

Aplicação do método científico (NFPA 921-2017) em perícias de incêndio - o caso da fábrica de tintas

A.C. Cotomacio ^{a,*}

^a Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica de São Paulo, Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: andre.acc@policiacientifica.sp.gov.br

Recebido em 23/09/2019; Revisado em 31/03/2020; Aceito em 01/04/2020

Resumo

O presente trabalho consiste em um relato de experiência a respeito da utilização do método científico, derivado da norma internacional NFPA 921, quando da realização de perícia de local de incêndio em uma fábrica de tintas. Para tanto, aplicaram-se ao exame pericial as etapas pertinentes ao referido padrão metodológico, o que permitiu a perícia inferir sobre as causas do sinistro. No presente relato são discutidos os aspectos práticos observados quando da aplicação do método, ratificando sua importância como um padrão de atuação na realização de exames periciais em locais de incêndio.

Palavras-Chave: Incêndio. Tolueno. Engenharia legal. Perícia Criminal. NFPA.

Abstract

The present work aims to report an experience about the use of the scientific method derived from the international standard NFPA 921 in a paint factory fire investigation. Thus, the steps from the referred methodological standard were applied to the scene, in order to conclude about the causes of fire. The present report discusses the practical aspects observed when applying the scientific method, confirming its importance as a standard in forensic fire scene investigations.

Keywords: Fire. Toluene. Forensic engineering. Forensic investigation. NFPA.

1. INTRODUÇÃO

A abordagem científica na realização dos exames periciais é de suma importância para o correto exame da cena, devendo o perito criminal estar apto para avaliá-la e transformar seus elementos materiais em informações relevantes para os destinatários do laudo.

Contudo, nas perícias de incêndio a destruição da cena pode ser quase completa devido à queima prolongada e, posteriormente, às necessárias operações de rescaldo e combate às chamas, fazendo com que praticamente nada possa ser verificado em seus remanescentes para que seja determinada a origem, a causa ou a dinâmica do fogo [1].

Perante à impossibilidade de uma interpretação confiável acerca da posição dos objetos, padrões de queima e outros elementos relevantes típicos do incêndio, torna-se ainda oportuna a aplicação de princípios científicos no exame dos elementos remanescentes, mesmo em cenas comprometidas, mas que podem revelar informações importantes por meio do raciocínio indutivo [1].

Francis Bacon (1561-1626) estabeleceu e popularizou o método lógico de raciocínio indutivo para conduzir investigações científicas críticas e extrair conhecimento através da observação, experimentação e teste de hipóteses.

A necessidade do uso de ciência e de metodologia em investigações 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 dos sinistros, devido às muitas lacunas científicas que existiam nas metodologias e nos princípios utilizados para analisar ocorrências dessa natureza.

Em síntese, 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 uma base científica básica para identificar as causas dos eventos [1].

Portanto, é de suma importância que os elementos técnicos que possuem origem na perícia criminal, a qual materializa, concatena e perpetua os vestígios (determinando, sempre que possível, autoria e materialidade) por meio do laudo pericial, devem ser identificados segundo uma metodologia.

O presente relato de experiência tem por objetivo demonstrar a aplicação do método científico, baseado na norma internacional NFPA 921, em um exame pericial de incêndio. O caso periciado consiste na ocorrência desse sinistro em uma fábrica de tintas, do qual decorreram danos materiais de grande monta, resultando também perigo para a integridade física, para a vida ou para o patrimônio alheio, uma vez que a fábrica se encontrava em operação na ocasião dos fatos; além de existirem imóveis habitados nas proximidades do local.

2. METODOLOGIA

Referência [1] apresenta uma metodologia para avaliação sistemática de um local de incêndio, baseada no método científico e na norma internacional NFPA 921 (2017) [2].

Em alguns casos, como verificado no presente relato de experiência, a destruição pode ser de grande magnitude impedindo que se possa verificar com segurança, nos elementos remanescentes, a origem, causa e a dinâmica do fogo. No entanto, mesmo nestes tipos de cenas, é possível identificar elementos materiais que ofereçam informações sobre o incêndio, por meio da adoção de uma abordagem científica sistemática.

Ao utilizar o método científico, o perito criminal refina e explora continuamente suas hipóteses até chegar a uma conclusão ou opinião final em seu laudo pericial. Destarte, são aplicadas à presente perícia as seguintes etapas do referido padrão metodológico:

1. Reconhecimento das necessidades;
2. Definição do problema;
3. Coleta de dados;
4. Análise dos dados (raciocínio indutivo);
5. Desenvolvimento de hipóteses de trabalho
6. Teste as hipóteses de trabalho (raciocínio dedutivo);
7. Seleção da hipótese final (conclusão ou opinião pericial).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos elementos materiais identificados 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 [3]; são mostradas a seguir as etapas do procedimento de análise aplicado ao incêndio em questão.

3.1. Reconhecimento das necessidades

Nesta etapa, a perícia deve verificar as condições de preservação do local, identificando as pessoas responsáveis. Deve-se atentar também para que sejam garantidas as condições de segurança para a realização dos exames, elaborando, sempre que possível, uma estratégia para entrada e permanência no local em conjunto com o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil. Contudo, na grande maioria das vezes, a perícia comparece ao sítio dos fatos após a chegada ou saída dessas outras equipes, o que inviabiliza o planejamento. Assim, cabe sempre ao perito avaliar as condições necessárias para a garantia da realização dos trabalhos em segurança.

Faz-se importante o registro de que o local se encontrava parcialmente prejudicado no tocante ao levantamento de vestígios que pudessem estabelecer, de forma cabal, a dinâmica e as causas do evento, em consequência dos grandes danos ocasionados pelo fogo e pelos necessários trabalhos de combate ao incêndio e rescaldo realizados pelos bombeiros.

3.2. Definição do problema

Nesta etapa do método deve-se identificar autoridades, responsáveis e testemunhas que possam fornecer informações importantes a respeito do sinistro, para que possa ser determinada natureza do incêndio.

A Equipe Pericial foi recebida pelo responsável da empresa no local, o qual forneceu as seguintes informações:

1. Que a empresa em questão se dedicava a atividade de produção de tintas e vernizes;
2. Que na data do fato ocorria o manuseio do solvente químico tolueno na produção de tinta para sua diluição, havendo uma combustão durante este processo, espalhando-se pelo derramamento da substância pelo piso da fábrica;
3. Que no local havia o armazenamento de matéria prima e produtos acabados, estes em porta-paletes, cuja movimentação no local se dava por meio de uma empilhadeira elétrica;
4. Que não havia dispositivo de contenção contra vazamentos no local de armazenagem dos produtos acabados.

Ademais, no exame do local foi constatado o colapso estrutural da edificação em decorrência do incêndio, com risco de desabamento, resultando na interdição do imóvel pela Defesa Civil.

Portanto, a partir dessa etapa a perícia direciona seus exames considerando a ocorrência de um incêndio de natureza química. Todavia, não se deve basear exclusivamente em depoimentos para conduzir os exames

ou elaborar a conclusão do laudo técnico pericial. Em suma, cabe ao perito comparar os informes obtidos com os elementos técnico-materiais levantados e estabelecer se são corroborantes ou conflitantes, para orientar o seu raciocínio lógico no local e embasar a sua convicção a respeito de como o fato ocorreu e quais os motivos, ou pelo menos os mais prováveis, que lhe deram causa.

3.3. Coleta de dados

Dados são fatos ou informações sobre o sinistro, que envolvem o registro das observações por meio das fotografias; bem como a análise de documentos pertinentes ao fato e ao local. Nesta etapa foi possível observar, descrever e documentar o incidente por meio dos importantes registros fotográficos que servem à fotografia técnico-pericial.

Ainda como parte dos exames na etapa de coleta de dados, foram solicitados ao responsável da empresa presente no local os seguintes documentos pertinentes à perícia, abrindo-se a possibilidade de envio pelo e-mail institucional: (a) PAE (Plano de Ação de Emergência); e (b) PPCI (Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndios). Cumpre consignar que os referidos documentos não foram entregues ao relator até a data de elaboração do laudo pericial.

A importância desses documentos se dá pelos seguintes motivos:

- A norma ABNT NBR 17505 tem como objetivo geral estabelecer os requisitos exigíveis para os projetos de instalações de armazenamento, manuseio e uso de líquidos inflamáveis e combustíveis. Esta norma, em sua Parte 5 – Operações (NBR 17505-5) [4], aplica-se a locais onde os líquidos inflamáveis e combustíveis são manuseados ou utilizados, bem como quanto ao gerenciamento para identificar, avaliar e controlar os riscos envolvidos no manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis (item 1, alíneas “c” e “h”);
- A referida norma, em seu item 9 – Análise de Risco, estabelece que operações envolvendo líquidos inflamáveis e combustíveis devem ser analisadas e desenvolvidas para assegurar que os riscos de incêndio e explosão estejam previstos nos planos de ação de emergência de controle e prevenção de incêndio. Ademais, propõe em seu item 9.1.1.1 que a extensão da prevenção e controle de incêndio que está prevista deve ser determinada em consulta às autoridades ou por meio de uma avaliação de engenharia da operação envolvida e da aplicação dos princípios de combate a incêndio e de engenharia de processo, devendo incluir: análise

dos riscos de incêndio e explosão da operação; análise das condições locais das instalações para as propriedades adjacentes e destas para as instalações; e análise da capacidade de resposta dos serviços locais de atendimento à emergência (Corporação de Bombeiros, Plano de Ações Mútua-PAM e Defesa Civil etc.);

- Estabelece, em seu item 9.5 Planejamento e treinamento para emergência, que exista um plano de ação de emergência (PAE), escrito e consistente com os equipamentos e pessoal disponíveis, deve ser estabelecido para atender a incêndios ou outras emergências. Além disso, o planejamento de medidas efetivas para o controle de incêndios deve ser coordenado com a Corporação de Bombeiros local, conforme item 9.5.3;
- Outrossim, o PPCI é um documento que descreve de forma minuciosa os procedimentos para combate a princípio de incêndio e abandono dos ocupantes da edificação (população fixa e fluante);
- O PPCI deve atender aos aspectos de organização, priorização e segurança, objetivando a manutenção da integridade física dos ocupantes no trajeto a locais seguros, contendo ainda informações sobre os aspectos estruturais, arquitetônicos, dispositivos de segurança. Quando da elaboração deste documento, deve-se responder às seguintes perguntas: (i) Quais os locais que apresentam maior risco? (ii) Quais os riscos existentes? (iii) Quais são as rotas de fuga? (iv) Quais os equipamentos de combate existentes? (v) Os equipamentos e sistemas estão em perfeito estado de funcionamento?

A não apresentação da referida documentação impediu a perícia de considerar o reconhecimento, por parte da empresa, dos riscos existentes quanto à manipulação de substância líquida inflamável em seu processo produtivo.

3.4. Análise dos dados (Raciocínio indutivo)

Considerando a ocorrência de um incêndio de natureza química, o item 4.5 da norma NFPA 1033:2014 [5] estabelece a entrevista, por meio da comunicação verbal, como um importante meio de obtenção de informações que subsidiem as investigações de suas causas. Nesse sentido, conforme registrado na etapa 2 da presente metodologia, infere a perícia que o incêndio tenha envolvido o solvente líquido inflamável tolueno, o qual teria sido exposto a uma reação e/ou a calor suficiente para causar a sua ignição próxima a materiais combustíveis, resultando no incêndio [1].

3.5. Desenvolvimento de hipóteses

A partir das observações descritas nas etapas anteriores, é possível formular hipóteses acerca do inferido na etapa anterior de Análise dos Dados, considerando-se as características da substância química tolueno.

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 a evaporar [6].

Referência [6] indica que quanto mais baixo for o ponto de fulgor de uma substância, maior será sua volatilidade e o risco de incêndio. 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. O tolueno é um exemplo comum para este caso, dado seu ponto de fulgor em 4,4°C (V. FECHADO) e 12,8°C (V. ABERTO) [7]. 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.

Portanto, a manipulação de uma substância inflamável com baixo ponto de fulgor - como o tolueno - poderia ter criado uma atmosfera explosiva nas suas circunvizinhanças (mistura de vapores da substância com o ar), a qual, na presença de uma fonte de ignição, deu início a uma reação de combustão.

Quanto às possíveis fontes de ignição, a norma ABNT NBR 17505-5:2015, em seu item 10 - Eletricidade estática no manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis, estabelece que cargas elétricas podem ser geradas quando alguns materiais são colocados em contato com fluxos de líquidos inflamáveis ou combustíveis. Além disso, o corpo humano é um condutor elétrico e pode acumular uma carga eletrostática se isolado da terra.

Segundo a referida legislação, a carga eletrostática pode ser gerada pelo contato e separação do calçado com o piso pela indução ou pela participação em várias operações de fabricação, isto é: onde existirem misturas inflamáveis, existe o potencial para provocar uma ignição a partir do corpo humano carregado eletrostaticamente, devendo ser adotados meios para prevenir acumulação de cargas de eletricidade estática no corpo humano.

O item 10.2.1 da norma ABNT NBR 17505-5:2015 estabelece os aspectos para prevenir a acumulação de cargas eletrostáticas, a saber: (a) pisos e calçados condutivos; (b) dispositivos de aterramento do pessoal; (c) roupas antiestáticas e condutivas.

3.6. Validação das hipóteses (raciocínio dedutivo)

Esta etapa permite que se chegue a uma conclusão com base em fatos conhecidos anteriormente, enquanto se comparam as hipóteses desenvolvidas com todos os outros fatos conhecidos, que pode implicar na coleta e análise de dados adicionais.

Nesse sentido, referência [8] expõe que o processo de produção de tintas à base de solvente geralmente abrange as seguintes operações unitárias: pré-mistura, dispersão (moagem), completação, filtração e envase. Na etapa de pré-mistura os insumos são adicionados a um tanque (aberto ou fechado) provido de agitação adequada durante um período de tempo pré-determinado para sua homogeneização.

Ademais, referência [1] indica todos os solventes aromáticos, como o tolueno, queimam com uma chama amarela e muita fuligem, fenômeno que pôde ser observado durante a ocorrência do incêndio, conforme verificado na Fig. 1, divulgada pela imprensa [3].

Figura 1. Divulgação pela imprensa [3] durante a ocorrência do incêndio. Note a existência de chama amarela e muita fuligem.



Fonte: G1 (2019) [3]

3.7. Seleção da hipótese final (conclusão ou opinião pericial)

Apesar de o local se encontrar prejudicado, o conjunto restante e disponível dos elementos coligidos pela perícia, descritos no bojo do presente trabalho, indicam que durante o processo produtivo de tintas, teria ocorrido o manejo e a utilização do tolueno como solvente, o qual, por sua vez, é uma substância inflamável com baixo ponto de fulgor, favorecendo a formação de uma atmosfera explosiva nas suas circunvizinhanças (mistura de vapores da substância com o ar).

A presença de uma fonte de ignição, provavelmente, decorrente da eletricidade estática oriunda do próprio fluxo do líquido inflamável e/ou mesmo do próprio operador, uma vez que o corpo humano é um condutor elétrico e pode acumular cargas eletrostáticas, teria dado início à reação de combustão

4. CONCLUSÕES

Nos exames periciais, é de extrema importância que o perito criminal vá além do *visum et repertum* e, quando possível, conclua o seu trabalho. Isso porque, em se tratando das perícias em locais de incêndio, cabe destacar sua grande complexidade, uma vez que as chamas consomem a maior parte dos elementos materiais que evidenciarão o sítio de início do fogo e o elemento ígneo que lhe deu origem; além dos danos ocasionados pelas operações de combate ao incêndio, ambos fazendo restar poucos vestígios para serem analisados [9].

Assim, a aplicação de uma metodologia detalhada e sistemática permite que os elementos materiais disponíveis à perícia não sejam exíguos, condição em que se poderia admitir a impossibilidade de conclusão [10]. 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 desaparecimento de elementos materiais que possam contribuir para a determinação das causas e da dinâmica de um incêndio, seja pelo trabalho de rescaldo, seja pelo próprio consumo durante a queima, é um importante aspecto com o qual o perito criminal inevitavelmente deve lidar.

Isto posto, é necessário que a perícia lance mão de todas as fontes possíveis de informações que possam 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.

Cabe ressaltar que as informações obtidas de testemunhas não podem ser interpretadas como elementos materiais da cena, devendo ser ouvidas com prudência e atenção, servindo apenas como orientação. Algo nestas informações pode ser de valor para o perito, mas sua habilidade de perscrutar, analisar e compreender cada aspecto do sinistro irá determinar o valor da informação recebida [11]. É na seção “Histórico” do laudo que o perito pode incluir a síntese destes esclarecimentos (úteis para melhor inteligência do fato) obtidos de partes e testemunhas [12].

Baseado nos relatos desta experiência, sugere-se para trabalhos futuros que seja explorada a aplicação da metodologia científica proposta pela NFPA como “protocolo de atuação” no atendimento de locais de incêndio, 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 dessas naturezas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D.J. Icove; G.A. Haynes. *Kirk's Fire Investigation*, Pearson, United States of America (2018).
- [2] NFPA. *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*, National Fire Protection Association, United States of America (2017).
- [3] G1. *Incêndio em Santana de Parnaíba*. Retirado em 20/09/2019, de <http://g1.globo.com/sao-paulo/videos/t/sptv-1-edicao/v/incendio-em-santana-de-parnaiba/7911064/>.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 17505-5: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 5: Operações*, ABNT, Brasil (2013).
- [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 17505-1: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 1: Disposições gerais*, ABNT, Brasil (2013).
- [7] CETESB. *Emergências Químicas: Tolueno*. Retirado em 20/09/2019 de https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=TOLUENO&cod=TOLUENO.
- [8] SÃO PAULO (Estado). *Guia técnico-ambiental tintas e vernizes – Série P+L*. Retirado em 20/09/2019, de <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/tintas.pdf>.
- [9] C. Cordioli. *Incêndios com origem em fenômeno elétrico*. In: R.F. Aragão. *Incêndios e explosivos: uma introdução à engenharia forense*. Campinas: Millennium Editora, Brasil (2020).
- [10] J.A. Velho; G.C. Geiser; A. Espíndula. *Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. Campinas: Millennium Editora, Brasil (2017).
- [11] R.R.R.S.B. Cunha; M. G. Rodrigues; G. A. Lins. *Métodos para perícia ambiental forense*. Rio de Janeiro: Sirius (2013).
- [12] J.L. Zarzuela; M. Matunaga; P.L. Thomaz. *Laudo Pericial: aspectos técnicos e jurídicos*. São Paulo: Revista dos Tribunais (2000).