

Tópicos especiais: incêndio em veículos



1º Edição

TÓPICOS ESPECIAIS: INCÊNDIO EM VEÍCULOS

1ª edição



Florianópolis, 2020

@ 2020. TODOS OS DIREITOS DE REPRODUÇÃO SÃO RESERVADOS AO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. SOMENTE SERÁ PERMITIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTA PUBLICAÇÃO, DESDE QUE CITADA A FONTE.

EDIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E INFORMAÇÕES:

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA

DIRETORIA DE ENSINO

88.085-000

CAPOEIRAS - FLORIANÓPOLIS - SC

DISPONÍVEL EM: WWW.CBM.SC.GOV.BR/DE

TÓPICOS ESPECIAIS: INCÊNDIO EM VEÍCULOS

ORGANIZADOR - *Major BM Willian Leal Nunes*

AUTORES COLABORADORES - *Coronel BM Vandelei Vanderlino Vidal e Major BM Willian Leal Nunes*

REVISÃO TÉCNICA - *Tenente Coronel BM Jesiel Maycon Alves e Capitão BM Ismael Mateus Piva*

AUXILIAR DE REVISÃO TÉCNICA - *Soldado BM Gislene Sousa da Silva Quincor*

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

PROJETO GRÁFICO - *Designer Gráfico DE Dayane Alves Lopes*

DIAGRAMAÇÃO E ILUSTRAÇÃO - *Designer Gráfico DE Dayane Alves Lopes*

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL - *Designer Instrucional DE Arice Cardoso Tavares*

DESIGN INSTRUCIONAL - *Designer Instrucional DE Arice Cardoso Tavares e Designer Gráfico DE Dayane Alves Lopes*

FOTOGRAFIA - *Centro de Comunicação Social CBMSC*

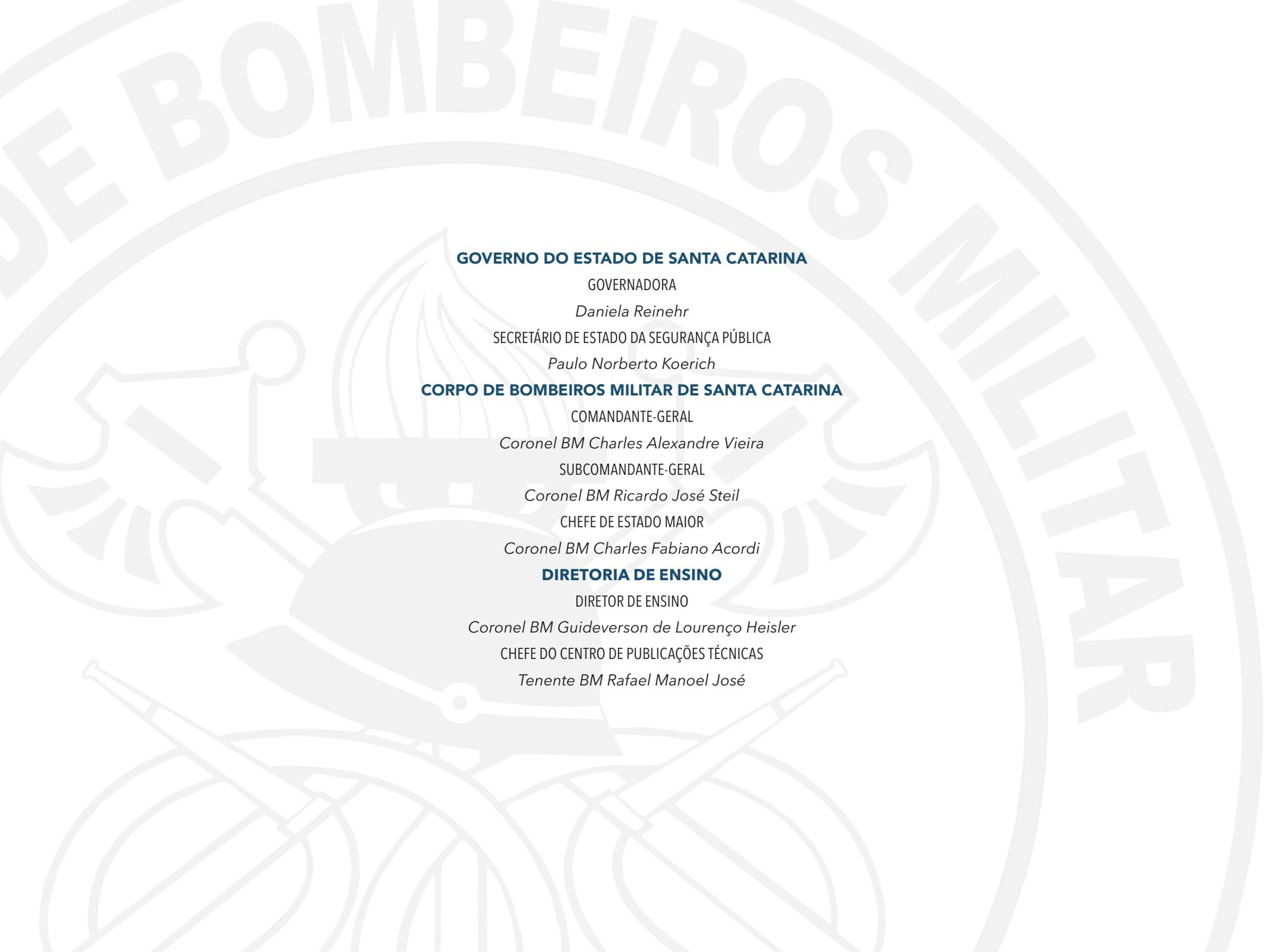
C822 Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina.
Tópicos especiais: incêndio em veículos / Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Willian Leal Nunes -- Florianópolis, 2020.
60 p. : il. color.

Inclui bibliografia
Vários autores
ISBN 978-65-990401-7-7

1. Combate a incêndio. 2. Incêndio em veículos. 3. Incêndio veicular. 4. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. I. Nunes, Willian Leal. II. Título.

CDD 363.3481

Catálogo na publicação por Marchelly Porto CRB 14/1177 e Natalí Vicente CRB 14/1105



GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

GOVERNADORA

Daniela Reinehr

SECRETÁRIO DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA

Paulo Norberto Koerich

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA

COMANDANTE-GERAL

Coronel BM Charles Alexandre Vieira

SUBCOMANDANTE-GERAL

Coronel BM Ricardo José Steil

CHEFE DE ESTADO MAIOR

Coronel BM Charles Fabiano Acordi

DIRETORIA DE ENSINO

DIRETOR DE ENSINO

Coronel BM Guideverson de Lourenço Heisler

CHEFE DO CENTRO DE PUBLICAÇÕES TÉCNICAS

Tenente BM Rafael Manoel José

Caro Bombeiro Militar,

*Bem-vindo ao **Tópicos Especiais: incêndio em veículos**, a qual foi elaborado para auxiliar a corporação e seus integrantes a atuar diante das ocorrências desta natureza, desde a chegada ao local em que um veículo está incendiado até a finalização da investigação do incêndio.*

O objetivo é trazer os protocolos de atuação durante o combate ao incêndio veicular, com preceitos que podem ser utilizados em qualquer tipo de veículo (automotor, aeronave, embarcação ou outros), e as regras gerais da investigação de incêndio nestes objetos.

*Por se tratar de um tópico especial, é preciso que o conhecimento básico de ciência do fogo, dos cursos básicos de combate a incêndio e das temáticas abordadas nos cursos de formação dos bombeiros militares. Antes de iniciar a leitura deste material, sugerimos que seja revisado o manual *Tópicos Introdutórios: ciência do fogo*, uma vez que alguns conceitos apresentados nesta obra se apresentam de forma abreviada.*

Boa leitura.

*Willian Leal Nunes - Major BM
Organizador*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8	3.3.3 INCÊNDIO EM CAMINHÃO-TANQUE QUE NÃO ATINGIU A CARGA INFLAMÁVEL	26
2. CONHECENDO OS VEÍCULOS	8	3.3.4 INCÊNDIO EM CAMINHÃO-TANQUE QUE ATINGIU A CARGA INFLAMÁVEL	26
2.1 OS TRÊS COMPARTIMENTOS	9	3.4 AGENTES EXTINTORES E RESCALDO	27
2.2 OS SISTEMAS VEICULARES	11	3.4.1 AGENTES EXTINTORES	28
3. A ABORDAGEM AOS VEÍCULOS INCENDIADOS	12	3.4.2 RESCALDO	28
3.1. SEGURANÇA	13	4. INCÊNDIOS EM VEÍCULOS COM COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO	29
3.1.1 TRÁFEGO DE VEÍCULOS	13	4.1. COMBUSTÍVEIS GASOSOS.....	30
3.1.2 ENERGIA ELÉTRICA.....	13	4.2. VEÍCULOS ELETRIFICADOS.....	32
3.1.3 ISOLAMENTO	14	4.2.1 BATERIAS E REDE DE ALTA TENSÃO	32
3.1.4 PROTEÇÃO TÉRMICA E RESPIRATÓRIA	15	4.3. VEÍCULOS COM CÉLULA DE HIDROGÊNIO	34
3.1.5 ESTABILIZAÇÃO DO VEÍCULO	16	5. GENERALIDADES DA INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO EM VEÍCULOS	35
3.1.6 SISTEMAS AUXILIARES	17	6. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	36
3.2. APROXIMAÇÃO	18	6.1 SEGURANÇA DO LOCAL	37
3.2.1 ACESSO PARA CONTROLE E EXTINÇÃO	18	6.2 FOTOGRAFIAS.....	38
3.2.2 DIREÇÃO DO VENTO	19	6.3 EXAMES NA ÁREA ADJACENTE AO VEÍCULO.....	39
3.2.3 INCLINAÇÃO DO TERRENO	20	6.4 MARCAS DE COMBUSTÃO EXTERIORES AO VEÍCULO	39
3.2.4 FASES DO INCÊNDIO	21	6.5 MARCAS DE COMBUSTÃO INTERIORES NO VEÍCULO	42
3.2.5 ÂNGULO DE ATAQUE.....	21	6.6 DEFINIÇÃO DA ZONA DE ORIGEM.....	44
3.2.5.1 VEÍCULOS DE PASSEIO.....	22	6.7 COMPARATIVO COM VEÍCULO SIMILAR	45
3.2.5.2 CAMINHÕES E ÔNIBUS	24	6.8 INTEGRIDADE E PRESENÇA DE COMPONENTES	45
3.3. INCÊNDIOS EM CAMINHÕES-TANQUE	24	6.9 COLETA DE DEPOIMENTOS	46
3.3.1 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DA CARGA.....	25	6.10 ANÁLISE DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL E FLUIDOS	47
3.3.2 AÇÕES DEFENSIVAS.....	25		

6.11 ANÁLISE DO SISTEMA ELÉTRICO	49
6.12 DEFINIÇÃO DO FOCO INICIAL E AGENTE ÍGNEO.....	52
6.13 DEFINIÇÃO DE CAUSA E SUB-CAUSA.....	52
6.14 CROQUI DO LOCAL	53
7. PARTICULARIDADES E CAUSAS COMUNS	54
7.1 VAZAMENTO DE FLUIDOS.....	55
7.1.1 FLUIDOS DE ARREFECIMENTO	55
7.1.2 FLUIDOS DE LUBRIFICAÇÃO	56
7.1.3 FLUIDOS SOB PRESSÃO.....	56
7.2 ATRITO.....	57
7.3 CHOQUE MECÂNICO	57
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da atividade de combate a incêndio o CBMSC e outras corporações de bombeiro são chamadas para debelar as chamas que atingem veículos.

Das carroças dos tempos antigos, até os veículos eletrificados contemporâneos, os combatentes precisaram atuar em incêndios veiculares e aprender a identificar características que tornam os incêndios em veículos diferentes dos incêndios em edificações ou vegetação, por exemplo.

As peculiaridades do combate a incêndio em veículos justificam a elaboração desta obra (e de outras futuras), explorando a vasta experiência do CBMSC e buscando maior eficiência e eficácia no combate ao fogo, bem como as melhores técnicas para realizar a investigação.

A investigação de incêndios em veículos é uma área em expansão dentro do CBMSC e todos os bombeiros da corporação podem e devem conhecê-la para ampliar seus conhecimentos e, eventualmente, auxiliar em uma investigação oficial.

Para a execução de qualquer atividade de forma eficiente e eficaz, é necessário conhecer bem o campo de trabalho. Assim, para um correto combate e investigação de incêndio, começaremos com o campo de trabalho: os veículos.

2. CONHECENDO OS VEÍCULOS

Você já precisou conceituar um veículo? De forma simplificada, podemos dizer que um veículo é um meio de transporte que permite levar algo de um lugar para outro. A essência de um veículo está em seu movimento.

É possível conceituar veículo da seguinte maneira: todo e qualquer meio de transporte existente, motorizado ou não, que trafega por meio de via terrestre, aérea ou aquática.

Desta forma são enquadrados como veículos: automóveis, caminhões, aviões, drones, barcos, jet-skis, bicicletas, skates, carrinho de mão etc., enfim, praticamente tudo aquilo que se move, transportando algo.

Se tudo o que citamos acima é veículo, você deve imaginar que são várias as classificações, não é mesmo? E sim! São inúmeras e variadas. Para exemplificar trazemos o Código Brasileiro de Trânsito (CTB), o qual traz classificações quanto à tração, espécie e categoria:

Tração	Automotor, elétrico, propulsão humana, animal, reboques e semi-reboques.
Espécie	Passageiros, carga, misto, competição, tração, especial e coleção.
Categoria	Oficial, representação diplomática [...], particular, aluguel e aprendizagem.

E há ainda subclassificações dentro destas classificações, como por exemplo veículos da espécie carga (motoneta, motocicleta, triciclo, quadriciclo, caminhonete, caminhão, reboque ou semi-reboque, carroça, carro-de-mão).

Não é nosso objetivo trazer neste tópico especial todas as classificações e subdivisões dos veículos trazidas no CTB. Isso alongaria desnecessariamente a leitura (se houver essa necessidade, basta consultar diretamente o CTB), e por se tratar de apenas um de vários tipos de veículo. O CTB não aborda as aeronaves e as embarcações, sendo superficial em veículos sobre trilhos, então mesmo se alongando, não seria esgotado o assunto.



Saiba mais

Para ver as classificações dos veículos de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, acesse o artigo 96 do CTB no [site do planalto clicando aqui](#).

Ao longo desta obra, vamos traçar pontos em comum, genéricos, que se aplicam a todos ou para a maioria dos veículos. Desde já salientamos que as guarnições de combate deverão reavaliar a cena a cada instante, entendendo o que está acontecendo, o que pode acontecer a curto, médio e longo prazo, e adotar as medidas adequadas para gerenciar e reduzir os riscos decorrentes do incêndio e de suas próprias ações.

Mesmo havendo várias particularidades das fabricantes e dos modelos de veículos, é preciso entender minimamente a “anatomia” dos veículos, pois a presença ou não de algumas partes e sistemas podem influenciar a propagação das chamas e exigir posturas diferenciadas pelas equipes de combate ao fogo e de investigação.

Essa conscientização sobre a estrutura veicular é bem sedimentada nas operações de resgate veicular. Não apenas se pode, mas se DEVE utilizar os mesmos conhecimentos, manuais e informações obtidas por meio do resgate veicular nos incêndios veiculares.



Saiba mais

Acesse o Manual de Capacitação de Resgate Veicular (2ª edição) no site da [Biblioteca do CBMSC clicando aqui](#).

É claro que o foco será distinto. Se em uma operação de resgate a posição das barras de proteção lateral é relevante, nas operações típicas de combate a incêndio não há tanta relevância, enquanto que a posição do tanque de combustível é mais importante no combate do que no resgate.

2.1 OS TRÊS COMPARTIMENTOS

Geralmente os veículos possuem três compartimentos: compartimento do motor, habitáculo e compartimento de carga. Entretanto, há veículos que não possuem todos estes três compartimentos, enquanto que em outros o tamanho dos compartimentos é muito desproporcional aos demais (como por exemplo o habitáculo de um ônibus comparado ao habitáculo de um caminhão).

Em alguns veículos os compartimentos possuem divisões claras e estruturais entre si. Na maioria dos automóveis existe, entre o compartimento do motor e o habitáculo, uma placa metálica denominada “painel corta-fogo” e revestimentos que objetivam prover isolamento térmico e acústico (a fim de evitar que o calor e ruído atrapalhem os passageiros).

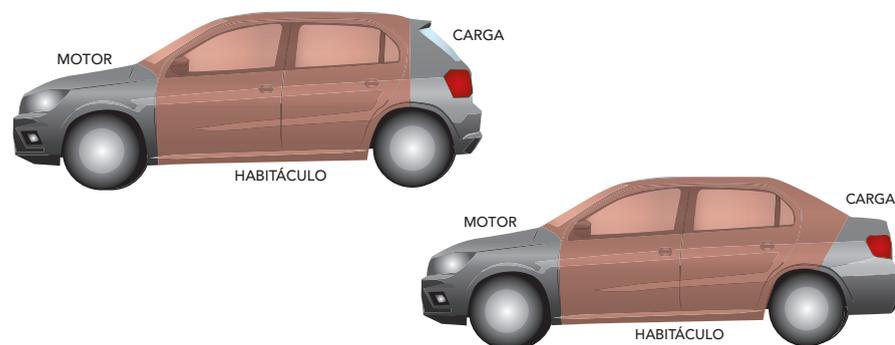
Vamos exemplificar?

Tomando como exemplo um automóvel sedã (Honda Civic; Toyota Corola; VW Jetta) visto da dianteira em direção à tra-

seira temos o compartimento do motor, separação pelo painel corta-fogo, habitáculo, separação por estrutura metálica, compartimento de carga (porta-malas).

Neste exemplo, há elementos fixos e estruturais e de revestimento entre os compartimentos, separando-os e tornando clara essa divisão. Entretanto num veículo hatch, tais como: VW Gol; Fiat Argo; GM Celta, por exemplo, não há uma divisão estrutural entre os bancos traseiros e o porta-malas, tornando compartilhada a atmosfera entre habitáculo e compartimento de carga.

Figura 1. Exemplo de divisão entre os 3 compartimentos e identificação do painel corta-fogo.



Fonte: CBMSC

Saiba mais

A compartimentação se torna muito relevante ao se analisar a propagação do fogo, uma vez que a transferência de calor é rápida dentro do compartimento, no entanto pode ser lenta de um compartimento para outro.

Dentro de um compartimento o fogo encontra perfeitas condições para o aumento do calor. Por menor que uma chama seja, haverá a convecção atingindo a parte superior, a condução de calor entre os materiais e a radiação atingindo todas as superfícies internas. Pelo fato de o ambiente no qual o incêndio está acontecendo ser limitado, há um grande aumento da temperatura o que pode levar à combustão os materiais existentes.

Por essa razão, somando-se a distribuição de material combustível, os incêndios em veículos se desenvolvem dentro dos compartimentos de uma maneira muito mais rápida do que se comparado aos incêndios em ambientes abertos. Se não houver uma barreira física (como o painel corta-fogo) que suporte temperaturas elevadas, o fogo irá avançar de um compartimento para outro rapidamente. Todavia caso exista uma separação (e a divisão metálica é a mais comum) entre os compartimentos, a propagação para fora do compartimento incendiado se torna mais lenta. Isso ocorre devido à presença do obstáculo que impede o contato direto das chamas com novos combustíveis, e retarda o aquecimento pela radiação.

Também é preciso considerar a presença do comburente no compartimento incendiado. No início do fogo, há ar atmosférico suficiente para a queima se desenvolver rapidamente. Todavia caso não haja uma fonte de ventilação, permitindo que mais ar fresco adentre ao compartimento e os produtos da combustão saiam, o fogo tende a diminuir as chamas, devido à falta de oxigênio naquele ambiente interno.

Incêndios com baixa oferta de oxigênio têm uma redução considerável em suas chamas, geram muito mais fumaça, e produzem monóxido de carbono (CO) em vez de dióxido de carbono.

no (CO₂). O monóxido de carbono é um gás tóxico e inflamável.

Devido à falta de circulação do ar o calor também fica confinado o que torna aquele ambiente muito perigoso. Desta maneira, quando houver a oferta de oxigênio e calor suficiente para transformar o CO em CO₂, haverá a presença de mais chamas. Essa é a explicação para que um incêndio no habitáculo de um veículo cresça vertiginosamente quando há o rompimento dos vidros.



Refleta

Essas informações são cruciais para a investigação entender a propagação do fogo, e para os combatentes possam adotar posturas mais ou menos agressivas durante o combate, objetivando salvar vidas e/ou reduzir danos patrimoniais.

Em um resumo bem rápido, temos que os incêndios em veículos crescem muito rápido dentro dos compartimentos, mas podem demorar a passar de um compartimento para outro se houver divisão estrutural entre eles.

Assim, pela presença da divisão entre os compartimentos, podemos dizer que um incêndio no porta-malas de um hatch se propaga mais rápido para o habitáculo do que um incêndio no porta-malas de um sedã (desconsideradas as demais variáveis).

2.2 OS SISTEMAS VEICULARES

A maioria dos veículos possui sistemas, mais ou menos complexos, que objetivam dar funcionalidades para facilitar a operação do próprio veículo e prover maior conforto aos usuários (motorista ou passageiros).

Conhecer os sistemas veiculares é importante no momento de realizar o combate ao fogo. Já na investigação dos incêndios, é fundamental entender a função dos componentes e a interligação entre cada um dos elementos que compõem os sistemas.

Sabendo-se que é inviável possuir um nível especializado de conhecimento para todos os sistemas veiculares (seja dos sistemas principais ou dos sistemas acessórios), vale ao investigador conhecer os conceitos basilares e/ou recorrer a outros técnicos, especialistas em determinada marca ou modelo de veículo, que podem auxiliar no entendimento de sistemas que demandem um aprofundamento maior.

Os sistemas principais do veículo são aqueles indispensáveis para o seu funcionamento, como o motor, sistema de transmissão e alimentação de combustível, por exemplo. Os sistemas acessórios são outros sistemas que proveem conforto aos usuários, ou facilitam a operação do veículo, como condicionador de ar, sonorização e iluminação. O enquadramento de um sistema como principal ou acessório varia conforme o veículo em concreto.

Também servem como fonte de informações as normas aplicáveis para a construção e montagem de veículos e de seus componentes.

Os principais sistemas veiculares, relevantes para o combate e investigação de incêndio em veículos, são os sistemas: *elétrico, hidráulico e de alimentação de combustível*, acompanhe a seguir o detalhamento de cada um deles.

O **sistema elétrico** de um veículo pode ser mais ou menos complexo dependendo das características e finalidade do veículo. Um reboque rodoviário que carrega grãos possui um sistema elétrico simples, que visa tão somente alimentar luzes na traseira do veículo (posição, setas, freio, ré, luz de placa etc.). Já uma aeronave comercial possui uma vasta rede de condutores elétricos, visando alimentar sensores, sistemas de som, acender luzes, prover internet, acionar solenóides capazes de alterar a direção do voo, dentre inúmeras outras finalidades.

Quanto maior a tecnologia embarcada, maior será o sistema elétrico do veículo.

Curiosidade

Um veículo fabricado em 1948 possuía cerca de 45 metros de fios elétricos. Um veículo atual (Bentley Bentayga modelo 2019) chega a ter até 4 quilômetros de fios e cabos elétricos em sua estrutura.

O **sistema hidráulico** objetiva multiplicar a força através de fluidos para realizar um trabalho, lubrificar peças sujeitas a atrito, ou arrefecer componentes. São vários sistemas que usam da hidráulica para funcionar em veículos: a direção pode ser auxiliada por um sistema hidráulico; os freios geralmente têm acionamento hidráulico; motores podem ter bombas hidráulicas para lubrificar certos elementos; braços de máquinas agrícolas e pesadas podem ter acionamento hidráulico; enfim, são diversas as possibilidades de uso deste sistema.

Já o **sistema de alimentação** de combustível objetiva prover matéria-prima energética para a fonte de movimento do veículo. Esse combustível pode ser sólido, líquido ou gasoso. Exempli-

ficando: um trem a vapor usa combustível sólido (carvão); um avião usa combustível líquido (querosene de aviação); e uma empilhadeira usa combustível gasoso (GLP). Também há veículos com mais de uma fonte de energia para o movimento, como automóveis híbridos (com motor a combustão e outro elétrico).

Há também veículos muito menos usuais os quais usam outras fontes de energia, tais como: hidrogênio, energia nuclear (submarinos), e outras, que não serão abordadas neste manual devido à sua especificidade e pequena incidência prática de ocorrências.

Apresentados a você os principais sistemas (há muitos outros, como Turbo, *Supercharger*, injeção *Common Rail* etc.) e antecipamos que eles serão novamente citados, e eventualmente explicados, no decorrer da leitura. Siga acompanhando.

3. A ABORDAGEM AOS VEÍCULOS INCENDIADOS

Partindo do pressuposto que as viaturas, equipamentos hidráulicos e de proteção individual, estão disponíveis e bem mantidos, nesta seção vamos observar quais serão as primeiras medidas específicas a serem adotadas para a realização do combate a incêndio em veículos.

É relevante salientar que outras medidas podem ser necessárias dependendo do contexto no qual o incêndio se desenvolve, e que a corporação pode editar novas normas que também devem ser observadas pelas guarnições.

3.1. SEGURANÇA

Como você sabe, todo protocolo se inicia com a segurança do combatente, dos indivíduos envolvidos e das pessoas que não estão diretamente ligadas à cena do sinistro. A abordagem dos veículos incendiados não é diferente, e a segurança deve ser o ponto fundamental do trabalho.

São seis os principais fatores que devem ser observados a fim de garantir a segurança geral:

- tráfego de veículos;
- energia elétrica;
- isolamento do local;
- proteção térmica e respiratória;
- estabilização do veículo;
- sistemas internos do próprio veículo incendiado.

A seguir, vamos abordar, resumidamente, cada um destes fatores, acompanhe.

3.1.1 Tráfego de veículos

Você já deve ter percebido que muitas vezes o trânsito é o grande obstáculo para as equipes de socorro. Quando o incêndio em um veículo se dá dentro de um perímetro urbano, em uma via de circulação, há transtornos até mesmo para chegar à cena do sinistro.

Depois de chegar nas proximidades do incêndio, o comandante da operação, deverá adotar ou determinar medidas para evitar o fluxo de veículos nas proximidades do incêndio.

Deve-se valer de apoio do policiamento, guarda de trânsito ou outros órgãos que estejam à disposição, bem como utilizar cones ou mesmo a própria viatura como obstáculo para impedir a circulação de outros veículos pela cena.

Esta medida é necessária para garantir que os próprios combatentes não fiquem sujeitos ao risco de atropelamento, uma vez que estarão focados em combater o fogo.

3.1.2 Energia elétrica

Um veículo incendiado pode possuir uma fonte de energia própria, que geralmente não é capaz de trazer riscos substanciais à integridade física do combatente (exceção para veículos híbridos e elétricos que possuem circuitos em alta voltagem). Entretanto é preciso certificar-se que o veículo não tem uma fonte externa de energia.

Um bonde elétrico, ou um ônibus elétrico ligado à rede pública, incendiado possui uma fonte de energia elétrica externa, e este é um risco que precisa ser gerenciado (ter o fluxo de energia interrompido) antes de se jogar água, por exemplo. Também é possível que um veículo esteja sendo energizado de forma acidental, como um caminhão que atinge um poste de iluminação pública, tendo sua estrutura entrado e permanecido em contato com a rede pública de energia elétrica.

Obviamente não se deve lançar água em um veículo energizado, pois se poderá criar um circuito elétrico, provocando a movimentação dos elétrons e o aquecimento imediato no sentido do fluxo de energia. Isso pode provocar incêndio e causar choques elétricos em pessoas que estejam dentro ou próximas ao veículo.

Atenção

No caso de uma situação extrema em que é imperioso fazer o uso de água em um veículo energizado e incendiado (quando há risco de propagar para algo muito sensível, por exemplo), e não há nenhuma outra alternativa que não seja o uso de água, o combatente deve fazer uso de jatos intermitentes (jatos curtos que sejam interrompidos antes mesmo de chegar ao veículo), a uma distância de 10 metros, utilizando roupas e calçados isolantes e atentando para a direção da água, que poderá escorrer e/ou conduzir a corrente elétrica.

3.1.3 Isolamento

A primeira medida de isolamento já foi citada, que é a interrupção do tráfego de veículos nas adjacências do incêndio. Aproveitando a viatura posicionada a cerca de 30 metros do veículo incendiado, deve-se fazer um cordão de isolamento para impedir a circulação de pessoas num raio mínimo de 30 metros do fogo.

Dentro dos veículos há alguns elementos sob pressão (como amortecedores e cilindros de expansão dos airbags) que ao serem submetidos ao aumento de temperatura poderão provocar pequenas explosões, com lançamento de peças em alta velocidade para fora do veículo. Sugere-se 30 metros como isolamento mínimo, mas o contexto poderá exigir um isolamento maior, como no caso de ventos fortes levando a fumaça para locais inseguros ou se o veículo estiver transportando um produto perigoso.

Figura 2. Amortecedor (esq.) e cilindro de CO₂ propelente de airbag (dir.). Exemplos de vasos sob pressão que podem provocar pequenas explosões

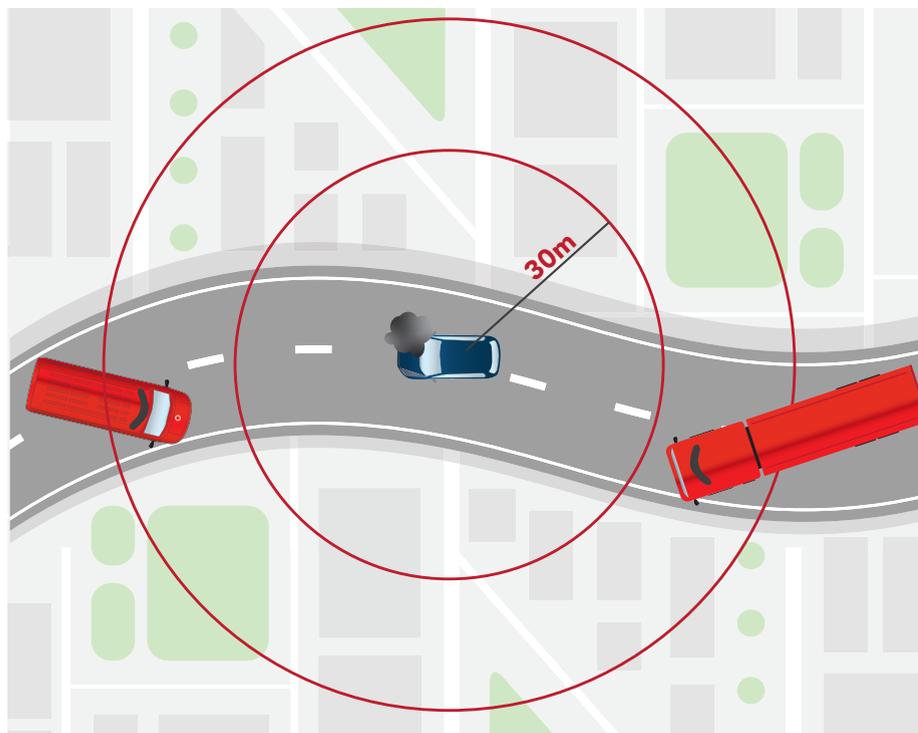


Fonte: CBMSC

Para o isolamento sugere-se o uso de fita zebra e cones, mas deve ser aproveitado qualquer elemento físico que possa auxiliar neste sentido, como cercas, muros, postes, veículos e outras estruturas que agilizem a delimitação da área.

Uma técnica interessante de isolamento é a de se fazer uma barreira dupla (dois raios de isolamento). No círculo interno permanecem apenas aqueles que estão trabalhando para o restabelecimento da ordem. No círculo intermediário permanecem as pessoas que possuem alguma relação com o sinistro (reforços, policiamento, proprietário/conductor do veículo etc.). O círculo externo é de livre circulação onde ficarão os curiosos e a imprensa.

Figura 3. Dupla barreira de isolamento, similar às definições de zonas (quente, morna e fria).



Fonte: CBMSC

Além de proporcionar segurança para as pessoas que não estão envolvidas com o incêndio é necessário um raio de segurança para a atuação dos próprios combatentes, que poderão circular o veículo, encontrando melhores ângulos e posições para a abordagem sem riscos secundários.

Assim, quando se for realizar o isolamento do local, o responsável por esta ação deve observar atentamente a área identificando outros riscos como buracos, vazamento de combustível,

pontos com energia elétrica, fluidos que possam provocar quedas, eventuais vítimas e outras situações que precisem de providências antes do combate às chamas em si.

3.1.4 Proteção térmica e respiratória

O uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) de combate a incêndio (roupa de proteção que protege o usuário da ação do calor além de prover proteção mecânica e contra fluidos) com proteção respiratória é obrigatório nas operações de combate a incêndio em veículos, por uma real necessidade de segurança dos combatentes.

Durante um incêndio é comum ocorrer o derretimento do tanque de combustível (muitas vezes polimérico) e assim gerar um derramamento de líquido combustível sob e ao redor do veículo. Este combustível pode se incendiar de forma abrupta e sem dar sinais anteriores, envolvendo o veículo em chamas em questão de segundos. Sem o uso de proteção térmica, o combatente poderia ter a vida ceifada em poucos instantes.



Glossário

Polímero é uma cadeia repetitiva de pequenas moléculas, formando um grande aglomerado de meros (molécula simples). Suas principais formas de apresentação são como plásticos, borrachas e espumas.

Em outras situações se faz preciso abrir uma porta para garantir melhor acesso a um compartimento. Por exemplo, abrir o capô de um automóvel incendiado a fim de resfriar o compartimento do motor e/ou desconectar a bateria. Para estas ações, o

bombeiro deverá utilizar luvas que garantam uma proteção térmica e mecânica, para não sofrer lesões.

Os incêndios em veículos geralmente criam uma atmosfera rica em gases tóxicos, sendo estes subprodutos da combustão de elementos sintéticos, com destaque para os materiais poliméricos (plásticos, borrachas e espumas) que são encontrados em abundância e variedade no interior dos veículos (principalmente no habitáculo). Sem proteção respiratória, o combatente fica exposto a riscos de curto (asfixia) a longo prazo (câncer), pois alguns destes gases são tóxicos mesmo sob baixas concentrações.



Atenção

Deixar de utilizar todos os EPIs previstos e obrigatórios, além de expor a risco, caracteriza transgressão disciplinar e pode afastar a possibilidade de obter nexo causal se o bombeiro sofrer alguma lesão ou ferimento.

São várias as razões (além das três exemplificadas anteriormente) que impõem aos combatentes o uso de equipamentos de proteção térmica, mecânica e respiratória nas operações de combate a incêndio em veículos.

3.1.5 Estabilização do veículo

Um veículo incendiado em movimento é um risco enorme. Impedir esse movimento deve ser uma das principais preocupações dos combatentes ao chegar na cena do incêndio. De nada adiantará impedir o trânsito e fazer um bom isolamento se o veículo mudar de local.

Além de tornar algumas das medidas anteriores inócuas, um veículo em chamas se movimentando gera riscos exponenciais, podendo causar atropelamentos e colisões, além de espalhar as chamas para outros lugares alastrando o incêndio.

Não é incomum os veículos incendiados passarem a se movimentar, principalmente se os pneus ainda estiverem íntegros. Muitas vezes o fogo destrói o sistema de freios, deixando o veículo livre para seguir a gravidade. Quanto maior a inclinação do terreno maior é o risco de movimentação do veículo.

Promover esta ação de segurança não é complexo, nem demanda equipamentos especiais. Qualquer elemento (incombustível de preferência), que esteja disponível no local, pode ser utilizado como meio de estabilização veicular. Pedras, tijolos, blocos, hastes metálicas, ou qualquer outro material que possa ser posicionado à frente de uma das rodas do veículo pode e deve ser utilizado para esta finalidade. Na falta de elementos incombustíveis, até mesmo troncos ou os calços de madeira do Resgate Veicular podem ser utilizados.

Não é necessário estabilizar todas as rodas, e em ambos os sentidos (para frente e para trás), mas se for possível e viável, pode-se fazer. Se um eixo estiver corretamente estabilizado, será suficiente para impedir o movimento do veículo durante o incêndio. Também se deve priorizar a estabilização das rodas no sentido do movimento para baixo.

Atenção

Se um automóvel está num aclive (com a frente para a parte superior da rampa), a estabilização deve ser priorizada para evitar o movimento de ré (para trás); se o veículo está em um declive (com a frente mais baixa que a traseira), deve-se impedir o movimento para frente. Ou seja, deve-se impedir o movimento para baixo. Se não for possível identificar o lado mais provável do movimento, coloca-se os obstáculos em ambos os sentidos.

Figura 4. Veículos estabilizados em ambas as direções com meios de fortuna e com equipamentos de Resgate Veicular



Fonte: CBMSC

A estabilização de um veículo incendiado é uma medida bem simples, mas que pode evitar grandes transtornos.

3.1.6 Sistemas auxiliares

Além dos sistemas principais, abordados na seção 2.2 deste material (sistemas elétrico, hidráulico e de alimentação de combustível), é preciso cuidado especial com outros sistemas auxiliares que podem estar presentes no veículo.

Ao se realizar a desconexão dos cabos da bateria a maior parte dos sistemas elétricos ficará desativada, porém é possível que nem todos os elementos estejam inativos. Algumas funcionalidades possuem capacitores e outros meios de armazenamento (em menor volume) de energia e, geralmente, não importam num risco substancial para um bombeiro devidamente equipado.

Essa ressalva não se aplica para veículos híbridos e elétricos, que possuem baterias de alta voltagem e redes próprias de transmissão de energia, que acarretam um risco considerável de choque elétrico.

Também é importante que os combatentes estejam atentos para deflagrações de air-bag (que podem causar lesões – ou explosões dos cilindros do gás expensor). Assim, deve-se permanecer fora do raio de alcance das bolsas de ar para evitar ferimentos no caso de ativação inesperada do sistema.

Há veículos que possuem pré-tensionadores dos cintos de segurança, que podem se valer de pirotecnia para obter respostas mais rápidas em caso de colisão. Já os veículos produzidos de forma artesanal têm potencial para trazer situações novas, às vezes imprevisíveis, durante os incêndios.

Atenção

Os pré-tensionadores de cintos de segurança são dispositivos destinados a eliminar a "folga" entre o corpo humano e o cinto de segurança no momento de um acidente. Para reair o cinto de segurança num intervalo de milissegundos, esse dispositivo possui uma pequena carga explosiva, cuja energia gerada é transformada em movimento. Essa carga explosiva pode ser acionada durante um incêndio veicular e acarretar riscos para as pessoas próximas.

Ambulâncias possuem (em regra) cilindros de gás oxigênio (O₂) dentro do salão de atendimento. Em ambientes enriquecidos em oxigênio (acima de 23%) alguns combustíveis podem se incendiar em temperaturas mais baixas que o habitual e a queima poderá ser mais intensa devido à grande oferta de comburente.

Já um motor-home, por exemplo, pode ter em algum de seus compartimentos botijões de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), que seria uma fonte de combustível altamente inflamável além de, eventualmente, possuírem geradores de energia elétrica à combustão, com uma rede própria de transmissão elétrica para alimentar eletrodomésticos convencionais (110 e/ou 220v) em seu interior. Isso importa em risco de choque elétrico e de mais um tanque de combustível líquido (para o gerador) dentro da estrutura veicular.

Outra característica muito comum nos veículos é a presença de metais pirofóricos, tais como alumínio, selênio, antimônio, zinco, titânio, dentre outros. Estes materiais se comportam de uma forma diferenciada num incêndio, uma vez que queimam em temperaturas muito elevadas e podem reagir de forma violenta com a água utilizada no combate ao fogo. O mais usual é o alumínio, presente nos radiadores veiculares (que servem para resfriar a água que mantém a temperatura do motor próxima da ideal) e nas rodas.

A presença de metais pirofóricos implica na adoção de posturas mais defensivas por parte das equipes de emergências (quanto maior a quantidade, mais defensiva a postura), em razão de sua reação adversa quando em contato com água.

3.2. APROXIMAÇÃO

Inevitavelmente as equipes de emergência precisarão se aproximar do veículo incendiado para realizar o combate às chamas. É possível iniciar o combate a uma distância maior, utilizando-se canhões de água e/ou veículos de acionamento remoto para reduzir a temperatura e permitir a chegada dos combatentes de forma mais segura, no entanto, em algum momento, será necessário se aproximar do veículo.

A seguir, iremos listar os principais aspectos que devem ser considerados para fazer essa aproximação da forma mais segura possível.

3.2.1 Acesso para controle e extinção

Deve-se analisar quais são as possibilidades de acesso ao veículo sinistrado. Nem sempre será possível escolher qual a direção ideal para se aproximar. Um veículo incendiado sobre uma ponte, ou no interior de uma garagem não abre leques de possibilidade de acesso ficando restrito a apenas uma direção.

Caso exista apenas uma possibilidade de acesso ao veículo, os combatentes devem estar atentos ao solo, para identificar eventuais vazamentos de fluidos (combustíveis ou não) e evitar, se possível, pisar e circular sobre poças, bem como à direção do vento e da fumaça que exala do incêndio.

Atenção

Entre os riscos agregados ao andar sobre fluidos estão a possibilidade de uma combustão repentina (caso se trate de combustíveis líquidos) e o risco de quedas (no caso de fluidos lubrificantes). Muitas vezes antes de realizar o combate ao fogo, não há tempo para tentar identificar qual a natureza do fluido que vazou, assim a forma mais segura é evitar passar sobre ela.

Se o único acesso for de frente para o vento, situação em que os gases da combustão estão se direcionando ao encontro dos combatentes, estes devem reduzir sua silhueta proporcionalmente conforme se aproximam do veículo. A intenção principal é sempre manter a cabeça fora da fumaça, garantindo uma boa visibilidade. Se necessário for, deve-se abaixar, ajoelhar ou até mesmo engatinhar na direção do fogo.

Figura 5. Aproximação com o vento pela frente dos combatentes



Fonte: CBMSC

Não é adequada a postura de realizar o combate ao fogo sempre de joelhos, ou deitado no solo. Essa medida sem dúvidas é preventiva e protetiva, todavia dificulta a mobilidade e a agilidade do combatente, além de danificar o EPI. Em alguns casos pode ser inclusive desproporcional ao risco que o incêndio representa para um bombeiro devidamente equipado com EPI e EPR, criando uma falsa aparência de “temor” pelas pessoas que observam a cena.

É claro que se houver risco, ou a distância do veículo for pequena, a silhueta deve diminuir nesta aproximação, mas não há necessidade de andar de joelhos sempre a partir de determinada distância do fogo. Todo combatente deve entender a dinâmica dos incêndios para agir conforme a necessidade de cada situação, sem se expor ou se retrair demais.

3.2.2 Direção do vento

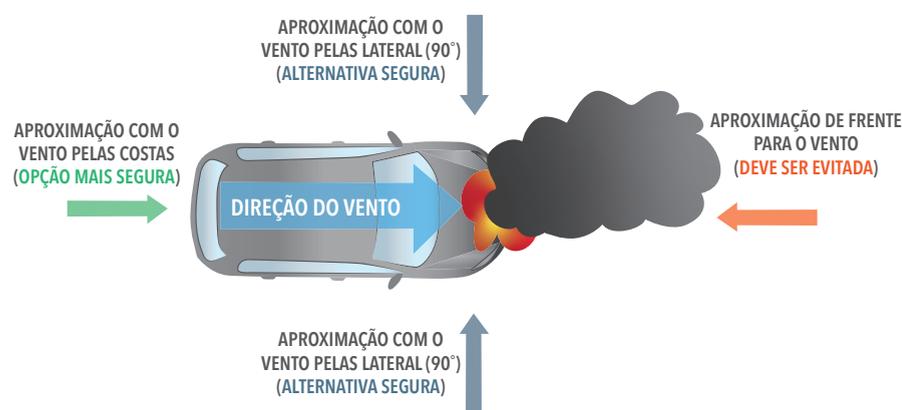
Havendo mais de uma possibilidade de acesso, o primeiro fator a ser observado é a direção do vento. Ou melhor, da fumaça que sai do incêndio.

O ideal é que o vento esteja batendo nas costas dos combatentes, levando os produtos da combustão na direção oposta, garantindo uma boa visibilidade do solo, do veículo, do fogo e da fumaça. Com essa visibilidade é pouco provável que alguma intercorrência se dê de forma abrupta e surpreenda os combatentes.

Caso não seja possível essa aproximação com o vento pelas costas, opta-se a buscar um ângulo em que o vento passe pela lateral (90°) o que ainda é uma condição favorável para a boa

visualização da cena. Apenas em última hipótese se deve ir de encontro ao vento (e da fumaça), sendo necessário observar as condições citadas anteriormente.

Figura 6. Esquema ilustrativo da direção de aproximação das guarnições considerando a direção do vento.



Fonte: CBMSC

3.2.3 Inclinação do terreno

Como os veículos se destinam a dar movimento a algo, a gravidade é uma força que pode gerar a movimentação involuntária dos veículos. Não são raros os casos de automóveis se movimentando quando incendiados, descendo ladeiras e provocando riscos enormes.

Conforme já explanado acerca do procedimento de estabilização do veículo, que objetiva impedir essa movimentação, as guarnições poderão reduzir o risco utilizando-se de qualquer

obstáculo que dificulte o giro das rodas. Para adotar essa medida de segurança, é preciso se aproximar do veículo enquanto este ainda não está estabilizado.

É importante observar a inclinação do terreno na abordagem para evitar acidentes. Afinal pode ser que a estabilização não tenha sido realizada durante os procedimentos de segurança devido algum fator (calor excessivo ou dificuldade de acesso, por exemplo) ou, caso tenha sido realizada, não seja eficiente para garantir a imobilização total do veículo ou ainda, caso outro veículo colida com o incendiado e coloque-o em movimento.

Dentro do possível deve-se andar na direção do veículo de um ponto mais alto, de forma que a força gravitacional não esteja empurrando o mesmo na direção das guarnições.



Atenção

Atenção com planos muito elevados (com grande diferença de altura), pois poderá haver uma mudança na direção do vento e engolfar os combatentes em meio à fumaça do incêndio.

Da mesma forma que já explanamos, quando considerada a direção do vento, pode-se realizar a aproximação num ângulo de 90°, aproximando-se fora do sentido de movimentação do veículo, ou seja, pelas laterais, sem ser pela dianteira ou pela traseira (direções pelas quais o mesmo poderá se movimentar). Essa aproximação pela lateral geralmente facilita o acesso às rodas e o procedimento de estabilização.

É relevante reforçar que um veículo parado poderá se movimentar no decorrer do incêndio, devido à falência do sistema de

freios, que pode sofrer danos como o rompimento de tubos de fluido de freio ou do cabo de aço que aciona o freio estacionário (freio de mão) em alguns modelos.

3.2.4 Fases do incêndio

Os incêndios geralmente possuem quatro fases: **surgimento**, **crescimento**, **desenvolvimento completo** e **diminuição**. Nas fases iniciais (surgimento e crescimento) o incêndio está evoluindo, se propagando para novos materiais combustíveis. Entretanto, quando os incêndios chegam à terceira fase (desenvolvimento completo) os danos em um veículo já passam a ser irreversíveis, muitas vezes provocando lesões corporais severas e a perda total do valor econômico do bem. A fase da diminuição se dá quando os combustíveis já foram quase totalmente atingidos, restando apenas partes de difícil combustão.

Por essa razão, as equipes devem envidar esforços para que os incêndios não cheguem à terceira fase, ou que esta fase não se prolongue por tempo suficiente para gerar danos em outros bens próximos.

Para incêndios nas duas primeiras fases a abordagem das equipes deve ser agressiva, buscando o combate direto às chamas e o uso de agente extintor diretamente nos materiais incendiados, a fim de não permitir o crescimento do fogo e dos riscos.

Já os incêndios que atingiram as fases finais podem demandar uma postura mais defensiva por parte dos combatentes, uma vez que o fogo pode ter atingido locais críticos, como o tanque de combustível ou baterias de alta demanda, ampliando o risco aos combatentes.

Também pode ser necessário evitar a propagação para outros bens, que podem ser salvos das chamas, o que traria uma situação prioritária se comparado ao veículo já destruído pelo fogo.

3.2.5 Ângulo de ataque

Depois de todas essas considerações sobre possibilidades e análises necessárias para fazer a aproximação de um veículo em chamas, é preciso abordar a direção na qual será realizado o combate ao fogo.

Não é demais repetir que é preciso ser cauteloso, observar bem o solo e o local por onde os combatentes irão andar, tendo cuidado para não cair em "armadilhas" que o local pode possuir.

A direção na qual o agente extintor é lançado em um foco de incêndio é muito relevante para a obtenção de sucesso. Em todos os casos é preciso atingir a base do fogo, ou seja, o ponto mais próximo à superfície que está queimando. É preciso analisar se não há obstáculos que impeçam esse lançamento, ou que dificultem o contato do agente extintor com o combustível na base do fogo.

Vamos exemplificar? É pouco eficaz tentar apagar um incêndio no compartimento do motor de um automóvel sem abrir o capô, pois o agente extintor (água, PQS ou espuma) não terá contato com os materiais incendiados, mas apenas com a estrutura externa.

Por serem de maior ocorrência, vejamos as sugestões de ângulos de ataque para incêndios hipotéticos (em desenvolvimento completo) em veículos de passeio e caminhões/ônibus:

3.2.5.1 Veículos de passeio

Por veículos de passeio denominamos os automóveis de pequeno porte, geralmente com capacidade para 2 a 7 passageiros. São veículos em que a maior carga de fogo está localizada no habitáculo, que é revestido com materiais poliméricos, como tecidos sintéticos, espumas, plásticos e outros.



Atenção

Veículos de passeio podem ter cilindros de Gás Natural Veicular (GNV) em seu interior, os quais são posicionados habitualmente na sua região traseira. Consideramos que todo veículo possui GNV, até que haja confirmação do contrário. Para ver os procedimentos no caso de incêndio envolvendo veículo com combustíveis gasosos, observar o item [4.1 deste material](#)

Uma das técnicas mais eficientes para debelar as chamas num veículo de passeio é o uso de jatos d'água (tipo chuveiro - angulação entre 60° e 90°) no interior do habitáculo. A água irá evaporar, aumentando seu volume e formando uma grande nuvem de vapor, que irá ocupar o lugar do oxigênio, abafando as chamas, além de resfriar os materiais incendiados, reduzindo a pirólise e retardando o surgimento de novas chamas. Sugere-se o uso de jatos intermitentes para realizar o combate, aproveitando-se da compartimentação para formar vapor e reduzir a temperatura, permitindo melhores opções de acesso (como abrir as portas, por exemplo).

O uso de jatos compactos deve ser observado e pode ser utilizado, desde que com cautela. Por desperdiciar muita água, pode reduzir a autonomia do tanque à disposição, além de espalhar fluidos combustíveis que estejam no veículo ou no solo, propagando as chamas. É um jato eficiente para promover a redução da temperatura, entretanto acaba por desperdiçar boa parte da capacidade de absorção de calor da água ao fazê-la passar muito rapidamente sobre as superfícies.



Saiba mais

Para relembrar o uso de jatos d'água, ver a Lição VII do Manual de Capacitação em Combate a Incêndio Estrutural do CBMSC no [site da Biblioteca do CBMSC](#).

A seguir apontamos as vantagens e desvantagens da aproximação pela dianteira, traseira e lateral de um veículo de passeio incendiado, considerando que não há vento, o terreno não possui inclinação e todas as medidas de segurança já foram implementadas.

Na **abordagem pela traseira** há um risco potencial para as guarnições devido à possibilidade de rompimento e explosão do cilindro de GNV. Também ficam mais próximos a vazamentos do tanque de combustível, podendo envolver os combatentes em chamas a partir de poças. Conta negativamente o fato de se aproximar em um dos sentidos de movimentação do veículo, o que poderia causar atropelamento no caso de movimento. De forma positiva, o lançamento do agente extintor pode aproveitar uma eventual quebra do vidro traseiro, acertando o habitáculo em um ângulo razoável, permitindo o resfriamento dos bancos dianteiros

e do painel, todavia menos eficaz para resfriar os bancos traseiros.

A aproximação pela dianteira permite maior proteção contra uma eventual explosão durante o incêndio, pois o motor (geralmente posicionado à frente, sob o capô), servirá como um obstáculo contra o lançamento de partes. Permite o resfriamento dos bancos dianteiros e traseiros, mas com menor eficiência para atingir o painel frontal dentro do habitáculo. Como desvantagens, além de colocar os combatentes numa das direções de movimento do veículo, o agente extintor poderá atingir diretamente ou lançar estilhaços de vidros frontalmente em vítimas no interior do veículo podendo causar-lhes ferimentos (o para-brisa, por ser feito com vidro laminado, pode resistir mais do que os vidros laterais, que são temperados).

A **abordagem pela lateral** não expõe os combatentes a uma repentina movimentação do veículo e permite uma aproximação do esguicho de combate ao habitáculo maior se comparado às demais alternativas. Habilita a lançar o agente extintor em todas as direções dentro deste compartimento, tornando a técnica de combate intermitente no habitáculo mais eficiente. Também permite abrir as portas para obter melhor acesso ao veículo, ou para prover ventilação que auxilie no controle das chamas. Negativamente, temos os combatentes muito próximos ao veículo e chamas, podendo sofrer ferimentos pela alta temperatura ou no caso de explosões.

Após esta análise pode-se deduzir que a abordagem pela lateral é a mais eficiente, mas mesmo esta não deixa os combatentes em uma posição isenta de riscos, o que reforça ainda mais as medidas de segurança e a atenção para o solo nas proximidades do veículo.

Realizada a redução das chamas no habitáculo, pode-se

buscar uma nova posição para efetuar o combate nos demais compartimentos.

Figura 7. Forma correta de fazer a abertura de portas (bombeiro em primeiro e segundo plano)



Fonte: CBMSC

Ao efetuar a abertura de qualquer compartimento os combatentes devem adotar uma postura defensiva, nunca ficando de frente para a abertura, pois caso haja surgimento abrupto de chamas, fumaça, vapor ou outro elemento nocivo, o bombeiro poderá ser atingido. Sugere-se que o responsável pela abertura fique na lateral do compartimento, puxando a porta com um mo-

vimento de braço e outro combatente esteja com uma linha de mangueira posicionado para segurança da equipe.

3.2.5.2 Caminhões e Ônibus

Também chamados de veículos pesados, automóveis desse tipo possuem grande porte e podem representar riscos maiores que veículos de passeio, principalmente os caminhões, cuja carga pode gerar ensejar ações de controle maiores do que um incêndio em um automóvel de passeio.

A atenção com a carga dos caminhões incendiados deve ser uma preocupação primária para o comandante da operação de combate a incêndio. Caso hajam Produtos Perigosos sendo transportados, há protocolos específicos para cada tipo de produto, devendo-se observar inicialmente o Manual de Emergências da ABIQUIM, Manual de Capacitação em Emergências com Produtos Perigosos do CBMSC (ou outra fonte confiável de informações) e adotar as medidas sugeridas com relação ao combate ao fogo, vazamentos e isolamento de áreas. Eventualmente o combate ao incêndio poderá não ser prioridade.



Saiba mais

O Manual de Capacitação em Emergências com Produtos Perigosos do CBMSC é uma ótima fonte de informações sobre os incêndios envolvendo estes materiais. Você pode acessá-lo no [site da Biblioteca do CBMSC](#).

Já os ônibus possuem um grande habitáculo e é preciso se certificar da existência, ou não, de pessoas em seu interior.

Fique sempre atento, pois em ambos os casos é preciso analisar com calma a necessidade de subir na estrutura do veículo para realizar o combate ao fogo, pois há grandes riscos associados à essa ação.



Refleta

Entrar em um ônibus incendiado para retirar uma vítima inconsciente é o tipo de risco aceitável. A preservação da vida sempre é prioridade na atuação do CBMSC. Porém subir em um reboque incendiado, carregado de gasolina, apenas para buscar um ângulo melhor de ataque não é uma ação adequada pelo perigo que trará ao combatente.

Geralmente o combate aos incêndios em caminhões e ônibus são iniciados de forma externa com os combatentes buscando a aproximação conforme as chamas são debeladas.

3.3. INCÊNDIOS EM CAMINHÕES-TANQUE

Os incêndios em caminhões-tanque são ocorrências diferenciadas que demandam, além das medidas já apresentadas, providências específicas por parte das guarnições envolvidas.

Dentro da grande malha viária de Santa Catarina inúmeros veículos fazem o transporte de Produtos Perigosos, com variados estados físicos da matéria, características e riscos. Neste momento abordaremos apenas os caminhões que fazem o transporte de cargas de líquidos e gases inflamáveis, por ser mais habitual a incidência de ocorrências em veículos com essas cargas (dentro os produtos perigosos).

Glossário

Produto Perigoso é toda substância ou elemento que por sua característica de volume e periculosidade, representa um risco além do normal à saúde, à propriedade e ao meio ambiente durante sua extração, fabricação, armazenamento, transporte ou uso.

Os incêndios em caminhões-tanque podem ter início relacionado ao material transportado, ou não, e uma vez iniciados podem envolver o líquido/gás inflamável, ou não. Para tanto, devemos analisar o caso concreto e adotar as medidas que melhor se enquadram para a resolução da ocorrência.

3.3.1 Isolamento e identificação da carga

A primeira medida a ser adotada por qualquer equipe de emergência ao chegar no local em que ocorre um incêndio em um caminhão-tanque é providenciar o isolamento do local num raio mínimo de 100 metros em todas as direções.

Deve-se buscar informações sobre a carga que está sendo transportada, identificando o produto e obtendo informações básicas sobre o isolamento de acordo com o Manual de Emergências da ABIQUIM, a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) ou o Manual de Capacitação em Emergências com Produtos Perigosos do CBMSC (ou outra fonte confiável de informações). Pode ser necessário expandir o raio de isolamento para até 800 metros dependendo das características do produto envolvido.

3.3.2 Ações defensivas

No caso de uma guarnição não possuir todos os equipamentos (ou componentes) necessários ou no caso das condições do incêndio não permitirem fazer uma intervenção mais ofensiva, devem ser adotadas posturas defensivas, visando reduzir os danos e evitar a propagação do incêndio.

A primeira medida defensiva a ser considerada é o **posicionamento da viatura**, que deve ser estacionada, preferencialmente num plano elevado e a favor do vento, entre 30 e 50 metros do caminhão incendiado. Esta viatura poderá servir como anteparo e proteção para as guarnições no caso de uma explosão.

Assim como nos demais incêndios veiculares, o uso de **EPI** e **EPR** é obrigatório e fundamental para a segurança dos bombeiros que estarão próximos ao fogo e/ou que nele poderão atuar.

O **resfriamento do tanque** é outra medida defensiva absolutamente relevante e importante para reduzir o potencial explosivo do compartimento de carga. Deve-se **usar jatos abertos** (não se deve usar jatos sólidos) na parte superior do tanque, de forma que esfrie e escorra pelas laterais. Caso o calor seja intenso e não permita a aproximação das guarnições para o uso de jato neblinado ou chuveiro, pode-se usar o jato compacto (ou sólido) acima das chamas, fazendo com que a água “quebre” e atinja o tanque em gotas espalhadas.



Atenção

O uso de jato d'água sólido (ou compacto) diretamente na superfície de um tanque aquecido pode causar a ruptura do mesmo devido ao choque mecânico e à dilatação térmica do metal, e por isso deve ser evitado.

É necessário mensurar a quantidade necessária de agente extintor que o incêndio demandará até a sua extinção completa. Sendo a espuma o agente mais indicado para combater incêndios em combustíveis líquidos, o uso desta deve ser priorizado desde que haja volume suficiente para finalizar o combate. Caso a guarnição não disponha de Líquido Gerador de Espuma (LGE) em quantidade suficiente, deve iniciar o combate com água e o encerrar com a espuma.



Refleta

Chamas de alta temperatura destroem a espuma, que acaba por ser desperdiçada. Ao final do combate a temperatura é mais baixa e a espuma permanece separando o combustível do ar, promovendo o isolamento e maior segurança para os envolvidos.

A última medida defensiva a ser abordada engloba as ações de **redução de danos colaterais** que o incêndio em caminhão-tanque pode provocar. As guarnições poderão realizar o combate às chamas ou a proteção de outros bens próximos ao fogo e sob risco, bem como abrir valetas e fazer diques para direcionar e conter líquidos que estejam vazando e que possam propagar o fogo ou causar danos ambientais.

3.3.3 Incêndio em caminhão-tanque que não atingiu a carga inflamável

São as situações em que o fogo está restrito à cabine do veículo (compartimento de passageiros) ou que é externo ao tanque, como fogo nas rodas traseiras, aquecidas após a descida de

uma serra. Caso o incêndio não tenha atingido a carga (líquido ou gás inflamável), a guarnição deve priorizar a proteção do tanque contra o calor irradiado pelas chamas. Para tanto, se deve montar uma linha que resfrie a região mais exposta do tanque ao calor (com jatos abertos e nunca compactos), enquanto outra linha efetua o combate ao fogo.

Essa postura agressiva da guarnição poderá resguardar a grande quantidade de combustível transportado, e solucionar a ocorrência em uma fração do tempo necessário para o combate caso a carga fosse incendiada.

A proteção e o resfriamento da carga somente não será a prioridade caso haja vítimas no veículo que devam ser resgatadas. Nessa situação, uma guarnição deverá montar uma linha de segurança (esguicho totalmente aberto, em vazão máxima e jato aberto em 120°) e tentar obter acesso à vítima. Havendo disponibilidade, outra linha poderá ser montada e lançar água neblinada pelas costas da guarnição de resgate.

3.3.4 Incêndio em caminhão-tanque que atingiu a carga inflamável

Caso o incêndio tenha atingido a carga (líquido ou gás inflamável), a guarnição deve adotar uma postura mais defensiva e ficar atenta aos sinais que podem indicar a ocorrência de algum fenômeno do incêndio, principalmente o BLEVE.



Glossário

BLEVE é o acrônimo de *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* que pode ser traduzido como **Explosão de Vapor Expandido por um Líquido em Ebulição**.

Caso haja a presença de vítimas no veículo, a abordagem é idêntica a apontada anteriormente, entretanto é necessária uma avaliação criteriosa e minuciosa do risco de ocorrência de um BLEVE, que poderá causar lesões irreversíveis às vítimas e também às guarnições.

Se for possível e seguro deve se resfriar a região superior do tanque com jatos de água abertos (tal qual nos casos sem incêndio na carga). Isso deve ser realizado a fim de reduzir a temperatura do tanque e, conseqüentemente, do combustível no seu interior.



Refleta

De acordo com as leis da física, se o volume (tanque) for sempre o mesmo, a pressão interna deve aumentar proporcionalmente à temperatura. Assim, quanto maior a temperatura, maior será a pressão e o risco de rompimento do casco.

O uso de canhões (de solo ou em viaturas) deve ser avaliado juntamente com a capacidade de água disponível no local (devido sua alta vazão). Dependendo da quantidade de líquido/gás inflamável queimando, poderá ser necessário o reabastecimento de água para as viaturas e de ar para os cilindros do EPR das guarnições, pois a ocorrência pode se alongar consideravelmente.

Caso haja vazamento (com ou sem fogo) por válvulas de segurança, deve-se usar de jatos neblinados junto ao gás vazando (ou

as chamas), mas não no bocal da válvula. Devido à expansão livre do gás (fenômeno endotérmico), a válvula de saída acaba tendo sua temperatura reduzida e a água do combate poderia congelar e interromper o fluxo, provocando o aumento na pressão interna devido às chamas externas.

Também é necessário estar atento a sinais que podem anteceder um BLEVE durante o incêndio, como zunido de gases saindo por válvulas de alívio ou válvulas de pressão, mudança na coloração do tanque e aumento significativo no volume das chamas que saem por dispositivos de segurança.

Esses sinais precedem o rompimento do casco, que irá provocar uma onda de choque e o espalhamento de material combustível em alta temperatura, situação que é de risco imenso para as guarnições, para pessoas envolvidas e para bens próximos. Se estes sinais indicarem a ocorrência de BLEVE, o local deve ser abandonado pelas equipes e viaturas, ampliando o raio de isolamento e combatendo o fogo de uma forma defensiva.

É importante que se entenda que em algumas dessas situações, em que o incêndio já comprometeu a carga transportada, o risco pode ser tão elevado que a melhor medida a ser adotada será a de isolar o local e deixar o combustível queimar até se exaurir.

3.4 AGENTES EXTINTORES E RESCALDO

Como você sabe, os agentes extintores são os materiais utilizados para interromper o processo de combustão, e assim suprimir o fogo. Nas ocorrências de incêndios em veículos os principais agentes utilizados são a água, a espuma e os pós-extintores (como PQS, o pó ABC dos extintores veiculares), dentre outros agentes menos comuns.

Já o rescaldo é uma etapa complementar do combate, destinada à correta finalização e extinção do incêndio, que tem, no entanto, algumas peculiaridades que diferenciam esta etapa nos incêndios em veículos, merecendo destaque.

3.4.1 Agentes extintores

O agente extintor por excelência é a água, pela sua capacidade de absorção de calor, baixo custo e facilidade de obtenção. Seu principal ponto negativo é conduzir corrente elétrica, sujeitando vítimas e combatentes ao risco de choque elétrico.

Além do uso da **água**, pode-se destacar o uso da **espuma** nas operações de combate a incêndio veicular. A espuma é, basicamente, uma mistura de água, ar e um aditivo que "prende" o ar dentro da água, formando as bolhas.

Pela sua característica de ocupar um grande volume com baixa massa (ser leve) é possível inundar um compartimento com espuma em pouco tempo, bem como aplicar preventivamente sobre vazamentos de combustível líquido (classe "B") e evitar que estes se incendeiem.

A espuma também se mostra eficaz em combustíveis sólidos (classe "A") por formar uma camada superficial que isola o combustível do comburente, evitando a reignição das chamas. Como há uma grande quantidade de metais presentes nos veículos, estes absorvem o calor do fogo e mantém a temperatura elevada mesmo ao apagar as chamas, gerando reignições de combustíveis próximos. O uso de espuma isola os combustíveis aquecidos do ar, facilitando muito o controle do fogo.



Refleta

Como a espuma é feita com água, adquire sua característica de conduzir a corrente elétrica, sendo necessário adotar as mesmas medidas e cuidados para evitar choques elétricos.

A espuma é o melhor agente extintor que um bombeiro pode utilizar numa operação de incêndio em veículo, sendo estimulado seu uso tanto no combate, como no rescaldo.

O terceiro agente extintor a ser abordado é o **PQS**, também conhecido como Pó Químico Seco. São sólidos granulados de forma muito pequena que ficam em suspensão quando expelidos, ocupando o lugar do oxigênio (abafando o fogo) e interrompendo a reação química em cadeia do incêndio, apagando as chamas. São eficazes a curto prazo, porém não causam um grande resfriamento nos combustíveis incendiados, o que pode causar uma reignição do fogo instantes após a supressão.

Há extintores do tipo "ABC" que são projetados para mostrar eficácia em incêndios destas três classes. Estes, além da atuação acima descrita, não conduzem corrente elétrica e formam uma camada superficial sobre os materiais, impedindo o contato com o oxigênio e assim retardando novo surgimento de chamas.

3.4.2 Rescaldo

Após o incêndio ser controlado, confinado e suprimido, ainda existe o risco e a possibilidade de uma reignição das chamas, uma vez que as superfícies ainda estão aquecidas e o processo de pirólise segue acontecendo.

Isso ocorre porque há uma sobreposição de materiais combustíveis classe "A" e o resfriamento não tem tanta eficácia nos objetos que estão "protegidos" abaixo da superfície exposta e não são atingidos pelo agente extintor (geralmente água).

A ação de trazer estes materiais aquecidos, e por vezes incandescentes, para uma posição que permita seu resfriamento se chama **rescaldo**.

O rescaldo faz parte da rotina de atendimento aos incêndios, e pode demorar mais ou menos conforme a área a ser inspecionada e a característica dos materiais.

Durante esse procedimento todas as medidas de segurança devem ser mantidas, inclusive o uso de equipamentos de proteção respiratória (equívoco comum de se verificar), pois ainda persistem os riscos que a cena apresentava durante o desenvolvimento do incêndio.

O uso de espuma durante o rescaldo é uma medida a ser tomada, pois a camada que se forma sobre as superfícies auxilia tanto no resfriamento como no abafamento, o que dificulta a reignição do fogo. Se houver disponibilidade pode ser utilizado uma câmera térmica para identificar os pontos mais aquecidos e fazer o devido resfriamento, o que agiliza em muito a finalização desta etapa.



Atenção

O rescaldo deve ser realizado de uma maneira que altere minimamente a cena do incêndio, sem retirar materiais do seu local original, nem trocá-los de posição. O combatente deve suspender o material da superfície, resfriar a sua base, e recolocar o material na mesma posição encontrada.

Essa medida objetiva preservar o local do incêndio para a investigação uma vez que todo e qualquer material pode se tornar um relevante vestígio no processo de reconstrução da cena até a situação anterior ao início do fogo.

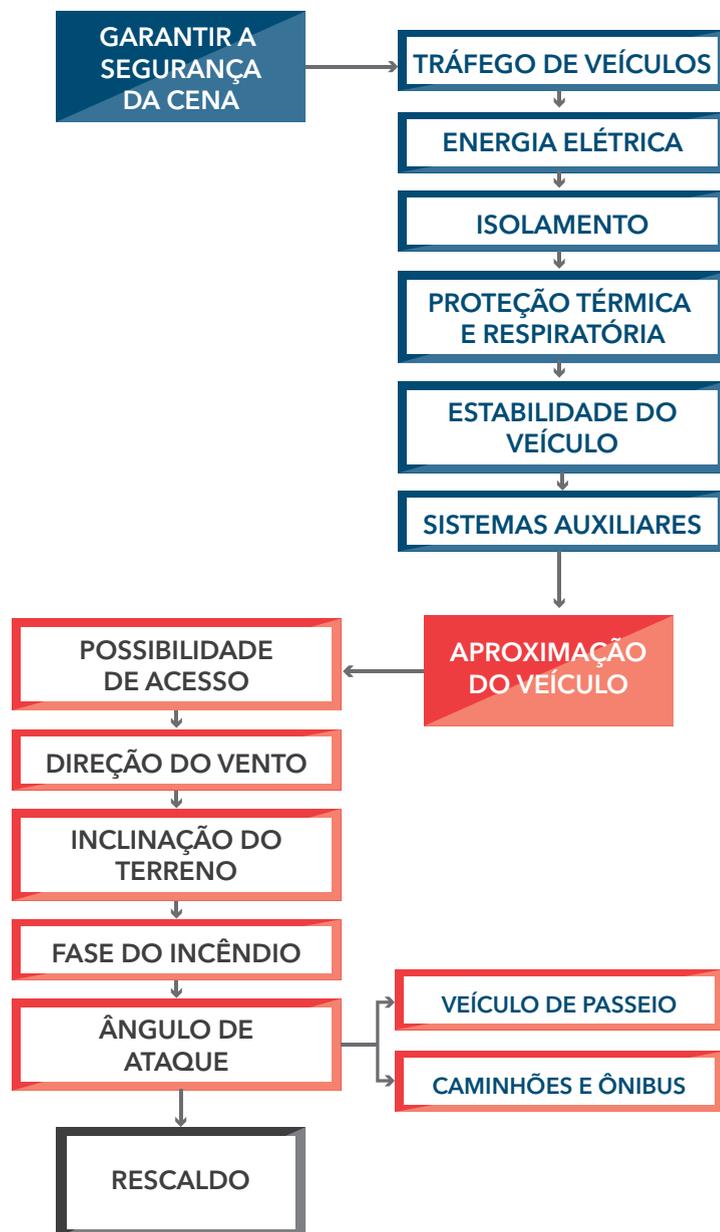
Apresentamos um fluxograma com o intuito de fixar as ações necessárias para a atuação em ocorrências de incêndios em veículos. Caso a ocorrência possua alguma característica que a torne diferenciada, as etapas do combate podem ser alteradas, de acordo com a necessidade, a experiência e a responsabilidade do Comandante da Operação.

4. INCÊNDIOS EM VEÍCULOS COM COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO

Passamos agora a um ponto bastante relevante de nossos estudos: a ação de combate a incêndio em veículos que utilizam combustíveis alternativos. Por combustíveis alternativos entendemos aqueles que são diferentes de gasolina (e suas variações), etanol, diesel e querosene.

Os veículos são construídos de formas muito variadas seguindo normas gerais e/ou padrões definidos por seus próprios fabricantes. Um ótimo exemplo de variedade veicular é a indústria automobilística de veículos de passeio: há veículos para 1 a 7 passageiros; de 1 a 3 motores; motores posicionados à frente, no centro ou na traseira dos carros; infinitos layouts, características e acessórios.

Alguns combustíveis alternativos representam riscos menores do que os "combustíveis convencionais", como por exemplo madeira e carvão (que são combustíveis de trens a vapor, por exem-



plo). Não temos a pretensão de abordar todos os combustíveis alternativos existentes ou aprofundar em suas particularidades. A intenção é a de trazer à tona esse assunto e sugerir as principais medidas a serem adotadas pelas equipes de emergência que irão fornecer a primeira resposta quando da ocorrência de um incêndio em um veículo desta natureza.

4.1. COMBUSTÍVEIS GASOSOS

Há veículos cuja fonte principal de combustível são gases inflamáveis. Os mais usuais são o Gás Natural Veicular (GNV) e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

No Brasil muitos veículos possuem o GNV além do combustível original (gasolina/etanol) acumulando ambos tanques de combustível em seu interior.

O GLP é utilizado, geralmente, em empilhadeiras sendo armazenado em botijões do tipo P-20 (com 20 kg de GLP). Esses veículos são comuns em depósitos de logística e de indústrias.

Todo cilindro de gás (seja GNV ou GLP) deve ser considerado como cheio e pressurizado, mesmo que a válvula de alívio pareça estar ativada, até que se tenha a confirmação do contrário. Sugere-se, quando disponível, o uso de detectores de gases para assegurar a ausência destes na cena.



Refleta

Caso o incêndio atinja os cilindros é importante verificar a possibilidade de controlar o vazamento, desde que o risco/benefício desta ação seja viável. Há ferramental específico para estas situações,

geralmente ligados à área de contenção de vazamentos de Produtos Perigosos. Para mais informações consulte o Manual de Capacitação em Emergências com Produtos Perigosos do CBMSC disponível no [site da Blioteca](#).

Uma ação a ser adotada para ocorrências desta natureza é o resfriamento dos cilindros através de jatos de água mais abertos (chuveiro e neblinado), evitando os jatos contínuos (ou compactos) onde há choque mecânico com as paredes do recipiente, o que pode causar a ruptura do casco e um BLEVE (explosão).

Atenção

Além do choque mecânico com a parede do cilindro, os jatos compactos provocam o resfriamento abrupto de uma pequena porção da parede, o que causa a contração do material (se comparado às demais superfícies em temperatura maior), enquanto as demais partes se expandem. Esse movimento pode originar microfissuras que, devido à elevada pressão interior, podem evoluir para a ruptura total do cilindro.

Por vezes é mais seguro certificar-se que o gás está queimando e não está se acumulando em outros pontos, onde uma fonte de ignição poderá causar um novo incêndio ou uma pseudo-explosão (queima abrupta de gases inflamáveis, com grande potencial energético e, eventualmente, onda de choque).

Caso não seja possível controlar o vazamento, ou se essa ação expor a vida ou a integridade física de alguém, deve ser adotada uma postura defensiva, protegendo as adjacências e permitindo que o gás seja expelido e queimado livremente até que acabe por completo.

O GLP é um gás mais pesado que o ar atmosférico (sua densidade de vapor é 160% da densidade de vapor do ar atmosférico) se depositando nos pontos mais inferiores dos ambientes que ocupa. Assim pode seguir através de galerias e bueiros, e chegar até fontes de ignição remotas.

Já o GNV é um gás mais leve do que o ar atmosférico (densidade de vapor de 60% do ar atmosférico). Por essa razão se dissipa com maior facilidade, mas mesmo assim é preciso ter atenção com fontes de ignição nas proximidades, como chaminés e circuitos elétricos.

O gás hidrogênio, ainda pouco comum e presente num número muito pequeno de veículos, tem apenas 10% da densidade de vapor do ar atmosférico, dissipando-se rapidamente.

Estes 3 combustíveis gasosos precisam de uma pequena **energia de ignição** (quantidade de energia térmica necessária para que uma substância absorva calor e comece a queimar, de acordo com a NFPA 921 [3.3.12]) para iniciar sua queima.

Quadro 1. Comparativo entre quantidade de energia necessária para absorção de calor para início de queima

	Densidade (ar = 100%)	Energia de ignição	Autoignição (°C)	LII (%)	LSI (%)
Hidrogênio	10%	0,0019 mJ	500	4	75
GNV	60%	0,28 mJ	537	5	15
GLP	160%	0,25 mJ	450	2,1	9,5

Fonte: Adaptado de Shields e Scheibe

Em todos os casos de vazamento de gases combustíveis veiculares, sem fogo, sugere-se o uso de jatos neblinados (jatos que formam gotículas pequenas, similares à neblina), uma vez que reduz a temperatura dos mesmos (caso aquecidos) e torna a mistura úmida, dificultando a queima, e prejudicando a propagação de eventuais princípios de combustão, ao absorver calor e formar vapor (que ocupa o lugar do oxigênio presente no ar atmosférico).

Por fim, a última peculiaridade destes incêndios é o risco de efeito maçarico das chamas quando ocorre o rompimento da válvula de alívio, que libera a pressão do gás interno. Caso este gás encontre comburente suficiente para atingir seu limite de inflamabilidade, poderá haver chamas em alta velocidade, similares a um maçarico. Essa chama pode causar danos severos até mesmo em elementos estruturais do veículo (como chapas de aço).

Após essas considerações, e ressalvados os cuidados específicos com os cilindros de gás, os incêndios em veículos com combustíveis gasosos tem um comportamento similar aos demais incêndios, devendo ser observadas as mesmas medidas de abordagem e aproximação.

4.2. VEÍCULOS ELETRIFICADOS

Os veículos eletrificados são aqueles que utilizam de eletricidade para prover seu movimento. Dentro dos veículos eletrificados temos, principalmente, os veículos elétricos (movidos exclusivamente através de energia elétrica) e os híbridos (que possuem um motor convencional a combustão e outro elétrico).



Curiosidade

Veículos convencionais com motores a combustão também possuem redes elétricas e componentes eletrônicos. Todavia não são considerados como **veículos eletrificados**, pois estes não se utilizam da energia elétrica para gerar ou manter seu movimento.

Os veículos eletrificados possuem pontos em comum, independentemente de serem elétricos ou híbridos. Destacam-se a bateria (ou conjunto de baterias), a rede de transmissão de energia de alta voltagem e o motor(es) elétrico(s).

De forma básica um veículo eletrificado armazena energia em sua bateria; a energia é transmitida da bateria através de uma rede de transmissão envolta por um isolamento na cor laranja (para ter boa visibilidade) chegando até o motor; o motor transforma a energia elétrica em movimento.

4.2.1 Baterias e rede de alta tensão

A bateria (ou o conjunto de baterias) de um veículo eletrificado precisa armazenar energia suficiente para que o veículo tenha uma autonomia aceitável, conforme o uso para que se destina.

A posição e o volume das baterias varia conforme o modelo do veículo. Também é preciso observar a vocação deste e relacionar com a necessidade de andar por longas distâncias (precisando de maior autonomia, o que implica em mais baterias) ou se fica restrito a uma área pequena (carrinho de golfe, que possui baterias menores).

A composição destas baterias está em constante evolução, então é preciso que o bombeiro esteja atento às inovações nesta

área. Até o final da década de 2010 as baterias de íons de lítio eram as utilizadas em maior volume.

As baterias são consideradas como de células secas, com pouco fluido. Se a bateria for danificada, é possível que ocorra apenas pequenos vazamentos desse fluido, que é transparente, a base de água e não-inflamável.

De acordo com a Tesla, fabricante de veículos elétricos, a bateria de alta tensão, o(s) controlador(es) de carregamento, o conversor de corrente contínua, e a(s) unidade(s) de acionamento são arrefecidos por um líquido de arrefecimento comum na indústria automobilística, à base de glicol. Se a bateria de alta tensão furar, é possível que ocorra vazamento deste líquido de arrefecimento, que tem um tom azulado e não apresenta risco de se incendiar.

O comportamento destes veículos durante incêndios é muito similar ao dos veículos com motor a combustão quando o fogo está apenas no habitáculo. Pequenos incêndios que não envolvam a bateria de alta tensão devem ser combatidos normalmente e, se possível, com um ataque ofensivo.

Sempre considerar a possibilidade do veículo estar com a corrente elétrica ativada. Caso o incêndio envolva as baterias de alta tensão o combate deve adotar uma postura defensiva. O procedimento apontado por montadoras e pela National Fire Protection Association (NFPA) é o de resfriar o conjunto de baterias com grandes quantidades de água.

A extinção completa do incêndio e o resfriamento da bateria pode exigir até 10.000 litros de água, pois em alguns modelos o grupo de baterias é envolvido por uma proteção (capa) de aço, visando proteger o conjunto em casos de acidentes e dificultar a exposição accidental. Por esta razão, é mais difícil

lançar água diretamente sobre as baterias aquecidas, sendo necessário resfriar inicialmente a proteção, consumindo grandes volumes do agente extintor.

Figura 8. Exemplo de bateria de veículo eletrificado. Entre a carcaça da bateria e o aço, há uma proteção plástica.



Fonte: CBMSC

Nestes casos é muito importante verificar fontes de fornecimento de água adicional, tipo caminhão tanque, hidrantes, mananciais, entre outros.



Atenção

Uma bateria de alta tensão queimando (ou aquecida) libera vapores tóxicos. Estes vapores podem incluir compostos orgânicos voláteis, hidrogênio gasoso, dióxido de carbono, monóxido de carbono, fuligem, partículas que contêm óxidos de níquel, alumínio, lítio, cobre, cobalto e fluoreto de hidrogênio.

Os combatentes devem proteger-se, como sempre, com EPI completo incluindo proteção respiratória e tomar medidas para proteger pessoas que se encontrem nas proximidades do incidente ou no fluxo dos gases e fumaça. Recomenda-se o uso de esguichos ou até mesmo ventiladores para direcionar a fumaça e os vapores, protegendo as áreas mais sensíveis.

De acordo com a Tesla e a NFPA, a extinção de um incêndio na bateria de alta tensão pode se prolongar por até 24 horas. Pode ser necessário considerar a possibilidade de isolar o local e deixar a bateria queimar enquanto se protege outros bens que possam estar expostos.

Durante ou após a extinção do incêndio e controle da fumaça, pode-se utilizar uma câmera térmica para verificar a temperatura da bateria de alta tensão e monitorar a tendência de aquecimento ou esfriamento. Há relatos de incêndios que ressurgiram horas após a extinção das chamas.

Antes do veículo ser entregue à polícia, guincho, seguradora, proprietário, ou outrem, a bateria de alta tensão não deverá ter fogo, fumaça ou aquecimento. Para deixar a cena do incêndio as guarnições precisam ter certeza do completo resfriamento das baterias.



Atenção

Durante o combate e rescaldo deve-se evitar contato com os componentes de alta tensão, que estão devidamente identificados com o revestimento na cor laranja. Se for preciso manusear ou fazer cortes, é necessário o uso de ferramentas isoladas.

Após a retirada do veículo do local do incêndio este deve ser posicionado a distância de outros veículos ou propriedades, para evitar o risco de propagação no caso de novo surgimento de chamas.

Por fim, vale destacar que os veículos eletrificados também possuem baterias convencionais (geralmente de 12v), que alimentam os equipamentos elétricos e eletrônicos, como os sistemas de iluminação e som, abertura e fechamento de janelas, travas, alarme, dentre outros.

4.3. VEÍCULOS COM CÉLULA DE HIDROGÊNIO

O atendimento a incêndios em veículos com célula de hidrogênio deve ser o mesmo para os veículos híbridos e elétricos, sendo necessário fazer apenas algumas ressalvas.

A queima do hidrogênio não resulta em fumaça ou grande quantidade de calor radiante. À noite é possível ver a chama a olho nu mas em ambientes bem iluminados é muito difícil identificar o fogo. Caso outros componentes estejam queimando junto ao hidrogênio, haverá a presença de chama e fumaça conforme o composto (e quantidade) envolvido.

Os cilindros que armazenam o hidrogênio possuem válvulas de alívio, para reduzir a pressão e evitar o rompimento do casco. Não se deve lançar água diretamente sobre estes cilindros, sob risco de rompimento por choque mecânico ou ruptura por dilatação térmica, da mesma forma que os cilindros de combustíveis gasosos.

Caso o hidrogênio esteja vazando é aconselhável isolar a área, deixando-o fluir para a atmosfera e queimar (mas nunca provocar essa queima) caso não seja possível apagar as chamas e interromper o vazamento imediatamente.

5. GENERALIDADES DA INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO EM VEÍCULOS

Como Bombeiro Militar, acompanhando de perto o desenvolvimento das atividades em diferentes áreas, você já deve ter percebido que a investigação de incêndios em veículos é uma área em expansão dentro do CBMSC. Ressaltamos que todos os bombeiros da corporação podem e devem conhecê-la para expandir seus conhecimentos e, eventualmente, auxiliar em uma investigação oficial.

Já observamos que os incêndios que ocorrem em veículos possuem particularidades que os tornam diferentes dos incêndios em edificações e dos incêndios em vegetação.

Dentre as principais peculiaridades, destacamos a compartimentação e a velocidade da propagação do fogo, muito rápida dentro do compartimento e mais lenta de um compartimento para outro.

Esse rápido alastramento do incêndio veicular no compartimento de origem não está, necessariamente, ligado ao uso de acelerantes ou combustíveis líquidos para facilitar o início ou aumentar as chamas. A composição dos materiais dos veículos atuais, costuma ser um facilitador do processo de propagação do incêndio.

A evolução da indústria automobilística, principalmente nos últimos 60 anos, tem agregado um grande número de tecnologias e peças que visam melhorar a performance dos veículos, torná-los mais seguros e ampliar o conforto dos usuários. Estas mudanças, em regra, inseriram nos veículos vários componentes de segurança contra impactos, substituindo peças metálicas por compostos e polímeros que exercem função estrutural de forma similar ou

até melhor que os materiais anteriores, e ainda reduzem o peso total do veículo. Também passaram a embarcar muita tecnologia de sensores, telas, acessos e outros terminais energizados, apenas para citar exemplos usuais. Entretanto estes materiais, como já citado, podem influenciar diretamente no surgimento e no crescimento dos incêndios dos veículos modernos, apresentando uma evolução diferente do que se via em veículos antigos.

Ainda é preciso lembrar que os veículos muitas vezes são envolvidos por uma gama de condutores elétricos, que alimentam os mais variados tipos de sistemas e sensores. Esta lista é ampla e se relaciona com sistemas de iluminação, sonorização, controles de dispositivos para auxiliar na navegação, alimentação de rebocques, dentre outros.



Refleta

Quanto maior a tecnologia embarcada, maior é a quantidade de ligações elétricas dentro dos veículos.

Da mesma forma, uma série de fluidos escoam por mangueiras e dutos rígidos sendo que a variedade, função e combustibilidade de cada um destes fluidos deve ser verificada conforme o caso particular do veículo a ser periciado.

É necessário considerar que os incêndios em veículos se dão muitas vezes em locais abertos, onde a ventilação e oferta de comburente é farta. Essa condição facilita a propagação das chamas e dificulta que o fogo seja suprimido através do método do abafamento.

Por fim, apenas para encerrar a relação de peculiaridades dos incêndios em veículos, mas sem esgotar esta lista, verifica-se que

o combustível que fornece a energia para a movimentação do veículo apresenta um grande potencial para início e aceleração dos incêndios, porém dificilmente originam explosões como se vê em produções cinematográficas.

Apesar de conter vapores inflamáveis, os tanques de combustível possuem uma mistura rica em seu interior, o que impede a inflamação dos gases pela falta de oxigênio. Além disso, os tanques geralmente possuem dispositivos de alívio de pressão, bem como são produzidos com materiais com baixo ponto de fusão (geralmente polímeros), derretendo sob a ação do calor.



Glossário

Mistura rica é aquela que possui muitas partículas de gás combustível e não há oxigênio suficiente para promover uma combustão.



Curiosidade

O dispositivo de alívio de pressão lança vapores combustíveis na atmosfera, quando ativado, e pode produzir um efeito do tipo lança-chamas, criando padrões diferentes de queima nas proximidades. A pressão positiva (maior no interior do tanque do que fora) evita que o fogo adentre ao reservatório.

Entretanto, há de se considerar que estes dispositivos podem sofrer falhas ou receber modificações consideráveis ao projeto original e, apesar de ser pequena, a chance de uma explosão pode ocorrer com um tanque de combustível improvisado.

Assim o investigador deve estar ciente de todas estas condições, e outras que possam surgir para o caso específico, verificando as características do projeto, materiais construtivos, fa-

bricante, modelo e até mesmo o ano de fabricação do veículo incendiado, que variam muito.

Algumas características do veículo podem causar um desenvolvimento aparentemente “anormal” das chamas para leigos, mas o investigador deve considerar todas as condições e o contexto do incêndio, para então verificar se o resultado final (marcas e sinais no veículo queimado) pode, ou não, ser explicado sem a participação de acelerantes, ou qual condição influenciou no desenvolvimento do fogo.

Devido à influência de todas as variáveis envolvidas num incêndio veicular, a presença ou ausência de líquidos acelerantes (como gasolina, álcool, diesel, querosene etc.) para gerar ou propagar o fogo de forma intencional, não pode e nem deve ser descartada sem elementos suficientes para tal.

6. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

O método de pesquisa de campo deve, obrigatoriamente, seguir a lógica pericial ou os princípios gerais da investigação: partindo-se do ponto menos para o mais afetado pelo incêndio; de fora para dentro; e do geral para o específico.

Os itens aqui sugeridos para coleta de dados objetivam nortear a investigação de incêndios em veículos em geral, a fim de não suprimir informações que podem ser relevantes. Ressalta-se que a investigação em automóveis, caminhões pesados, ônibus, motocicletas, embarcações, máquinas agrícolas, aeronaves, reboques e outras espécies do gênero veículos, deve ser elaborada com uma análise prévia do tipo do veículo e das

particularidades que possam advir do modelo, valendo-se de manuais, prospectos, especificações técnicas fornecidas pelo fabricante, ou outras fontes que possam fornecer dados relevantes para o perfeito entendimento do funcionamento normal do veículo, para em fase posterior, compreender a dinâmica do fogo para a elaboração do laudo pericial.

Relacionar estas especificidades alongaria demasiada e desnecessariamente este estudo, uma vez que as informações específicas podem ser pesquisadas *a posteriori*, de acordo com a necessidade. Uma relevante fonte de consulta é a norma NFPA 921, que traz informações diversificadas sobre a perícia em veículos e pode auxiliar o investigador.



Download

Você pode acessar a NFPA 921 (em inglês) diretamente no site da National Fire Protection Association: <https://bitly.com/pKakN>



A inversão da ordem dos procedimentos, ou até mesmo a supressão de etapas, não descaracteriza ou invalida o ato pericial, todavia o CBMSC adotou a sequência preconizada por Nunes e Vidal (2015) como padrão, por entender se tratar do melhor método de pesquisa para chegar até a identificação da causa do incêndio, garantindo que nenhuma evidência deixe de ter seu momento de observação.

Em incêndios combatidos em seu princípio, a determinação da **Zona de Origem** não demanda a comparação entre compartimentos, quando só há um deles com sinais de queima. Da mesma forma a coleta de depoimentos pode ser realizada antes, durante ou após os exames no veículo, dependendo das circunstâncias

que o perito avaliar no momento da perícia. Melhor exemplo são as fotografias, que devem ser realizadas em todas as etapas.



Glossário

A **Zona de Origem** é uma divisão real ou imaginária, que delimita a primeira região do veículo que foi incendiada.

A seguir apresentamos o direcionamento procedimental em campo para que mesmo o perito mais experiente relacione todas as circunstâncias envolvidas e compreenda a dinâmica do incêndio sem desprezar qualquer vestígio ou indício.

6.1 SEGURANÇA DO LOCAL

Partindo do pressuposto de que o investigador já dispõe de condições adequadas para o desenvolvimento da atividade pericial, ao chegar no local dos exames a primeira providência a se adotar é garantir, se ainda não foi feito, a segurança do local.

É necessário assegurar que durante os exames não haverá nenhum risco externo que possa comprometer a integridade do investigador, que estará focado no veículo, estando vulnerável ao ambiente, já que não poderá se concentrar em duas coisas ao mesmo tempo (a análise dos vestígios e a segurança).

É comum que veículos incendiados sejam encontrados em locais ermos, como estradas secundárias de pouco movimento, ou até mesmo fora de vias de trânsito. Esta condição, apesar de dificultar o acesso ao local, facilita o isolamento e a segurança.

Sugere-se que o perito se valha de auxiliares e/ou de policiamento ostensivo que garanta o isolamento da área dos exames

periciais, sendo de responsabilidade do próprio investigador obter os meios necessários para garantir sua segurança.

Também é necessário certificar a segurança e estabilidade do veículo, gerenciando riscos de movimentação, de vazamento de combustíveis e fluidos diversos (que podem gerar um novo incêndio ou provocar quedas), centelhamento ou descargas elétricas, dentre outros, conforme o caso concreto.

6.2 FOTOGRAFIAS

A correta técnica de fotografias é um tema que demanda o conhecimento de sua doutrina própria (assim como muitos outros aqui citados). A pretensão é apenas a de apontar as imagens a serem capturadas que permitam o registro mínimo e adequado do incêndio e que possibilitem a ilustração do documento pericial de forma suficiente.



Atenção

As fotografias devem ser realizadas durante todas as etapas da investigação, e um objeto somente pode ser removido, movimentado ou alterado, após o registro de sua posição e condição original.

Não há limite mínimo ou máximo para o número de fotografias. Assim, a investigação pode e deve utilizar as imagens que julgar convenientes para a comprovação visual do objeto pericial e das hipóteses confirmadas ou descartadas.



Saiba mais

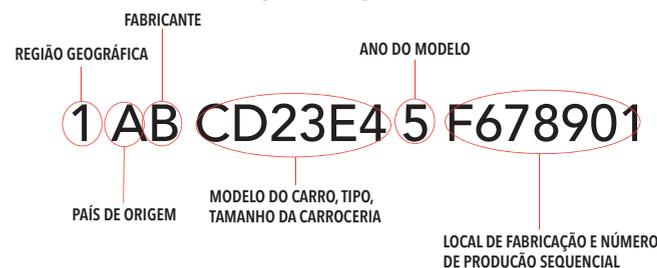
Você pode encontrar na Biblioteca do CEBM e na [Revista Ignis](#) trabalhos científicos que exploram as corretas técnicas de fotografia aplicáveis às perícias em geral, como este: [Aperfeiçoamento dos laudos periciais de incêndio e explosões com enfoque nas fotografias inseridas no meio textual](#), de Daniel Lopes Gonçalves.



O investigador deve fotografar o local que o veículo foi encontrado para a perícia e o local onde o veículo foi incendiado, caso o veículo já tenha sido removido. Há uma grande quantidade de materiais sujeitos a derretimento na periferia dos veículos, como suporte de espelhos retrovisores externos, grades, emblemas, borrachas na moldura das janelas, os próprios pneus, dentre outros tantos. Estes materiais podem se fundir e gotejar (queimando ou não) no solo, demarcando a posição exata do veículo no momento do incêndio. Estas imagens podem comprovar ou rejeitar hipóteses que podem ser úteis em casos de incêndios fraudulentos.

Sugere-se que sejam realizadas fotografias:

- das áreas externas do veículo (dianteira, laterais e traseira);
- de ao menos um elemento de identificação (VIN e placa);
- dos três compartimentos;
- da zona de origem do incêndio;
- do foco inicial e do agente ígneo.



Imagens do teto e/ou do assoalho podem ser incluídas, no entanto não são relevantes caso outras fotos sejam suficientes para comprovar a hipótese de surgimento e propagação do fogo.



Glossário

VIN é a abreviação de *Vehicle Identification Number*, ou *Número de Identificação Veicular*. Também conhecido como número de chassi, é um número único, de acordo com a NBR 6066, atribuído para cada veículo produzido e gravado em um ou mais pontos de sua estrutura. Trata-se de uma sequência alfanumérica, de 17 caracteres.

Dada a tecnologia atual, é interessante a captura de imagens em alta resolução que possam ser ampliadas, se necessário for, para elucidar dúvidas ou permitir melhor visualização durante a confecção do laudo.

6.3 EXAMES NA ÁREA ADJACENTE AO VEÍCULO

O investigador deve buscar uma aproximação do veículo observando o ambiente no qual o mesmo está posicionado, entendendo quais foram os resultados do incêndio tanto no veículo como nas áreas adjacentes.

É necessária uma análise se o incêndio teve origem no veículo e se espalhou pelo local, ou se o incêndio teve origem externa e atingiu o veículo durante sua propagação. Para isso o perito deve examinar as marcas da combustão no ambiente e analisar o sentido de propagação das chamas.

Nesta etapa é salutar a observação de marcas de pneu, pegadas e outros materiais, do veículo ou não, que estejam nas proximidades. Galões ou garrafas com odor de combustível devem ser fotografados, avaliados e, conforme o caso, coletados, pois podem ter relação com a origem do incêndio principalmente se este incêndio é de causa criminosa.



Saiba mais

Você pode encontrar na Biblioteca do CEBM e na [Revista Ignis](#) trabalhos científicos que exploram as corretas técnicas de coleta de amostras e cadeia de custódia, como este: [Perícia de incêndio: uma abordagem sobre a coleta de amostras sólidas e líquidas em edificações sinistradas pelo fogo](#), de Anderson Medeiros Sarte.



É relevante para a investigação de incêndio atentar para o ambiente no qual o veículo foi incendiado. No caso do veículo ter sido removido e o investigador já o encontrar em local diverso, é prudente a inspeção do local, principalmente se neste não houver grande circulação, a fim de coletar dados e entender as condições ambientais em que o veículo estava antes do incêndio.

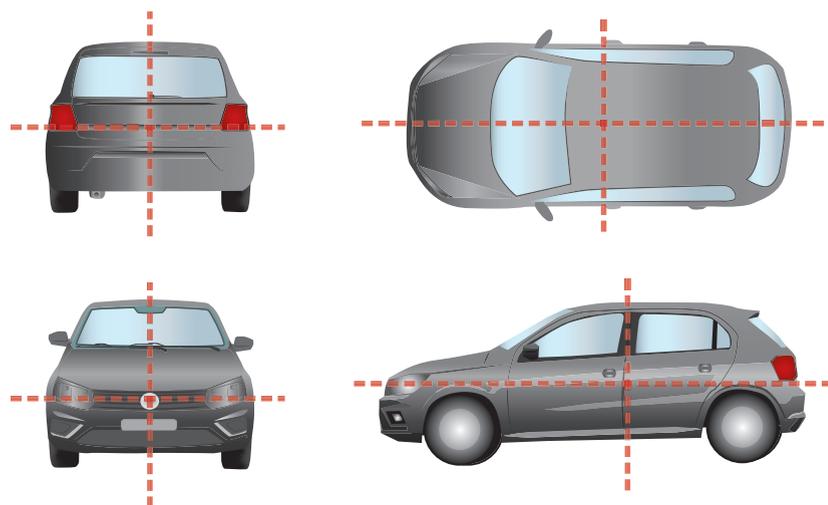
6.4 MARCAS DE COMBUSTÃO EXTERIORES AO VEÍCULO

Ao iniciar a perícia no veículo incendiado o perito deve observar as marcas da combustão, buscando padrões que possam esclarecer o sentido de propagação das chamas.

Durante a observação das marcas da combustão nas superfícies exteriores, o seccionamento virtual do veículo em quadrantes

pode auxiliar a definir a área mais queimada. Este método consiste em traçar uma linha vertical e outra horizontal no plano médio do veículo, como se fossem os eixos "X" e "Y" de um gráfico. Esta divisão deve ser realizada por todos os lados do veículo, ou em parte dele caso seja de grande porte ou desproporcional. As figuras a seguir demonstram o uso de quadrantes.

Figura 9. Divisão do veículo em quadrantes auxilia a avaliar e ilustrar a área mais atingida.



Fonte: CBMSC

A divisão em quadrantes pode ser relativa a apenas uma parte do veículo, a critério do investigador.

O uso dos quadrantes permite comprovar visualmente diferentes graus de queima em regiões distintas, sendo muito útil na leitura do laudo por leigos, que passam a compreender diferentes níveis de danos por meio desta divisão.

A queima de veículos, em regra, deixa um rastilho de materiais comburidos ao redor do mesmo, marcando no solo sua posição no momento do incêndio, conforme já vimos antes. Estes materiais geralmente são borrachas e polímeros que estão na periferia da carroceria e se desprendem ou derretem com a ação do calor. Desta forma, é usual se observar uma aparência de escorrimento pelas superfícies metálicas (geralmente preservadas) o que é um comportamento já esperado e previsível.

O conhecimento sobre as peculiaridades do modelo a ser periciado, mesmo que de forma superficial, se mostra mais uma vez importante. O desconhecimento pode induzir o perito a erros.

Imaginemos um incêndio severo que consumiu um Renault Clio 2007. Um investigador inexperiente poderia acreditar que os paralamas do automóvel foram subtraídos para serem revendidos, o que caracterizaria uma preparação do veículo e uma eventual fraude. Entretanto os veículos deste modelo fabricados entre 2003 e 2012 possuíam essas peças fabricadas em polímero (plástico), que será muito danificado e praticamente desaparecerá num incêndio prolongado. Situações similares podem acontecer com peças em fibra de vidro e outros compostos. Assim, entender a "anatomia" e os materiais da estrutura dos veículos, conforme seus modelos e anos de fabricação, é fundamental.

O bocal do reservatório de combustível merece uma atenção detalhada. Esta peça geralmente é composta por um polímero e partes de metal. De acordo com a NFPA 921, é comum que ocorra o derretimento da estrutura e o escoamento para dentro

ou para fora do duto de abastecimento do tanque de combustível. A perda desta peça permite a vaporização do combustível no tanque, provocando marcas de combustão intensas imediatamente acima do bocal de abastecimento. Tal situação não é indicativo de incêndio intencional, originado neste ponto. Porém a presença de restos de tecido nesta região pode indicar que um pavio improvisado foi utilizado para originar o fogo.

É preciso observar e registrar se os acessos (portas, capô etc.) estavam abertos ou fechados e se haviam sinais de arrombamento. É usual que bombeiros façam aberturas forçadas de compartimentos durante o combate do fogo, o que deve ser investigado na coleta de informações, especialmente junto à guarnição. As janelas devem ter suas posições registradas (se abertas ou fechadas), bem como se o vidro está íntegro, ou não, e ainda se sofreu queda para dentro da estrutura ou para fora.

Os pneus, mesmo sob efeito de uma queima intensa, podem estar presentes na porção entre a roda e o solo (ponto mais baixo, com menos calor e pouca oxigenação). O perito deve observar, se possível, se os pneus não foram substituídos por pneus velhos e/ou desgastados, ou retirados antes do incêndio, o que indica uma “preparação” do veículo para o fogo.

Todavia, o melhor indicativo da propagação do fogo entre compartimentos (se foi do compartimento do motor para o habitáculo, ou do habitáculo para o compartimento do motor) é o para-brisa do automóvel.

Os incêndios originados no habitáculo elevam a temperatura a nível de teto e causam a primeira ruptura do para-brisa em sua região superior, enquanto que incêndios oriundos do compartimento à frente (motor na maior parte dos veículos) provocam

danos na parte inferior do para-brisa, geralmente mais intensos na lateral do passageiro, uma vez que o painel corta-fogo possui aberturas deste lado para ligar o sistema de ventilação, se tornando um ponto fraco na proteção. Observe:

Figura 10. Incêndio iniciado no compartimento do motor gera danos na parte inferior do para-brisa



Fonte: depts washington

Figura 11. Incêndio (em desenvolvimento) no habitáculo provoca danos na parte superior do para-brisa



Fonte: Jason Bolonsk

Estas condições descritas podem ser comprovadas nas figuras anteriores, nas quais vemos um para-brisa danificado na parte inferior num incêndio que destruiu o compartimento do motor e outro sofrendo danos na parte superior durante o desenvolvimento de um incêndio no habitáculo.

6.5 MARCAS DE COMBUSTÃO INTERIORES NO VEÍCULO

O investigador deve estar sempre atento e, inclusive, observar as marcas nos compartimentos interiores do veículo, sendo o compartimento do motor, habitáculo e compartimento de carga, partindo do menos atingido para o mais atingido, iniciando-se na parte superior em direção da inferior.

Nesta etapa o investigador pode observar a condição dos dutos de fluidos, como hidráulicos, freios, arrefecimento, transmissão, diferencial, e outros que se apliquem ao veículo. Também pode ser observada a condição de rolamentos, eixos e outras estruturas sujeitas ao atrito, e conseqüentemente, à geração de calor.

Já as estruturas sujeitas a atrito devem receber atenção proporcional à intensidade do fogo e à proximidade do início do incêndio no ponto em que se encontram.

A propagação do fogo do compartimento do motor para o habitáculo encontra pontos fracos no painel corta-fogo do lado oposto ao do motorista. É comum haver passagens de dutos destinadas ao ar-condicionado, ventilação e outros sistemas que estão presentes parte no compartimento do motor e parte no habitáculo. Essas aberturas permitem a queima do painel frontal do habitáculo inicialmente do lado direito, conforme mostra a imagem a figura 12.

Figura 12. Painel com dano parcial de propagação oriunda do compartimento do motor.



Fonte: CBMSC

Ainda sobre o comportamento do para-brisa, composto por um vidro laminado, a posição final deste no interior do veículo ajuda a determinar o momento em que foi atingido pelo fogo. Se o fogo iniciou no interior do veículo é usual que os materiais presentes no teto derretam (como forração, quebra-sol e alça de mão) e estejam já no piso quando os vidros se rompem. Assim os vidros são encontrados sobre os polímeros e revestimentos. Se o incêndio vem de fora do habitáculo, primeiro é necessário romper os vidros, que ficam abaixo dos demais materiais comburidos.

Grande parte dos componentes internos dos veículos são polímeros, geralmente aplicados aos revestimentos. Estes materiais quando aquecidos sofrem um processo de perda de resistência mecânica, podendo derreter e inclusive gotejar, com ou sem

chama. O quadro abaixo mostra as propriedades de alguns dos principais polímeros encontrados nos veículos.

Quadro 2. Propriedade dos polímeros

Sigla	Polímero	Aplicação	Derretimento °C	Decomposição °C	Ignição °C
PU	Poliuretano (rígido)	Painéis de carroceria, para-lamas, para-choques	120-160	N/a	310
PU	Poliuretano (espuma)	Estofamento	455-580	N/a	N/a
PP	Polipropileno	Ar condicionado, ventoinha, suporte da bateria, dutos	166-183	423-430	443
PVC	Policloreto de vinila	Pára-choques, fiação elétrica, botões, coifas, capa de assento, volantes, Tapetes	75-213	255-268	357-507
PE	Polietileno	Tanque de combustível, chicote elétrico, para-choques reservatórios	101-141	440	443-488

Fonte: Adaptado de Shields e Sheibe

Atualmente as normas proíbem o uso de polímeros que sejam propagantes de chamas e que tenham gotejamento. Entretanto é usual se verificar que muitos proprietários promovem alterações substanciais no interior e exterior dos veículos, inclusive utilizando materiais não normatizados para reduzir custos. Assim,

é necessário ter um conhecimento mínimo sobre o comportamento destes materiais.

A maioria dos veículos usa vidros temperados, os quais se quebram em pequenos pedaços, quando rompidos, para evitar danos aos passageiros durante uma colisão. Os pequenos cacos de vidro ficam com arestas bem delineadas ao se quebrar, mas os mesmos cacos, quando expostos ao calor, passam a sofrer um "arredondamento" das suas bordas, o que permite identificar se aquele vidro estava quebrado antes do incêndio ou se foi após. Também é usual observar vidros que se quebraram e se fundiram com outros remanescentes do incêndio ou partes, formando grandes peças, quando expostos a altas temperaturas.

DeHaan e Icove (2012, p.356) citaram testes nos quais a temperatura passou de 1.000 °C na linha próxima ao teto do veículo, e que esta temperatura é suficiente para fundir vidros e esquadrias de metal próximas.



Atenção

Lembre-se que devemos sempre observar as marcas da combustão, seguindo o sentido de propagação do fogo, partindo do compartimento menos atingido para o mais atingido, iniciando-se na parte superior em direção da inferior. Os materiais presentes no sentido de propagação das chamas podem definir a intensidade e a propagação do fogo.

Esta análise interna, e a projeção de temperatura máxima do incêndio, deve levar em consideração que tipo de materiais combustíveis e não combustíveis estavam presentes antes do incêndio e quais remaneceram após a extinção do fogo.

6.6 DEFINIÇÃO DA ZONA DE ORIGEM

A Zona de Origem é uma divisão real ou imaginária, que delimita a primeira região do veículo que foi incendiada. É muito usual definir um dos três compartimentos como Zona de Origem num incêndio em automóvel.

Esta definição decorre da análise das marcas da combustão, o sentido e o formato das chamas pelo investigador, e facilita para o leigo o entendimento da propagação do fogo para o restante da estrutura. Será nesta parte do veículo que o investigador irá dedicar maiores esforços para encontrar o ponto exato da origem do fogo, o Foco Inicial (necessariamente dentro da Zona de Origem).

Observando os padrões de queima e as marcas de combustão e ainda através do estudo dos vestígios encontrados no exterior e interior do veículo, o investigador pode determinar ou confirmar o sentido de propagação das chamas e assim definir a Zona de Origem do incêndio.

Geralmente a Zona de Origem é uma área com elevada queima, afinal por ter sido a primeira região a queimar, pode ter ficado mais tempo queimando do que as demais regiões. Entretanto, maior intensidade de queima não quer dizer que tal local está na Zona de Origem, pois pode haver (e geralmente há) concentrações maiores ou menores de materiais combustíveis, fazendo com que um ponto afastado da origem tenha uma queima profunda. Por isso a análise dos sinais da propagação e o sentido da direção das chamas é o melhor indicativo.

O investigador deve utilizar as características construtivas do veículo para referenciar a Zona de Origem, utilizando termos adequa-

dos ao tipo de veículo para a perfeita compreensão, tanto pelos especialistas como pelos leigos, das conclusões às quais chegou.



Refleta

Em um incêndio em embarcação, o perito pode utilizar termos como proa, popa, bombordo, estibordo, casa de máquinas etc., para se referir à determinada área, assim como "5ª roda" para cavalo mecânico, ou porta-malas para automóveis. O objetivo é ser claro.

6.7 COMPARATIVO COM VEÍCULO SIMILAR

A comparação do veículo periciado com outro similar, de mesmo fabricante, modelo e ano, ainda conservado, é uma medida que colabora na reconstituição do veículo. Na falta desta possibilidade, o investigador pode recorrer a manuais ou prospectos elaborados pelo fabricante.

Esta análise é muito interessante, pois veículos comerciais tipo automóvel seguem um padrão construtivo idêntico, sendo pouco relevantes para a propagação do fogo algumas das modificações que a maioria dos usuários procede, como pendurar desodorizantes, colocar adesivos, ou preencher espaços com objetos pessoais. Isso permite ao perito uma reconstrução muito eficiente da condição do veículo em seu momento anterior ao incêndio.

Já para os veículos que não são produzidos em série, ou que possuem elevado grau de personalização, o comparativo é igualmente eficiente, uma vez que a mera descrição de componentes por parte de pessoas relacionadas pode induzir o perito a um processo de reconstrução mental do modelo equivocada, gerando hipóteses falsas e conclusões erradas.

O perito poderá se valer de imagens comparativas do tipo "lado-a-lado" para ilustrar o laudo pericial e comprovar ou descartar conclusões acerca do surgimento e propagação do fogo.



6.8 INTEGRIDADE E PRESENÇA DE COMPONENTES

Após a comparação do veículo com outro similar, o perito deve avaliar se todos os componentes originais estão presentes e/ou se estavam de forma integral ou parcial.

É comum que criminosos retirem peças de valor, como bancos, aparelhos de som, rodas/pneus, estepe, e outros acessórios para fins de comércio ilegal, e após iniciem o fogo no veículo para encobrir este ou outros crimes. Da mesma forma, pode ocorrer a substituição de peças essenciais por outras de menor valor, com a intenção de ludibriar o perito. A ausência ou presença parcial deste tipo de acessório (original ou não), pode reforçar hipóteses de incêndio intencional, e deve ser analisada junto ao contexto no qual se deu o incêndio.

Também é necessário atentar para partes que podem ser completamente destruídas pelo fogo, como os compostos poliméricos por exemplo, e não identificar a falta destas partes como uma ação fraudulenta.

6.9 COLETA DE DEPOIMENTOS

O momento exato de realizar a coleta de depoimentos é objeto de estudos e debates há algum tempo. Existem vantagens e desvantagens em realizar a oitiva de testemunhas antes, durante e depois de se realizar todas as análises do local sinistrado.

Ao coletar o depoimento antes da investigação material, o investigador poderá evitar esforços diretamente no local/área onde há relato de início do fogo, ou de comportamento anormal. Entretanto, informações falsas podem levá-lo a investir tempo e energia em uma hipótese sem fundamento, atrapalhando a investigação.

Caso a análise do local seja realizada antes da coleta de depoimentos é provável que seu estudo seja mais técnico, sem interferências de buscar confirmar ou rechaçar teorias anteriores, com o foco total no veículo incendiado. Entretanto, o investigador poderá despendar esforços de forma desnecessária, pela falta de informações que seriam apresentadas pelo usuário do veículo.

A coleta de informações durante a investigação do local também é uma proposta viável, todavia depende da disponibilidade das testemunhas, o que nem sempre é possível. Nesta linha, mostrada no fluxograma ao final deste capítulo, o investigador observa as marcas gerais do incêndio, sendo-lhe permitido entender a dinâmica do fogo, o sentido de propagação das cha-

mas, e compreender minimamente as características do veículo. Após esta visão geral, o investigador ouve as testemunhas podendo, inclusive, formular perguntas que esclareçam dúvidas da observação anterior, perguntar sobre a presença ou ausência de peças e partes ou de carga de fogo no veículo.

O melhor momento para realizar a coleta de depoimentos é uma condição ligada à personalidade do investigador, e seu método de condução dos trabalhos. De toda forma, é preciso entender que as informações prestadas pelas testemunhas são uma das ferramentas de se buscar a verdade dos fatos, e que o valor destas informações só é grande quando há evidências materiais que coadunem com as declarações, afinal pessoas envolvidas podem deixar de falar a verdade por diversas razões.



Saiba mais

Para entender melhor sobre os contextos e momentos para realizar a coleta de depoimentos, sugerimos a leitura deste artigo: "A entrevista investigativa aplicada à perícia em incêndios", publicado na Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, [disponível no site da Revista Ignis](#).



A doutrina de Investigação em incêndio veicular aponta que há inúmeros fatores que podem levar as pessoas a provocar incêndios em veículos de forma dolosa e omitir informações importantes do investigador, como fraude a seguradoras e locadoras, para destruir indícios de outros crimes, por vingança ou mero vandalismo, dentre outros.

Todavia a participação do usuário do veículo na investigação é interessante para se definir vários aspectos que o perito não

tem como verificar apenas com as provas físicas. Por exemplo, não se pode afirmar se um automóvel tinha odor de combustível no habitáculo antes do incêndio, se o rolamento de um reboque estava emitindo sons anormais ou se o sistema de freios estava com sua eficiência reduzida.

Sinais são as condições que podem ser observadas e quantificadas, como marcas de queima, presença ou ausência de equipamentos, abertura de portas etc. Os sintomas são circunstâncias que dependem da percepção, como cheiro de combustível, falta de freio, sons anormais entre outros.

A coleta de depoimentos deve ser realizada com o condutor/ usuário do veículo, com a primeira pessoa a avistar o incêndio, com os bombeiros que atuaram no controle das chamas (se houve esta atividade), e com outras testemunhas que possam apresentar informações relevantes para a investigação.

A relação de perguntas a ser realizada para estas pessoas, cada uma dentro do que observou, deve ser criada pelo entrevistador, de acordo com as informações obtidas e dúvidas surgidas durante os exames anteriores, além das hipóteses que criou para o surgimento e desenvolvimento do incêndio.

Sugere-se que o usuário do veículo (proprietário/condutor) seja indagado acerca das condições gerais de funcionamento, principalmente sobre falhas quando em operação, pela atenção aos procedimentos de manutenção e atendimento a eventuais recalls promovidos pelo fabricante.

A primeira pessoa a avistar o incêndio pode trazer uma informação prévia quanto à definição da Zona de Origem ou de

outros elementos que foram totalmente consumidos pelo fogo.

Após a coleta de depoimentos pode-se refazer algumas das análises anteriores, caso julgue necessário, bem como se valer das fotografias, no caso do próprio investigador ter alterado a condição original de alguma evidência. Para fixar sua convicção, este fará um comparativo entre os vestígios encontrados no levantamento de local com os depoimentos de testemunhas. Havendo divergência, as informações devem ser confrontadas novamente, ou pode-se estar diante de indícios de ação criminosa.

6.10 ANÁLISE DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL E FLUIDOS

O estudo do sistema de combustível e fluidos deve ser realizado quando a análise das etapas anteriores não descartar a hipótese de incêndio com origem em componentes destes sistemas. A verificação deve ser realizada partindo-se do ponto menos danificado para o mais danificado pelo incêndio.

Caso não seja possível fazer esta relação (de danos), o exame deve iniciar da fonte de combustível (tanque/reservatório) para o destino (motor ou bombas). A literatura aponta que a bomba de combustível é um ponto sensível deste sistema e é usual a ocorrência de vazamento em suas proximidades.

As uniões entre mangueiras flexíveis e dutos rígidos também merecem uma atenção especial por parte do investigador, uma vez que nestes pontos podem ocorrer vazamentos por má fixação, por braçadeiras inadequadas, devido arestas (cantos vivos) e pela vibração do conjunto. Sugere-se uma análise mais detalhada nas proximidades do motor, além de mangueiras e filtros

posicionados próximos a fontes de calor, principalmente ao sistema de escape do veículo.

A temperatura dos gases que saem da câmara de combustão (interna) do motor, pode chegar a mais de 700°C, o que elevaria a temperatura do coletor de descarga (primeira peça do sistema de exaustão e conectado diretamente no bloco do motor) acima dos (aproximados) 250°C necessários para que a gasolina entre em autoignição.

De acordo com estes dados poderíamos concluir que o vazamento de gasolina sobre o escapamento do veículo causaria fogo. Porém, isso não é verdade, sendo que a NFPA 921 registra que se trata de um mito.

O CBMSC já realizou este teste. Com o uso de uma câmera térmica registramos que o coletor de descarga de um veículo (com o motor funcionando, acelerado e parado) chegou a 417°C. Foram lançados 5ml de gasolina (retirada do próprio veículo) através de uma seringa e mesmo atingindo o alvo, não houve fogo. Nem na primeira tentativa, nem nas outras 5 vezes.

A temperatura de uma superfície aquecida é apenas um dos fatores que precisam estar alinhados para que tenhamos o fogo. É necessário que haja oxigênio no local e que a mistura de gases fique acima do Limite Inferior de Inflamabilidade e abaixo do Limite Superior de Inflamabilidade, assim como a circulação atmosférica, trazendo mais oxigênio e eliminando os gases decorrentes da combustão. A umidade do ar também deve ser considerada como um fator que influencia a combustão por contato em superfície aquecida.

Glossário

O Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) é o valor mínimo de concentração necessária de gás combustível em um ambiente para que ocorra sua queima. O Limite Superior de Inflamabilidade (LSI) é o valor máximo de concentração que um gás combustível pode atingir em um ambiente e ainda queimar (acima desta concentração faltará oxigênio para a combustão do gás).

Assim, se o derramamento de combustível não provoca o fogo de forma imediata, pode-se entender que é necessário uma fonte de ignição dentro do compartimento do motor para iniciar as chamas.

E há muitos conectores elétricos neste compartimento que podem provocar uma centelha ou arco elétrico, seja por má conexão, ou pelo aumento da umidade devido ao derramamento do próprio combustível, que em algum momento encontrará uma mistura ideal de gases inflamáveis para dar início ao fogo.

Os veículos carburados podem ter um fenômeno chamado *backfire*, que ocorre quando uma fagulha (ou até mesmo uma chama) retorna pela borboleta de admissão de ar, criando a fonte de ignição perfeita para iniciar a queima de gases dentro do compartimento do motor.

Saiba mais

Para saber mais sobre o fenômeno *backfire*, acesse o vídeo www.youtube.com/watch?v=bt6zLqxV-GM



Também existe a possibilidade de que restos não inflamados de combustível sejam expelidos pelo sistema de descarga e se queimem neste percurso entre a saída do motor e o final do escapamento.

Para reduzir o risco de incêndio na parte inferior do veículo é muito comum o uso de placas metálicas que isolam as peças do sistema de escapamento e a carroceria do veículo. Entretanto há registros de incêndios causados pelo aquecimento excessivo do sistema de descarga até mesmo em automóveis de luxo.

O sistema de escapamento também pode originar um incêndio se o veículo for parado sobre grama ou folhas secas, que teriam contato direto com as tubulações aquecidas, provocando fogo sob o veículo e propagando-se para este.

Também vale salientar que o sistema de combustível permanece sob pressão mesmo com o veículo desligado. Como as mangueiras estão sujeitas ao ressecamento com o passar do tempo, é plausível um vazamento de combustível com o veículo parado, já que a pressão da injeção eletrônica pode variar entre 35 e 70 psi, de acordo com a NFPA 921. Então se torna possível um incêndio provocado por falha no sistema de combustível em um veículo que está há algumas semanas sem uso.

Curiosidade

Quando permanecem muito tempo parados (meses ou anos), alguns combustíveis líquidos se tornam mais viscosos e podem deixar de escorrer por pequenos furos ou fissuras em seus condutores.

Os fluidos hidráulicos, comuns em veículos e principalmente em aeronaves, carregadeiras, empilhadeiras e outras máquinas pesadas, também devem ser examinados, seguindo-se a mesma lógica aplicada para as linhas de combustível, sendo muito relevante descobrir quais as características do fluido utilizado (viscosidade, inflamabilidade, pressão e temperatura de uso etc.).

Todos os fluidos presentes nos veículos são inflamáveis, desde que todas as condições abaixo estejam presentes:

- temperatura suficiente para evaporar a água e elevá-los ao ponto de combustão;
- oferta de oxigênio no local;
- fonte de ignição com energia calorífica suficiente.

Na [seção 7](#) deste material, você verá mais informações relevantes sobre vazamento dos principais fluidos de um veículo.

6.11 ANÁLISE DO SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico deve ser verificado a partir da fonte de energia (bateria) na direção do ponto de consumo. O investigador deve observar a integridade dos condutores metálicos (e isolamento, se ainda estiver presente). É preciso entender que a arquitetura do sistema elétrico em um veículo possui diferenças se comparado a uma edificação, por exemplo.

A carroceria do veículo serve como ponto de aterramento da bateria. Assim não é necessário que dois fios (fase e neutro) sejam levados até o ponto de consumo de energia, como por exemplo uma lâmpada, uma vez que bastará ligar o polo negativo da lâmpada à lataria do veículo, fechando o circuito. Apesar dos pneus de um veículo utilizarem a borracha, um material isolante, o aterramento feito na carroceria é suficiente para dispersar a energia retida no veículo, que tem intensidade mínima, por toda ampla área metálica da lataria.

A fonte de energia dos sistemas elétricos nos veículos geralmente é uma bateria. A bateria é alimentada por um gerador

elétrico, conhecido como alternador, ligado ao motor que atua transformando energia mecânica em elétrica.

Curiosidade

O alternador produz energia em corrente alternada, sendo que uma placa de diodo (incorporada) converte-a em corrente contínua antes de chegar à bateria.

Uma bateria veicular é um agrupamento de placas positivas e negativas em série que armazenam a energia em placas metálicas banhadas em uma solução eletrolítica de ácido sulfúrico. A eletrólise destas placas gera a energia elétrica necessária para o consumo do veículo.

As baterias estão sujeitas a alguns fenômenos que podem provocar incêndios. O mal funcionamento interno de uma bateria pode provocar aquecimento, vazamento do fluido (ácido), geração e vazamento de gás hidrogênio. Em alguns casos extremos e raros pode ocorrer até mesmo o rompimento da carcaça da bateria (expondo o gás hidrogênio, o que pode causar fogo).

Após o motor dar a partida, o alternador passa a alimentar primariamente os sistemas elétricos (com a bateria oferecendo suporte, se a demanda exigir) e mantendo a bateria carregada. Com o motor a combustão funcionando, todos os sistemas elétricos do veículo estão energizados.

Não há um padrão de tensão rigidamente definido para todos os veículos. Motocicletas e automóveis de passeio geralmente possuem baterias de 12 volts. Caminhões e ônibus de 24 volts. Há veículos eletrificados que possuem baterias de 48 volts, ou mais, objetivando acionar motores elétricos que demandam uma corrente elétrica mais robusta.

Vale ressaltar que mesmo os veículos eletrificados possuem baterias “comuns” de 12 volts para acionamento dos sistemas elétricos periféricos, como iluminação, sonorização, limpadores, abertura e fechamento de janelas, alarme etc.

Apesar de ter valores de corrente e tensão menores, os fenômenos termoelétricos que podem ocorrer num veículo são os mesmos suscetíveis de ocorrer em edificações, sendo recomendado conhecimento específico nesta área. Os principais fenômenos termoelétricos que podem ocorrer em veículos são:

- **Corrente de fuga:** Ocorre quando há uma fuga na corrente, que deveria seguir integralmente por uma rede de transmissão, mas, por razões externas, entra em contato com algo que absorve a energia. Essa fuga pode causar aumento da temperatura e iniciar um incêndio (contato da fiação mal isolada com a carroceria, por exemplo);
- **Curto-circuito:** Ocorre quando há uma fuga na energia que deveria seguir integralmente por uma rede de transmissão, mas que por razões externas encontra um atalho para o retorno, o que causa aumento da temperatura e pode iniciar um incêndio (possibilidade de contato de fiação descascada com a carroceria, por exemplo);
- **Carbonização:** Ocorre quando um material ou objeto que não conduz eletricidade é exposto à corrente elétrica, gerando energia térmica, a qual degrada o material, formando uma superfície carbonizada. Com isso, há um aumento da condutividade, criando um processo cíclico de fuga de corrente por esse caminho carbonizado. Quanto maior fica o caminho carbonizado, maior será a fuga de corrente. Esse processo pode

ser acelerado pela presença de graxas, poeira, piche, lama e outros elementos estranhos na superfície do material dielétrico;

- **Desconexão parcial e contato imperfeito:** A desconexão parcial ocorre quando um cabo condutor de energia fica parcialmente rompido, tendo sua seção transversal reduzida, o que provoca a perda de corrente elétrica naquele ponto. O contato imperfeito se dá em um terminal da rede em que a conexão é mal executada, criando uma ligação frágil que igualmente não conduz a corrente de forma adequada. Em ambos os casos os danos causados pelo aquecimento são pontuais (onde há a desconexão parcial ou o contato imperfeito), sendo que as demais partes da rede ou do ramal não são afetadas diretamente;

- **Sobretensão e sobrecorrente:** São efeitos da sobrecarga no sistema elétrico (corrente superior à capacidade do condutor), que pode ser causado pelo aumento da amperagem corrente elétrica (por exemplo, utilizar uma lâmpada/carga mais potente do que a projetada – sobrecorrente) ou pelo aumento da voltagem tensão (por exemplo, alternador com falha fornecendo uma tensão maior para a bateria – sobretensão). Ambos provocam o Efeito Joule que é o aquecimento da rede elétrica (em todo o ramal) até temperaturas que podem derreter os isolamentos e/ou incendiar combustíveis próximos.

Merecem destaque na investigação os acessórios não originais instalados no veículo. São vários os defeitos possíveis decorrentes destas instalações, que podem ter sido realizadas por mão de obra não especializada e/ou em desacordo com a melhor técnica. Já no caso de instalações adequadas a partir da rede de transmissão, o circuito pode sofrer sobrecarga, uma vez que não foi dimensionado para suportar o novo acessório.

Dentro da lista de acessórios elétricos possíveis de serem adicionados ao veículo, os adaptadores para carregadores de baterias de aparelhos móveis (como GPS, tablets e smartphones) são um ponto sensível, pois há crescentes registros de aquecimento e até mesmo de incêndios causados pelo mau funcionamento desses aparelhos.

O revestimento dos condutores elétricos também está sujeito à ruptura mecânica, por atrito ou flexão. Acionamentos de sistemas sem o devido comando e a perda de carga da bateria são indicativos que o circuito elétrico sofria curtos ou contatos incorretos na rede de transmissão antes do incêndio.

Os incêndios originados na parte elétrica dos veículos podem se dar horas após o último uso do mesmo. Isso ocorre porque alguns sistemas permanecem energizados mesmo com o veículo desligado e a chave fora da ignição (condição que mostra a necessidade de consultar o manual do veículo para conhecer seu esquema elétrico).

E também temos a eletricidade estática, que ocorre quando um corpo adquire cargas elétricas negativas ou positivas (que pode ser proveniente da fricção das roupas do motorista no banco) e, ao haver contato desse corpo eletricamente carregado com qualquer outro corpo neutro, como por exemplo a lataria do veí-



Saiba mais

Para conhecer melhor os fenômenos termoeletrônicos, veja o artigo: [Atualização da doutrina utilizada pelo CBMSC para investigação de incêndios em edificações associados à eletricidade](#) elaborado por peritos do CBMSC no site da Revista Ignis.



culo, a tendência é que esses corpos equilibrem suas cargas, havendo o fluxo dessas cargas elétricas de um corpo ao outro. Um exemplo desse fenômeno é quando o motorista, ao abrir a porta e tocar a maçaneta do veículo, sente uma sensação de choque nas mãos, que é o fluxo de cargas passando de um corpo ao outro. Essa eletricidade estática pode gerar um pequeno arco elétrico e prover uma fonte de ignição a gases inflamáveis que estejam disponíveis para queima (durante o abastecimento, por exemplo).

6.12 DEFINIÇÃO DO FOCO INICIAL E AGENTE ÍGNEO

Em uma investigação de incêndio veicular é importante identificar o foco inicial do fogo, pois assim poderá ser identificado o agente ígneo do incêndio no veículo, que é a fonte de calor que proveu energia para iniciar a queima.

O foco inicial é o ponto exato, localizado dentro da Zona de Origem, onde o fogo teve início. É o local onde se iniciou o processo de queima, e não necessariamente o ponto com queima mais profunda (pois diferentes concentrações de combustível causam diferentes intensidades de queima).

Vamos tomar como exemplo hipotético um incêndio em que houve vazamento da gasolina, que fica no reservatório existente sob o capô em veículos bicomustíveis, sob o escapamento do motor. Neste caso a Zona de Origem é o compartimento do motor, o foco inicial é o sistema de ignição a frio, e o agente ígneo é a superfície aquecida do coletor de escape.

O investigador, valendo-se dos exames realizados, deve registrar o foco inicial, e se possível o agente ígneo, através de fotografias e descrever de forma minuciosa no seu Auto de Investigação (documento pericial) como chegou à conclusão da origem do fogo, ou as razões que justificam não ter encontrado tal ponto.

6.13 DEFINIÇÃO DE CAUSA E SUB-CAUSA

A definição da causa do incêndio deve ser uma consequência resultante dos estudos e levantamentos realizados até este ponto pelo investigador. Esta "etapa" do procedimento de campo pode ser definida anteriormente, caso o perito se depare com a origem do incêndio nas etapas iniciais (como um incêndio causado por ato de vandalismo, devidamente registrado e comprovado durante a análise de marcas exteriores e interiores).

Há duas formas de chegar até a causa de um incêndio: a primeira é definindo o agente ígneo dentro do foco inicial, o que materializa a prova de forma objetiva (causa material); a segunda maneira é excluindo cientificamente todas as demais possibilidades de ignição até que reste apenas uma que não pode ser excluída (causa por exclusão). Se durante o descarte de hipóteses restarem duas ou mais hipóteses, a causa deverá ser classificada como indeterminada, e o perito deve se abster de indicar maior ou menor probabilidade de ter iniciado o fogo entre as que restaram.

As causas dos incêndios em veículos seguem o mesmo padrão adotado pelo CBMSC para as investigações de incêndios em edificações, classificando-se em:

- **Ação Humana Direta:** incêndio causado de forma proposital (dolo).
- **Ação Humana Indireta:** incêndio causado por culpa (negligência, imprudência ou imperícia).
- **Ação Humana:** quando a causa foi uma ação humana, mas não é possível determinar dolo ou culpa.
- **Acidental:** quando a causa está relacionada a um fato imprevisível.
- **Natural:** ação da natureza, como raio, terremoto, enchente etc.
- **Indeterminada:** quando não é possível identificar a causa.

As subcausas são desdobramentos das causas e se relacionam com a classificação do agente que deu causa ao incêndio.

- Agentes físicos
- Agentes químicos
- Agentes biológicos
- Indeterminada

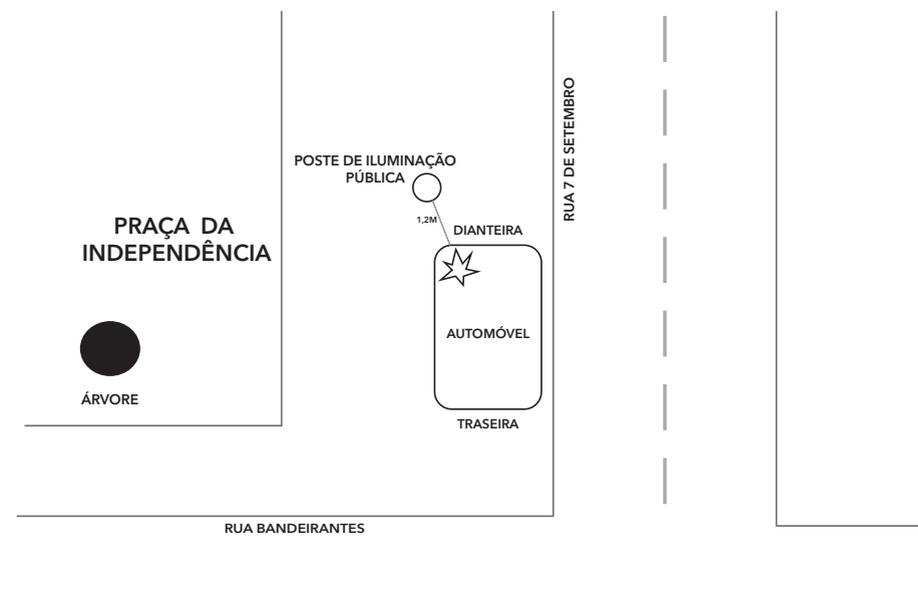
Estas classificações têm grande relevância dentro da retroalimentação do ciclo operacional de bombeiro que a investigação proporciona, gerando estatísticas que podem auxiliar o planejamento das corporações de bombeiro e principalmente das fabricantes de veículos, com a finalidade de reduzir ou minimizar o índice de incêndios.

Se possível, o investigador também deve descrever o agente ígneo (fonte de ignição) do incêndio.

6.14 CROQUI DO LOCAL

O investigador deve registrar a posição do veículo no local que foi incendiado (mesmo que o veículo tenha sido investigado em local diverso, a representação ilustrativa do local em que este sofreu o incêndio é mais relevante do que a do local onde foi feita a investigação), fazendo um croqui de situação, com referências e distanciamento de pontos fixos, como postes, árvores ou vias de trânsito. Neste esquema, deve ser identificado no veículo o foco inicial. A figura a seguir mostra um exemplo de um croqui com elementos básicos.

Figura 13. Exemplo de Croqui do local do incêndio



Fonte: CBMSC

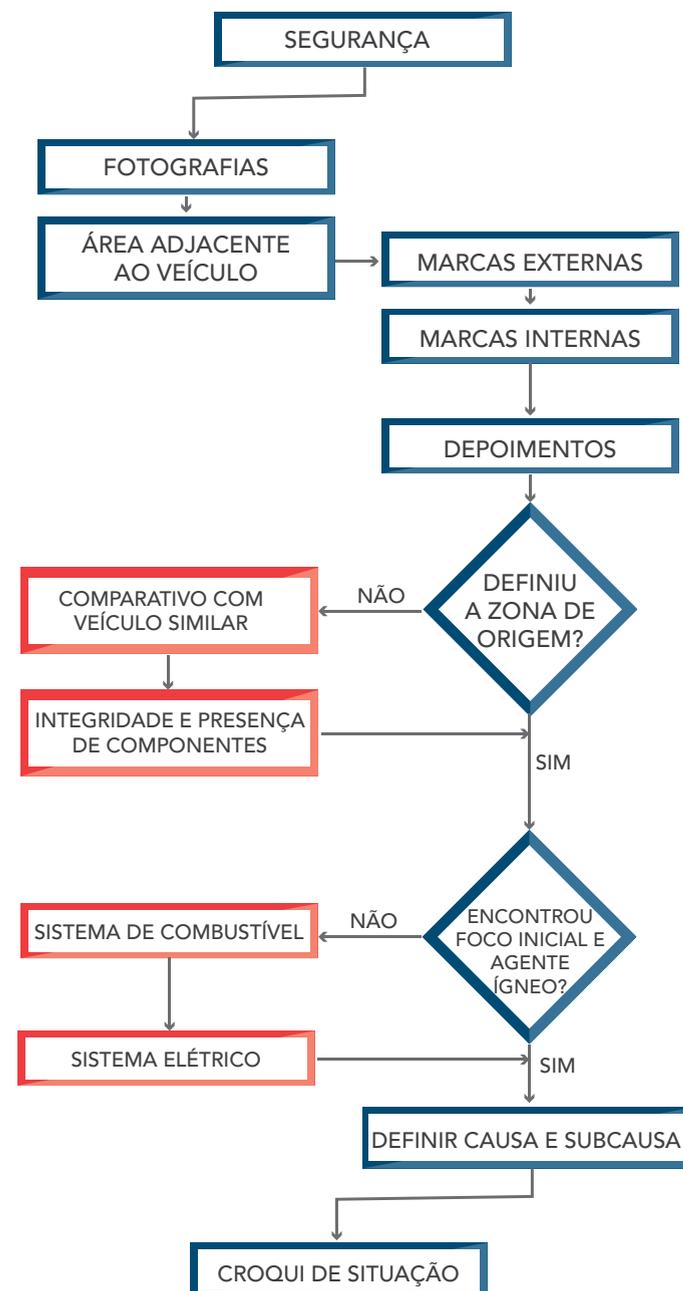
Não se faz obrigatório a elaboração de um desenho do veículo com hachuras sobre a área queimada ou a zona de origem, uma vez que as fotografias possuem esta finalidade. Todavia, caso seja relevante para o pleno entendimento da origem ou desenvolvimento do incêndio, tal figura pode e deve ser produzida.

O fluxograma ao lado foi adaptado de Nunes e Vidal (2015), e traz a sequência dos procedimentos e análises apresentados neste capítulo, servindo como uma referência que pode ser utilizada no momento da investigação.

7. PARTICULARIDADES E CAUSAS COMUNS

O fogo é um fenômeno químico que promove alterações físicas nos materiais expostos, e possui um comportamento previsível se não houver mudança significativa nas suas variáveis. Por essa razão um bom investigador, mesmo sem ter visto o alastramento das chamas, consegue identificar sua direção com base nos sinais remanescentes nas superfícies. Isso independe se estamos diante de um incêndio em veículo, vegetação, edificação ou qualquer outra estrutura.

Se comparados aos incêndios em edificação e em vegetação, os incêndios em veículos possuem algumas particularidades que ficam além do conhecimento comum. A principal particularidade é a compartimentação, que já foi abordada de forma suficiente. Entretanto há outras condições que podem ser melhor destacadas.



7.1 VAZAMENTO DE FLUIDOS

Dentro de um veículo regular há diversos fluidos com finalidades e peculiaridades diversificadas. As principais funções dos fluidos são o arrefecimento, a lubrificação e o abastecimento dos veículos. Além do próprio combustível (assunto já explanado), os principais fluidos que podem ser relacionados são: de arrefecimento, de lubrificação e sob pressão. A seguir apresentamos cada um deles.

7.1.1 Fluidos de arrefecimento

Os fluidos de arrefecimento podem ou não ser inflamáveis na temperatura dos incêndios veiculares usuais. Ou seja, podem ou não ignir. Quanto maior a temperatura do incêndio, maior a chance de um fluido atingir sua temperatura de combustão ou até mesmo de ignição.



Glossário

Ponto de combustão é a temperatura mínima em que um material exala vapores inflamáveis suficientes para sustentar uma queima se houver uma fonte externa de ignição.

Ponto de ignição é a temperatura mínima em que um material exala vapores inflamáveis suficientes para iniciar seu processo de queima auto sustentada mesmo sem a presença de uma fonte externa de ignição.

Fluidos de arrefecimento são geralmente encontrados no seguintes locais:

1. Motor;
2. Transmissão;

3. Condicionador de ar;
4. Conjunto de baterias dos veículos híbridos/elétricos.

O **fluido de arrefecimento do motor** geralmente é composto por misturas que têm como base a água. Por vezes é apenas água, mas podem ter aditivos (com coloração). Pode haver a adição de anticongelantes a partir de etileno glicol, dietileno glicol ou propileno glicol, os quais são inflamáveis. A ausência desse fluido, ou defeito no sistema de arrefecimento do motor, causa o superaquecimento e pode incendiar componentes próximos (como mangueiras de borracha) por irradiação e convecção, mas o fluido em si não representa risco de incêndio.

O **fluido de arrefecimento da transmissão** é mais comum em veículos esportivos e/ou de alto desempenho, e com transmissão automática/automatizada. Pode ser inflamável mas as caixas de transmissão, em regra, possuem carcaças muito reforçadas, o que dificulta vazamentos significativos.

Já o **fluido do condicionador de ar** é responsável por promover alterações de temperatura no habitáculo, este sistema usa gases (com variações entre marcas) que são incolores, inodoros, não corrosivos e não inflamáveis.

O **fluido de arrefecimento** de baterias não deve ser confundido com o fluido que permite a troca elétrica (solução eletrolítica de ácido sulfúrico e água). Trata-se de um fluido externo que resfria as baterias de alta demanda. Tem a água como base e pode ter a cor azulada (por aditivos), não sendo tóxico ou inflamável.

7.1.2 Fluidos de lubrificação

Já os fluidos de lubrificação (óleos) visam reduzir o atrito entre peças móveis. São encontrados dentro de estruturas, e podem ter reservatórios. Os principais fluidos de lubrificação estão no motor, na transmissão, no setor de direção, na direção hidráulica, nos sistemas hidráulicos e nos rolamentos. A seguir, detalhamos cada um deles.

No **motor** são os óleos minerais ou sintéticos. Geralmente normatizados pela SAE. Possuem um reservatório na parte inferior (cárter) e podem incendiar-se em incêndios regulares. Há juntas que vedam as partes do motor (cabeçote, bloco e cárter) porém estas podem queimar ou sofrer outros danos e provocar vazamentos significativos. Entram em combustão em temperaturas a partir de 150 °C e a partir de 260 °C podem atingir seu ponto de ignição (provocando incêndios em caso de vazamento próximo ao coletor dos gases de descarga).

Curiosidade

Society of Automotive Engineers, estabelecida no início do século XX nos Estados Unidos, a Sociedade de Engenheiros Automotivos tem representação em vários países e elabora normas que são observadas por fabricantes de veículos no mundo todo.

Na **transmissão** são muito comuns, mas não possuem reservatório com volume relevante. Os fluidos de lubrificação ficam “aprisionados” dentro da carcaça e dificilmente queimam por não ter por onde vazar.

No **setor de direção** não possuem reservatório com volume relevante. Pode se incendiar caso a temperatura seja alta. Por ter um baixo volume (quantidade) não é muito significativo na propagação das chamas.

7.1.3 Fluidos sob pressão

Também há fluidos sob pressão nos veículos, como o fluido de freio (DOT 3), que começa a queimar a partir dos 100 °C e tem uma temperatura de autoignição entre 282 e 357 °C. É importante lembrar que os fluidos sob pressão podem estar a uma temperatura maior do que o ambiente, o que pode facilitar seu processo de queima.

A **direção hidráulica** possui um reservatório dentro do compartimento do motor. Tem uma coloração rosada. É comum se observar vazamentos deste fluido em veículos mal mantidos. Dependendo da posição do reservatório deste fluido e das mangueiras que o conduzem, poderá haver vazamento sobre superfícies aquecidas e não se deve descartar a possibilidade de ignição do fluido (mesmo não sendo comum). Tem seu ponto de combustão variando (conforme os constituintes) a partir de 150 °C. O ponto de ignição é sempre acima de 260 °C.

Em **sistemas hidráulicos**, principalmente em máquinas pesadas e tratores, pode haver um sistema de redução de força e movimentação de partes do veículo (como conchas, plataformas, hastes, caçambas e outros) alimentados através de linhas hidráulicas de alta pressão. A pressão elevada pode ter como efeito colateral o aumento da temperatura do fluido, uma vez que o volume interno é constante.

Em **rolamentos** a lubrificação pode ser feita com óleo ou graxa, sob pressão ou não. Há rolamentos em vários locais do veículo, mas os mais relevantes estão nas rodas (por serem maiores e pelo risco de aquecimento). O superaquecimento de um rolamento é capaz de causar um incêndio, levando à ignição do próprio lubrificante e propagando para materiais combustíveis nas proximidades. O sintoma deste problema é um ronco ou zunido quando o veículo está em movimento. Pode ser a única causa provável de incêndio em reboques e semi-reboques, devido à falta de manutenção e conservação.

7.2 ATRITO

O atrito é causado pelo contato direto entre superfícies em velocidades diferentes. Os sistemas de lubrificação objetivam dificultar o atrito (reduzindo ou eliminando-o) o que traz mais eficiência devido ao menor aquecimento e desgaste das peças e sistemas.

Além dos problemas com os rolamentos (devido falhas de lubrificação) outra causa de incêndios pelo atrito é o superaquecimento dos freios (muito comum em caminhões). O sistema de freios é baseado no atrito, sendo que há o sistema de discos de freio e o sistema de freio a tambor.

Curiosidade

Há protótipos de veículos energizados que possuem motores nas rodas. Esse sistema faz a inversão de polaridade, que cria um campo magnético invertido, dificultando o movimento e freando o veículo (com gasto de energia) sem atrito e sem gerar calor.

- **Freio a disco:** Neste sistema há um disco metálico girando junto com o conjunto de roda e pneu. Quando acionado o freio, pinças apertam pastilhas de desgaste contra o disco rotativo, criando atrito e freando o conjunto. É mais eficiente e mais caro que o freio a tambor.
- **Freio a tambor:** O sistema de freios a tambor faz com que lonas sejam empurradas para ter atrito contra uma peça rotativa (similar a uma panela), que está ligada ao conjunto de pneus e rodas.



Saiba mais

Para saber mais sobre esses tipos de freio acesse os vídeos.

Freio a disco: www.youtube.com/watch?v=Sdg828GzCGw

Freio a tambor: www.youtube.com/watch?v=YXp-QVvfKC8



Por fim, deve-se considerar a possibilidade de uma das partes do veículo se desprender e entrar em contato com a estrada (escapamento, por exemplo). Essa situação trará atrito e aquecimento do local (inclusive faíscas, conforme veremos a seguir), podendo originar um incêndio na sua própria estrutura ou nas proximidades.

7.3 CHOQUE MECÂNICO

Uma das causas de incêndios que são trazidas pela literatura é o choque mecânico. Trata-se do contato entre superfícies que pode gerar calor e faíscas, assim ignindo materiais combustíveis suscetíveis à combustão.

O contato entre as superfícies pode ser do tipo metal-metal (aço, ferro ou magnésio) ou do tipo metal-estrada. Destes contatos poderá, ou não, haver o surgimento de faíscas. Em todos os casos, é incomum ver veículos se incendiarem se não houver uma oferta de combustível pré-misturado próximo ao local do choque mecânico.

E por fim, registramos os incêndios provocados por colisões (acidentes de trânsito) entre veículos. Nestes casos os choques mecânicos podem provocar aumento substancial de temperatura devido à fricção intensa entre os materiais, rompimento de recipientes com fluidos ou combustíveis, além de centelhamentos elétricos. Uma colisão cria uma grande gama de gatilhos para iniciar um incêndio.

Agora que você chegou até aqui, deve ter notado que os incêndios em veículos são ocorrências rotineiras dentro das corporações de bombeiros. É difícil encontrar um bombeiro, mesmo com pouco tempo de serviço, que não tenha atendido uma ocorrência desta natureza.

Foi essa experiência que buscamos trazer dentro dos procedimentos, junto a informações técnicas e inovações encontradas em outras corporações que obtiveram resultados positivos.

Reforçamos que é necessário conhecer o "campo de trabalho", o veículo, tanto para o combate ao incêndio como para a investigação. Muitas vezes a urgência do combate nos dificulta de obter todas as informações que gostaríamos, sendo preciso agir de maneira genérica, conforme apontamos neste manual.

Durante a investigação é fundamental descobrir as particularidades do fabricante, do projeto, do layout, dos materiais construtivos e todas as demais informações que podem ser relevantes para aquele veículo a ser inspecionado.

Encerrando, reforçamos que os procedimentos contidos nesta obra são de caráter orientativo, embasando e complementando, mas nunca substituindo as normas e ordens em vigor da corporação.

REFERÊNCIAS

ALVES, Diego Sommer T.; VIDAL, Vanderlei Vanderlino; BALLARD IN, Maria da Graça. A entrevista investigativa aplicada à perícia em incêndios. **Ignis**: Rev. Tec. Cient. CBMSC, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 4-16, mar./out., 2016. Disponível em: <<https://periodicosv3.cbm.sc.gov.br/index.php/revistaignis/article/view/1/1>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

ARAGÃO, Ranvier Feitosa. **Incêndios e explosivos**: uma introdução à engenharia forense. São Paulo: Millenium, 2009.

CAMILO, Bruno de César Toledo; MORAES, Wagner Alberto de. **Atualização da doutrina utilizada pelo CBMSC para investigação de incêndios em edificações associados à eletricidade**. 2019. 23 f. TCC (Curso de Curso de Perícia em Incêndios e Explosões), CBMSC, Florianópolis, 2019. Disponível em: http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/doc_details/826-bruno-de-cesar-toledo-camilo. Acesso em: 10 jan. 2020.

Corpo de Bombeiros de São Paulo. **MTB**: Pesquisas de Causas de Incêndio. 1 ed. São Paulo: CCB, 2006. v. 19.

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Manual de Bombeiros Militar**: Combate a Incêndio Urbano (MABOM-CIURB). 1. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2020.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de capacitação em emergências com produtos perigosos**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Fernando Ireno Vieira. Florianópolis: CBMSC, 2020.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de Capacitação em incêndio estrutural**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Marcos Alves da Silva. 1. ed. Florianópolis: CBMSC, 2018.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de Capacitação em Resgate Veicular**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Diogo Bahia Losso. 1. ed. Florianópolis: CBMSC, 2017.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de Capacitação em Resgate Veicular**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Diogo Bahia Losso. 2. ed. Florianópolis: CBMSC, 2017.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Tópicos avançados: comando de operações em combate a incêndios estrutural**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Marcos Alves da Silva. 1. ed. Florianópolis: CBMSC, 2018.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Tópicos introdutórios: ciências do fogo.** Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Organizado por Marcos Alves da Silva. 1. ed. Florianópolis: CBMSC, 2018.

DEHAAN, John David; ICOVE, David J.. Kirk's Fire Investigation. 7. ed. [S. l.]: Pearson, 2012.

GONÇALVES, Daniel Lopes. **Aperfeiçoamento dos laudos periciais de incêndio e explosões com enfoque nas fotografias inseridas no meio textual.** 2018. 66 f. TCC (Curso de Curso de Formação de Oficiais), CBMSC, Florianópolis, 2018. Disponível em: https://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/search_result. Acesso em: 13 jan. 2020.

OLIVEIRA, Marcos de. **Manual de Estratégias, Táticas e Técnicas de Combate a Incêndios Estrutural:** Comando e controle em operações de incêndio. Florianópolis: Editograf, 2005.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA'S Alternative Fuel Vehicles Safety Training Program:** Emergency Field Guide 2015 Edition. Quincy: NFPA, 2015.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 921:** Guide for Fire and Explosion Investigations. Quincy: NFPA, 2011.

NUNES, Willian Leal; VIDAL, Vanderlei Vanderlino. Procedimentos para investigação de incêndios em veículos. **Ignis:** Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 172-189, maio 2017. Disponível em: <https://periodicosv3.cbm.sc.gov.br/index.php/revistaignis/article/view/41/32>. Acesso em: 11 jan. 2020.

PIVA, Ismael Mateus; ACCORDI, Charles Fabiano. **Fotografia em Investigação de Incêndio:** regras e técnicas para obtenção de provas fotográficas. 2015. 23 f. TCC (Curso de Curso de Perícia em Incêndio e Explosão), CBMSC, Florianópolis, 2015.

SHIELDS, Leland E.; SCHEIBE, Robert R. **Motor Vehicle Fire Investigation:** computer-based training. Computer-Based Training. 20---. Disponível em: <https://depts.washington.edu/vehfire/welcome.html>. Acesso em: 09 jan. 2020.

Tesla Inc. 2016+ Model S: **Guia de resposta de emergência.** 2016.

