

# DETECÇÃO DE AGENTES LÍQUIDOS ACELERANTES DE INCÊNDIO: COLETA, TRATAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE AMOSTRA

Fabiano Bastos das Neves<sup>1</sup>

Charles Fabiano Acordi<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo centra-se na adequada coleta, tratamento e identificação de amostra para a detecção de uso de agente líquido para acelerar incêndios, abordando também questões referentes ao estabelecimento da cadeia de custódia. Empregando o método de pesquisa de estudo exploratório e bibliográfico este trabalho se propõe a estudar na doutrina mais recente e nas normas nacionais e internacionais os procedimentos que devem ser adotados pelo perito de incêndios e explosões, no local da perícia e posteriormente, a fim de garantir a obtenção de amostras válidas para uso probatório, quando este se deparar com indícios de que o incêndio foi acelerado por uso de líquidos inflamáveis. A pesquisa obteve como resultado a informação de que na investigação da cena de incêndios a detecção e coleta de vestígios é parte integrante de uma perícia bem conduzida. Assim sendo, o investigador de incêndios deve ser capaz de identificar elementos de prova, reconhecer a necessidade legal de protegê-los adequadamente, além de conhecer a correta forma de coleta e manuseio deste material importante. Quando todas as evidências potencialmente valiosas são devidamente recolhidas, documentadas e processadas, a investigação tem uma chance muito maior de elucidar as causas do incêndio.

**Palavras-chave:** Detecção. Líquidos. Acelerantes. Incêndio. Coleta.

## 1 INTRODUÇÃO

Investigar as causas de um incêndio é um desafio já que as evidências são parcialmente, se não totalmente, destruídas durante o evento. No local, os peritos estabelecem o foco inicial do incêndio para iniciar o processo de determinação da causa. Resíduos do

---

<sup>1</sup> Major Bombeiro Militar, aluno Perito em Incêndio e Explosão, graduado no Curso de Formação de Oficiais pela Polícia Militar de Santa Catarina (2000), especialista em Gestão de Emergências e Desastres pela Faculdade Integrada da Grande Fortaleza (2011); especialista em Gestão Pública com Ênfase à Atividade de Bombeiro Militar pela Universidade do Estado de Santa Catarina (2013). Email: fabianob@cbm.sc.gov.br

<sup>2</sup> Major Bombeiro Militar, Perito em Incêndio e Explosão, graduado no Curso de Formação de Oficiais pela Polícia Militar de Santa Catarina (1994), graduado em direito pela Universidade do Planalto Catarinense (2004), mestre em direito pela Universidade Estácio de Sá (2010), e mestre em administração pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2010). Email: charles@cbm.sc.gov.br

incêndio a partir do foco inicial são recolhidos como prova e, em seguida, analisados em laboratórios para detectar se um resíduo de líquido acelerante está presente. A presença de um resíduo de líquido acelerante pode ser um fator essencial para estabelecer a causa de um incêndio. Sua natureza volátil requer que o recipiente de armazenamento e transporte possua características especiais para a preservação da prova. No laboratório, o resíduo de líquido inflamável deve ser extraído do detrito do incêndio antes da detecção e análise.

A Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM) editou diversas normas regulando métodos de recebimento, armazenamento, separação, amostragem, extração, identificação, rotulagem e documentação relacionada de líquidos inflamáveis a partir de resíduos do incêndio.

A perícia de incêndios e explosões realizada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, considerando o ciclo operacional de bombeiro, tem como missão maior a retroalimentação das demais fases deste ciclo, ou seja, é instrumento de estudo dos incêndios para a fase preventiva, para a fase passiva e para a fase ativa.

Porém, mesmo não tendo como missão principal subsidiar a justiça civil ou penal com provas periciais, considerando tratar-se de uma instituição pública, subordinada aos princípios constitucionais do Direito Administrativo, ou seja, legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência, não pode o Corpo de Bombeiros Militar deixar de agir com eficiência, no limite que a legalidade lhe permite. Desta forma, uma perícia de incêndios realizada atendendo os princípios metodológicos e processuais legais pertinentes pode beneficiar duplamente o contribuinte, uma vez que não somente contribuirá para a construção de uma sociedade mais protegida contra os incêndios, como poderá servir também de fonte de provas válidas para a solução de contendas judiciais.

O presente trabalho trata de uma das facetas da perícia de incêndios mais afeta ao fornecimento de provas ao contencioso jurídico, a detecção de agentes acelerantes de incêndio, buscando estudar na doutrina mais recente e nas normas nacionais e internacionais os procedimentos que devem ser adotados pelo perito de incêndio e explosão, no local da perícia e posteriormente, a fim de garantir a obtenção de amostras válidas para uso probatório em processos civis e criminais, quando este se deparar com indícios de que o incêndio foi acelerado por uso de líquidos inflamáveis.

A ASTM E1618 (2001) ensina que a identificação de um resíduo de líquido inflamável em amostras de uma cena do incêndio pode suportar a opinião do perito de incêndio sobre a origem, a carga de combustível, e a natureza incendiária do fogo.

Nos incêndios acelerados por líquidos inflamáveis, o sucesso da investigação depende do desempenho do perito, técnicas utilizadas para reconhecer os indícios e procedimentos utilizados para a obtenção de amostras de resíduos para exame laboratorial. A inobservância destes procedimentos e técnicas pode acarretar na invalidação para uso probatório das provas colhidas no local do incêndio, por contaminação ou por quebra da cadeia de custódia, ou ainda dificultar a detecção do uso dos acelerantes.

Afim de buscar subsídios de informações que possam auxiliar no aperfeiçoamento deste processo, este trabalho, através da pesquisa bibliográfica, se propõe a compilar as informações obtidas nas normas e doutrina nacional e internacional sobre as técnicas e procedimentos de coleta, tratamento e identificação de amostras que devem ser adotados pelo perito em incêndios e explosões quando se deparar com indícios de uso de líquidos acelerantes para aumentar a velocidade de propagação e danos de um incêndio, objetivando:

1. Conhecer como ocorre a queima com acelerantes e o que a diferencia das demais;
2. Conhecer como são os padrões de queima relacionados com a presença de acelerantes;
3. Conhecer quais são as ferramentas de apoio na detecção do uso de acelerantes disponíveis para uso dos peritos;
4. Estudar a importância da adoção de procedimentos e técnicas de coleta adequados para garantir a validade e eficácia probatória de evidência de uso de acelerantes;
5. Estudar a cadeia de custódia das evidências colhidas e sua importância para a perícia em incêndios envolvendo o uso de agentes líquidos acelerantes.

Para desenvolver este artigo, a pesquisa foi fundamentada nos princípios metodológicos utilizados por Vergara (2005), para a qual existe vários tipos de pesquisa, com diferentes taxionomias. No entanto, a autora propõe dois critérios básicos. Sendo eles: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, uma pesquisa pode ser: exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e intervencionista. Segundo Vergara (2005), a investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses.

Dada às características da pesquisa objeto deste artigo, parece ser adequado classificá-lo quanto aos fins como exploratório, uma vez que foi realizada uma revisão da literatura disponível sobre o assunto – detecção de agentes líquidos acelerantes de incêndio: coleta, tratamento e identificação de amostra.

Quanto aos meios, Vergara (2005) classifica como pesquisa de campo, de laboratório, documental, bibliográfica, experimental, *ex post fact*, participante, pesquisa-ação e estudo de caso. Segundo ensina a autora, estes tipos de pesquisa não são excludentes.

A pesquisa bibliográfica pareceu ser aqui, o meio mais adequado para classificar o tipo proposto de pesquisa, pois a mesma foi realizada através da revisão de literatura disponível sobre o tema exposto.

## **2 DETECÇÃO DE AGENTES LÍQUIDOS ACELERANTES DE INCÊNDIO**

### **2.1 ACELERANTES**

Conforme nos ensina Vidal (2007, p. 35):

Os incêndios intencionalmente provocados, tecnicamente classificados pelos peritos como de Ação Humana Direta, geralmente envolvem a utilização de uma substância para facilitar e acelerar a intensidade da fase de ignição bem como o tamanho da superfície incendiada. Para isso, normalmente é utilizada uma substância com baixo ponto de fulgor, que possa entrar em ignição facilmente e que seja classificada como inflamável. A tais substâncias, damos o nome de agentes acelerantes.

A investigação de incêndios criminosos, ou seja, provocados intencionalmente, quase sempre passa pela necessidade de detectar o uso de líquidos inflamáveis para acelerar a ignição, propagação e, conseqüentemente, danos e prejuízos causados, pois estes são uma ferramenta eficaz, de fácil obtenção e suas propriedades básicas que auxiliam o incêndiarismo são de conhecimento comum.

Segundo a NFPA 921 (2011) acelerante é um combustível ou oxidante, muitas vezes um líquido inflamável, utilizado para iniciar um incêndio ou aumentar a taxa de crescimento ou propagação do fogo.

A mesma norma conceitua líquido combustível como qualquer líquido que tem um ponto de fulgor em copo fechado em ou acima de 37,8 ° C (100 ° F). Ensina ainda que líquido inflamável é um líquido que tem um ponto de fulgor em copo fechado inferior a 37,8 ° C (100° F) e uma pressão de vapor máxima de 2068 mm Hg (40 psi) a 37,8° C (100° F).

Conceito que vai ao encontro também do conceito adotado pela NBR 17505-1 (2006), Intenational Code Concil (2012) e pela NFPA 30 (2015).

Hidrocarbonetos líquidos, como por exemplo: a gasolina, o diesel ou a querosene, são os acelerantes mais utilizados, pois segundo Vidal (2007), garantem que o fogo se propague

com mais rapidez, pois, além de possuírem características de fácil inflamabilidade, são também facilmente encontradas no comércio.

Para Stauffer, Dolan e Newman (2007), a gasolina é o acelerante de escolha dos incendiários. Na verdade, é o acelerante mais comumente encontrado em provavelmente todos os países ao redor do mundo. As razões residem no fato de que ela está prontamente disponível, não custa caro, é fácil de transportar, e mais importante, é fácil de inflamar e fornece a energia necessária para acelerar um incêndio. Porém, embora a gasolina seja o acelerante mais utilizado, é claro que muitos outros líquidos inflamáveis também são usados para iniciar incêndios, como diesel, álcoois e muitos outros solventes.

Segundo DeHaan (2002, apud STAUFFER, DOLAN e NEWMAN, 2007) é importante lembrar que um material é definido como um líquido inflamável com base nas suas propriedades físicas e químicas, mas um material é definido como um acelerador baseado em como ele é usado. Um acelerante é um combustível usado para iniciar ou aumentar a intensidade ou a velocidade de propagação do incêndio. Portanto, nem todos os líquidos inflamáveis encontrados em um local de incêndio são acelerantes, por outro lado, nem todos acelerantes utilizados para cometer incêndio criminoso são líquidos. A trilha de papel usado por um incendiário para colocar uma casa em chamas é um acelerador. No entanto, a presença de gasolina em um pedaço de tapete colocado em uma garagem sob veículos para coleta de manchas de óleo não é um acelerante; ao contrário, ela é definida como um líquido incidental presente no substrato.

## 2.2 PADRÕES DE QUEIMA ACELERADAS

Segundo Almirall e Furton (2004) os materiais sólidos e líquidos não queimam na sua fase inicial e tem de ser primeiro convertidos para a fase gasosa antes da ignição de vapores inflamáveis ocorrer. Para líquidos isto é conseguido através de vaporização do combustível, e nos sólidos o principal mecanismo é a pirólise.

Almirall e Furton (2004) ensinam que para um líquido inflamar, ele deve primeiro evapora-se e formar uma mistura inflamável. Na presença de um agente ígneo, tal como uma faísca ou pequena chama, irá ocorrer a ignição do combustível líquido evaporado se este atingiu o seu limite inferior de inflamabilidade. A sustentação da chama depende do fato de a taxa de evaporação ser suficiente para manter uma concentração de gás acima do limite inferior de inflamabilidade. Para a maioria das situações, o principal fator que afeta a taxa de

evaporação é o retorno radiante da chama para o combustível líquido. A temperatura mínima para a qual uma mistura inflamável vai formar-se imediatamente acima de um líquido é conhecida como o ponto de fulgor ou temperatura de ignição provocada. Quando não está presente a chama o líquido deve ser aquecido até à sua temperatura de autoignição. O ponto de fulgor é inferior ao ponto de ebulição de um líquido e a temperatura de autoignição é acima do ponto de ebulição. Por conseguinte, o líquido deve ser totalmente convertido a um gás antes da autoignição ocorrer. Um exemplo prático de como isso impacta um cenário real de ignição de incêndio é a gasolina, que, na presença de um agente ígneo, vai evaporar e fornecer uma mistura inflamável à temperatura ambiente normal, mas quando nenhum agente ígneo está presente, o vapor deve entrar em contacto com um objeto com uma temperatura superior à sua temperatura de autoignição de 440 °C antes de se inflamar.

Segundo Noon (2000), ao contrário do mito popular, acelerantes não queimam completamente com o incêndio. Muitas vezes, pequenas quantidades do acelerante são absorvidas pelo material ao qual ele foi aplicado. Isso inclui madeira, concreto, telhas, têxteis e outros materiais de construção comum que têm alguma porosidade. Por vezes, quantidades suficientes são absorvidas no material, que após o incêndio continua liberando gases. Isso às vezes cria um odor reconhecível que é perceptível logo após a extinção do incêndio.

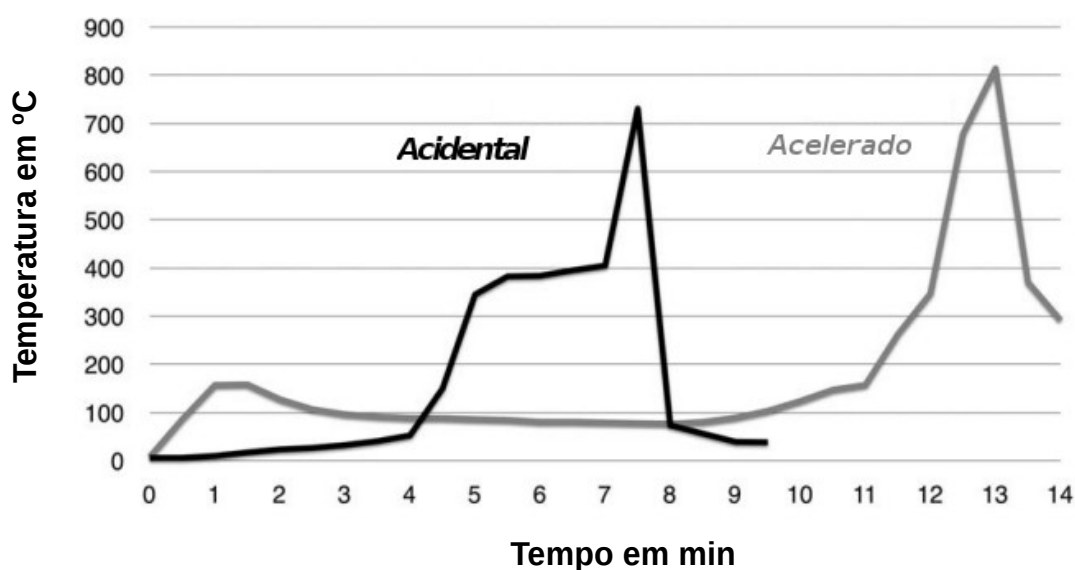
Para Vidal (2007, p. 35):

Os incêndios com presença de acelerantes apresentam características próprias que os distinguem dos incêndios convencionais. Produzem elevada quantidade de vapores aquecidos e grande elevação de temperatura em um curto espaço de tempo e em uma posição específica. Em casos extremos, pode haver uma súbita expansão de gases, gerando força explosiva, que pode arremessar portas, janelas, paredes, ou mesmo a edificação como um todo.

Contudo, segundo Stauffer, Dolan e Newman (2007), durante muitos anos acreditou-se que incêndios acelerados por líquidos inflamáveis atingiam temperaturas muito mais altas. Um equívoco que pode ser encontrado nos textos antigos sobre investigação de incêndios, mas, infelizmente, também em alguns textos modernos. Os autores afirmam que a gasolina queima a aproximadamente a mesma temperatura que a madeira ou a maioria dos outros combustíveis domésticos. Por uma questão de fato, a maioria mobiliário doméstico moderno é feita de polímeros à base de petróleo, apresentando, assim, uma química um tanto similar em termos de temperaturas atingidas durante a sua combustão, a da gasolina. O incêndio em uma casa típica irá resultar em temperaturas de até cerca de 1000 ° C (1900 ° F), embora em alguns casos, temperaturas mais elevadas possam ser alcançadas.

A Figura 1 é uma representação gráfica de medições de temperatura tomadas em dois incêndios: um acelerado com gasolina e um não acelerado. Ambos os quartos eram idênticos com a carga de combustível idênticas, exceto pelo acelerador adicionado. A temperatura foi medida no teto através de um termopar (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

Figura 1 Gráfico comparando a variação de temperatura durante o desenvolvimento de um incêndio acelerado e outro não acelerado



Fonte: adaptado de Stauffer, Dolan e Newman (2007, p. 105)

O incêndio não acelerado mostra uma curva típica desenvolvimento fogo lento; Neste caso, a temperatura aumenta gradualmente até que o abrasamento é alcançado em cerca de 7,5 minutos. Em ambos os incêndios, o procedimento de extinção começou imediatamente após *flashover*, por esta razão a acentuada queda na temperatura.

Com o incêndio acelerado, pode-se apreciar completamente a influência do acelerante adicionado no desenvolvimento do incêndio: A adição de um acelerante, resulta num aumento muito mais rápido na temperatura, quando comparado com o incêndio não acelerado. Neste caso particular, a temperatura começou a mostrar um aumento rápido, mas, em seguida, o fogo ficou privado de oxigênio, e não houve aumento adicional significativo da temperatura até cerca de 10 minutos, altura em que uma janela foi aberta e houve a introdução de oxigênio adicional ao incêndio. Embora ambos os incêndios atinjam uma temperatura semelhante, a diferença principal é a taxa de aumento da temperatura. Um acelerante, como a gasolina, tem uma taxa muito mais elevada libertação de calor do que os combustíveis comuns. Assim,

embora possa liberar a mesma quantidade de calor, e que pode atingir as mesmas temperaturas, a temperatura aumenta muito mais rapidamente em caso de incêndio tipicamente acelerado. Este cenário mostra o início deste rápido aumento da temperatura, mas por causa da quantidade limitada de acelerante e principalmente de oxigênio, a temperatura não atinge pico não tão rapidamente como ocorre tipicamente em um incêndio acelerado. No final, a temperatura atingida pela incêndio acelerado era ligeiramente maior do que a do não acelerado. No entanto, esta diferença de temperatura não é significativa e, certamente, não chega a 1500 ° C (2800 ° F) ou faixa superior necessária para derreter ferro, como foi alegado por alguns investigadores no passado, conforme ensinam Stauffer, Dolan e Newman (2007).

### 2.3 DETECÇÃO NA CENA DO INCÊNDIO

A detecção de resíduos de líquidos inflamáveis na cena de incêndio pode ser um passo útil na investigação de um incêndio e mais particularmente na seleção de amostras de resíduos do incêndio para posterior análise laboratorial.

Segundo Stauffer, Dolan e Newman (2007), os três principais princípios implícitos à detecção de líquidos inflamáveis em cenas de incêndio são:

- I. reconhecimento visual do **padrão** de queima residual deixada pelo vazamento de um líquido;
- II. reação à presença de compostos orgânicos voláteis que estão presentes no *headspace* acima da amostra devido à pressão de vapor;
- III. reação à **fluorescência** produzida pelo conteúdo aromático de alguns líquidos inflamáveis quando sujeito a luz UV.

Quadro 1 - Diferentes tipos de detectores e seu respectivo princípio de detecção

Princípio de detecção	Tipo de Detector
Padrão	Observação do padrão de queima
<i>Headspace</i>	Farejadores Eletrônico
	Tubos colorimétricos
	Caninos de detecção de acelerante
	Absorvente de líquido inflamável
Fluorescência	Luz UV

Fonte: adaptado de Stauffer, Dolan e Newman (2007, p. 133)

Stauffer, Dolan e Newman (2007) também ensinam que a menos que um cromatógrafo de gás portátil adequado (espectrômetro de massa) seja levado para o local, nenhum detector



usado na cena pode fornecer uma identificação de resíduos de líquidos inflamáveis definitiva. Todos os detectores usados em cenas de incêndio devem ser considerados testes presumíveis para resíduos de líquidos inflamáveis e, portanto, têm a sua quota de falsos negativos e falsos positivos.

Os autores complementam esta informação ainda afirmando que a resposta positiva de um tal detector pode ser interpretada apenas como uma possibilidade de que um resíduo de líquido inflamável está presente (bem como a resposta negativa não descarta completamente a existência do resíduo de líquido inflamável). A razão para isto é que estes detectores, embora oferecendo uma grande sensibilidade, não são específicos para líquidos inflamáveis. A maioria deles respondem aos gases de combustão ou de compostos voláteis, que não necessariamente se originam de um líquido inflamável. Este é um conceito muito importante para entender. Por exemplo, quando um substrato queima, produtos de pirólise são liberados. Estes produtos apresentam estruturas químicas muito semelhantes, se não idênticas, às substâncias químicas encontradas em líquidos inflamáveis, e, portanto, geram uma resposta positiva da maioria das técnicas de detecção utilizadas no local do incêndio.

Desta forma, a coleta de amostra para envio a laboratório para posterior exame cromatográfico é necessária sempre que houver suspeita de uso de agentes líquidos acelerantes no incêndio.

### **2.3.1 Reconhecimento dos Padrões de Queima**

Segundo Stauffer, Dolan e Newman (2007), padrões de queima são usados por investigadores de incêndio na determinação da origem de um incêndio, e há padrões de queima que indicam que um líquido inflamável foi derramado em uma cena. No entanto, outros padrões, muitas vezes são mal interpretados como padrões de derramamento. Acreditava-se, por exemplo, que todos os padrões de forma irregular eram uma indicação do vazamento de um líquido inflamável. Porém, isto não é verdade, infelizmente, pois padrões irregulares são muitas vezes os resultados de condições pós-*flashover*.

Segundo os autores, as únicas circunstâncias raras em que um padrão irregular pode ser chamado de um padrão de derrame são:

- quando a presença de um líquido inflamável não accidental no padrão é subsequentemente demonstrado no laboratório;

- quando o dano do incêndio é extremamente limitado (não ocorreu *flashover*), e nenhuma outra possibilidade pode explicar tal padrão que não o derrame de um líquido. Mesmo nestes casos, é sempre delicado reconhecer tal padrão como um padrão de derrame.

Outros equívocos no reconhecimento de padrões de queima como incêndios acelerados são ensinados por Lentini (2006), dos quais cita-se:

- efeito pele de crocodilo – verificado na madeira queimada, dando-lhe a aparência de pele de jacaré. Acreditava-se que o tamanho e formato plano ou arredondado das bolhas indicaria a intensidade e velocidade da sua queima;
- vidro fissurado – pensava-se que formação de fissuras irregulares no vidro ocorria devido ao calor rápido e intenso – possível incêndio acelerado;
- profundidade de queima da madeira – usava-se a profundidade da queima da madeira para determinar o tempo de queima e assim determinar se o incêndio tinha sido acelerado;
- linhas de demarcação - fronteira entre o material carbonizado e não-carbonizado. No chão ou tapetes, acreditava-se que uma linha em forma de poça de demarcação indicaria um incêndio acelerado por líquido. Na seção transversal de madeira, uma linha distinta de demarcação nítida indicaria um incêndio rápido e intenso.
- molas dos móveis caídas, por causa do calor necessário para colapsar as molas dos móveis a partir de seu próprio peso (1150 ° F) e por causa do efeito de isolamento do estofamento, acreditava-se que só era possível seu colapso em um incêndio iniciado dentro das almofadas (a partir de um cigarro caindo entre as almofadas) ou um incêndio no exterior intensificado por um acelerador;
- lascamento do concreto – rompimento de pedaços da superfície de concreto, cimento, ou tijolo devido ao calor intenso. Pensava-se que manchas marrons ao redor do rompimento indicavam o uso de um acelerantes de incêndio;
- carga de incêndio - conhecendo o conteúdo de energia (em oposição à taxa de libertação de energia) dos combustíveis em uma estrutura acreditava-se permitir que um investigador calcular os danos que um incêndio "normal" deveria produzir em um determinado intervalo de tempo;

- queima baixa e buracos no chão - porque o calor sobe, acreditava-se que a queima no chão, principalmente embaixo dos móveis, indicava uma origem no chão e, possivelmente, um derrame de líquido acelerante;
- ângulo do padrão V – acreditava-se que o ângulo do padrão V poderia indicar a velocidade do incêndio;
- tempo e temperatura - estimando a velocidade de um incêndio, ou estabelecendo a temperatura alcançada por um incêndio, acreditava-se que um investigador poderia determinar se o mesmo foi acelerado.

Resulta que Stauffer, Dolan e Newman (2007) orientam que a presença de um líquido inflamável não deve ser desenhada exclusivamente a partir da forma de um padrão de incêndio, exceto em circunstâncias excepcionais que permitam isso. Além disso, muitas vezes um investigador pode pensar que há um líquido acelerante envolvido quando observa padrões de formato irregular. Em tais casos, o analista laboratorial não deve necessariamente esperar uma identificação positiva de um líquido inflamável porque estes padrões podem ser criados por outros fatores que não o vazamento de um líquido. Além do *flashover*, esses fatores podem incluir fusão de um polímero presente no teto de um quarto ou uma configuração de ventilação especial.

### **2.3.2 Headspace**

*Headspace* é o termo utilizado na literatura de língua inglesa para se referir a camada de gases presentes acima de um material, neste contexto referindo-se especialmente aos encontrados acima dos resíduos de incêndios.

A detecção do uso de agentes acelerantes através do uso de detectores que podem reagir à presença de compostos orgânicos voláteis presentes no *headspace* acima da amostra devido à pressão de vapor pode ser realizada com:

#### **2.3.2.1 Farejadores Eletrônicos**

Equipamento primeiro desenvolvido para análise atmosférica em situações potencialmente perigosas. Porém, quando utilizado no campo da investigação de incêndios, faz a leitura do *headspace* através do arraste da atmosfera para o detector, que reage à

presença de gás combustível ou de compostos orgânicos voláteis pelos princípios da combustão catalítica, ionização da chama ou fotoionização (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

#### 2.3.2.2 Tubos Colorimétricos

Estes dispositivos consistem em tubos de vidro cheios com um pó concebido para reagir mudando a cor mediante a presença de um produto químico ou uma classe específica de produtos químicos. Funciona através do bombeamento da atmosfera suspeita através do tubo a qual está cheia com uma mistura de químicos. Se o analito de interesse estiver presente no *headspace*, este reage com a mistura de químicos presentes no tubo, a qual vai mudar de cor (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

#### 2.3.2.3 Cães de Detecção de Acelerantes

É uma das ferramentas mais bem sucedidas usadas em cenas de incêndio para detectar resíduos de líquidos inflamáveis. Existem atualmente mais de 300 Cães de Detecção de Acelerantes utilizados nos Estados Unidos. Infelizmente, eles são usados com moderação no exterior. As habilidades de cães para detecção de acelerantes têm sido desenvolvidas desde 1986 e trata-se de um meio de detecção é muito versátil, que oferece uma grande eficiência na cena do incêndio, apesar dos custos possivelmente elevados e demorados com treinamento, manutenção e conservação (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

#### 2.3.2.4 Absorvente de líquido inflamável

Consiste de um pó que é concebido para ser espalhada sobre um substrato e que tem a capacidade de absorver ILR e indicar a sua presença. Quando um solvente é absorvido pelo ILA, o indicador torna-se azul, revelando a presença de solventes absorvidos. Uma vez que o ILA absorve o solvente, que pode ser recolhido e levadas para o laboratório para a análise de resíduos líquidos inflamáveis (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

#### **2.3.3 Fluorescência – Luz UV**

A maioria dos líquidos inflamáveis são à base de petróleo e, deste modo, contêm diversos compostos que fluorescem quando expostos a luz UV. A fluorescência de um composto está intimamente ligada à presença de ligações duplas. Em geral, quanto mais ligações duplas conjugadas, mais intensa é a fluorescência. Como resultado, aromáticos, e aromáticos polinucleares, mais particularmente, exibem espectros de fluorescência interessante e intensa. Este é o conceito por detrás da detecção de líquidos inflamáveis com luz UV (STAUFFER, DOLAN E NEWMAN, 2007).

## 2.4 COLETA DE EVIDÊNCIAS DE RESÍDUOS DE INCÊNDIOS

A NFPA 921 (2011) estabelece que durante o curso de qualquer investigação de incêndio, o investigador de incêndios provavelmente será responsável por localizar, coletar, identificar, armazenar, examinar, e organizar as evidências físicas para o teste. O investigador de incêndio deve estar totalmente familiarizado com os métodos de processamento recomendados e aceitos para tais evidências físicas.

A mesma norma define ainda que evidência física é qualquer item físico ou tangível que tende a provar ou refutar um fato ou assunto particular. Evidência física no local do incêndio pode ser relevante para as questões da origem, causa, propagação, ou a responsabilidade pelo incêndio.

Lentini (2006) ensina que existem basicamente dois tipos de prova coletadas pelos investigadores de incêndio. A mais comum são amostras de pisos, móveis e outros materiais suspeitos de conterem resíduos líquidos inflamáveis. A outra categoria de provas são fontes de ignição suspeitas de terem causado o incêndio, ou que são recolhidos, a fim de provar que não causaram o incêndio. Com relação às amostras recolhidas para análise de resíduos de líquido inflamável, as amostras menos susceptíveis de conter os resíduos devem ser coletadas em primeiro lugar, se possível. Isto vai minimizar o risco de contaminação cruzada. Se amostras de comparação forem coletadas (e é fortemente recomendado que elas sejam coletadas), devem ser coletadas em primeiro lugar. Deve-se selecionar materiais que são idênticos, ou quase idênticos, aos materiais de que se suspeita conterem resíduo de líquido inflamável. Rotular os recipientes para provas com as seguintes informações:

- número do processo original ou número do arquivo identificando o local do incêndio;
- número de série da amostra;

- descrição do material de substrato;
- localização da amostra;
- data da coleta;
- as iniciais do pesquisador que coletou a amostra.

O estudioso explica ainda que os recipientes rotulados devem ser colocados no local em que a amostra irá ser coletada, e fotografados no lugar antes de colocar a amostra no recipiente. Uma segunda fotografia deve ser tirada mostrando a amostra no recipiente ao lado da antiga localização da amostra. A localização da amostra é o único atributo mais importante da amostra, por isso, é importante que esta informação seja completamente documentada. Ao coletar amostras para análise de resíduos de líquido inflamável, o pesquisador deve usar luvas de látex descartáveis, e mudar de luvas entre cada amostra. As luvas devem ser descartadas, no local da amostra e não colocada no recipiente da amostra.

Alguns investigadores preferem latas de metal e alguns preferem recipientes de vidro para a coleta de amostras para análise de resíduos de líquido inflamável. O vidro tem a vantagem de transparência e de resistência à corrosão, mas quebra. Latas de metal não quebram; mas no tempo entre o local de inspeção e qualquer julgamento, elas são propensas a corroer. A corrosão pode ser evitada ou retardada pela utilização de latas de tinta revestidas de poliéster. O revestimento é opaco cinza ou opaco bronze, e é o tipo utilizado para tintas à base de água. Tal revestimento não irá influenciar a análise laboratorial, mas é uma boa prática guardar uma lata de cada lote adquirido, caso for necessário provar isso (LENTINI, 2006).

Sacos de evidências de poliéster ou nylon, feitos para a finalidade, são recipientes de resíduos do incêndio adequados, mas a sua única vantagem real é o seu peso leve e pequeno volume, o que torna possível para o investigador transportar um grande número deles. As principais desvantagens incluem dificuldade na vedação, má contenção das amostras molhadas, e susceptibilidade à ruptura. A maioria dos laboratórios acham necessário reembalar provas entregues em sacos.

Fita de evidência não é necessária a menos que uma agência tenha uma política que exija a sua utilização. É importante que o recipiente seja selado firmemente, mas a fita inviolável é uma extravagância no contexto de uma investigação de incêndio. Se alguém está indo contaminar intencionalmente uma amostra, a fita inviolável não vai detê-lo. Em qualquer caso, no momento em que tais recipientes forem mostrados a um Juiz, eles terão ter sido abertos, pelo menos, duas vezes (LENTINI, 2006).

## 2.5 ESTABELECENDO A CADEIA DE CUSTÓDIA

Campos (2007 apud MULLER 2013, p. 21) define cadeia de custódia como:

[...] o conjunto de etapas desenvolvidas de forma científica e legítima em uma investigação judicial, com a finalidade de evitar a alteração ou destruição dos indícios materiais no momento de sua coleta, ou após, e dar garantia científica de que o material que foi analisado no laboratório forense é o mesmo recolhido no local do delito. O autor afirma a necessidade de se introduzir todas as garantias processuais possíveis para que se obtenha uma maior confiabilidade nas conclusões derivadas das provas apresentadas, adotando-se uma rígida obediência aos procedimentos legais e científicos, o que justificaria a origem do conceito jurídico da denominada cadeia de custódia da evidência.

No artigo apresentado por Lopes, Gabriel e Baretta (2006, p. 1), intitulado Cadeia da Custódia: Uma Abordagem Preliminar, um dos conceitos de cadeia de custódia que podemos destacar é o de que é um processo usado para “manter e documentar a história cronológica da evidência, para rastrear a posse e o manuseio da amostra a partir do recipiente coletor, da coleta, do transporte, do recebimento, do armazenamento e da análise.”

Os trabalhos periciais devem ser desenvolvidos em um processo que garanta a idoneidade e a rastreabilidade de uma evidência. Neste sentido, cadeia de custódia é usada para registrar informações do local, do laboratório e de todas as pessoas que manuseiam a evidência. Portanto, “[...] o fato de assegurar a memória de todas as fases do processo, constitui um protocolo legal que permite garantir a idoneidade do resultado e rebater as possíveis contestações” (NÓBREGA; DORIA, 2006 apud LOPES; GABRIEL; BARETA, 2006, p. 3).

A NFPA 921 (2014), no Capítulo 17, que regula como devem proceder os investigadores de incêndio diante das evidências físicas, estabelece que o valor da evidência física depende inteiramente dos esforços do investigador do incêndio para manter a segurança e integridade das evidências físicas a partir do momento de sua descoberta inicial e coleta até a sua análise e testes posteriores. Em todos os tempos, após a sua descoberta e coleta, a evidência física deve ser armazenada num local seguro, concebido e designado para esse propósito. O acesso a esse local de armazenamento deve ser limitado, a fim de restringir a cadeia de custódia ao menor número de pessoas possível. Sempre que possível, o local de armazenamento desejado é aquele que está sob o controle exclusivo do investigador de incêndios.

Ainda no mesmo Capítulo a norma americana diz ainda que quando for necessário passar a cadeia de custódia de uma pessoa para outra, isso deve ser feito através de um formulário com a assinatura da pessoa que recebe a evidência física. A figura 2 mostra um exemplo de tal formulário.

Figura 2 Formulário de Cadeia de Custódia

<b>Relatório de Evidência Pesquisada na Cena de Crime</b>
Nome do Sujeito _____
Delito _____
Data do Incidente _____ Hora _____
Oficial Pesquisador _____
Descrição da Evidência _____
_____
Localização _____
_____
<b>Cadeia de Posse</b>
Recebido de _____
Por _____
Data _____ Hora _____
Recebido de _____
Por _____
Data _____ Hora _____
Recebido de _____
Por _____
Data _____ Hora _____
Recebido de _____
Por _____
Data _____ Hora _____

Fonte: adaptado de NFPA 921 (2014, p. 182)

A mesma norma ainda faz referência a importância da manutenção da cadeia de custódia em diversos outros momentos, inclusive quando, em seu Capítulo 12 (Considerações Legais), aborda as regras das evidências, afirmando que a evidência pode ser autenticada de duas maneiras: através da identificação testemunha (ou seja, o testemunho de reconhecimento), ou através do estabelecimento de uma cadeia de custódia (uma cadeia ininterrupta de posse desde a tomada do item da cena do fogo para o expositores do item). Diz



ainda que a cadeia de custódia é especialmente importante em relação a amostras. Para garantir a admissibilidade de uma amostra, deve ser estabelecida uma cadeia ininterrupta de posse.

A associação regulamentadora americana, NFPA, trata a cadeia de custódia como uma competência primordial na formação do investigador de incêndios, tanto que a incluiu no rol das competências necessárias ao investigador, conforme regulou no Capítulo 4 da NFPA 1033 (2014), onde diz que, dentre outros requisitos, o investigador de incêndio deve manter uma cadeia de custódia, utilizando ferramentas de investigação padrão, ferramentas de marcação e etiquetas de provas ou registros, de modo que exista documentação escrita para cada pedaço de provas e as evidências sejam asseguradas.

Para tanto, a citada norma exige que investigador de incêndios possua conhecimento das regras de procedimentos de proteção e de transferência, meios de prova (por exemplo, evidências físicas obtidas no local, fotos e documentos), e os métodos de gravação a cadeia de custódia; bem como habilidade para executar os procedimentos de cadeia de custódia e completar corretamente os documentos necessários.

### 2.5.1 Legislação

O Código de Processo Penal brasileiro, no título Da Prova, apresenta os seguintes artigos referentes ao tema:

#### CAPÍTULO II

#### DO EXAME DO CORPO DE DELITO, E DAS PERÍCIAS EM GERAL

Art.158. Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.

Art. 159. O exame de corpo de delito e outras perícias serão realizados por perito oficial, portador de diploma de curso superior.

[...]

§ 5o Durante o curso do processo judicial, é permitido às partes, quanto à perícia:

I – requerer a oitiva dos peritos para esclarecerem a prova ou para responderem a quesitos, desde que o mandado de intimação e os quesitos ou questões a serem esclarecidas sejam encaminhados com antecedência mínima de 10 (dez) dias, podendo apresentar as respostas em laudo complementar. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

[...]

§ 6o Havendo requerimento das partes, o material probatório que serviu de base à perícia será disponibilizado no ambiente do órgão oficial, que manterá sempre sua guarda, e na presença de perito oficial, para exame pelos assistentes, salvo se for impossível a sua conservação. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

[...]

Art. 160. Os peritos elaborarão o laudo pericial, onde descreverão minuciosamente o que examinarem, e responderão aos quesitos formulados.

[...]

Art.169. Para o efeito de exame do local onde houver sido praticada a infração, a autoridade providenciará imediatamente para que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, que poderão instruir seus laudos com fotografias, desenhos ou esquemas elucidativos.

Art. 170. Nas perícias de laboratório, os peritos guardarão material suficiente para a eventualidade de nova perícia. Sempre que conveniente, os laudos serão ilustrados com provas fotográficas, ou microfotográficas, desenhos ou esquemas.

[...]

Art. 181. No caso de inobservância de formalidades, ou no caso de omissões, obscuridades ou contradições, a autoridade judiciária mandará suprir a formalidade, complementar ou esclarecer o laudo.

Mesmo que não encontre-se qualquer menção específica ao tema cadeia de custódia de vestígios no CPP, pode-se verificar que as alterações proporcionadas pela Lei nº 11.690, de 2008, transparecem uma preocupação do legislador com a guarda e os procedimentos utilizados pelos peritos no trato do material probatório.

Muller (2013) quanto a este tema esclareceu que:

Normas relacionadas à sistematização da cadeia de custódia de vestígios, quando existentes, são encontradas de forma dispersa em legislações internas dos institutos de perícias forenses – Criminalística, Identificação e Medicina-Legal, órgãos ligados às Secretarias de Segurança Pública dos estados e do Distrito Federal. Na falta de ordenamentos reguladores mais abrangentes, essa situação vem a dificultar a compreensão da sua real necessidade pelos profissionais das áreas, contribuindo para uma manipulação de evidências sem um critério mínimo, vindo a prejudicar todo o processo de uma investigação.

Desta forma, resta ao investigador de incêndios recorrer ao ordenamento estrangeiro para guiar seus procedimentos quando da sistematização da cadeia de custódia, dos quais cita-se a NFPA 921 – Guia para Investigação de Incêndios e Explosões - e as normas editadas pelo Subcomitê E30.11 da ASTM, especialmente a norma E1188-11 - *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator* (Prática Padrão para Coleta e Preservação de Informação e Itens Físicos por um Investigador Técnico).

### **3 CONCLUSÃO**

Na investigação da cena de incêndios, especialmente naqueles em que os investigadores suspeitem que um líquido inflamável foi utilizado para acelerar o crescimento e a propagação do incêndio, a detecção e coleta de vestígios é parte integrante de uma perícia bem conduzida. E assim sendo, o investigador de incêndios deve ser capaz de identificar elementos de prova, reconhecer a necessidade legal de protegê-los adequadamente, além de

conhecer a correta forma de coleta e manuseio deste material importante. Assim sendo, o investigador deve:

- reconhecer os sinais indicativos do uso de líquidos inflamáveis e utilizar as ferramentas disponíveis, que vão do reconhecimento dos padrões de queima ao uso câes ou farejadores eletrônicos, para escolher os resíduos/vestígios que deverão ser coletados;
- documentar os vestígios, registrando sua posição e condição, incluindo fotografias, medidas, esboços e notas descritivas, antes de manuseá-los;
- coletar os vestígios, orientado pelo disposto ASTM E1188, NFPA 921 (uma vez que não existe normativa nacional a este respeito), bem como pelas políticas e procedimentos do laboratório que examinará os vestígios, tomando as precauções necessárias para evitar a contaminação cruzada de amostras;
- embalar os vestígios, selecionando o recipiente apropriado em função do estado físico e características do vestígio a ser coletado e do tipo de teste que será solicitado, atentando à necessidade de selar quaisquer vapores de líquidos inflamáveis voláteis e evitar a contaminação cruzada entre as amostras;
- Identificar a amostra rotulando-a de acordo com os procedimentos da corporação com informações referentes a: nome da agência; número do caso; localização da amostra coletada; data / hora da coleta; e nome de pessoa que coletou as provas (na ausência de normativa nacional que aborde o tema, sugere-se como referência a norma ASTM E1459 - *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*);
- Encaminhar o resíduo ao laboratório, atentando a característica volátil do líquido inflamável, que, por esta razão, tem de ser transportado para o laboratório logo que possível para evitar a evaporação e falha do recipiente. A amostra deve ser acompanhada de um pedido devidamente e completamente preenchido do formulário de análise laboratorial.

A coleta adequada das evidências, seu correto tratamento visando sua preservação, e sua pertinente identificação, bem como demais procedimentos necessários, que garanta a cadeia de custódia não são procedimentos difíceis, mas eles muitas vezes não são totalmente implementados. Eles reivindicam a adesão diligente com as normas ASTM para garantir que a evidência é processada da coleta inicial até a disposição final de forma ordenada para garantir

o máximo valor probatório. Geralmente, os locais de sinistro só podem ser visitados uma vez. Desta forma, quando todas as evidências potencialmente valiosas são devidamente recolhidas, documentadas e processadas, a investigação tem uma chance muito maior de elucidar as causas do incêndio.

Mesmo tendo atendido aos objetivos propostos inicialmente, e apesar das dificuldades encontradas na realização da pesquisa, que teve que ser praticamente toda realizada em literatura em língua estrangeira, o aprofundamento dos conhecimentos sobre o tema obviamente acabou por indicar a necessidade de nova pesquisa voltada a propor um protocolo de coleta, tratamento, identificação e cadeia de custódia de evidências pensado especificamente para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7505-1**: Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis. Parte 1: Armazenagem em tanques estacionários. Rio de Janeiro. 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL. **ASTM E 1188**: Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator, West Conshohocken, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL. **ASTM E 1459**: Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation, West Conshohocken, 2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL. **ASTM E 1618**: Standard Test Method for Ignitable Liquid Residues in Extracts from Fire Debris Samples by Gas Chromatography-Mass Spectrometry, West Conshohocken , 2001.

ALMIRALL, José R.; FURTON, Kenneth G. (Ed.). **Analysis and Interpretation of Fire Scene Evidence**. CRC Press, 2004.

BRASIL. **Código de Processo Penal**. 10ª ed. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2009.

INTERNATIONAL CODE COUNCIL et al. **International Fire Code**. International Code Council, 2012.

LENTINI, John J. **Scientific Protocols for Fire Investigation**. CRC Press, 2006.

LOPES, Marilu; GABRIEL, Maria Madalena; BARETA, G. M. S. Cadeia de Custódia: uma abordagem preliminar. **Visão Acadêmica**, v. 7, n. 1, 2006.

MULLER, João Eduardo Felício. A Cadeia de Custódia de Vestígios Papilares na Polícia Federal: uma proposta de normatização. **Cadernos ANP**, n. 9, 2013.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION et al. **NFPA 1033**: Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator. National Fire Protection Association, Quincy, 2014.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION et al. **NFPA 921**: Guide for Fire and Explosion Investigations. National Fire Protection Association, Quincy, 2014.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION et al. **NFPA 30**: Flammable and Combustible Liquids Code. National Fire Protection Association, Quincy, 2015.

NOON, Randall K. **Forensic engineering investigation**. CRC Press, 2000.

STAUFFER, Eric; DOLAN, Julia A.; NEWMAN, Reta. Fire debris analysis. Academic Press, 2007.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. Atlas, 2005.

VIDAL, Vanderlei Vanderlino. **Cromatografia na Perícia de Incêndios**: Técnicas para detecção de Agentes Acelerantes. 2007. Monografia (Especialização Lato Sensu) - Curso em Gestão de Serviços de Bombeiros da Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.