

## **INCÊNDIO EM ALMOXARIFADO COMERCIAL: ESTUDO DE CASO**

*Marcel Silveira<sup>1</sup>*

<https://orcid.org/0009-0002-6695-8839>

*Wagner Alberto de Moraes<sup>2</sup>*

<https://orcid.org/0009-0005-6187-3547>

### **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo expor os experimentos realizados no Centro de Pesquisa e Inovação do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) para auxiliar a atividade pericial. O caso em questão trata-se de um incêndio em um almoxarifado de um supermercado de grande porte na cidade de Florianópolis, o qual iniciou no pátio externo, parcialmente coberto, onde eram estocadas mercadorias diversas. As filmagens do local não foram claras o suficiente para esclarecer os produtos que se encontravam na região do foco inicial do incêndio. Para testar hipóteses do que ocorreu, inclusive uma amplamente vinculada pela mídia, realizaram-se ensaios para melhor entender o comportamento da irradiação solar em latas de spray de desodorante e antitranspirante comercialmente disponíveis, a temperatura de ruptura destas latas e possíveis vazamentos, a ignitabilidade da atmosfera enriquecida com propelente e consequências da convergência da luz solar em garrafas transparentes sobre uma superfície sólida. Além da investigação de possíveis falhas na prevenção e do combate ao incêndio, o estudo de uma ou mais causas que possam ter iniciado ou agravado o incêndio se torna fundamental para que situações como essa sejam melhor atendidas e passíveis de regulamentações futuras.

**Palavras-chave:** Perícia. Investigação. Explosão.

---

<sup>1</sup> Doutorando em engenharia química. Centro de Pesquisa e Inovação do CBMSC

<sup>2</sup> Mestre em engenharia mecânica. Centro de Pesquisa e Inovação do CBMSC.

## **FIRE IN COMMERCIAL WARHOUSE: CASE STUDY**

### **ABSTRACT**

This article aims to present the experiments carried out at the Research and Innovation Center of the Santa Catarina Military Fire Department to assist the expert activity. The case in question is a fire in a warehouse of a supermarket in the city of Florianópolis, which started in the external courtyard, partially covered, where various goods were stored. Footage from the location was not clear enough to clarify the products that were in the region of the initial fire. To test hypotheses of what happened, including one widely linked by the media, tests were carried out to better understand the behavior of solar radiation in commercially available deodorant and antiperspirant spray cans, the rupture temperature of these cans, and possible leaks, the ignitability of the atmosphere enriched with propellant and consequences of the convergence of sunlight in transparent bottles on a solid surface. In addition to investigating possible failures in fire prevention and fighting, the study of one or more causes that may have started or aggravated the fire is essential for situations like this to be better understood and subject to future regulations.

**Keywords:** Expertise. Investigation. Explosion.

**Artigo Recebido em 19/06/2023**  
**Aceito em 10/11/2023**  
**Publicado em 20/12/2023**

## 1. INTRODUÇÃO

“Incêndio se apaga no projeto!” Esta frase resume toda justificativa econômica e social que o tema reclama. A importância do planejamento nesta área é medida pelos sinistros evitados e não pelos incêndios extintos (Da Luz Neto, 1995). Nesse esforço contínuo da atividade de prevenção novos materiais com propriedades físico-químicas são elaborados, instrumentos e sistemas com algoritmos cada vez mais inteligentes são disponibilizados no mercado, novas legislações, tanto em âmbito federal, estadual e municipal, são criadas para que ocorra uma fiscalização mais eficiente em diversos ambientes comerciais, normas técnicas são elaboradas e continuamente atualizadas para determinação de medidas mínimas necessárias a serem adotadas por empresas para preservação de bens materiais e da vida.

Quando a prevenção falha por quaisquer motivos, há o combate ao incêndio e a posterior análise investigativa. Esta análise investigativa objetiva a elucidação dos fenômenos ocorridos no incêndio e também retroalimenta o ciclo de informações para atividades administrativas e operacionais dentro da instituição. O militar oficialmente encarregado para produzir o laudo pericial é o perito. O perito utilizará diversos recursos para produzir ou buscar informações de maneira técnica. Inúmeras vezes a investigação técnica não se mostra suficiente e é indispensável a análise científica das variáveis possíveis que se tem no incêndio.

As análises investigativas poderão ser realizadas por ensaios com ou sem instrumentação. Pode-se citar como exemplos de instrumentos disponíveis os cromatógrafos gasosos (GC), os espectrômetros de infravermelho (IV), os calorímetros de varredura diferencial (DSC), os analisadores termogravimétricos (TGA), os analisadores térmicos diferenciais (DTA), ensaios pelo método do painel radiante e os ensaios de ignitabilidade em um queimador e câmara. Tais análises podem auxiliar a atividade pericial sobre a

confirmação ou não de um evento ou meramente a plausibilidade de uma hipótese levantada pelo investigador.

Neste artigo, os autores têm como objetivo o levantamento da plausibilidade de alguns eventos que possam ter originado o incêndio de um almoxarifado de um supermercado de grande porte da cidade de Florianópolis, os quais foram noticiados em tempo real pela mídia televisiva. Objetiva-se, também, testar demais possibilidades para o início do incêndio comumente questionadas pelos militares não envolvidos na investigação. Estas discussões necessitam de ensaios físicos e químicos para produção de dados de forma quantitativa e qualitativa. Estes ensaios foram relatados previamente no documento interno “Relatório Técnico Nr 01-22-DSCI” (SGPe, 2022) Cada solicitação de ensaio e levantamento bibliográfico de incêndios solicitado ao Centro de Pesquisa e Inovação do CBSMC é gerado um relatório e arquivado internamente dentro da Diretoria de Segurança Contra Incêndio – DSCI. O incêndio o qual aborda o estudo deste trabalho pode ser visualizado através das imagens capturadas pela emissora de TV NSC Total (2021), filial da rede Globo em SC, [clique aqui](#) para o vídeo. Neste trabalho, aborda-se questões referentes ao incêndio com foco exclusivamente didático e científico.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### *2.1 Materiais*

Para os ensaios foram utilizados reagentes como etanol anidro (Êxodo 99,8 %), etanol líquido 70 % (Tupi e 101 do Brasil), diversos produtos de limpeza como água sanitária, água oxigenada, amaciante e alvejante de linha pet, frascos contendo bebidas não alcoólicas como água mineral de 500 mL e refrigerante de 1,5 L da marca Sprite Lemon Fresh. Os desodorantes da marca Giovanna Baby Classic (150 mL/90 g) e os antitranspirantes da marca AXE (150 mL/90 g) foram gentilmente cedidos pela empresa sofrida pelo incêndio.

Os materiais utilizados foram estufa para esterilização e secagem (Olidex CZ), balança analítica Sartorius modelo Secura 225D-10BR, estufa halógena Mondial modelo Confort Air A-09, câmara térmica Dräger modelo UCF 9000 e capela de fibra de vidro.

## *2.2 Metodologia*

### 2.2.1 Ensaio 1: Temperatura máxima do recipiente exposto a luz solar

Nos ensaios para obtenção da temperatura máxima dos recipientes expostos à luz solar, deixou-se os frascos tanto verticalmente, quanto horizontalmente presos a um suporte de madeira pelo período de até 100 minutos expostos ao sol. Cada intervalo de tempo era lido com uma câmara térmica de infravermelho.

### 2.2.2 Ensaio 2: Temperatura máxima do recipiente exposto ao calor induzido artificialmente

Um ensaio similar ao anterior foi realizado com calor induzido artificialmente por uma estufa halógena elétrica, conforme Figura 1. A distância inicial do desodorante para a fonte aquecedora foi de 20 centímetros e final de 10 cm. Utilizou-se uma capela de fibra de vidro para auxiliar no aquecimento da atmosfera.

### 2.2.3 Ensaio 3: Averiguação de vazamento do recipiente sob aquecimento isotérmico

Cada recipiente foi inicialmente pesado, em seguida, deixou-se um recipiente por vez, em pé, no interior da estufa com a porta minimamente aberta para as leituras das temperaturas por câmara térmica. A temperatura da estufa foi fixada em 60 °C. As inserções das amostras só ocorreram após o

aquecimento da estufa por 20 minutos. Em intervalos de 15 minutos, realizava-se a pesagem do recipiente. O tempo de exposição total foi de 45 minutos.

**Figura 1** – Aparato experimental montado para o Ensaio 2. No experimento a abertura da capela ficou voltada para a parede, auxiliando o confinamento da atmosfera aquecida.



**Fonte:** dos autores.

#### 2.2.4 Ensaio 4: Ignição de uma atmosfera enriquecida de propelente.

Alguns ensaios foram produzidos para avaliar a plausibilidade/facilidade de uma atmosfera enriquecida de propelente (GLP) iniciasse chamas com agente ígneo. Um dos ensaios consistiu em despejar um jato curto de spray do desodorante (pressionar o gatilho e imediatamente soltar,  $t < 1$  s) em um erlenmeyer de vidro de 500 mL e uma chama de isqueiro foi aproximada. Tentou-se também chama através de um cigarro e papelão em brasas, e através de um papel sulfite se incendiando.

Tentativas de produção de chamas/faíscas por eletricidade eletrostática foram ensaiados com materiais comuns do dia a dia como régua, bexiga, lápis, com o atrito das mãos e das vestimentas. Para este ensaio, utilizou etanol anidro (por maior volatilidade que solução diluída como 70 %) em um recipiente

metálico 10 cm de diâmetro por 3 cm de altura. Este conjunto foi aquecido a 50°C para aumentar a produção de vapor alcoólico e aproximou o material carregado de íons e nenhuma produção de chama foi obtida em mais de 10 tentativas de cada objeto.

#### 2.2.5 Ensaio 5: Incompatibilidade química entre reagentes

As misturas testadas foram realizadas com a inserção de razões mássicas 1:1, 2:1 e 1:2. Sendo cada razão o valor de 50 g. As misturas foram inseridas a temperatura ambiente em um béquer plástico de 500 mL e aquecidas a 50 °C. Uma sonda de temperatura foi utilizada para acompanhar uma possível variação da temperatura em função da reação química.

#### 2.2.6. Ensaio 6: Produção de calor intenso/chamas pelo efeito lupa

Os ensaios foram realizados pela manhã e pela tarde, no mesmo local, testando a facilidade dos ângulos de incidência dos raios solares nos frascos, como também averiguar a diferença do ensaio com a maior radiação UV no período das duas primeiras horas após meio-dia. Foram testadas diversas garrafas de polietileno tereftalato (PET), variando-se cores dos líquidos, embalagens lisas e com ranhuras, com ou sem gás. A matriz para queima foi um pedaço de madeira de fina espessura ( $\approx 3$  mm) conhecido popularmente como maravalha.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

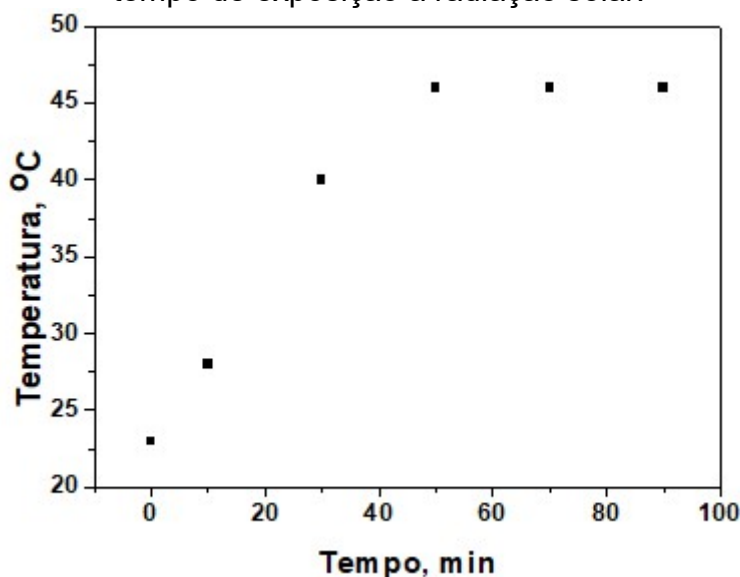
#### *3.1 Ensaio 1: Temperatura máxima do recipiente exposto a luz solar*

Uma das informações iniciais que foi vinculada pela mídia televisa em tempo real é que o fogo foi iniciado por explosões dos recipientes de desodorantes e antitranspirantes que se encontravam no pátio coberto. Um vídeo disponibilizado pela plataforma Youtube (Canal OBlumenauense, 2021), mostra o início do incêndio com as explosões ocorrendo: [clique aqui](#) para o vídeo.

Para testar a plausibilidade de que isso possa ter ocorrido, realizou-se ensaios para conhecer a temperatura máxima obtida do recipiente exposto à luz solar. Estas leituras foram lidas entre os dias 10 e 12 de janeiro de 2022. Uma consulta ao site <http://tempo.com> forneceu a temperatura máxima de 26 °C, 27 °C e 28 °C para os dias 10, 11 e 12 de janeiro, respectivamente (dados recolhidos da estação meteorológica do aeroporto Hercílio Luz). Utilizou-se a amostra da marca Giovanna Baby como encontrada originalmente e deixou-se exposta ao sol. A exposição ocorreu com a lata deitada em um suporte e fixada em seu centro. O experimento teve início às 13h45. A temperatura do recipiente antes da exposição estava 23 °C, lido em local fechado e climatizado a 23 °C. A leitura foi realizada com câmera térmica.

Após 10 minutos de exposição o recipiente estava a 28 °C. Após 30 minutos estava a 40 °C. Permaneceu constante do minuto 50 ao minuto 90 em 46 °C. A Figura 2 expõe graficamente os resultados. O recipiente de lata não apresentou alterações físicas, não apresentou nenhum odor ao final do experimento e manteve a massa constante em sua terceira casa decimal.

**Figura 2**– Curva de evolução da temperatura do recipiente em função do tempo de exposição à radiação solar.



Fonte: dados dos próprios autores.



No segundo dia, repetiu-se o experimento. Entretanto, deixou-se o recipiente na posição vertical. Outra mudança foi ter iniciado o ensaio pela manhã, por volta das 09h30 (no incêndio as chamas iniciaram volta das 10h30 da manhã). O recipiente ficou exposto ao sol por 4 horas e o resultado foi similar ao primeiro dia. No terceiro dia, repetiu-se o experimento retirando-se a tampa e se realizou o ensaio com a amostra do antitranspirante AXE. Ao longo de toda a manhã a temperatura máxima lida também foi de 46° C nas duas amostras. Nenhuma alteração física foi observada nos recipientes, nenhum odor foi observado nos ensaios do segundo e terceiro dias e a massa dos produtos, como no primeiro dia, manteve-se constante.

Com os ensaios realizados nos três dias foi possível concluir que, a uma temperatura ambiente, próxima da faixa de (26 a 28) °C, não é suficiente para elevar a temperatura do recipiente acima do recomendado pelos dois fabricantes, conforme se encontra no rótulo alertando o consumidor: “Não expor aos raios solares nem a temperaturas superiores a 50 °C”. Esta temperatura é facilmente alcançada no interior de veículos fechados em um dia ensolarado no verão, conforme ensaios realizados pelos autores. De acordo com o site “tempo.com” a faixa de temperatura do dia 23 de dezembro de 2021, data do incêndio, teve a mínima de 20 °C e máxima de 27 °C. Frente aos resultados obtidos, planejou-se o Ensaio 2 com fornecimento de calor mais enérgico que no Ensaio 1.

### *3.2 Ensaio 2: Temperatura máxima do recipiente exposto ao calor induzido artificialmente*

Ao longo do Ensaio 1 não foi possível observar alterações no recipiente apenas com o fornecimento de calor natural do sol. Quais seriam as

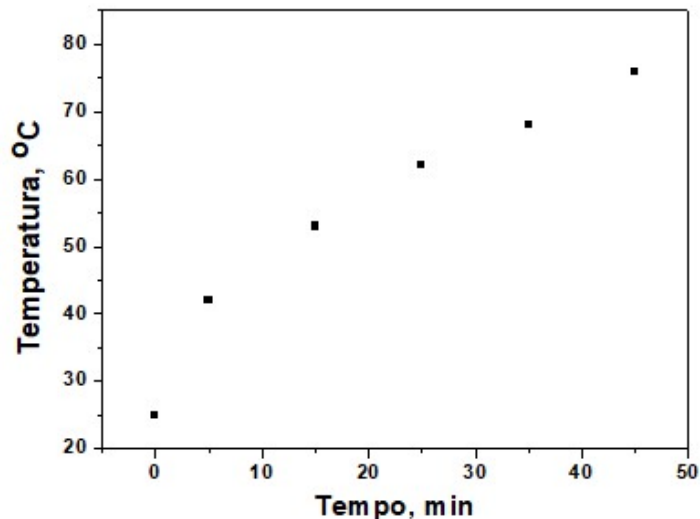
consequências se fosse ultrapassada a temperatura de 50 °C, contrariando a orientação dos fabricantes?

O segundo ensaio teve como objetivo a leitura das temperaturas dos recipientes, conforme o Ensaio 1, mas com aquecimento artificial utilizando-se a estufa halógena elétrica. Registrou-se uma temperatura máxima de 329 °C na resistência da estufa quando acionado os 800 W de potência máxima. A temperatura inicial do recipiente estava a 25 °C, lido em temperatura ambiente, local fechado e sem climatização. Após cinco minutos de exposição ao calor a temperatura do recipiente já se encontrava a 42 °C. A partir de então, realizaram-se leituras de temperatura a cada 10 minutos. Os dados obtidos estão expostos na Figura 3.

Nestas condições, a temperatura máxima obtida foi de 74 °C e não houve mais acréscimo de aquecimento do recipiente após um tempo de exposição de 35 minutos. Durante o ensaio não houve ruptura do casco do desodorante, entretanto, constatou-se deformações significativas na base do recipiente e um processo de fusão na tampa do produto, conforme Figura 4.

A partir do minuto 35 a distância para a fonte aquecedora foi reduzida para 10 cm. Aos 45 minutos, a última leitura obtida foi de 76 °C e, instantes depois, houve o rompimento do recipiente (Figura 5) com chamas. Este fato ocorreu após um intervalo menor de cinco minutos da última leitura com a câmera térmica. O link abaixo expõe o instante do ocorrido em um vídeo gravado pelas câmeras de segurança do Centro de Pesquisa, [clique aqui](#) para ver o vídeo.

**Figura 3** – Curva de evolução da temperatura do recipiente exposto a uma temperatura aquecida artificialmente em função do tempo.



Fonte: dos autores.

**Figura 4** – Deformação do recipiente após a temperatura de exposição de 74° C.



Fonte: dos autores.

De acordo com a literatura, a pressão no interior de latas de aerossol contendo propelentes, a 21,1 °C, são pressurizadas a 0,7 a 9,8 bar (Diversified CPC International, 2022). Maiores informações sobre recipientes contendo aerossol podem ser obtidas com as normas britânicas (UK Legislation, 2009). Entretanto, os produtos podem seguir diretrizes diferentes, como a europeia

(ADD – Aerosol Dispensers Directive) ou a americana (US Dot) podendo esse limite de 15 bar ser maior ou menor dependendo do teste realizado a 50 °C e de sua pressão inicial (CanTech, 2017). O propelente utilizado é o GLP – gás liquefeito do petróleo. Uma mistura de propano e butano. Em ambas as amostras, em cada rótulo, não está descrito a proporção de cada gás. No antitranspirante da marca AXE possui, inclusive, o gás isobutano.

Importante salientar que o evento não se tratou de uma autoignição do propelente. A autoignição do propelente nestas amostras depende de sua pressão. Segundo Norman e colaboradores (2006), considerando um vaso fechado com 40 % em mol de propano/ar a autoignição ocorre a 300 °C a pressão atmosférica ou 250 °C a uma pressão de 14,5 bar.

Com os dados do experimento e considerando algumas aproximações teremos o seguinte raciocínio:

- volume de ar aproximado no interior da capela igual a 300 L;
- ar no interior da capela a 60° C, temos uma densidade do ar de 1,060 kg m<sup>-3</sup> (Enginners EDGE, 2022).

Encontra-se a massa de ar igual a 318 gramas. Mesmo que fosse considerado que todos os 90 g do conteúdo do desodorante fosse apenas propano, obter-se-ia 2,04 mols de propano no aerossol. Em 318 gramas de ar, considerando apenas gás nitrogênio, gás oxigênio e gás argônio na composição do ar atmosférico, encontra-se um total de 11 mols, aproximadamente. Finalmente, a quantidade de 2 mols de propelente no interior da capela equivaleria a próximo de 15 % em mol. Distante dos 40 % do estudo citado anteriormente para uma autoignição a 250 °C e 14,5 bar.

**Figura 5** – Detritos do recipiente após a sua ruptura em três partes.



**Fonte:** dos autores.

Os resultados indicam que a plausibilidade de que os recipientes de desodorantes sofreram aquecimento acima de 76 °C, de modo natural, e ter o seu recipiente rompido bruscamente é muito baixa. O simples rompimento devido ao aumento de pressão também não levaria a produção de chamas, contrariando o que foi noticiando inicialmente nos telejornais. No ensaio, conforme vídeo do link, houve produção de chamas devido ao contato a um agente ígneo (superfície aquecida a mais de 300 °C).

### *3.3 Ensaio 3: Averiguação de vazamento do recipiente sob aquecimento isotérmico*

O objetivo do Ensaio 3 foi verificar se ocorreria vazamento do conteúdo de cada lata após a exposição ao calor utilizando uma estufa em ambiente quase totalmente fechado. Caso ocorresse vazamento de propelente de um ou mais recipientes de desodorantes/antitranspirantes no almoxarifado da empresa e, somado a um evento de contato com agente ígneo, seria plausível o início de chamas.

A temperatura dos recipientes ao longo dos experimentos manteve-se na faixa entre (51-53) °C. A Figura 6 registra um instante da leitura realizada ao

longo do ensaio e a Tabela 1 expõe as massas medidas ao longo do tempo nos ensaios para os dois recipientes.

**Figura 6** – Imagem da câmera térmica durante o ensaio de um recipiente no interior da estufa.



Fonte: dos autores.

**Tabela 1** - Massas, em miligramas, medidas ao longo do tempo, em minutos, nos ensaios para os dois recipientes.

<b>Tempo</b>	<b>Massa<sup>a</sup></b>	<b>Massa<sup>b</sup></b>
0	129.513	139.966
15	129.515	139.968
30	129.514	139.968
45	129.517	139.966

<sup>a</sup>Desodorante Giovanna Baby Classic. <sup>b</sup>Antitranspirante AXE.

Observa-se na Tabela 1 que não houve perda de conteúdo nas duas amostras analisadas. A variação de massa inferior a 0,0039% possivelmente se trata da perda de umidade entre o deslocamento e a balança para medições. Também se testou com os recipientes na horizontal e os resultados foram similares.

Mesmo ao ultrapassar a temperatura máxima de exposição da recomendação do fabricante, em um intervalo de 45 minutos, não foi

constatado vazamento. O que leva a acreditar que se torna pouco plausível o vazamento de propelente apenas com o calor natural do sol.

### 3.4 Ensaio 4: *Ignição de uma atmosfera enriquecida de propelente*

Partindo do pressuposto que ocorresse vazamento de propelente por alguma falha pontual ou algum incidente que danificasse um ou mais recipientes, realizaram-se alguns ensaios com atmosfera contendo propelente em um vaso não fechado com agentes ígneos. Essa atmosfera com propelente poderia ocorrer caso houvesse vazamento de propelente no interior dos paletes que são envoltos por camadas de filme do tipo *Stretch*, criando-se uma atmosfera semiconfinada.

Realizaram-se vários ensaios para testar a plausibilidade de uma situação como essa ocorrer. Em um erlenmeyer de vidro de 500 mL foi despejado um jato curto de spray (pressionar o gatilho e imediatamente soltar) e uma chama foi aproximada (Figura 7) Nesse ensaio houve combustão facilmente com a chama durando aproximadamente três segundos. Neste ensaio, notou-se que após um intervalo de quinze segundos entre os jatos de spray e a aproximação da chama já foi bastante difícil produzir a combustão. Ressalta-se que os ensaios foram realizados em ambiente fechado sem corrente de ar. O limite inferior de explosividade (LIE) do propano e n-butano são 2,1 % e 1,9 %, respectivamente. O limite superior de explosividade (LSE) do propano é de 9,5 % e para o butano é de 8,5 % (OSHA, 2021). Em uma mistura de 50%/50% o LIE do gás é 2,1 % e 9,1 % para o LSE (Ultragaz, 2002).

Outra simulação foi realizada aproximando-se um cigarro em brasas, sob 3 condições: logo após o jato de spray, após poucos segundos ( $t=10$  segundos), e após vinte segundos. Isso para ter proporções de ar/propelente diferentes no interior do frasco de erlenmeyer. A simulação também ocorreu



com papel sulfite em brasas e papelão em brasas. Em nenhum ensaio houve produção de chamas.

Por último, foram realizados ensaios com a produção de energia eletrostática com materiais diversos como régua, bexiga, lápis, atrito da mão e vestimenta, entre outros métodos. Para este ensaio, utilizou etanol anidro em um recipiente metálico 10 cm de diâmetro, aqueceu este conjunto a 50 °C para aumentar a produção de vapor alcoólico e aproximou o material carregado de íons e nenhuma produção de chama foi obtida em mais de 10 tentativas de cada objeto. Apesar de não ter sido possível obter a chama no experimento, este fenômeno é amplamente conhecido principalmente em postos de gasolina onde o próprio cliente abastece o veículo. Os ensaios também foram realizados com a atmosfera do spray desodorante com os mesmos resultados.

Nas imagens de segurança do local não foi possível visualizar pessoas fumando próximo do foco inicial do incêndio, aproximação de superfícies aquecidas o suficiente para iniciar a ignição do propelente, fagulhas ou equipamentos elétricos serem ligados.

**Figura 7** – Momento do ensaio após inserir cigarro em brasas em uma atmosfera enriquecida de propelente.



**Fonte:** dos autores.



### *3.5 Ensaio 5: Incompatibilidade química entre reagentes*

Foram testadas algumas misturas de soluções que poderiam estar no almoxarifado do supermercado que, caso ocorresse algum vazamento, entrando em contato entre si poderiam provocar reações violentas gerando calor intenso com ou sem chamas. As misturas ocorreram em frascos de béquer com a leitura da temperatura através de um termopar.

O primeiro ensaio foi realizado com água sanitária com desinfetante PET que possui em sua composição amônia quartenária (surfactante catiônico) com aquecimento a 50 °C. A água sanitária possui um agente oxidante a uma concentração geralmente encontrada comercialmente a 2,5% (p/p) de hipoclorito de sódio. Este oxidante é incompatível com ácidos e amoníaco (Pooltécnica Química, 2022). A mistura em diversas proporções das soluções não resultou em liberações de vapores nem ao acréscimo de temperatura. Ressalta-se que este surfactante não se trata do amoníaco.

O mesmo ensaio foi realizado com vinagre, o qual possui o ácido etanoico (ácido acético) a uma concentração normalmente encontrada no comércio de 4 % (m/m). Nenhuma alteração foi encontrada visualmente nas proporções de 25 %-50 %-75 %. A aplicação de chama sobre o recipiente também não surtiu algum efeito. Testou-se uma solução de água oxigenada (peróxido de hidrogênio) comercialmente disponível como antisséptico (10 volumes) e acetona comercialmente disponível para remoção de esmalte em unhas. A solução não apresentou acréscimo de temperatura no recipiente, também não sofreu ignição quando exposto a uma chama. É encontrado na literatura acidentes causados por peróxido de hidrogênio e autoignição, mas em concentrações maiores do que utilizada para limpeza de ferimentos (Wiser, 2022). Por último, a mistura de vinagre com desentupidor (hidróxido de sódio líquido) apresenta uma reação exotérmica de neutralização com liberação de vapores e liberação de calor, mas não foi alcançado em nenhuma replicata a produção de chamas ou reação violenta.

### *3.6 Ensaio 6: Produção de calor intenso/chamas pelo efeito lupa*

Averiguou-se se garrafas PET, estocadas no pátio, poderiam convergir a luz solar ao ponto de produzir calor intenso e, conseqüentemente, chamas a um material combustível (efeito lupa). Foram realizados ensaios ao sol da manhã e da tarde com vários tipos de formatos de garrafas e cores. Chegou-se à conclusão de que apenas garrafas lisas (sem ranhuras) em todo seu entorno, transparente, incolores e cilíndricas foi possível convergir os raios solares, seja com água ou com refrigerante incolor.

Para o ensaio foi utilizado um pedaço de madeira de fina espessura ( $\approx 3$  mm) e uma garrafa de 1,5 L de um refrigerante. Neste ensaio, houve produção de intenso calor (ao toque era inviável continuar o contato entre mão e superfície aquecida), produção de fumaça e claro sinal de oxidação na superfície da madeira, mas sem produção de chama. Apesar de não ter produzido chamas, percebeu-se que o evento é plausível. Entretanto, ressaltou-se que as amostras de águas e refrigerantes são recebidas pela empresa com um filme plástico em volta de todas as garrafas, conforme questionamento feitos pessoalmente a funcionários de algumas empresas de supermercados. O que diminui a plausibilidade de um evento como este ocorrer sob o efeito lupa.

Em 2018, uma empresa na Rússia confeccionou uma garrafa de água em formato de bola e vários foram os relatos de que este recipiente convergia facilmente os raios solares produzindo chamas (Sports Illustrated, 2018).

Segundo uma reportagem da Gazeta On Line, o professor do Instituto Federal do Espírito Santo Wilson Benaqui explana que é possível uma garrafa esquecida dentro de um veículo provocar chamas, mas as chances seriam pequenas (Angeli, 2018). Na reportagem é possível observar pelo vídeo o fenômeno de uma garrafa de água funcionando como uma lupa no banco do automóvel. Vários vídeos na plataforma Youtube também são facilmente encontrados utilizando garrafas com as características mencionadas

provocando fogo. Oficiais do Corpo de Bombeiros dos Estados Unidos - Midwest City Fire Department – alertaram para o fenômeno em uma reportagem do portal de notícias Oklahoma's News 4. Nesta reportagem também está um vídeo ilustrativo do fenômeno (Oklahoma's News 4, 2017).

Para um evento desta natureza ter ocorrido no local da empresa necessitam ser averiguadas algumas informações como: i) a posição do sol em relação às garrafas; ii) a presença de possíveis garrafas como descritas anteriormente; iii) distância focal entre a garrafa e material combustível para o efeito lupa ter efeito.

#### **4 CONCLUSÕES**

A partir dos experimentos foi possível concluir que:

- i) nos três dias em que as latas ficaram expostas ao sol não foi observada uma temperatura maior que 46° C nos recipientes de desodorantes. Esta temperatura está abaixo dos riscos de acidentes fornecidos pelo fabricante (50 °C);
- ii) a ruptura da lata ocorreu somente no ensaio utilizando-se aquecimento artificial. A ruptura ocorreu a uma temperatura maior que 76 °C. Esta temperatura não é factível em um ambiente aberto com exposição à luz solar;
- iii) não foi detectado vazamento das amostras, tanto em ensaios com a lata em pé ou deitada, a uma atmosfera aquecida que manteve estas latas a uma temperatura constante na faixa entre (51-53) °C;
- iv) nenhuma mistura de solventes/produtos comercialmente disponíveis citados no estudo produziu alguma chama ou reação violenta. Apenas liberação de calor, sem chamas, na mistura de desentupidor e vinagre;
- v) utilizando-se garrafas de água e refrigerante foi possível obter calor muito intenso no ponto de convergência com produção de fumaça e sinais claros de oxidação, mas não foi possível a obtenção de chamas. A posição do sol em

relação ao almoxarifado, distância focal entre uma possível garrafa e o material combustível são informações que não foram recebidas pelo Centro de Pesquisa ao longo dos ensaios.

Os ensaios testados reforçam que a plausibilidade do início do evento ter ocorrido com as latas explodindo conforme as condições encontradas antes do incêndio são irrisórias. Como não foi possível obter mais dados e imagens de tudo que estava no entorno do local onde iniciou as chamas, ficam prejudicadas demais análises para reproduzir ou investigar as variáveis que podem ter auxiliado/provocado as chamas e conseqüentemente o incêndio.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Angeli, M. **Garrafa de água dentro de carro pode causar incêndio? Vídeo viraliza.** Disponível em: [https://www.gazetaonline.com.br/noticias/ciencia\\_e\\_tecnologia/2018/07/garrafa-de-agua-dentro-de-carro-pode-causar-incendio-video-viraliza-1014138481.html](https://www.gazetaonline.com.br/noticias/ciencia_e_tecnologia/2018/07/garrafa-de-agua-dentro-de-carro-pode-causar-incendio-video-viraliza-1014138481.html). Acesso em 28 de outubro das 2022 às 18h42.

CanTech. **Europe versus US on aerosol can regulation.** Disponível em: <https://www.cantechonline.com/feature/11888/europe-versus-us-aerosol-can-regulation/>. 2017. Acesso em 25 de setembro das 2022 às 14h20.

Da Luz Neto, M. A. **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — Condições de Segurança Contra Incêndio.** Brasília, 1995. 107p.

Diversified CPC International, Inc. **An Introduction to Aerosol Propellants.** Disponível em: <https://diversifiedcpc.com/wp-content/uploads/2021/12/Introduction-to-Aerosol-Propellants.pdf>. Acesso em 29 de outubro das 2022 às 17h34.

Norman, F.; Van den Schoor, F.; Verplaetsen, F. **Auto-ignition and upper explosion limit of rich propane-air mixtures at elevated pressures.** Journal of Hazardous Material, v. A137, p. 666-671, 2006.

OBlumenauense. Plataforma Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XO2b4SOGHLw>. Acesso em 07 de novembro de 2023, as 22h09

Oklahoma's News 4. **Fire officials warning drivers about dangers of leaving water bottles in vehicles.** 2017. Disponível em: <https://kfor.com/news/fire-officials-warning-drivers-about-dangers-of-leaving-water-bottles-in-vehicles/>. Acesso em 23 de outubro das 2022 às 21h43.

OSHA. Occupational Safety and Health Administration. **Liquified petroleum gas (L.P.G.).** Disponível em <https://www.osha.gov/chemicaldata/484>. Acesso em 05 de junho de 2023, as 16h31.

Pooltécnica Química. **Ficha de Emergência.** Hipoclorito de sódio Solução. Disponível em: <http://www.pooltecnica.com.br/admin/assets/repositorio/726b075af96e5b1dd5b2f24d9bb60c45.pdf> Acesso em 19 de maio das 2022 às 12h10.

SGPe – Sistema de Gestão de Processos Eletrônicos do Governo de Santa Catarina. Relatório Técnico Nr 01-22-DSCI. Disponível em: <https://sgpe.sea.sc.gov.br//sgpe/openPage?openAddress=eyJhZGRyZXNzljoiL2NwYXYvdmlzdWFsaXphclByb2Nlc3NvLmRvP3Byb2Nlc3NvUEs9Mjc1LDk5OTlsMjAyMjlmN1cnJlbnRNb2R1bGUiOnsiY2RNb2R1bG8iOiJTR1BFliwiY2RTaXN0ZW1hIjoiMSlsm5tTW9kdWxvIjo1In19>.

Sports Illustrated. **Watch: Russian Company's Novelty World Cup Water Bottle Sets Things on Fire.** 2018. Disponível em: <https://www.si.com/soccer/2018/05/31/russia-world-cup-water-bottle-fire-video>. Acesso em 01 de novembro das 2022 às 20h07.

UK Legislation. Schedule 13. **Amendment of the Aerosol Dispensers Regulations 2009.** Disponível em <https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2019/9780111176368/schedule/13/paragraph/8/data.xht?view=snippet&wrap=true>. Acesso em 02 de novembro de 2022 às 09h34.

ULTRAGAZ. **FGLP. Gás liquefeito de petróleo – GLP.** Disponível em: [https://www.segure.com.br/uploads/fispqs/petrobras-distribuidora-s.a-glp\\_2002-03-18.pdf](https://www.segure.com.br/uploads/fispqs/petrobras-distribuidora-s.a-glp_2002-03-18.pdf). Acesso em 05 de junho das 2023 às 16h42.

WISER. **Hydrogen Peroxyde.** Disponível em: <https://webwiser.nlm.nih.gov/substance?substanceid=322&identifier=Hydrogen>

## **Revista FLAMMAE**

Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco  
**Artigo Publicado no Vol.09 N.28 – Julho a Dezembro de 2023 - ISSN 2359-4829**

Versão on-line disponível em: <http://www.revistaflammae.com>

---

%20peroxide&identifierType=name&menuItemId=48&catId=5. Acesso em 01 de novembro das 2022 às 19h34.

### **Agradecimentos**

*O Centro de Pesquisa e Inovação do CBSMC agradece ao Ministério Público de Santa Catarina pelos recursos doados as CBMSC*