação de sua importância como um protocolo padrão de atuação na realização de exames periciais de incêndio e explosão.

*Palavras-Chave:* Explosão. Incêndio. Engenharia legal. Perícia Criminal. NFPA.

### Abstract

The present work aims to report the use of the NFPA 1033 protocol in an explosion investigation. Thus, the applicable steps of the referred methodology were used in a forensic investigation, in order to establish the causes of the claim. The present report discusses the aspects and the difficulties in applying the methodology, confirming its importance as a standard protocol for performing fire and explosion forensic investigations.

*Keywords:* Explosion. Fire. Forensic engineering. Forensic investigation. NFPA.

## 1. INTRODUÇÃO

A engenharia forense consiste na aplicação de princípios de engenharia e de suas metodologias para responder a questões inerentes a sinistros que podem ter implicações legais [1]. Nesse ramo das ciências forenses, a perícia criminal é requisitada para a realização de exames envolvendo incêndios e explosões. Diante destas ocorrências, o trabalho de um engenheiro forense é responder à pergunta: “qual a causa deste acidente?”.

Noon (2001) defende que o perito que atua em um local de engenharia forense não deve fazê-lo como um especialista em uma única disciplina de ciência ou engenharia, uma vez que a solução dos problemas geralmente requer a aplicação simultânea ou sequencial de várias disciplinas científicas, sendo que uma pode fornecer a base para que outra seja aplicada, sucessivamente, até que as relações lógicas desenvolvidas entre essas várias linhas de análise formem a base para a solução do que causou o evento [1]. Por conseguinte, Noon (2001) defende que o perito criminal, em ocorrências dessa natureza, seja um

engenheiro do tipo generalista e com conhecimento multidisciplinar.

Discorrendo especificamente sobre os locais de explosão, a determinação das suas causas é quase sempre uma tarefa semelhante a resolver um quebra-cabeças. Sob essa analogia, Noon (2001) argumenta que no início dos exames periciais, as peças estão aparentemente desconexas. Ademais, quando examinadas individualmente, as peças podem não fornecer informações. Contudo, utilizando uma metodologia apropriada, são ordenadas e pacientemente ajustadas em um contexto lógico, fazendo surgir, lentamente, um quadro geral mais claro a respeito de suas circunstâncias [1].

Assim, a necessidade do uso de ciência e de metodologia em análises periciais de incêndios e explosões não é uma questão recém levantada dentro das ciências forenses. Em 1997, a *International Conference on Fire Research for Fire Investigation* (Conferência Internacional de Pesquisa para Investigação de Incêndios) constatou a existência de falhas técnicas na investigação de incêndios, devido às muitas lacunas científicas que existiam nas

metodologias e nos princípios utilizados para investigar locais dessa natureza. Assim, o objetivo principal da conferência foi encorajar o desenvolvimento e uso de princípios científicos e metodologias para melhorar as investigações, uma vez que se concluiu que muitos métodos em uso até então necessitavam conhecimento científico básico para a identificação das causas dos eventos [2].

Portanto, no exame pericial é de suma importância que os elementos técnicos sejam identificados segundo uma metodologia, a qual tem por objetivo materializar o caminho percorrido desde o encontro dos vestígios até a conclusão do laudo [3].

Estes aspectos são os que conferem o caráter técnico e científico à atividade [3], visto que: toda perícia deve ser reproduzível no tempo; seus resultados devem ser inalteráveis; e tais resultados devem ser independentes dos recursos e técnicas empregadas ou do profissional que a realizou, compondo, portanto os três postulados da criminalística [4].

O presente relato de experiência tem por objetivo demonstrar a aplicação de um protocolo internacional em um exame pericial de explosão, uma vez que não há na literatura nacional referência específica para este fim. O caso periciado consiste na explosão ocorrida em uma fogueira junina na cidade de Osasco-SP, durante a realização do evento, a qual foi deflagrada no momento em que uma das vítimas aproximou a fonte de ignição do referido aparato.

## 2. METODOLOGIA

Icove e Haynes (2018) [2] apresentam a metodologia científica padrão utilizada para identificar e conduzir a investigação em locais de explosão, baseada na norma internacional NFPA 1033 (2014) [5].

A referida metodologia tem por objetivo a identificação e análise de explosões e dos efeitos explosivos (danos), bem como a documentação da zona de explosão (*blast zone*) e sua origem [2].

Destarte, aplicaram-se ao exame pericial as seguintes etapas do referido padrão metodológico:

- 1) Identificação do tipo de explosão;
- 2) Identificação da possível causa da explosão;
- 3) Identificação de danos decorrentes de quaisquer efeitos explosivos em materiais presentes na cena;
- 4) Análise e documentação da zona de explosão (*blast zone*) e sua origem.

Quando dos exames no local dos fatos, ofereceram interesse pericial os remanescentes comburidos da fogueira que fez parte do evento. No sítio do evento foi constatada a presença de cinzas, restos de madeira calcinados e pregos (utilizados na montagem e fixação da estrutura), dispostos em uma área aproximadamente quadrada, a qual possuía cerca de 3 (três) metros de lado, isolada por gradis

metálicos delimitando uma área de, aproximadamente, 60 m<sup>2</sup> (sessenta metros quadrados).

No exame dos materiais foram identificados: (a) uma haste de madeira, medindo aproximadamente 0,95 m (noventa e cinco centímetros), a qual teria sido utilizada para acender a fogueira com uma de suas extremidades em chama; (b) fragmento de tecido sintético tipo TNT (Tecido Não Tecido), de cor azul, aderido a um pedaço de madeira aparentemente utilizado na estrutura da fogueira; e (c) fragmento de madeira contendo tecido sintético tipo TNT, de cor branca, o qual aparentemente teria sido utilizado para cobrir cada uma das faces da fogueira.

Segundo a norma brasileira ABNT NBR-13370:2017, o TNT (Tecido Não Tecido) é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras, ou filamentos, orientados direccionalmente ou ao acaso, consolidada por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão), ou pela combinação destes. Tem o polímero como material estrutural de muitos tipos de fibras, podendo ser natural ou sintético [6]. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos e Tecidos Técnicos, as matérias primas das fibras/filamentos mais utilizadas são: (a) Artificiais: Viscose, Vidro, Silicone, Acetato; (b) Naturais: Lã, Algodão, Coco, Sisal, Cashmere, Asbesto, Metálicas (níquel-cromo, césio-cromo) e cerâmicas; (c) Sintéticas: Poliéster, Polipropileno, Poliamida (nylon), Poliacrilonitrila (Acrílico), Polietileno, Policarbonato [7].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos elementos materiais identificados acima quando do levantamento do local; em conjunto com os informes obtidos e, também, considerando as imagens obtidas por meio da filmagem do momento do sinistro, as quais foram amplamente divulgadas pela imprensa [8], são mostradas a seguir as etapas do procedimento de análise aplicado ao sinistro em tela, conforme apresentado na seção anterior.

### 3.1. Identificação do tipo de explosão

A NFPA 921:2017 define explosão como uma súbita conversão de energia potencial (química ou mecânica) em energia cinética, com a produção e liberação de gases sob pressão. Estes gases de alta pressão fazem o trabalho mecânico, como mover ou quebrar materiais próximos (por exemplo, o deslocamento do ar, que também pode provocar ruído semelhante a um estrondo) [9].

Tendo ocorrido uma explosão, o item 4.5 da norma NFPA 1033:2014 estabelece a entrevista, por meio da comunicação verbal, como um importante meio de obtenção de informações que subsidiem as investigações de suas causas. Neste sentido, teriam sido utilizados na fogueira 3 L (três litros) de gasolina, substância inflamável

Portanto, o evento em tela trata-se de uma explosão do tipo química, ou seja, em decorrência do emprego de substância química inflamável.

### 3.2. Identificação da possível causa da explosão

Dentro da categoria de explosões químicas, uma explosão é classificada como difusa quando há a combustão rápida dos vapores de um combustível que se encontram misturados com ar, sendo essa mistura posteriormente inflamada. A reação prossegue como uma frente de chama que se estende da fonte de ignição para a mistura de combustível e ar, aumentando sua superfície e volume. Seus efeitos dependem do tipo de combustível, concentração, mecanismo de ignição e grau de confinamento [2].

Vapor é a fase gasosa de uma substância, particularmente de substâncias que são normalmente líquidas ou sólidas à temperatura ambiente [2]. Muitos líquidos inflamáveis e combustíveis à base de hidrocarbonetos se volatizam, formando uma mistura explosiva de seus vapores com o ar. Isto se deve ao baixo ponto de fulgor da substância. Conforme a Norma Brasileira ABNT NBR 17505-1:2013, o ponto de fulgor é uma medida direta da volatilidade de um líquido e de sua tendência de evaporar [10].

Quanto mais baixo for o ponto de fulgor de uma substância, maior será sua volatilidade e o risco de incêndio [10]. Assim, um líquido com um ponto de fulgor menor ou igual à temperatura ambiente incendeia-se fácil e queima rapidamente. Quando ocorre a ignição, as chamas se espalham rapidamente sobre a superfície, gerando mais vapor. A gasolina é um exemplo comum para este caso. Por outro lado, um líquido com o ponto de fulgor acima da temperatura ambiente apresenta risco menor, já que precisa ser aquecido para gerar vapor suficiente para se tornar inflamável. Neste caso, é mais difícil de inflamar-se e apresenta menor potencial para a geração e a dispersão de vapor.

Antes da ignição os vapores gerados se difundem e se espalham no entorno. Quando presente uma fonte de ignição, as chamas são estabelecidas em todos os lugares por onde os vapores se espalharam. Quando um líquido inflamável é derramado sobre uma superfície, apenas seus vapores, e não o próprio líquido, realmente se inflamam.

Uma concentração baixa de solventes e misturas de hidrocarbonetos (de 0,8% a 7% em volume no ar) já seria suficiente para a formação de uma atmosfera explosiva [2]. Portanto, o emprego de uma substância inflamável com baixo ponto de fulgor - como a gasolina - quando despejada sobre a fogueira, teria criado uma atmosfera explosiva nas suas circunvizinhanças (mistura de vapores da substância com o ar), a qual, na presença de uma fonte de ignição (chama aberta), acarretou em combustão rápida, transformando energia potencial em energia cinética

(explosão). Cumpre, ainda, consignar que o emprego da cobertura de tecido não-tecido na cor branca, em todas as faces da fogueira, poderia ter colaborado para um maior confinamento desta mistura de vapor.

### 3.3. Identificação de danos decorrentes de quaisquer efeitos explosivos em materiais presentes na cena

No local não foram constatados elementos que denotassem a ocorrência de danos materiais. Contudo, houve vítimas em decorrência do sinistro.

### 3.4. Análise e documentação da zona de explosão (“blast zone”) e sua origem

Analisando-se o trecho da filmagem do evento no momento do sinistro, a qual se encontra amplamente divulgada pela imprensa [8], é possível estabelecer a dinâmica mostrada a seguir pela Fig. 1 a Fig. 8 e com a descrição nas respectivas legendas.

**Figura 1.** Momento em que as vítimas seguram uma das extremidades de uma haste de madeira que possuía sua outra extremidade em chamas.



Fonte: G1 (2019) [8].

**Figura 2.** A haste em chamas (fonte de ignição) é aproximada da fogueira. Note a existência de uma cobertura de tecido não-tecido interna à estrutura de madeira (que também se encontrava envolta pelo mesmo material na cor azul), em todas as faces da fogueira, a qual se apresentava construída em formato piramidal.



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 3.** Sequência da anterior



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 6.:** Sequência da anterior, momento em que é possível observar a ocupação das chamas por toda a parte inferior da fogueira, zona onde o vapor inflamável ocupava por ser mais denso do que o ar.



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 4.** Os vapores gerados pela substância inflamável despejada se difundem e se espalham no entorno. Quando presente uma fonte de ignição, as chamas vão se estabelecendo em todos os lugares por onde os vapores se espalharam.



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 7.** Fenômeno conhecido como *flash fire*, o qual consiste em uma chama súbita e intensa causada pela ignição de uma mistura de ar e uma substância inflamável dispersa. É caracterizada por alta temperatura, curta duração e uma frente de chama em rápido movimento, sem a produção de pressão prejudicial (suficiente, por exemplo, para arremessar pessoas e objetos) [3].



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 5.** Todos os vapores gerados pela evaporação de líquidos inflamáveis a temperaturas normais são mais densos que o ar à mesma temperatura [2]. Assim, é possível observar que as chamas vão ocupando a parte inferior da fogueira.



Fonte: G1 (2019) [8]

**Figura 8.** Sequência da anterior, em que é possível observar uma das vítimas atingida pelo *flash fire*.



Fonte: G1 [8].

#### 4. CONCLUSÕES

A análise dos elementos técnico materiais coligidos no local, em conjunto com os informes obtidos, levou a perícia a concluir como causa do evento em tela, o contato que se estabeleceu entre uma fonte de ignição (haste em chama) e o vapor do líquido inflamável despejado na fogueira. Ao aproximar a chama de sua base, formou-se o triângulo do fogo, isto é, as seguintes condições foram satisfeitas [2]: presença de (a) um combustível; (b) de um comburente (como oxigênio no ar) disponível em quantidade suficiente; e (c) de uma energia (chama aberta) como meio de ignição. Consequentemente o vapor, ao se incendiar, liberou grande quantidade de calor (*flash fire*), em consequência da reação em cadeia da queima. Junto com as chamas foram formadas moléculas de gases superaquecidos que se expandiram rapidamente.

O revestimento das faces laterais e a utilização de substância acelerante da combustão da madeira propiciaram que o vapor inflamável ficasse confinado no interior da fogueira, transformando-a em uma espécie de artefato explosivo.

Apesar de ser um dispositivo comumente concebido de forma artesanal, fazendo parte dos usos e costumes das festas juninas como tradição cultural, não foi encontrada diretriz formal que balizasse sua construção. Contudo, para a melhor circulação de ar e de calor, a fogueira deve ter formato piramidal (poliedro de base quadrada com suas faces laterais triangulares), sendo o lado da base do mesmo tamanho que a altura até o vértice [12].

A aplicação no exame pericial de uma metodologia específica e consagrada internacionalmente para a investigação de explosões proporcionou uma base científica básica para identificar as causas do evento, sendo possível organizar as peças do “quebra-cabeças” de uma maneira lógica.

A experiência de sua aplicação vai ao encontro do que defende Naves (2016) [13], comprovando que o método científico proposto pela NFPA oferece uma linha geral para a condução de um levantamento de local pelo perito criminal, além de permitir que uma possível hipótese decorrente da observação e experimentação possa ser adequadamente avaliada para que seja estabelecida uma conclusão acerca do sinistro.

Neste sentido, cabe reforçar a necessidade de o perito criminal ir além do *visum et repertum* e concluir o seu trabalho, vez que a aplicação de uma metodologia detalhada para o atendimento de locais de incêndio e explosão permite que os elementos materiais disponíveis à perícia não sejam exíguos - condição em que poder-se-ia admitir impossibilidade de conclusão [14]. O levantamento de dados por meio de procedimentos técnicos e metodológicos possibilita que os peritos possam, ao final dos exames, esgotar as possibilidades dos resultados possíveis, alcançando a plenitude da análise.

O maior desafio na realização deste exame pericial foi reunir todos os elementos materiais (peças do “quebra-cabeças”) e examiná-los de forma ordenada para que pudessem constituir vestígios relevantes. Um outro aspecto estava relacionado ao lapso temporal entre a data do evento e a realização da perícia; bem como o desaparecimento de elementos (como o material que constituía a fogueira), em decorrência de sua queima inerente à natureza do sinistro.

Assim, foi necessário que a perícia lançasse mão de todas as fontes possíveis de informações que pudessem instruir a aplicação metodológica na realização deste exame, tais como entrevistas, documentos do evento e os vídeos e filmagens divulgados e que retratavam o momento da explosão.

Baseado nos relatos desta experiência, sugere-se para trabalhos futuros que seja explorada a aplicação da metodologia proposta pela NFPA como “protocolo de atuação” no atendimento de locais de incêndio e explosão, uma vez que dada a falta de profissionais nos órgãos periciais, frente à grande demanda de atuação, é comum que peritos criminais com formação diversa das áreas da engenharia sejam requisitados no atendimento de locais destas naturezas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R.K. Noon, *Forensic Engineering Investigation*, CRC Press, United States of America (2001) 5-6, 188-212.
- [2] D.J. Icove; G.A. Haynes. *Kirk's Fire Investigation*, Pearson, United States of America (2018) xxx-xxx.
- [3] S. Maia. *Perícia em furto de energia elétrica: da inspeção administrativa ao exame pericial*. Campinas: Millenium Editora, Brasil (2019) 1-10.
- [4] L.E. Dorea; V. Quintela; V.P. Stumvoll; D. Tochetto (org). *Criminalística*. Campinas: Millennium Editora, Brasil (2010).
- [5] NFPA. *NFPA 1033: Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator*, National Fire Protection Association, United States of America (2014).
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13370: Nãotecido – Terminologia*, ABNT, Brasil (2017).
- [7] ABINT. *Classificação, Identificação e Aplicações de Nãotecidos*. Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos. Retirado em 03/07/2019, de [http://www.abint.org.br/pdf/Manual\\_ntecidos.pdf](http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf).
- [8] G1. *'Poderia ter sido fatal', diz prefeito de Osasco após sobreviver a explosão em fogueira de festa junina*. Retirado em 03/07/2019, de <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/06/30/prefeito-de-osasco-fala-sobre-acidente-que-sofreu-com-a-mulher-ao-acender-fogueira-em-festa-junina-poderia-ter-sido-fatal.ghtml>.
- [9] NFPA. *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*, National Fire Protection Association, United States of America (2014).

- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 17505-1: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 1: Disposições gerais*, ABNT, Brasil (2013).
- [11] NFPA. *NFPA 2112: Standard on Flame-Resistant Clothing for Protection of Industrial Personnel Against Short-Duration Thermal Exposures from Fire*. National Fire Protection Association, United States of America, (2018).
- [12] A. Bejan. Why humans build fires shaped the same way. *Scientific Reports* **5**: 1-4 (2015). Retirado em 03/07/2019, de <https://doi.org/10.1038/srep11270>.
- [13] M. C. X. Naves. Uma Nova Óptica Das Perícias Criminais em Acidentes Envolvendo Energia Elétrica. *Dissertação de Mestrado*, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília (2016).
- [14] J.A. Velho; G.C. Geiser; A. Espíndula. *Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. Campinas: Millennium Editora, Brasil (2017).
- [15] R.R.R.S.B. Cunha; M. G. Rodrigues; G. A. Lins. *Métodos para perícia ambiental forense*. Rio de Janeiro: Sirius (2013).