

# Carros elétricos

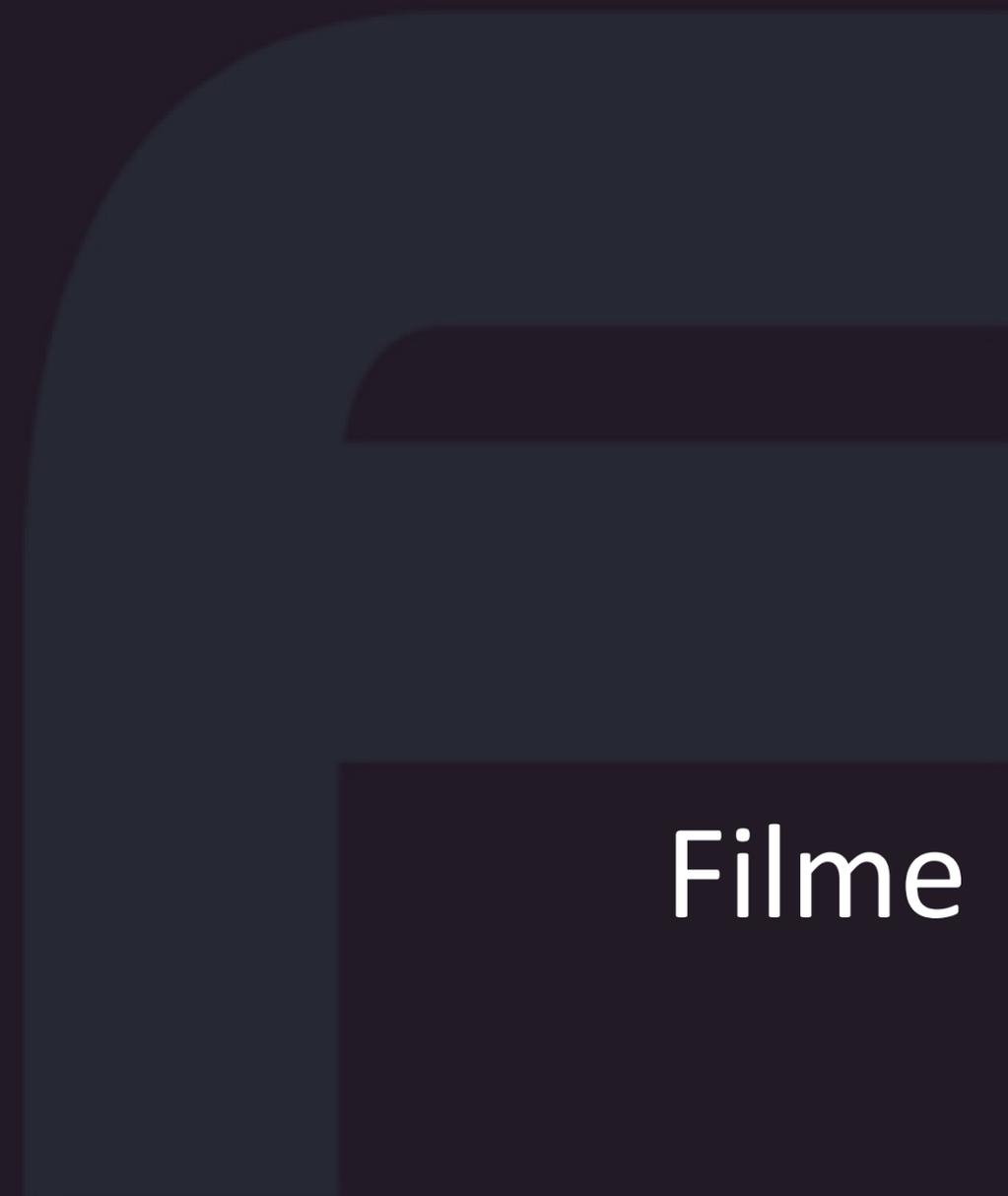
desafios de engenharia para garantir

proteção à vida e ao patrimônio



# Carros elétricos

- REALIDADE E ESTATÍSTICA
- ESTACIONAMENTOS EM SUBSOLOS
- A ENGENHARIA DE INCÊNDIO
- O USO DO CFD
- PROPOSTAS



Filme

- **Realidade e Estatística**





Fire rips through Liverpool city centre car park

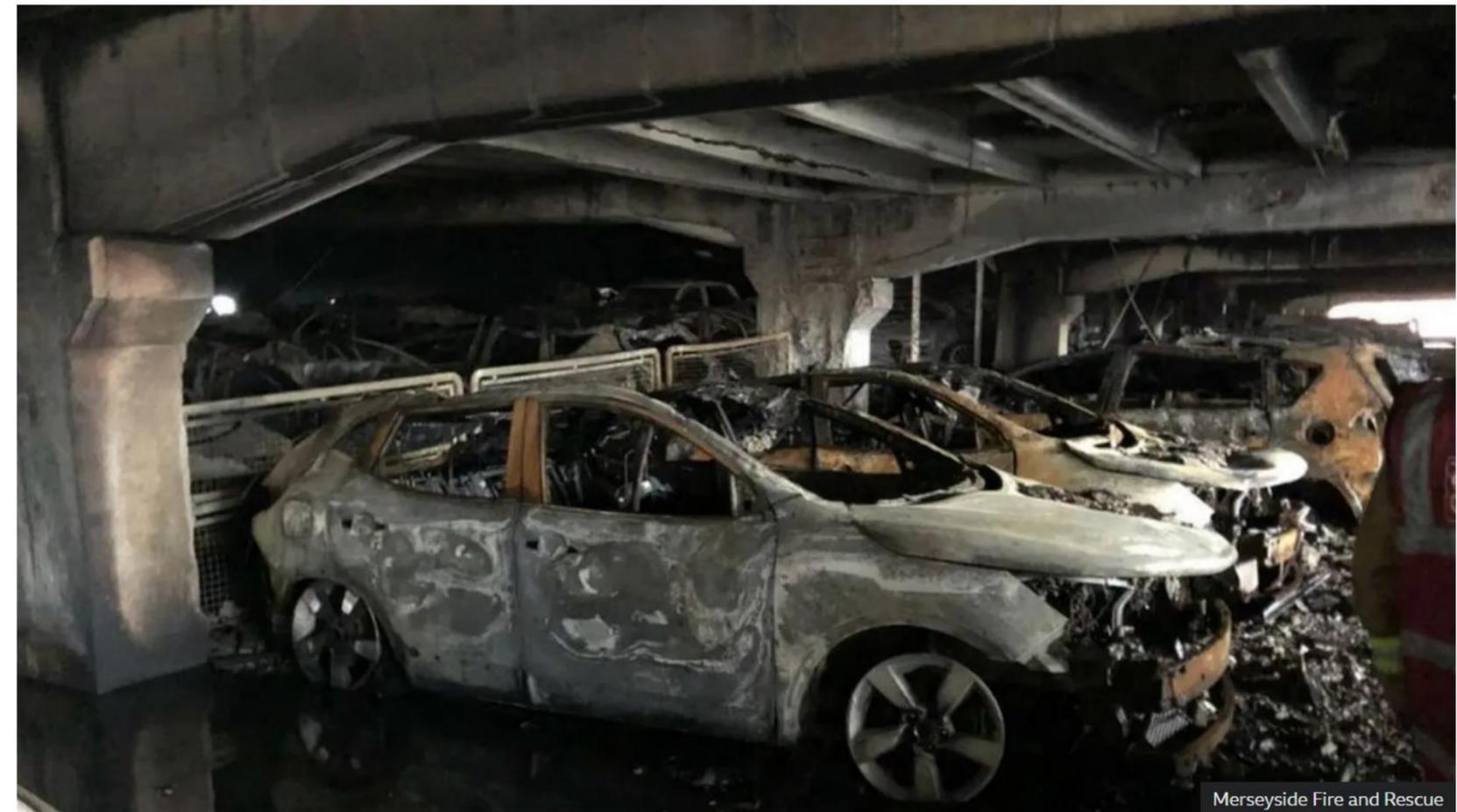
**Photos taken in the aftermath of a huge fire which gutted a car park, destroying about 1,300 vehicles, have been released.**

The multi-storey in King's Dock, Liverpool, suffered extensive damage when it was engulfed by the 1,000C blaze on Sunday.

Operator ACC Liverpool said the majority of vehicles inside the car park, next to the city's Echo Arena, had been completely destroyed.

The arena had been hosting the Liverpool International Horse Show at the time, and hundreds of people were stranded overnight on New Year's Eve because of the fire.

No-one was seriously injured, Merseyside Fire Service said.



Merseyside Fire and Rescue

Mayor of Liverpool Joe Anderson said dismantling the building would be difficult with so many vehicles still inside

Ano de 2017

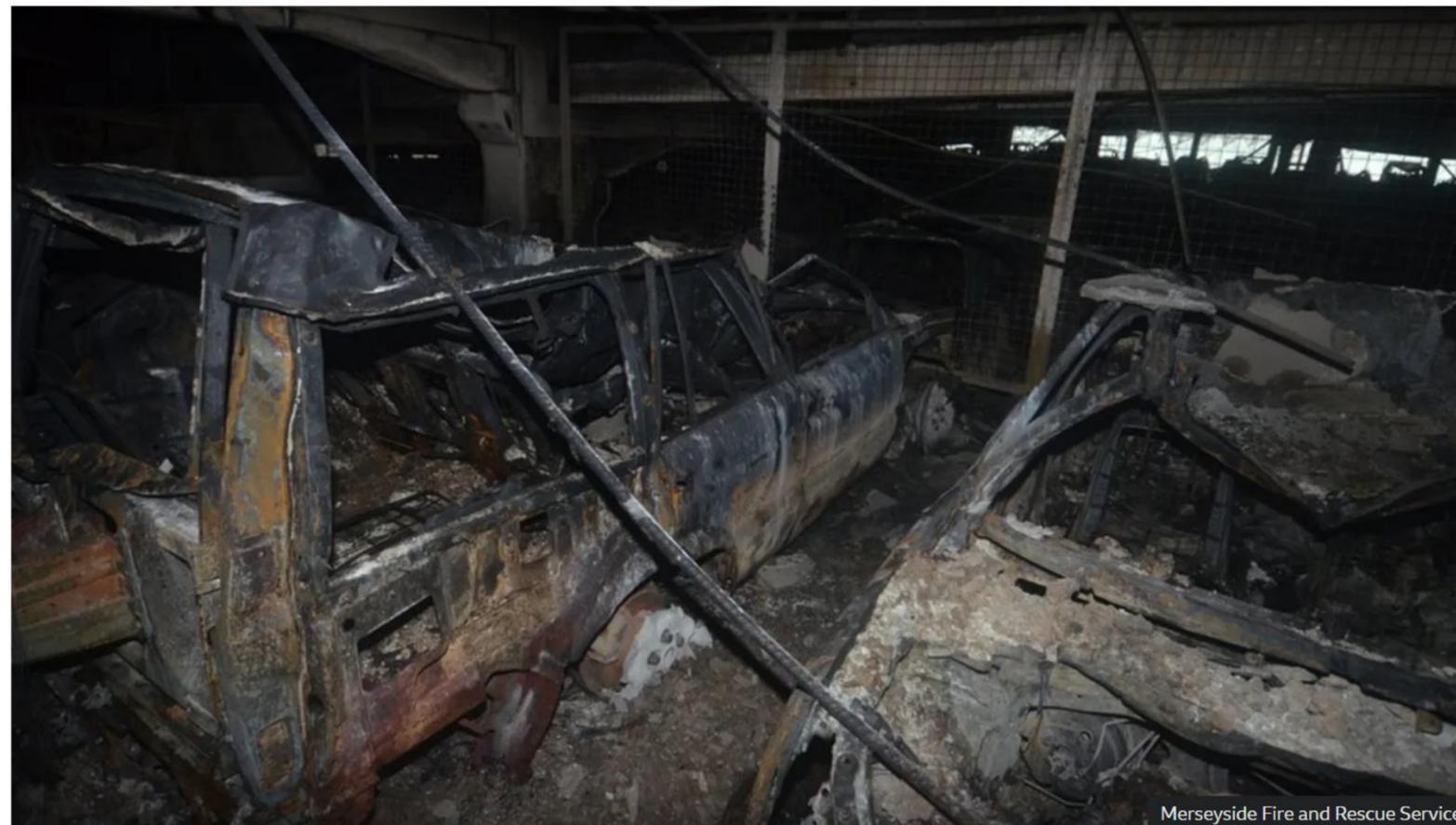
Merseyside Fire and Rescue

Mayor of Liverpool Joe Anderson said dismantling the building would be difficult with so many vehicles still inside



Merseyside Fire and Rescue

Hundreds of people were stranded overnight



Merseyside Fire and Rescue Service

Vehicles left inside have been completely destroyed

Ano de 2017



Merseyside Fire

The fire is reported to have reached temperatures of 1,000C



Merseyside Fire and Rescue Service

Joe Anderson tweeted that if it weren't for budget cuts the fire could have been contained

Insurance companies have said they will expedite claims from those who lost vehicles in the blaze.

The Association of British Insurers said drivers with comprehensive and third party insurance would be covered.

Spokesman Malcolm Tarling said insurers did not want to leave customers without transport and would "move very quickly" to make payments.

# Ano de 2017

# Up to 60 cars scorched in 'accidental' Cork car park blaze

Millions of euro worth of damage caused by the fire at Douglas Village Shopping Centre



The scene on Sunday morning in the Douglas Village Multi-Storey car park where more than 60 vehicles were damaged in a large fire. Video: Cork Fire Brigade



The cost of the fire at the Douglas Village Multi-Storey car park is expected to run to millions of euro. Photograph: Cork Fire Brigade via Twitter

However, the building has been deemed structurally unsafe for Garda technical experts to examine the burnt out vehicle in situ and it may take some time before the people carrier can be removed for a full technical examination.

The blaze then quickly spread to other cars in the area.

# Ano de 2019

## Stranded Energy

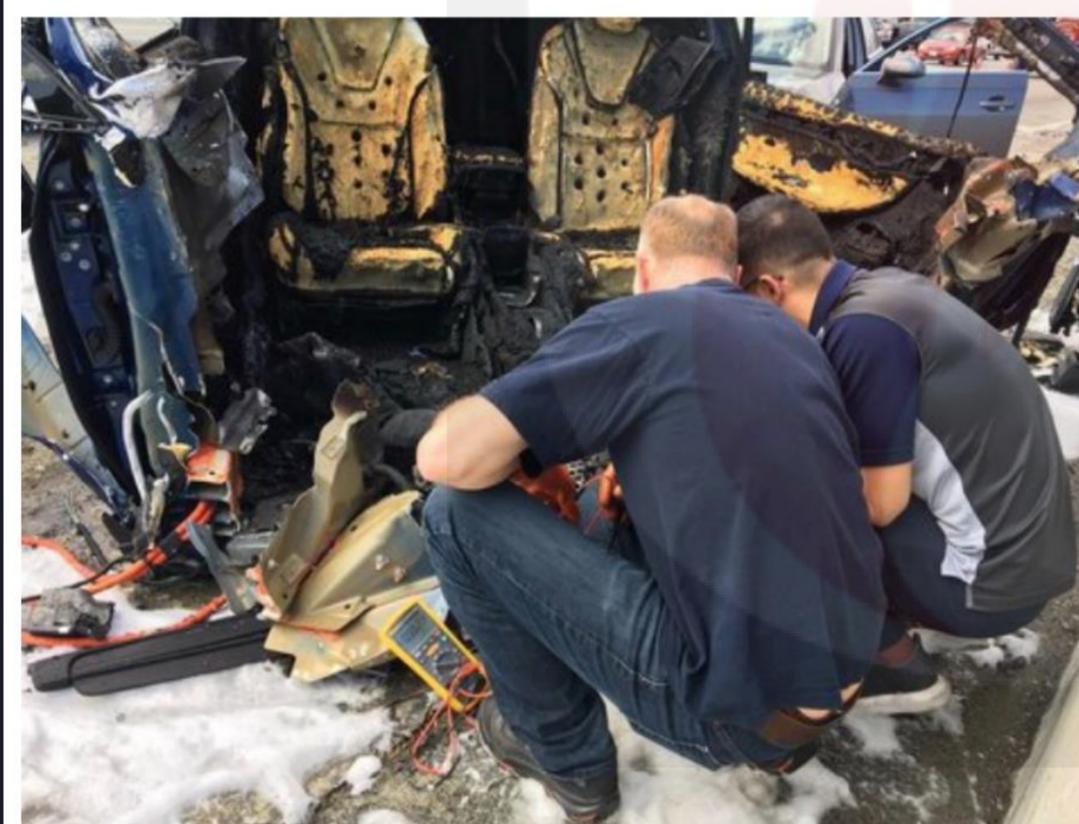
The number of electric vehicles on the road is growing rapidly, even as critical questions remain about how to effectively respond to the most severe EV crashes



# Ano de 2020

By Jesse Roman | 01-Jan-2020

AT 9:27 A.M. ON MARCH 23, 2018, just as the morning rush hour was starting to ease in Mountain View, California, a violent collision threw a ho-hum Friday commute into chaos. For reasons still unexplained, a Tesla Model X SUV, traveling at 70 mph down a flat, straight stretch of the 101 freeway, abruptly drifted left and slammed into a concrete median that divided the freeway from an offramp. Bystanders risked their lives to pull the 38-year-old driver from the wreck before it burst into flames. He later died at the hospital from his injuries. The crash resulted in a complex and dangerous accident scene. The impact tore the front end off the vehicle's frame, ripping open the Tesla's 1,200-pound, 400-volt lithium ion battery and scattering energized cells across the road. By the time units of the Mountain View Fire Department arrived, just after 9:30 a.m., the badly damaged battery was shooting flames five feet into the air. Firefighting crews readied their gear and got to work.



Engineers from the nearby Tesla headquarters work to clean up and de-energize exposed portions of the battery. (Mountain View (CA) Fire Department)

## Stranded Energy

The number of electric vehicles on the road is growing rapidly, even as critical questions remain about how to effectively respond to the most severe EV crashes

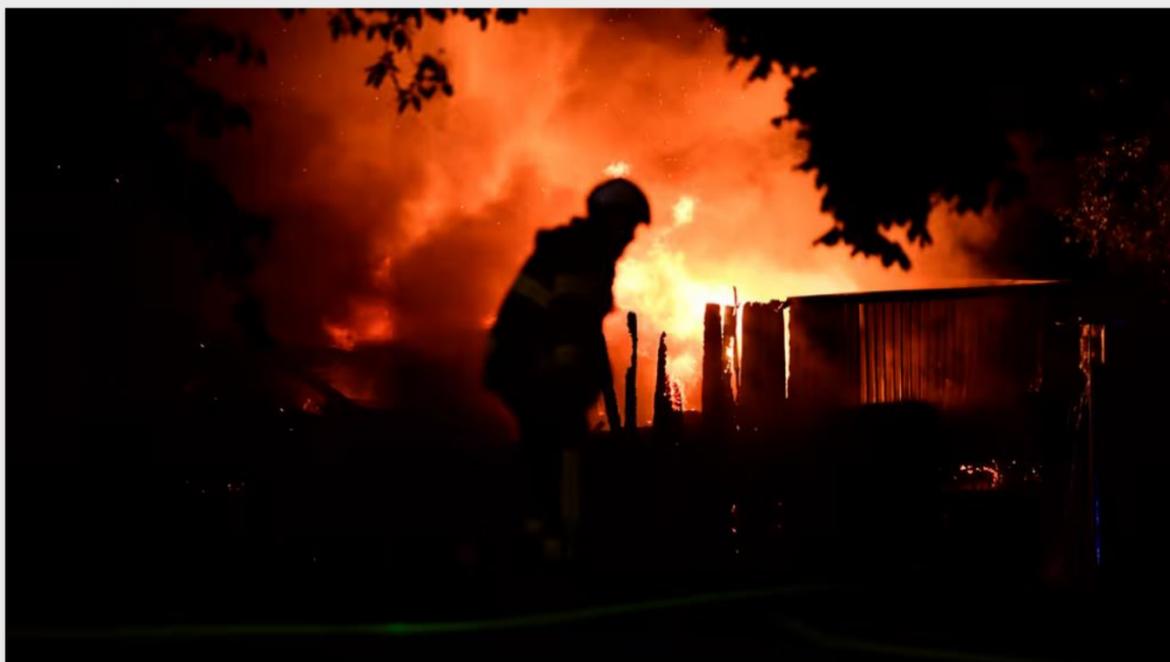


Ano de 2020

“They don't have to worry about sitting on it for very long in case it reignites—they can load the box on a tow truck and drive it to the tow yard and it's good to go,” he said. “But the logistics for us in the US are a little bit more difficult because most fire departments don't have cranes. It doesn't seem feasible.”



*In the Netherlands, crews load a BMW EV into a water bath after the battery began smoking inside a car dealership last spring. (Courtesy of Central and West Brabant Fire Brigade)*



Two hundred cars are burning in a garage in Märsta. Photo: Pontus Lundahl / TT

## Two hundred cars on fire in a garage in Märsta

UPDATED AUGUST 26, 2021 PUBLISHED AUGUST 26, 2021

Around 200 cars burned in a garage in Märsta north of Stockholm during Thursday night. The roof has collapsed and the building cannot

The incident is being investigated as aggravated vandalism.

- The whole garage will collapse, nothing can be saved. There are approximately 200 cars that will be used, says Kurt Holm, management operator at Rådningregion Mitt, to TT at 05:00.

The emergency services received a call about smoke from the two-story garage in Märsta shortly after 2 a.m. There has been no risk of the fire spreading, but the building will collapse.

- It's like a blast furnace, it's burning at full blast. They try to put out as much as possible from the outside. You can't get close, it's simply too hot, said the rescue service's command operator Magnus Bengtsson during the night.

- There have been a few explosions from the garage, there are craftsman cars and tires and things that have exploded.

The first reports said that only a few cars were on fire, but pretty soon the fire spread to both the structure of the building and to more cars, says police spokesperson Ola Österling on Thursday morning.

*TT: Is it possible to say something about how the fire started?*

- No, we will wait until technicians have been inside and we have interviewed witnesses.

### Investigation is delayed

The police have launched a preliminary investigation into serious damage. However, Österling says that it may take three to four days before the place has cooled enough to be examined.

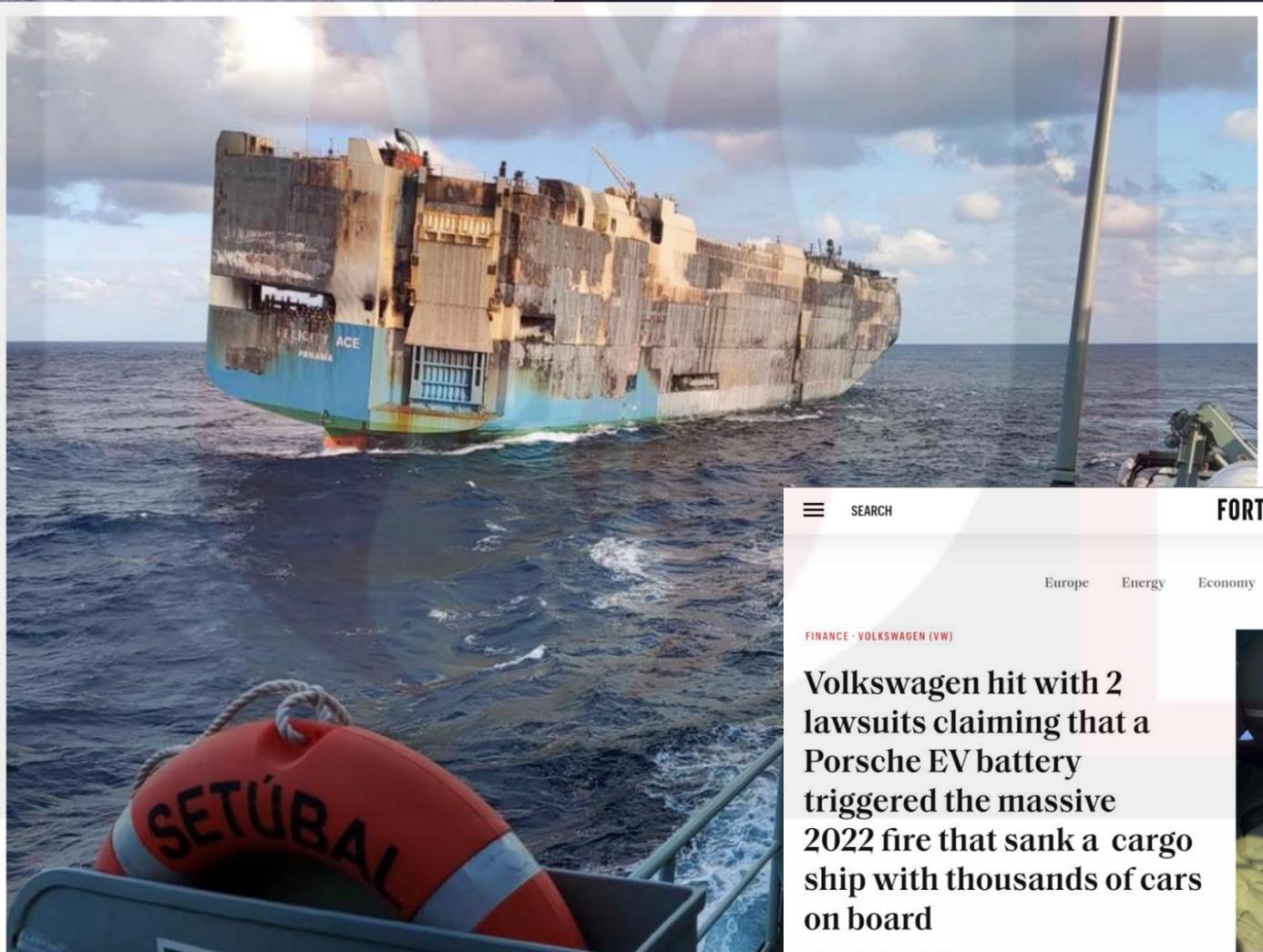
- The fire is under control now, but the subsequent extinguishing is expected to last quite a while.

Ano de 2021

# Massive cargo ship carrying electric cars sinks in Atlantic Ocean after fire



By Euronews with AP, AFP  
Published on 01/03/2022 - 19:46



Felicity Ace was gutted by the fire and left adrift. Picture: AFP

# Porsche blamed for devastating cargo ship EV fire as lawsuits filed against Volkswagen Group

A fire broke out on a ship carrying luxury cars in 2022, costing at least \$236 million. Now a lawsuit alleges a Porsche EV was to blame.

Andrew Backhouse  
@andytwit123 2 min read March 8, 2024 - 2:34PM



The Porsche Taycan is one of Porsche's electric vehicles. It's not clear which Porsche model is being blamed for the fire.

It's alleged that Volkswagen Group did not properly inform the plaintiffs about the risk of electric vehicle (EV) fires, and how to adequately prepare the cars for transport.

The cases were filed last year but are yet to progress to trial as the parties attempt to resolve procedural issues.

Last year Panama-registered cargo ship *Fremantle Highway* caught fire off the coast of the Netherlands with about 4000 vehicles on board.

One crewmen was reported dead while the rest of the crew, mostly Indian nationals, were able to escape.

# Volkswagen hit with 2 lawsuits claiming that a Porsche EV battery triggered the massive 2022 fire that sank a cargo ship with thousands of cars on board

BY KARIN MATUSSEK AND BLOOMBERG March 5, 2024 at 6:28 AM GMT-3



The Felicity Ace ship carrying luxury cars, is seen adrift in the middle of the Atlantic Ocean after it caught fire, near the Azores on Feb. 18, 2022. PORTUGUESE NAVAL FORCES/HANDOUT/ANADOLU AGENCY VIA GETTY IMAGES

# Ano de 2022



"We recognise this has been an extremely distressing time for all concerned and we would like to thank our customers for their ongoing patience and understanding while we work through the many complexities following this incident."

The spokesman said the airport had provided the Motor Insurers' Bureau with the registration details of 1,405 vehicles and was working with the Association of British Insurers to try to retrieve any personal items.



TOLGA AKMEN/EPA-EFE/REX/Shutterstock

The affected multi-storey is about a five-minute walk from the terminal entrance

Ano de 2023

## How are drivers who parked in car park 2 affected?



TOLGA AKMEN/EPA-EFE/REX/Shutterstock

The fire caused part of the car park to collapse, yet not all the vehicles were destroyed

The total cost of the Luton Airport fire will not be known for some time.

It is thought there were about 1,500 vehicles in the 1,900-capacity car park at the time of the fire.

The exact cause of the blaze and the number of vehicles damaged is not yet clear.

A temporary ramp was set up at the car park to enable undamaged vehicles to be removed.

Home / Insights

## The Luton Airport car park fire – implications for insurers

📅 27 October 2023

## How to put out an EV battery fire

The advised approach for the fire services to extinguish an electric vehicle (EV) fire is to allow for a controlled burn, essentially leaving the vehicle to burn out. However, in confined spaces such as car parks, the fire may need to be put out instead, which requires over double the amount of water needed to put out internal combustion engine vehicle fires. Even once the fire has been extinguished, the risk remains that it may reignite in the future, causing issues with storage and disposal. In addition to the dangers of the fire itself, the by-products are fatal to humans with over 100 organic chemicals being created.

## EV battery fire risk considerations for insurers

A recent report by the Office for Zero Emission Vehicles recommended that the size of car parking spaces should be increased and fire resistant construction implemented between EV spaces, to prevent the spread of fire in car parks. Additionally, the fire service asserted that the car park at Luton airport did not appear to have sprinklers and the open sided design had aided the horizontal spread of the fire.

Therefore, insurers may wish to review their policy wordings to ensure that conditions are in place to limit the risk of fires occurring and to mitigate the damage when they do occur. Following the disruption in this event, insurers should also revisit their business interruption wordings to ensure the coverage provided aligns with their intentions.

Com a palavra a  
**SEGURADORA**  
Ano de 2023

Grupo de ocupação e uso	GRUPO G – SERVIÇOS AUTOMOTIVOS E ASSEMBLHADOS					
Divisão	G-1 e G-2 (garagens...)					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X <sup>4</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>4</sup>
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X <sup>2</sup>
Brigada de Incêndio <sup>5</sup>	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Detecção de Incêndio	-	-	-	-	-	X
Alarme de Incêndio	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrantes e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X <sup>3</sup>

**NOTAS ESPECÍFICAS:**

- 1 – Deve haver pelo menos um acionador manual, por pavimento, a no máximo 5 m da saída de emergência;
- 2 – Deve haver elevador de emergência para altura maior que 60 m.
- 3 – Acima de 90 m de altura, conforme critérios da IT-15, sendo dispensado caso a edificação seja aberta lateralmente.
- 4 – Exigido para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.
- 5 – Inclui Bombeiro Civil, quando exigido pela Parte 2 da IT-17.

**NOTAS GERAIS:**

- a – As instalações elétricas, o SPDA e o controle das fontes de ignição, devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais.
- b – Os subsolos das edificações devem ser compartimentados em relação aos demais pisos contíguos. Para subsolos ocupados ver Tabela 7.
- c – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Técnicas.
- d – Os pavimentos ocupados devem possuir aberturas para o exterior (por exemplo: janelas, painéis de vidro etc.) ou controle de fumaça, dimensionados conforme o disposto na IT-15.

In 2020, NFPA afirmou: “Enquanto veículos híbridos e elétricos estão se tornando mais comuns, o sistema de coleta de dados ainda não obtém de maneira adequada a frequência de incêndios envolvendo tais específicos veículos”.

Adicionalmente, o modelo de veículos envolvidos em incêndios (ocorrido em 2018), também foram estudados pela NFPA. Incêndios devido ao mal funcionamento técnico são mais comuns para veículos com cerca de 15 anos. Para novos veículos (ou com poucos anos), acidentes de trânsito são as causas mais comuns de incêndios.

# ESTATÍSTICA

**Outros estudos (incêndios em estacionamentos):**

**1997 - 95% dos incêndios eram extintos em menos de 60 minutos**

**2010/2014 - 40% incêndios extintos em menos de 60 minutos**

**1997 - MENOS de 1% dos incêndios com tempo de combate de 120 minutos**

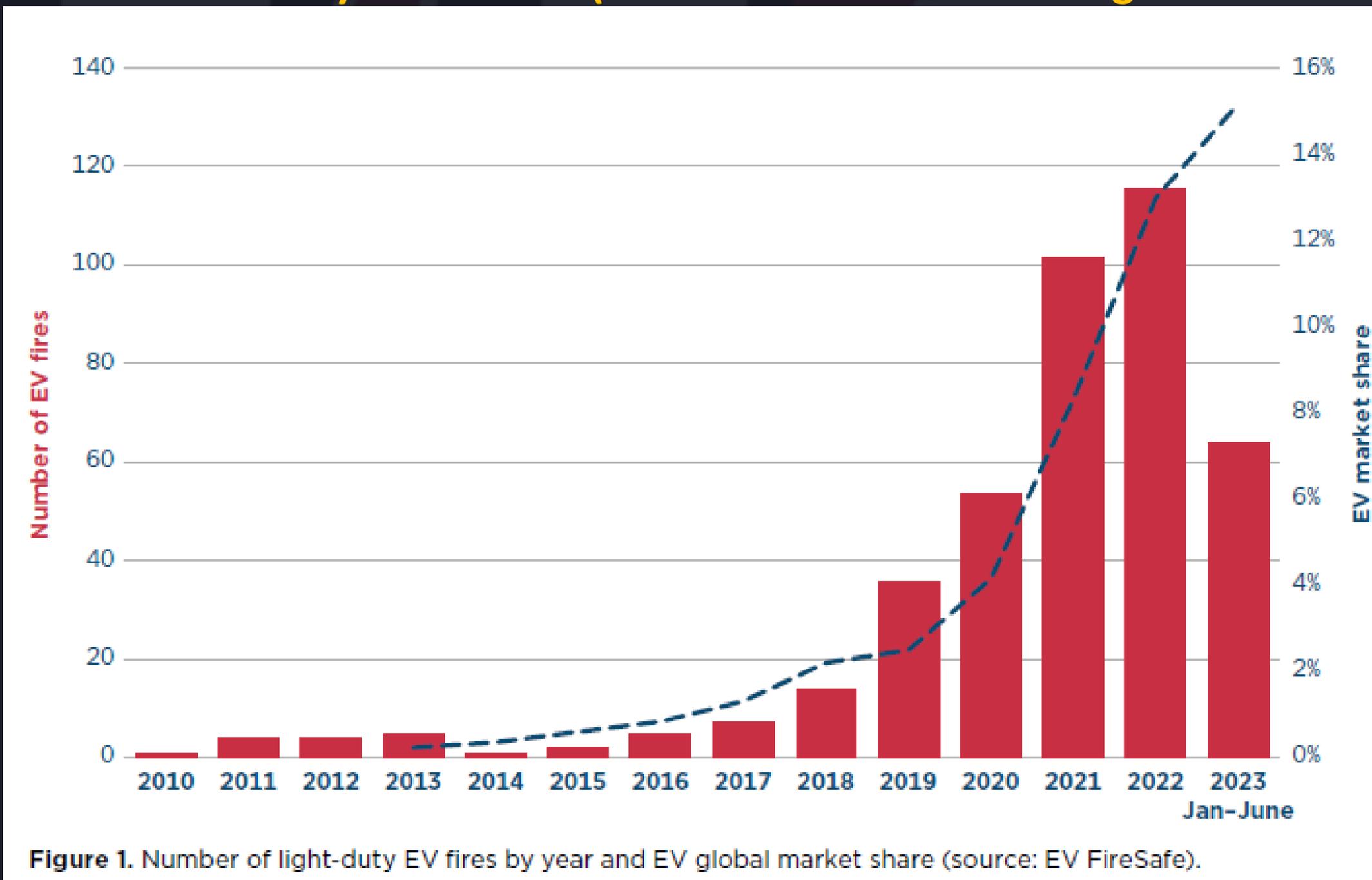
**2010/2014 - 30% dos incêndios com tempo de combate de 120 minutos**

**1997 - 2% dos incêndios envolvendo mais de 3 veículos**

**2010/2014 - 8% dos incêndios envolvendo mais de 7 veículos**

# ESTATÍSTICA

O aumento de incêndios nos anos 2021/2022 são devido a defeitos de fabricação de baterias para os veículos Chevrolet Bolt e Hyundai Kona (todos sofreram recall – segundo a fonte).



# ESTATÍSTICA

Na Dinamarca a maioria dos incêndios relatados são os relacionados a incêndios nas instalações de recarga (estudo de 2013). A maioria dos incêndios atribuído aos cabos de alimentação do sistema (houve crescimento de incêndios nas estações de recarregamento).

Estudos com 100 veículos elétricos, a maioria dos incêndios ocorreram quando o veículo estava estacionado na garagem (47,5%) ou estacionado e recarregando (21,3%). Vários outros estudos confirmam tal tendência.

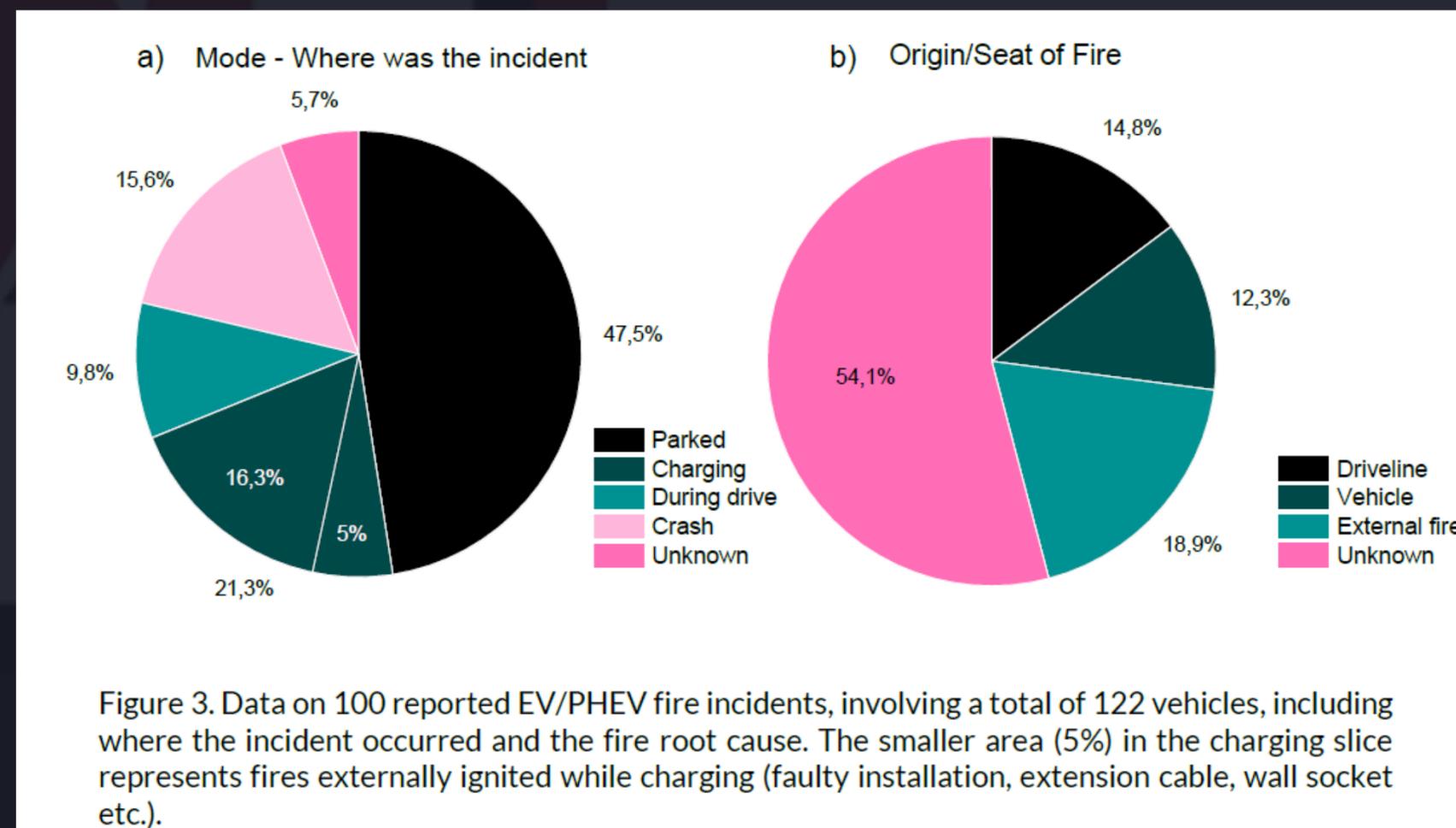


Table 2. Fires in charging stations and vehicle batteries in Denmark per year, number in brackets indicate the total number of fires reported for power installations

Year	Number of fires in charging stations and vehicle batteries in power installations <b>Buildings</b>	Number of fires in charging stations and vehicle batteries in power installations <b>Open spaces</b>
2016	2 (146)	0 (66)
2017	1 (146)	0 (79)
2018	4 (208)	1 (82)
2019	2 (222)	2 (101)
2020	10 (294)	10 (129)
2021	7 (285)	7 (138)

Table 1. Total number of passenger vehicles in Sweden (2018 – 2020) and the total number of fires per energy carrier [6]

Year	Number of EVs and PHEVs	Number of EVs and PHEVs fires	Relative frequency of fires	Number of ICEVs	Number of ICEV fires	Relative frequency of fires
2018	156 500	8	$5 \times 10^{-5}$	4 900 000	3800	$80 \times 10^{-5}$
2019	214 500	6	$2 \times 10^{-5}$	4 900 000	3400	$70 \times 10^{-5}$
2020	308 500	20	$6 \times 10^{-5}$	4 950 000	3400	$70 \times 10^{-5}$

# ESTATÍSTICA

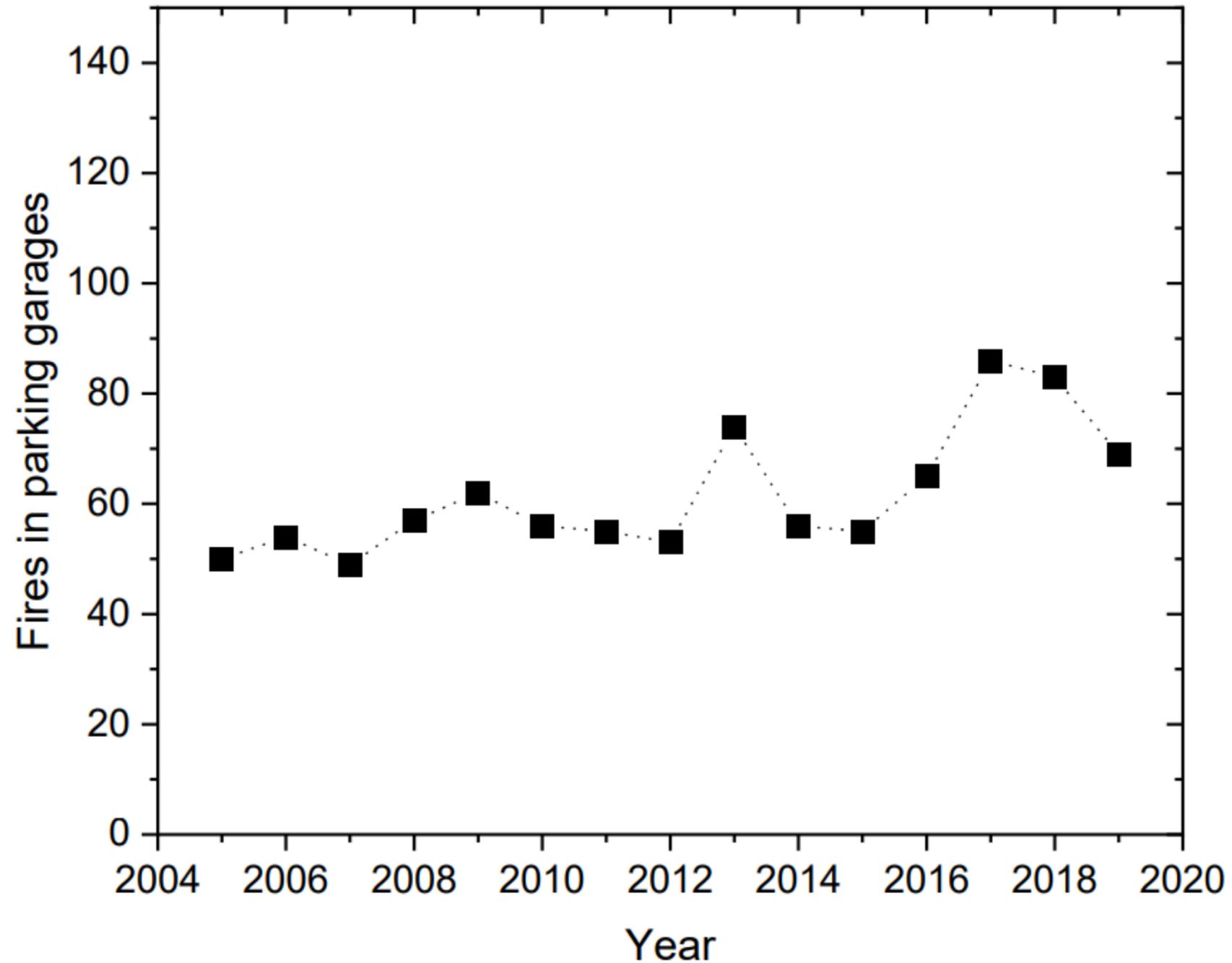


Figure 9. Number of fires in parking garages in Sweden between 2005 - 2019.

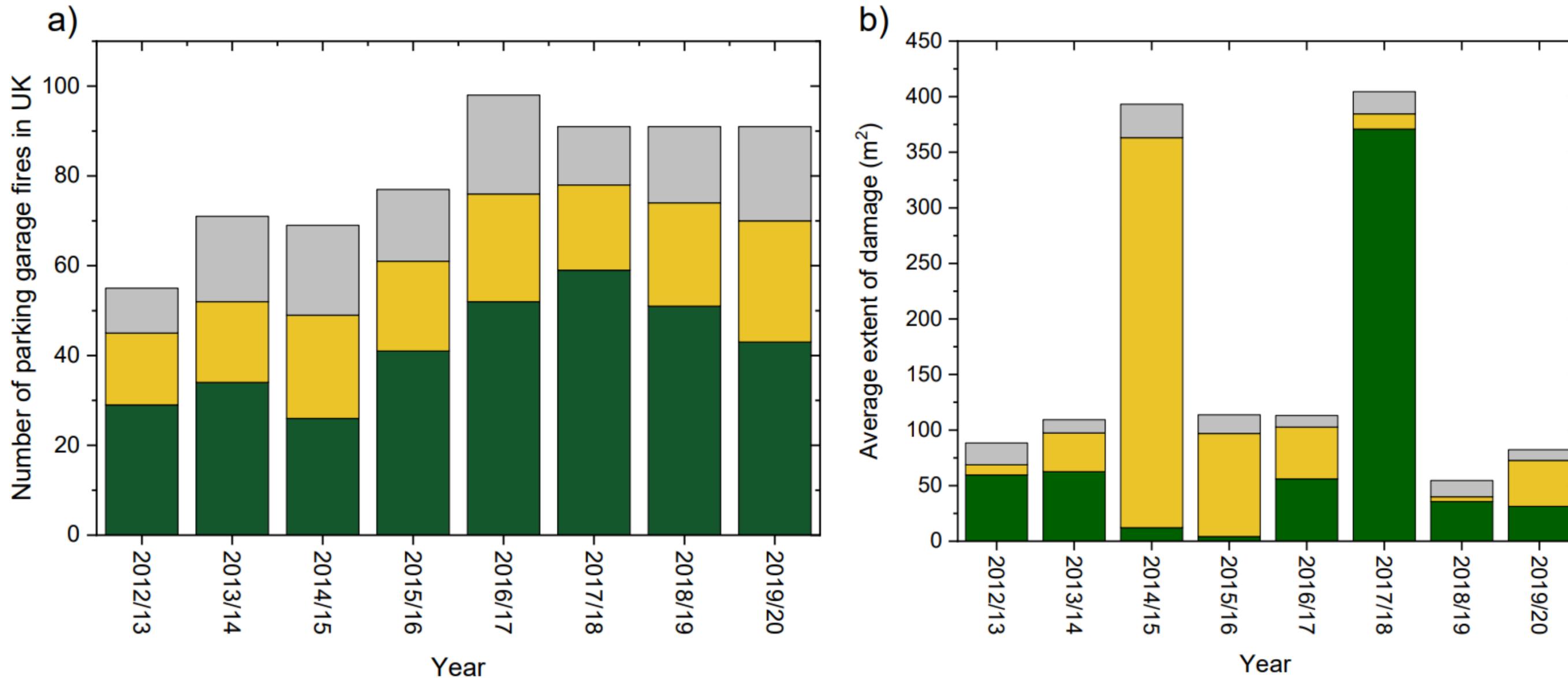
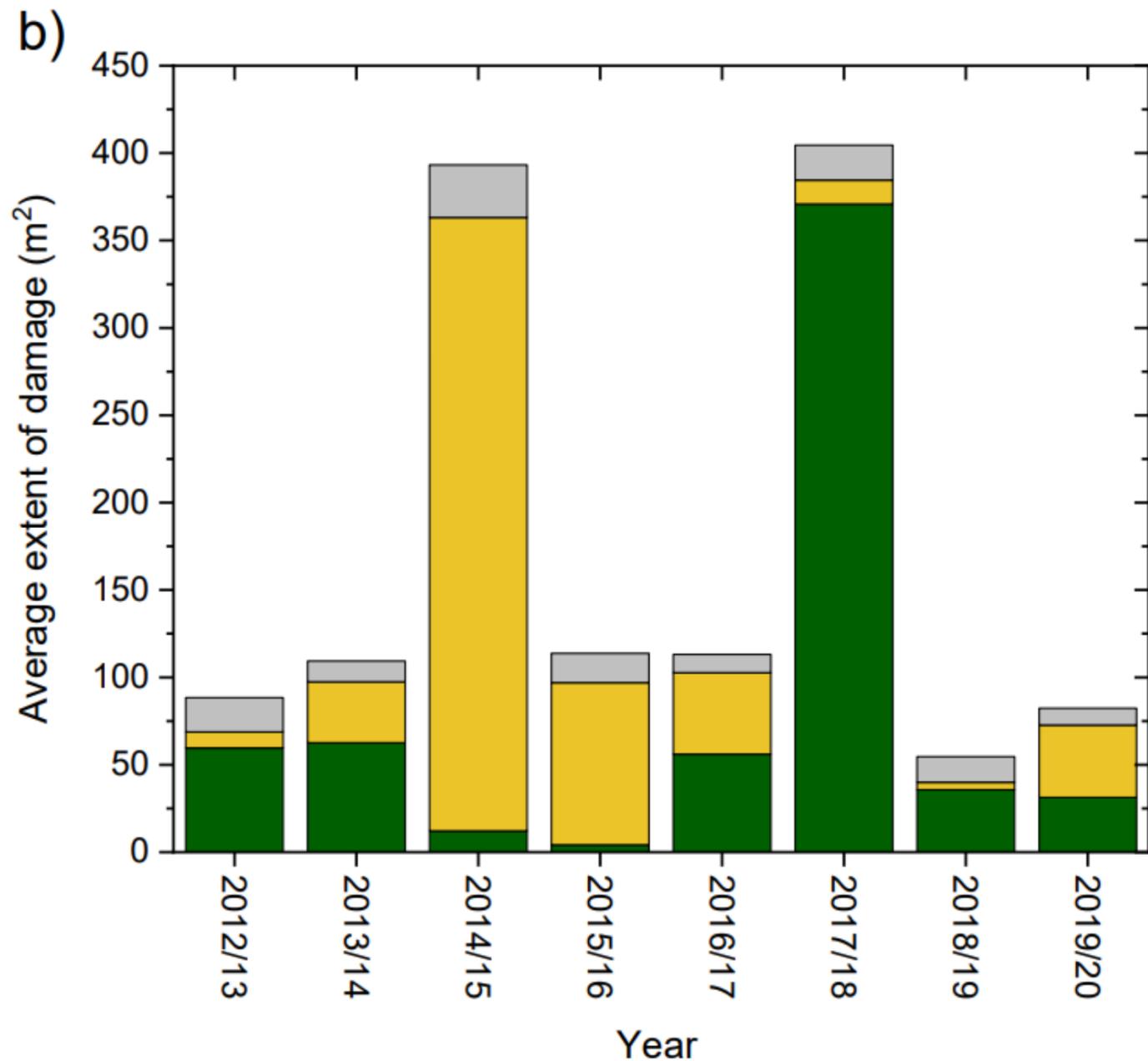


Figure 10. a) Number of parking garage fires in UK between 2012 – 2020 and b) average extent of damage in m<sup>2</sup> for green – multi-story garages, yellow – underground garages and grey – “other”. Reference can be found in Appendix 1.

# ESTATÍSTICA



The reason for the large extent of damage in 2014/15 could not be found (Figure 10b). For 2017/18 the large extent of damage could be coupled to the fire at King's Dock, Liverpool, which resulted in 1 400 destroyed vehicles, and took 36 hours for the fire and rescue service to control. The car park was an open car park consisting of six floors, with natural ventilation. According to the fire investigation, the fire started in a Range Rover (ICEV) and spread to nearby cars. After ~ 1.5 hours the fire spread to another floor through the drainage system (liquid pool fire). The structure was completely damaged but did not collapse.



Search...



About NFPA | For Professionals | Education and Research | News and Articles | Membership | Events

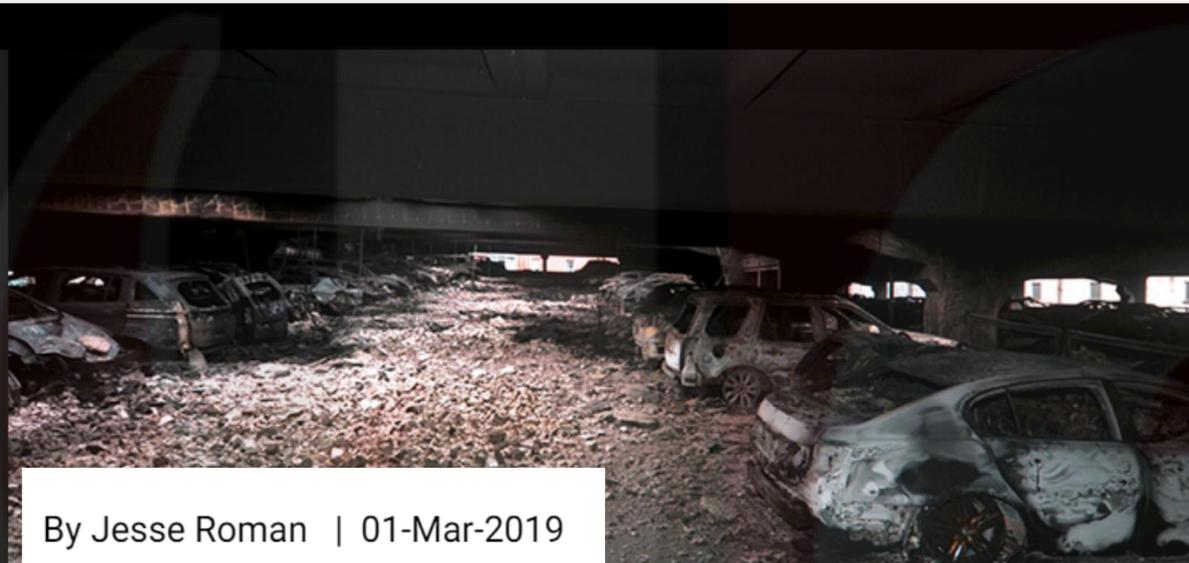


HOME | NEWS, BLOGS, AND ARTICLES | NFPA JOURNAL | RAMP RISK

NFPA  
JOURNAL

## Ramp Risk

Modern vehicles present a greater fire hazard than ever before. To address that risk, experts are taking a new look at the design and safety elements of parking garages, common features of urban landscapes around the world



By Jesse Roman | 01-Mar-2019

# Com a palavra a NFPA

“Many of us in the fire protection and suppression fields, including myself, are asking, ‘Do we possess all of the necessary information?’” said Michael Carsillo, chair of the Garages and Parking Structures Committee that oversees [NFPA 88A, Standard for Parking Structures](#). “Advances in automotive technology are very real and rapidly evolving. There are gaps in our understanding of how changes in automotive design and construction impact fire characteristics and fire growth.”

Underpinning this issue is the fact that the materials used in the constructions of almost all vehicles have changed dramatically over the decades. Car companies, under pressure to meet government-mandated fuel-efficiency and safety minimums, have methodically swapped out metal parts for new durable plastics to make vehicles lighter, safer, more rust-resistant, and less expensive. Vehicles also contain more electronics and plastic wiring than they used to, adding potential ignition sources.



# Estacionamentos em subsoles

G	Serviço automotivo e assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas, garagens com manobristas
		G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharia (sem recauchutagem). Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
		G-5	Hangar	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento

SEM ABASTECIMENTO

SEM ABASTECIMENTO

# PROBLEMA 1: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES

## ANEXO B - Tabela: Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)

Para a classificação detalhada das ocupações (Grupo e Divisão), consultar a Tabela 1 do Regulamento de Segurança contra Incêndio

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Profundidade do subsolo $h_s$		Altura da edificação $h$							
			Classe $S_2$	Classe $S_1$	Classe $P_1$	Classe $P_2$	Classe $P_3$	Classe $P_4$	Classe $P_5$	Classe $P_6$	Classe $P_7$	Classe $P_8$
			$h_s > 10m$	$h_s \leq 10m$	$h \leq 6m$	$6m < h \leq 12m$	$12m < h \leq 23m$	$23m < h \leq 30m$	$30m < h \leq 80m$	$80m < h \leq 120m$	$120m < h \leq 150m$	$150m < h \leq 250m$
G	Serviços automotivos	G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5	90	60	30	60	60	90	120	120	150	180
		G-1 e G-2 abertos lateralmente	90	60	30	30	30	30	60	120	120	150

## IT-15, PARTE 6 – Controle de fumaça em rotas de fuga horizontais e subsolos

### 13 SUBSOLOS

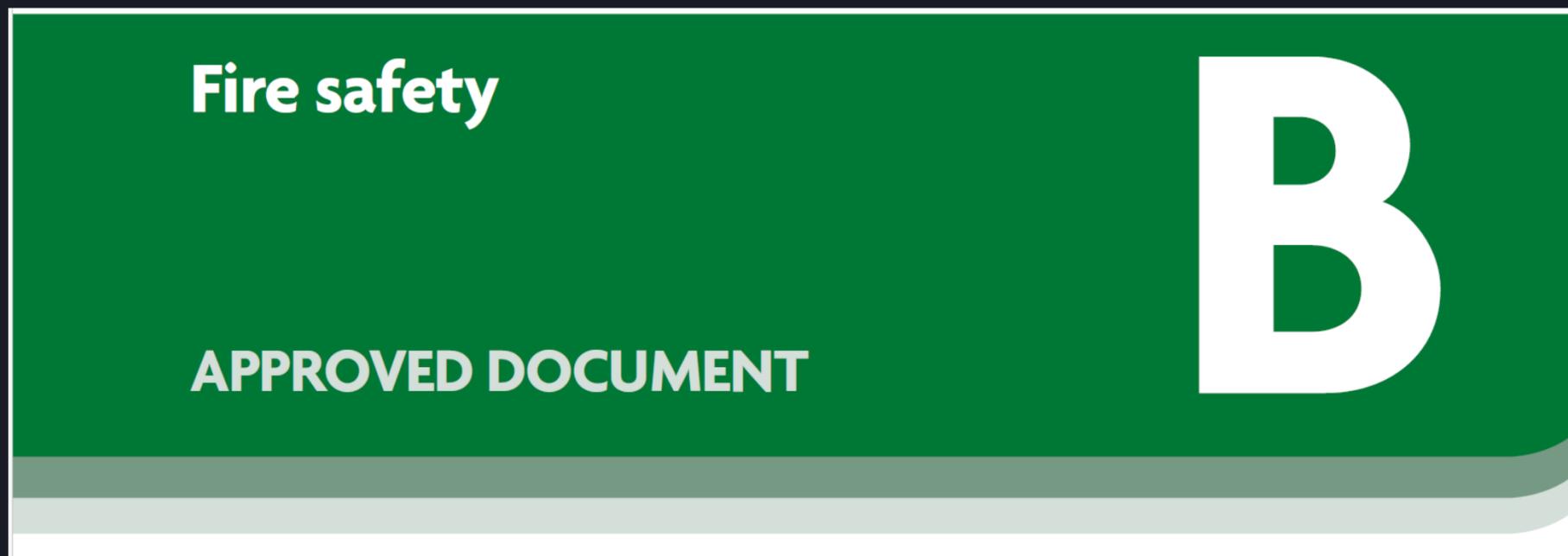
#### 13.3 Estacionamentos

13.3.1 Os subsolos destinados a estacionamento devem dispor de ventilação e exaustão permanente conforme **Código de Obras do Município**, caso exista previsão. Em não havendo, deverão ser seguidos os itens abaixo.

13.3.2 O subsolo destinado a esse fim deve dispor de ventilação natural permanente garantida por aberturas, em metros quadrados, pelo menos **em duas extremidades opostas** ou **nos tetos junto a estas paredes e que correspondam, no mínimo, à proporção de 0,006 vezes o volume total do compartimento, ambiente ou local.**

13.3.3 Os vãos de acesso de veículos, quando guarnecidos por portas vazadas ou gradeadas, poderão ser computados no cálculo dessas aberturas.

13.3.4 **A ventilação natural** poderá ser substituída ou suplementada por meios mecânicos, dimensionados de forma a garantir ininterruptamente a **renovação de 05 (cinco) volumes de ar do ambiente por hora.**

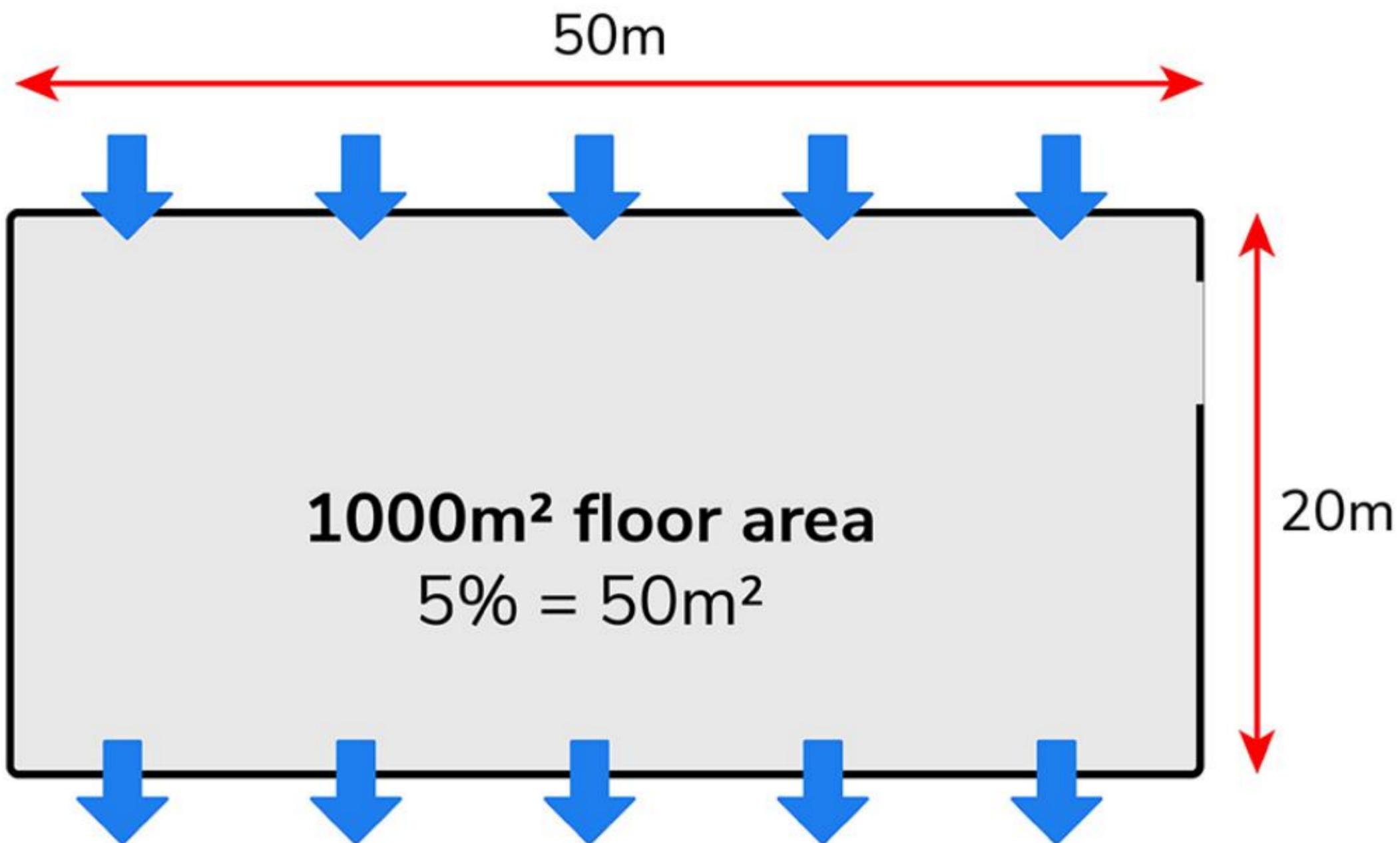


Estacionamentos com aberturas para ventilação laterais  
 $1/20=0,05=5\%$  **VENTILAÇÃO NATURAL !!!!**

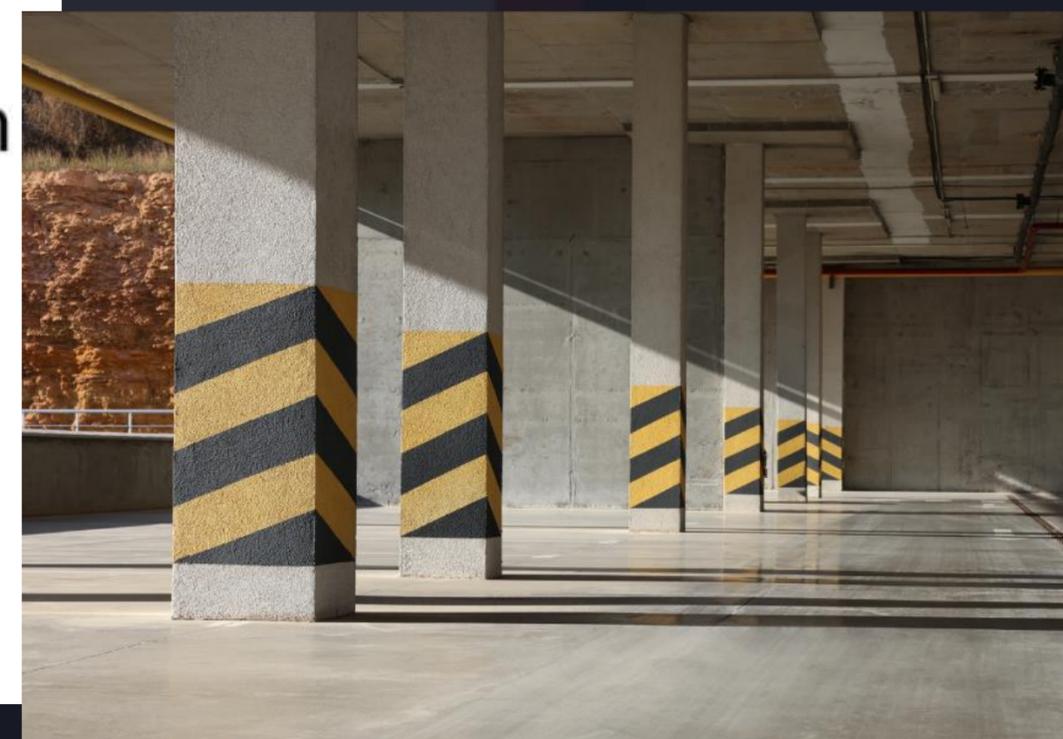
**PODENDO SER:**

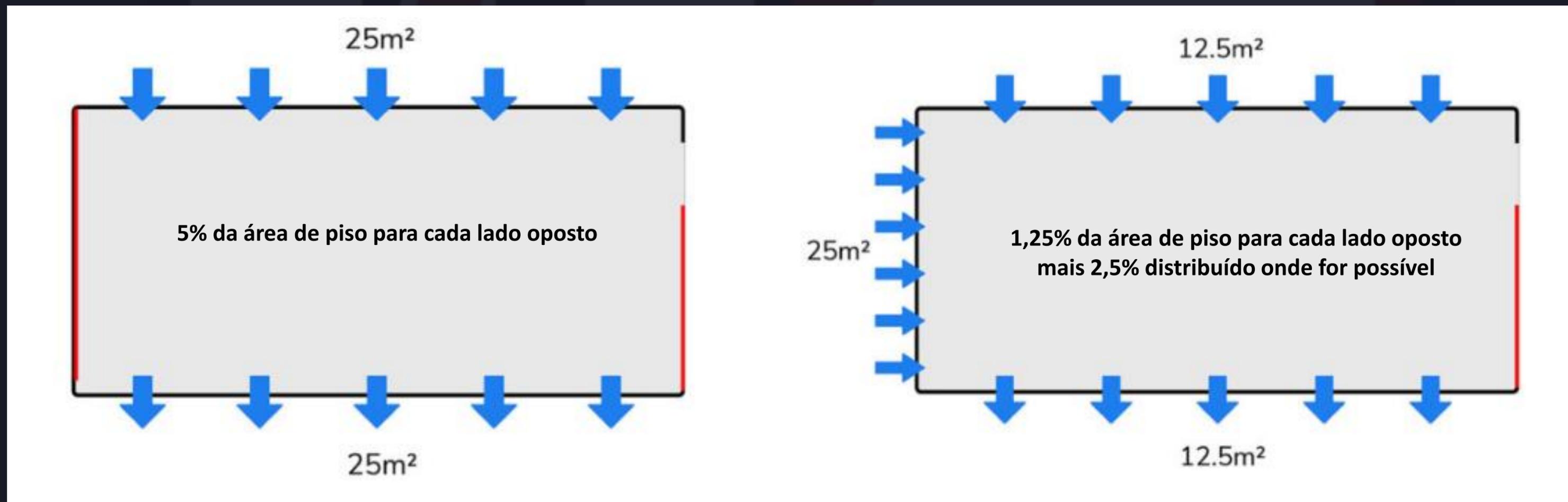
**50% ventilação pelo teto ou qualquer outra posição**

**50% dividido em duas paredes opostas para ventilação cruzada**



**VENTILAÇÃO NATURAL É  
PARA O EXTERIOR DA  
EDIFICAÇÃO EM CADA  
PAVIMENTO SUBSOLO !!**





**Ventilation**

**APPROVED DOCUMENT**

**F**

**Não consegue 5%, então:**  
Estacionamentos fechados  
Sistema misto com 2,5% de  
abertura permanente em  
paredes opostas (1/40)

**MAIS**

**análise CFD PARA  
VENTILADORES DE FLUXO**

**OU**

**Ventilação Mecânica  
6 e 10 trocas por hora**

Apesar dos valores estabelecidos de ventilação serem muitas vezes maiores que os estabelecidos nacionalmente, tais fatores e percentuais estão fortemente sendo questionados atualmente, uma vez que a base da legislação está fundada em 2 premissas falsas:

**1-de que um incêndio ocorrendo em um veículo possui baixo risco de passar para demais veículos;**

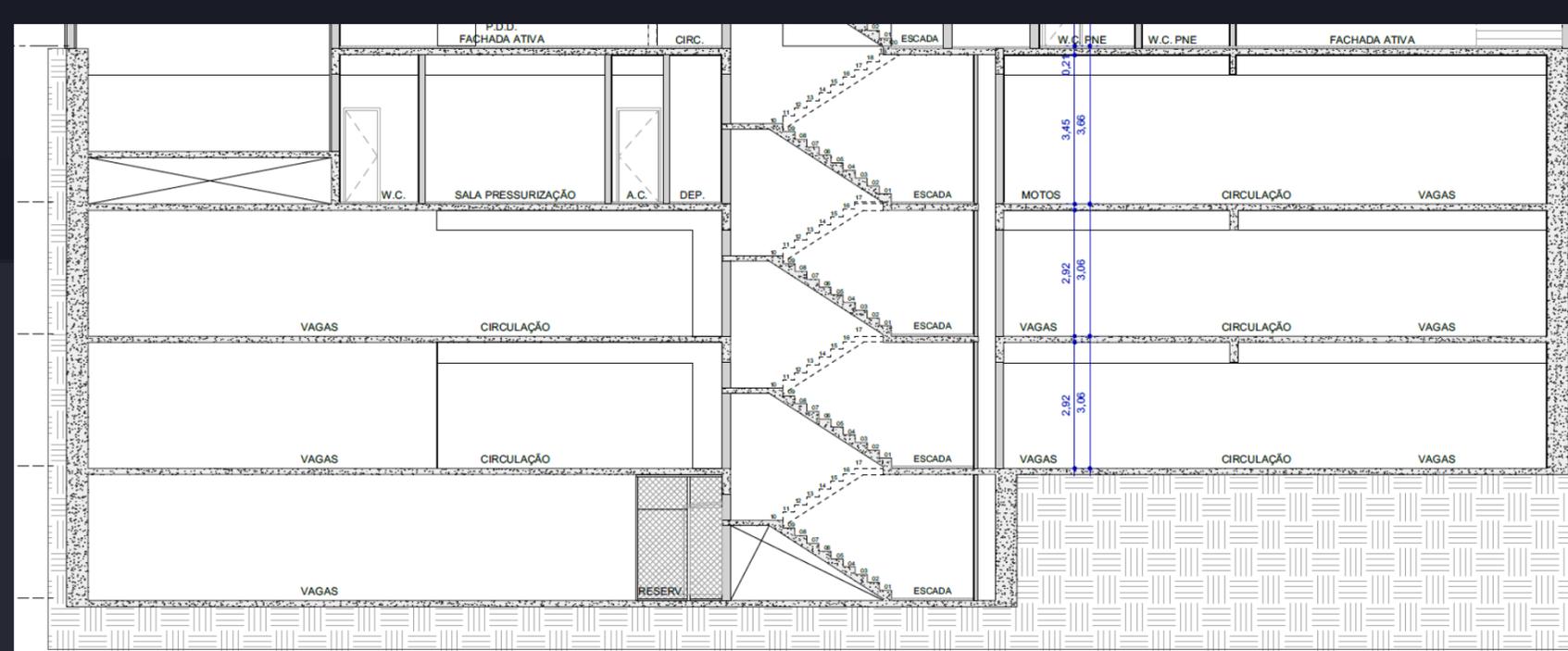
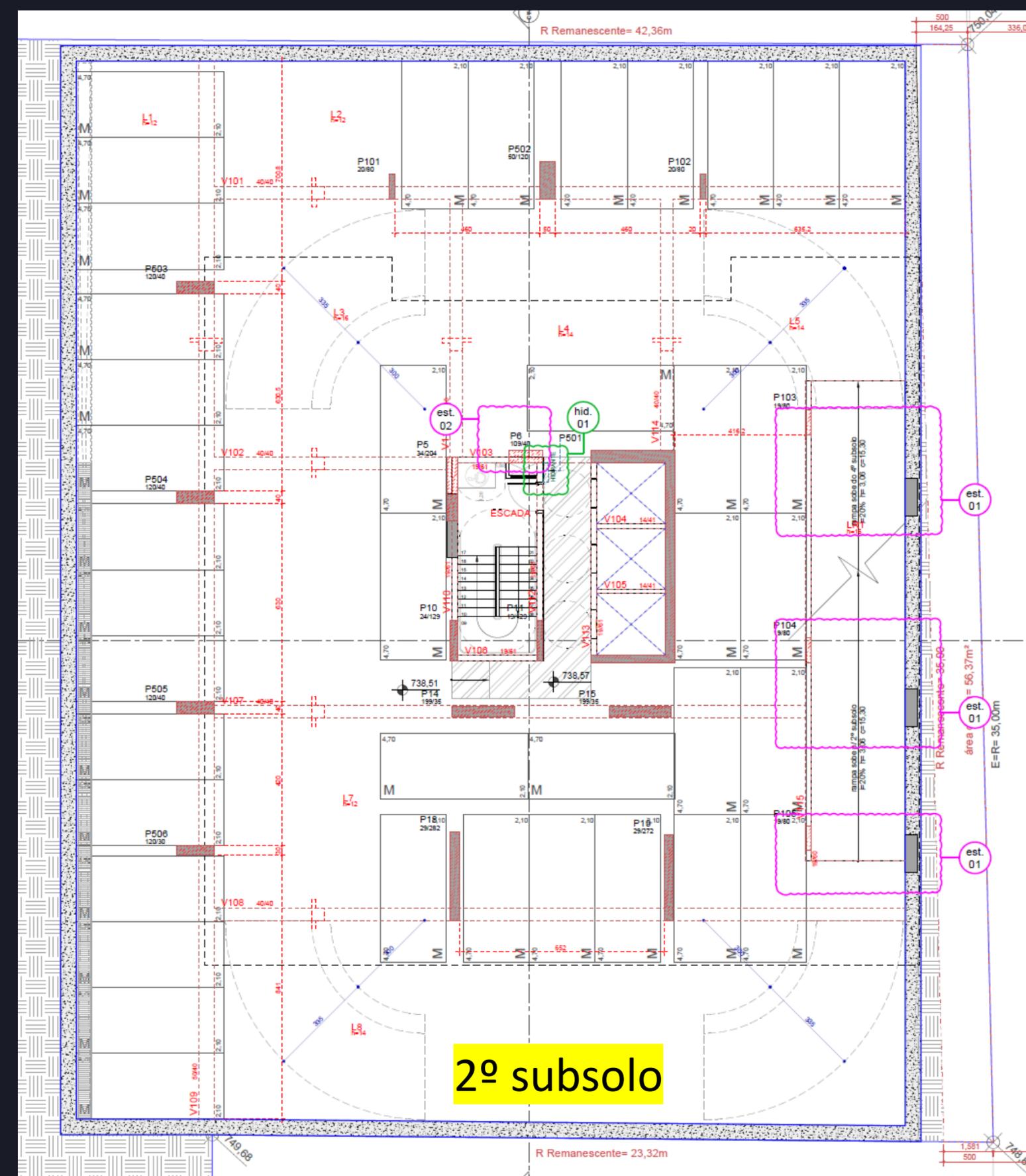
**2-falhando a primeira premissa, de que o Corpo de Bombeiros local possui tempo-resposta entre 3 e 4 minutos.**

O resultado destas legislações ultrapassadas apresentou-se rapidamente, com enormes incêndios devastando milhares de carros e destruindo muitas edificações.

A ventilação natural se beneficia da diferença de pressão do ar interno e externo do ambiente através da força do vento e “stack effect” para promover a limpeza do ar e apropriada remoção de poluentes.

Tudo isso é altamente dependente do projeto da edificação (volume, área, altura, formato, layout etc), além das características das demais outras edificações da circunvizinhança, bem como da relação destas últimas com as aberturas exteriores distribuídas em relação a direção do vento, uso de painéis decorativos, paisagismos e demais outras interferências no entorno do próprio edifício.

- Qual profissional já viu estudo de ventilação natural para subsolo (projeto legal), com as indicações da direção dos ventos e os cálculos dos diferenciais de pressão, interna e externa, durante os meses do ano com as diversas temperaturas, umidades, pressão etc ?

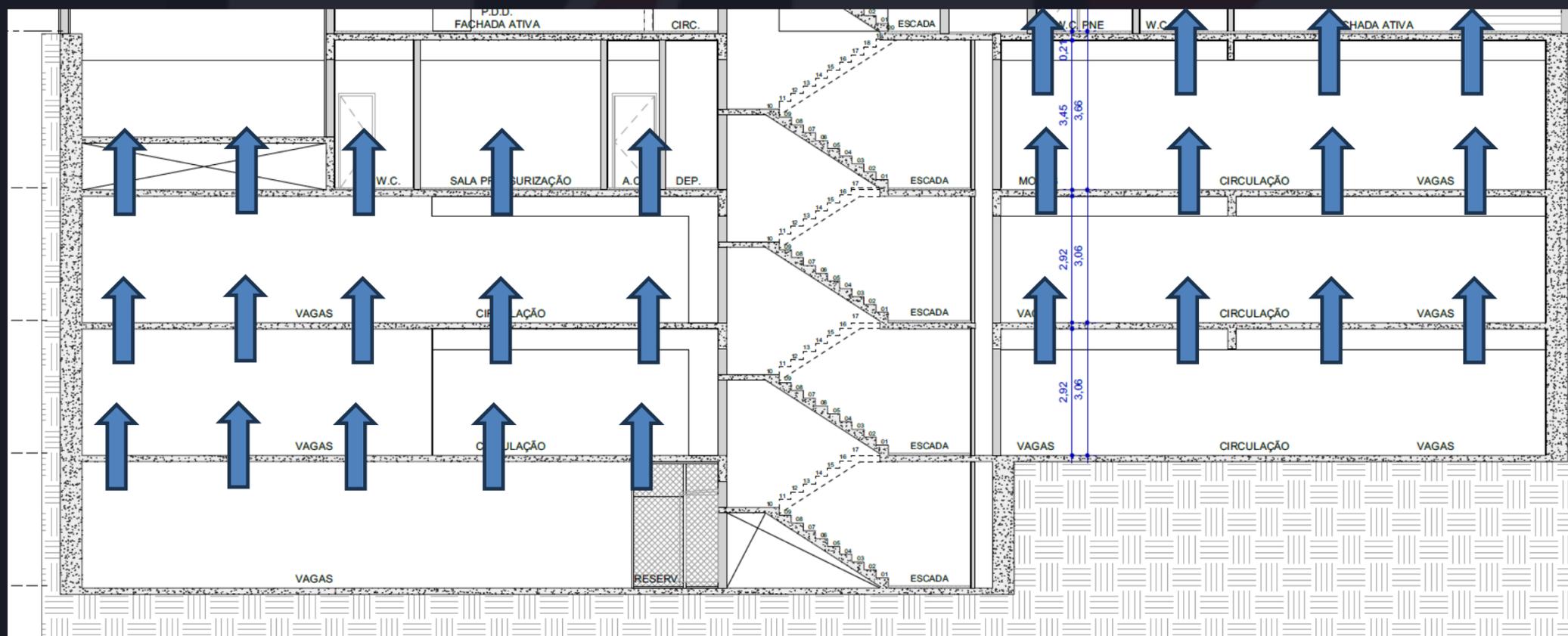


**CORTE AA**  
ESC.: 1/100

Subsolo 04 = Área total de 552,9156 m<sup>2</sup>  
 Subsolos 03/02 = Área total de 1.782,4392m<sup>2</sup>  
 Subsolo 01 = Área total de 891,2196m<sup>2</sup>  
**TOTAL DAS ÁREAS = 3.226,5744m<sup>2</sup>**

Volumes de cada subsolo, considerando pé-direito de 2,92m. para Subsolos 04/03/02 e pé-direito de 3,45m. para subsolo 01

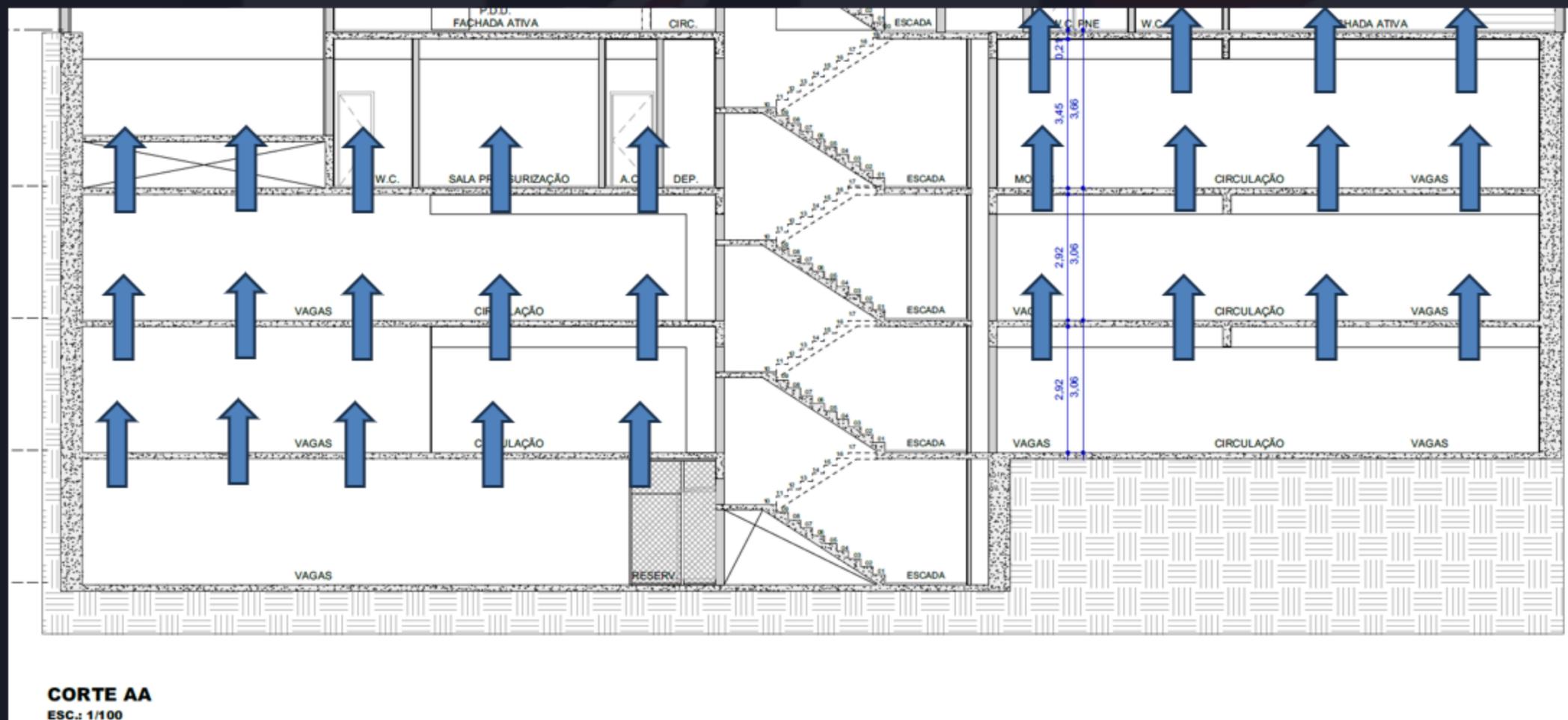
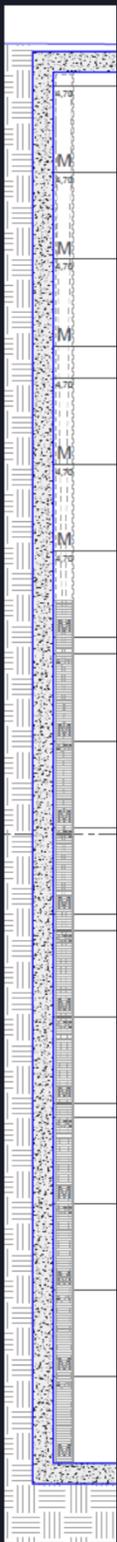
**Volume total considerado de 9.893,94m<sup>3</sup>**  
 0,006 m<sup>2</sup> para cada m<sup>3</sup> resulta em:  
**59,36m<sup>2</sup> para ventilação**



**CORTE AA**  
ESC.: 1/100

**Grelha considerada para subsolos 03/02/01 de 0,50m.X33,72m.,  
resultando em total de 50,58m<sup>2</sup>**

**Grelha considerada para subsolo 04 de 0,50mX20,92m., resultando em 10,46m<sup>2</sup>**



Grelha considerada para subsolos 03/02/01 de 0,50m.X33,72m.,  
resultando em total de 50,58m<sup>2</sup>

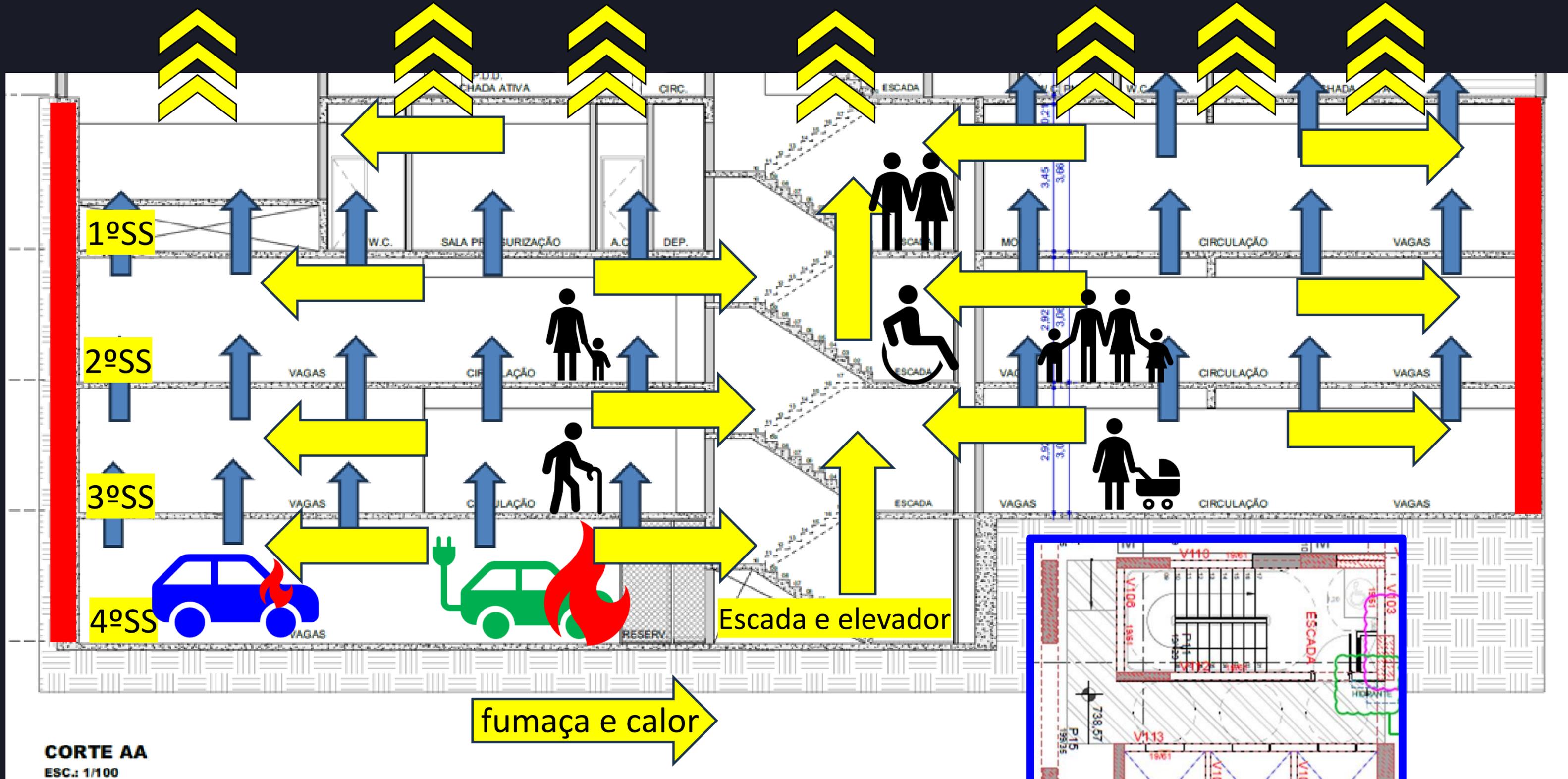
Grelha considerada para subsolo 04 de  
0,50mX20,92m., resultando em  
10,46m<sup>2</sup>

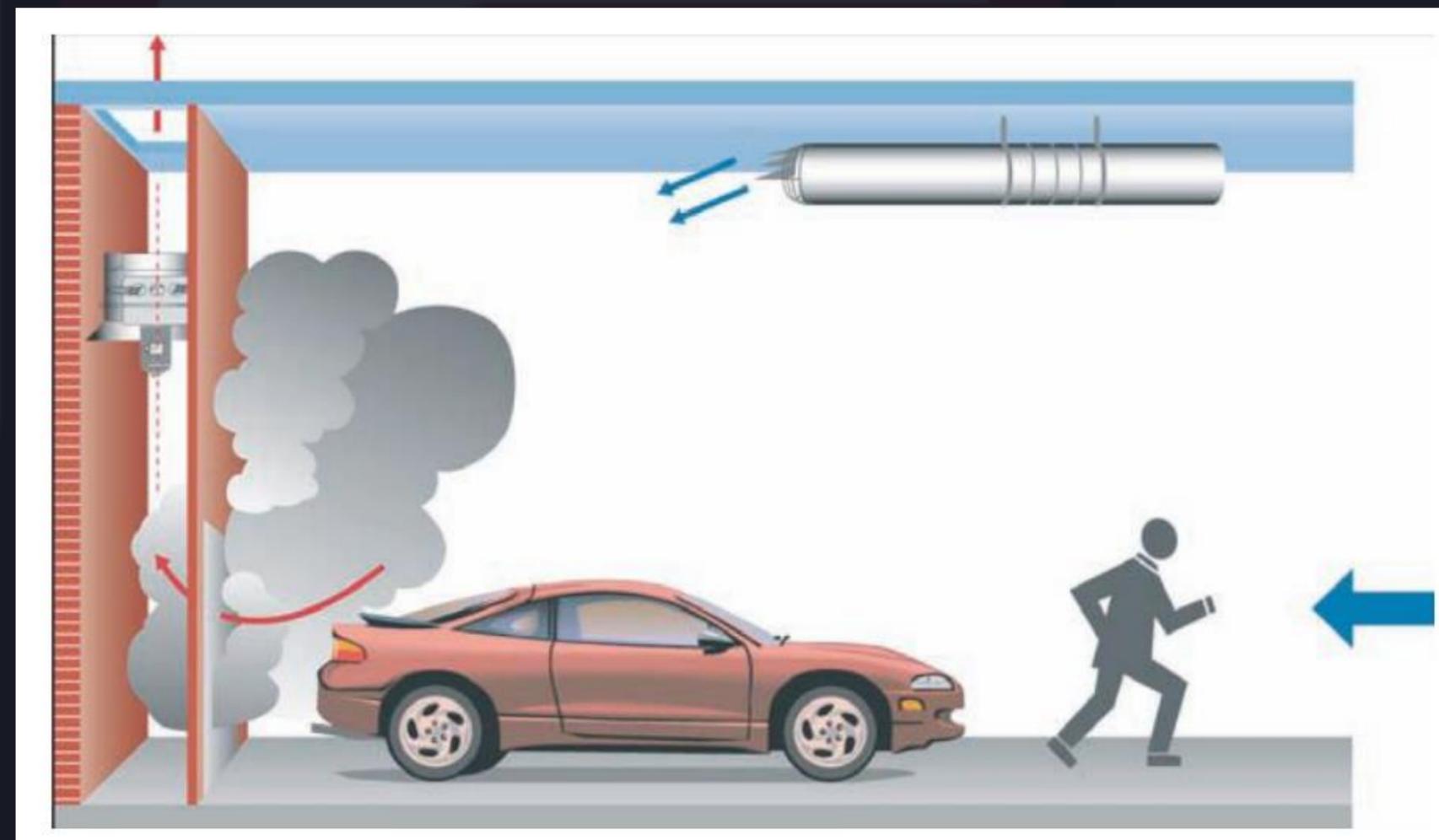
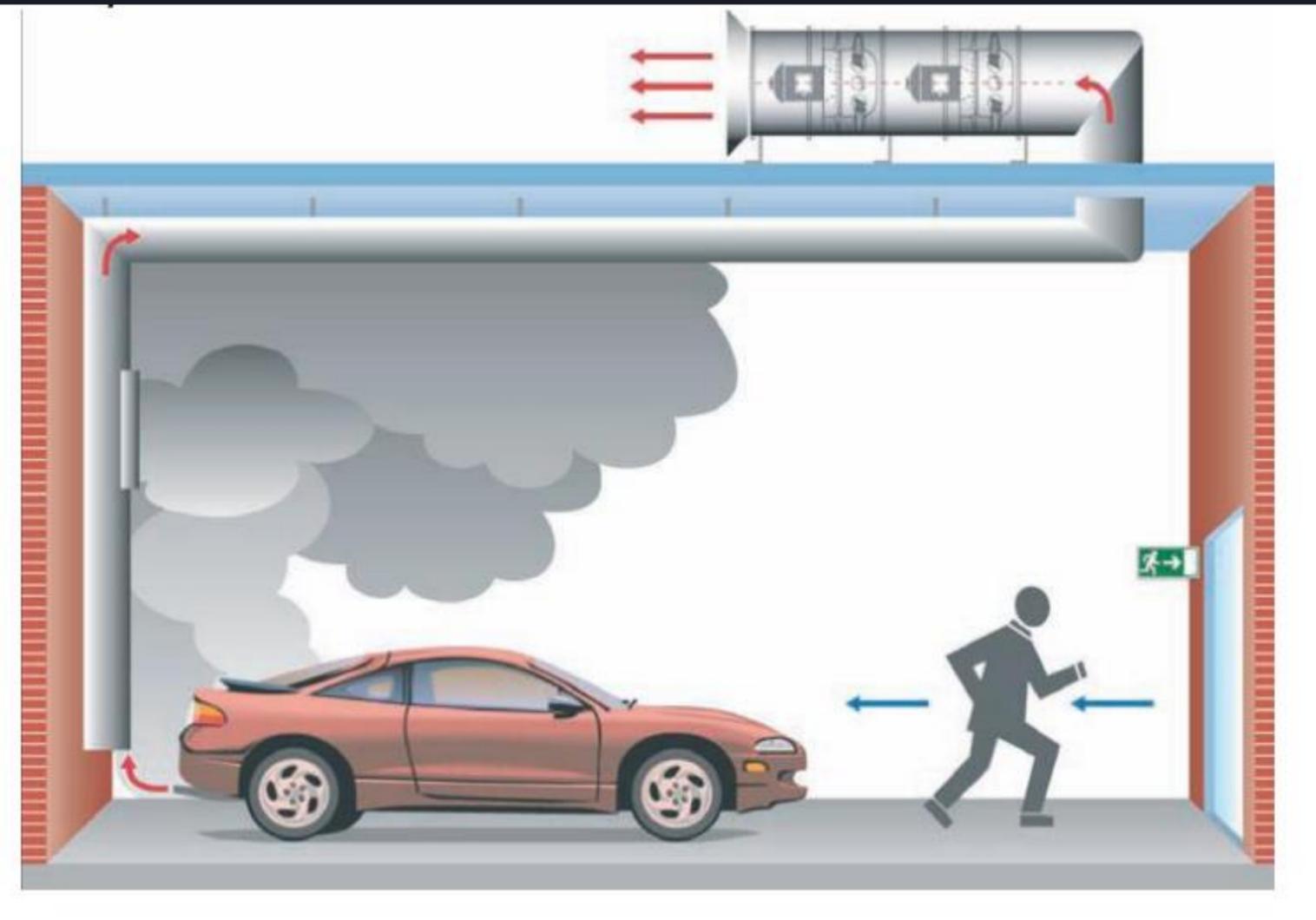
**Total das grelhas de 61,04m<sup>2</sup>**  
**Superior ao valor de 59,36m<sup>2</sup>**

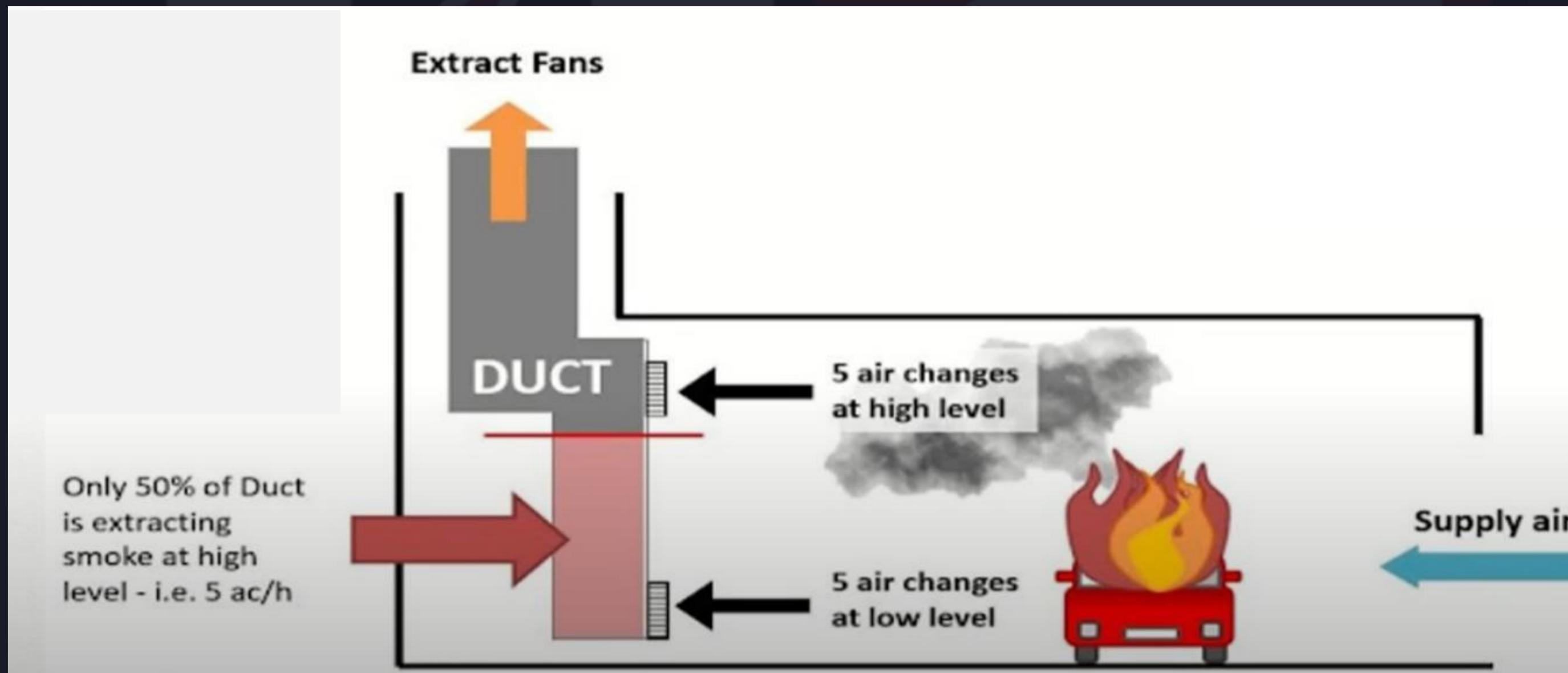
Tal esquema de ventilação sequer  
considera a área efetiva das grelhas,  
uma vez que pega o valor total da  
abertura, esquecendo-se da área  
efetiva.

Outro fato é que, na realidade, a  
ventilação efetiva deste esquema  
deveria ser, aproximadamente, com  
área efetiva de:

**0,40m X 28,60m. = 11,44m<sup>2</sup>**







# RESUMO

Processo de cálculo adotado pela Prefeitura de São Paulo não encontra embasamento em nenhuma legislação internacional.

**Assim sendo, praticamente, a grande maioria dos subsolos das edificações no Estado de São Paulo descumprem conceitos basilares, reconhecidos internacionalmente, colocando em risco a vida e o patrimônio. Atualmente, por conta do aumento dos riscos dos veículos, nos demais países em todo o mundo, incêndios já se mostraram devastadores.**

Utilizar-se de ventilação no teto do pavimento, significa acessar diretamente o ambiente externo e não voltar a ventilação para outro ambiente interno e assim sucessivamente ao infinito e avante. **A Física e Engenharia não aceitam desaforos.**

**Todas as legislações internacionais enfatizam a necessidade de ventilação cruzada (para o exterior dos subsolos), MAIS outras áreas de ventilação possíveis. Ventilação significa obter renovação NO E DO AMBIENTE EXTERNO E NUNCA DE SEU PRÓPRIO AMBIENTE INTERNO.**

# RESUMO

Internacionalmente, os estudos de ventilação em subsolos são realizados com as ferramentas do CFD.

## NOTA DO AUTOR:

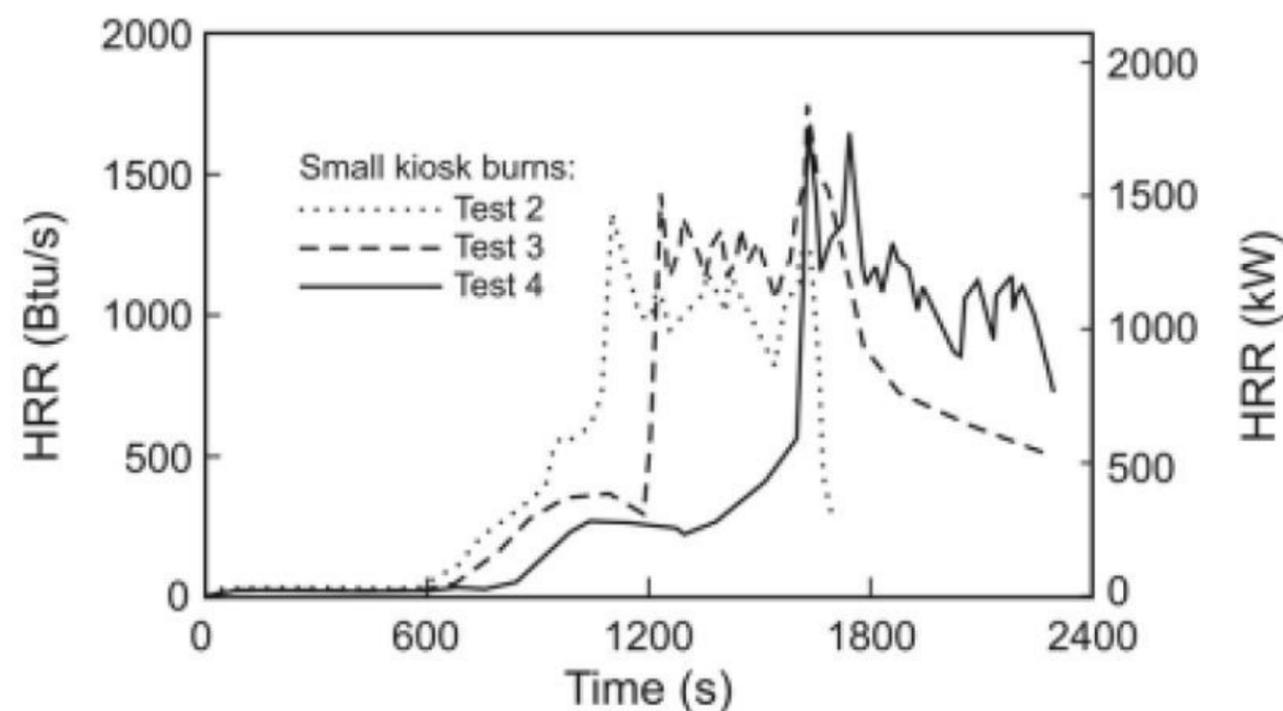
*“Nenhuma norma da ABNT deveria adotar tal critério de ventilação natural sem os estudos e comprovações, justamente quando já existem ferramentas avançadas com o uso de CFD (Computational Fluid Dynamics – já utilizado no mundo todo e aqui no Brasil), para avaliação da propagação do incêndio, propagação da fumaça, para garantir o TENABILITY, verificar o tempo de abandono da população usuária através do Required Safe Egress Time (RSET), o Avaliable Safe Egress Time (ASET), além das possibilidade da validação do Sistema de HVAC, da resistência estrutural dentre tantas outras modalidades de validação possíveis da Engenharia de Incêndio.”*

- **A Engenharia de Incêndio**

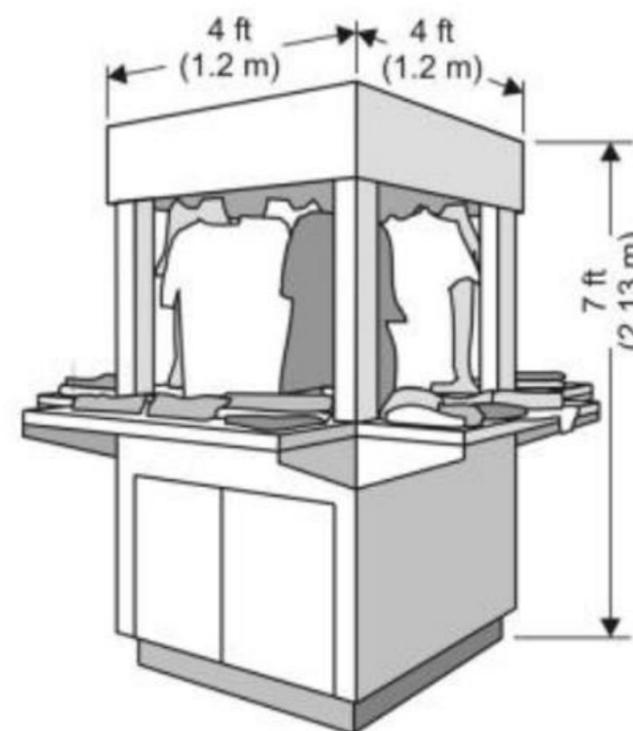
## Alguns exemplos de HRR (taxa de liberação de calor) em testes reais (incêndio instável)

- Taxa de liberação de calor (HRR):

- Quiosques de venda: HRR\_máx aproximado de 1.800 kW

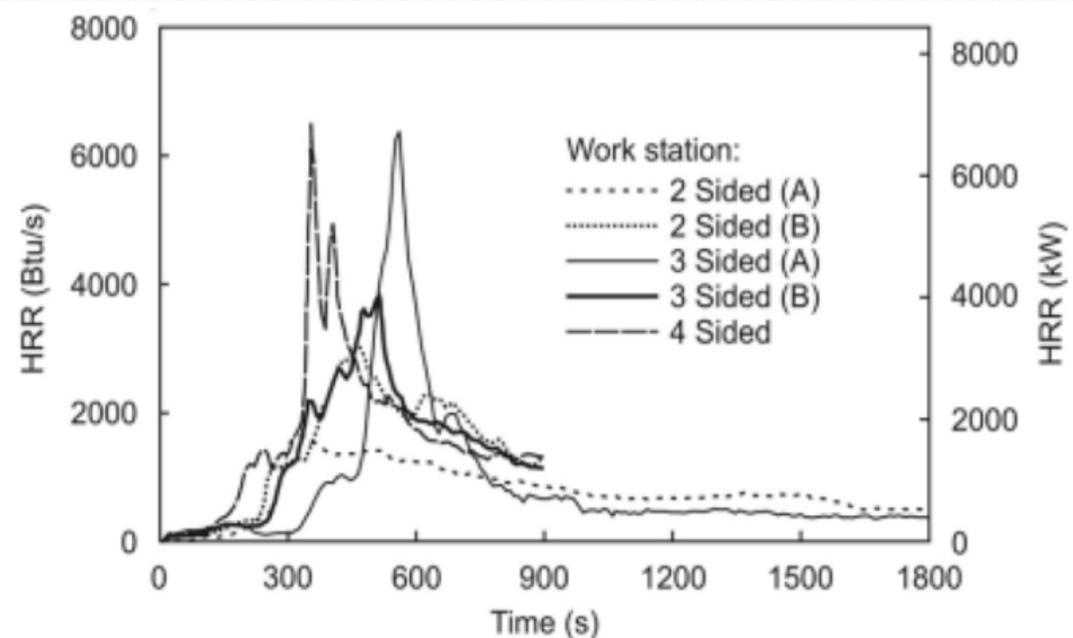


**Figure 5.21** *HRR of small kiosk.*

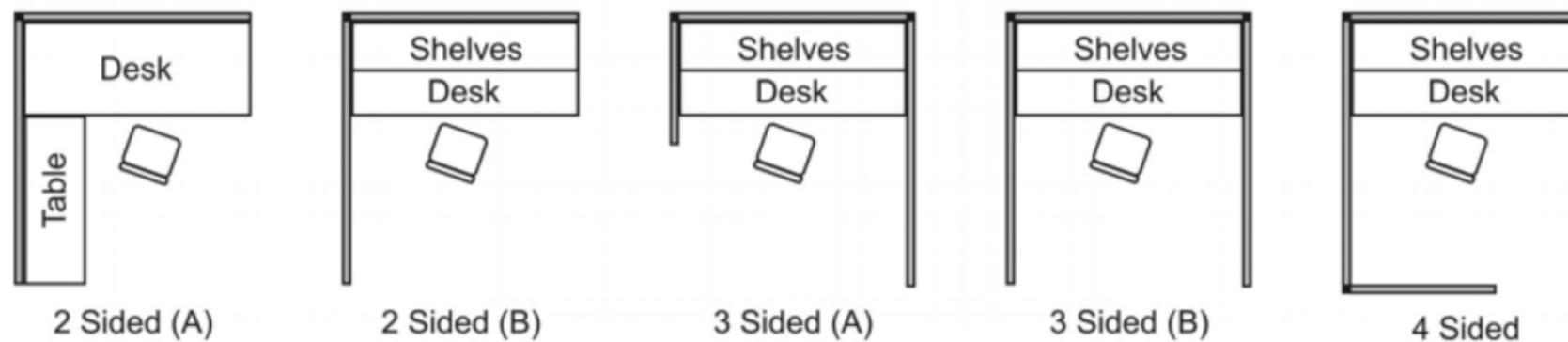


**Figure 5.20** *Small kiosk.*

## Alguns exemplos de HRR (taxa de liberação de calor) em testes reais (incêndio instável)

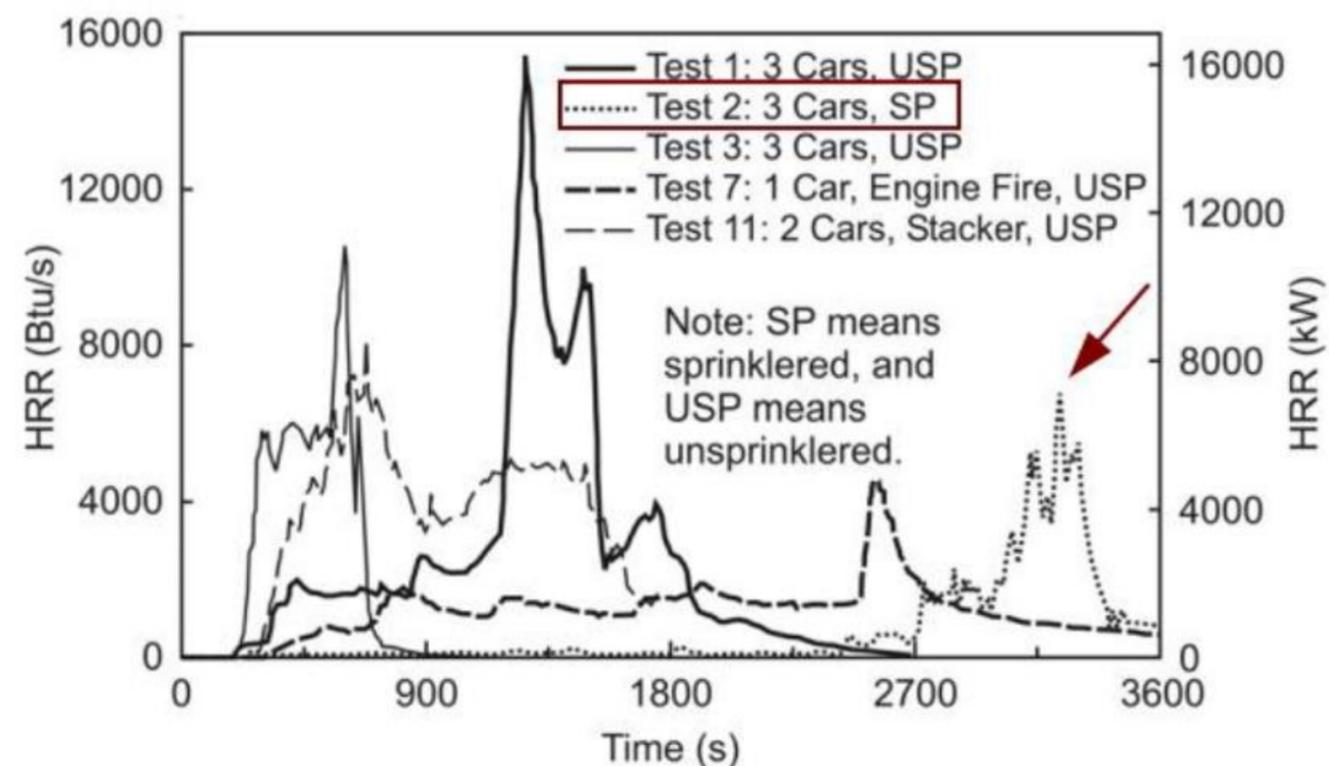


**Figure 5.23** *HRR from NIST work station burns.*



## Alguns exemplos de HRR (taxa de liberação de calor) em testes reais (incêndio instável)

- Automóveis com SPK na edificação (não empilhados): HRR\_máx aproximado de 7.000 kW



**Figure 5.24** *HRR of automobile burns at BRE.*

## Teste real de incêndio em 2 (dois) veículos medido em cone calorímetro

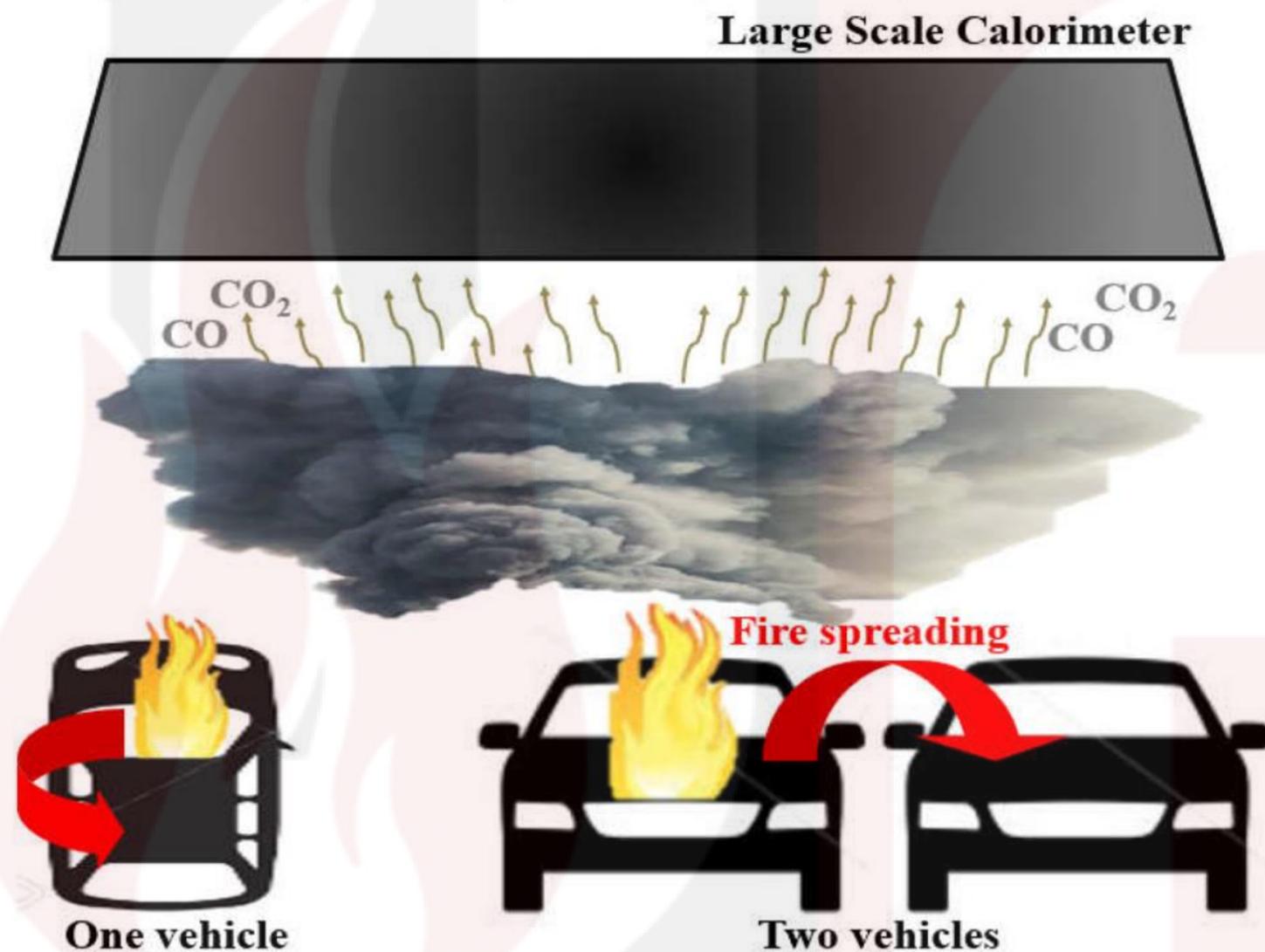


Figure 1. Schematic diagram of the basic concept for this study.

## Teste real de incêndio em 2 (dois) veículos medido em cone calorímetro

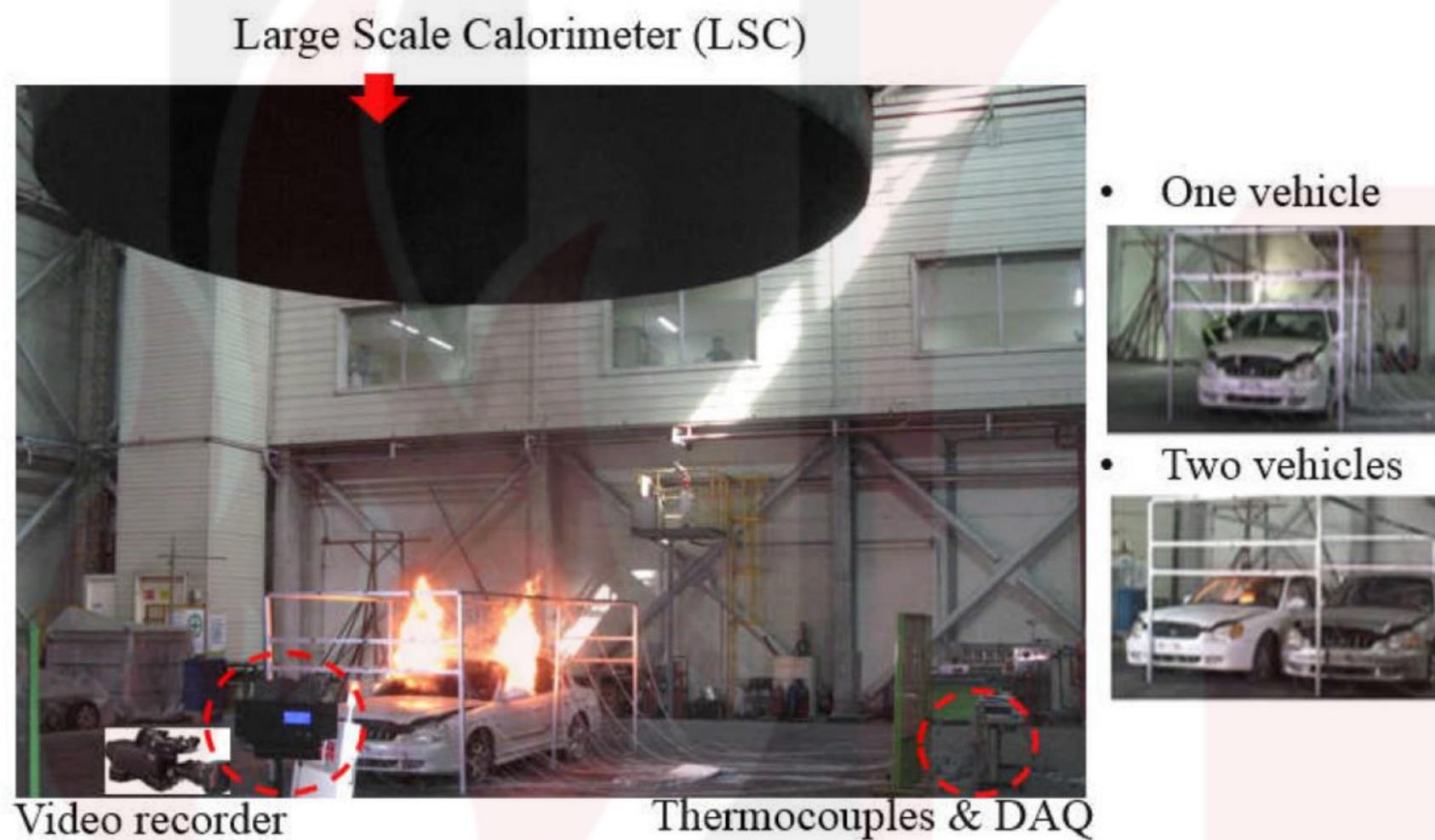


Figure 3. Experimental setup and measurement tools.

## Teste real de incêndio em 2 (dois) veículos medido em cone calorímetro



(a) 150 s



(f) 150 s



(b) 300 s



(g) 300 s



(c) 500 s



(h) 500 s



(d) 700 s



(i) 700 s

# Teste real de incêndio em 2 (dois) veículos medido em cone calorímetro

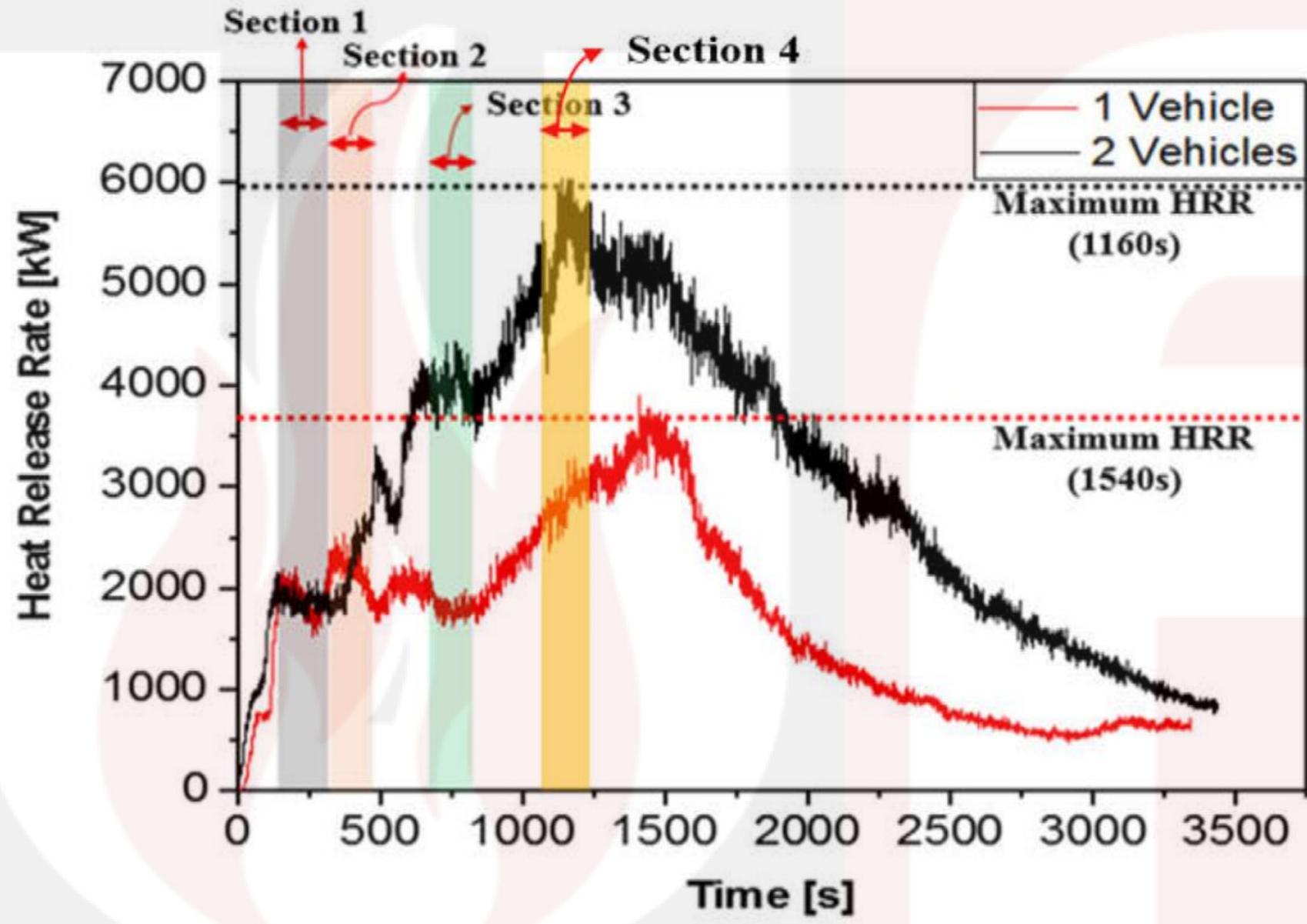


Figure 11. Heat release rate for one and two vehicles as a function of time.

## Comparativo da emissão de CO<sub>2</sub> e CO - Critério de *Tenability*

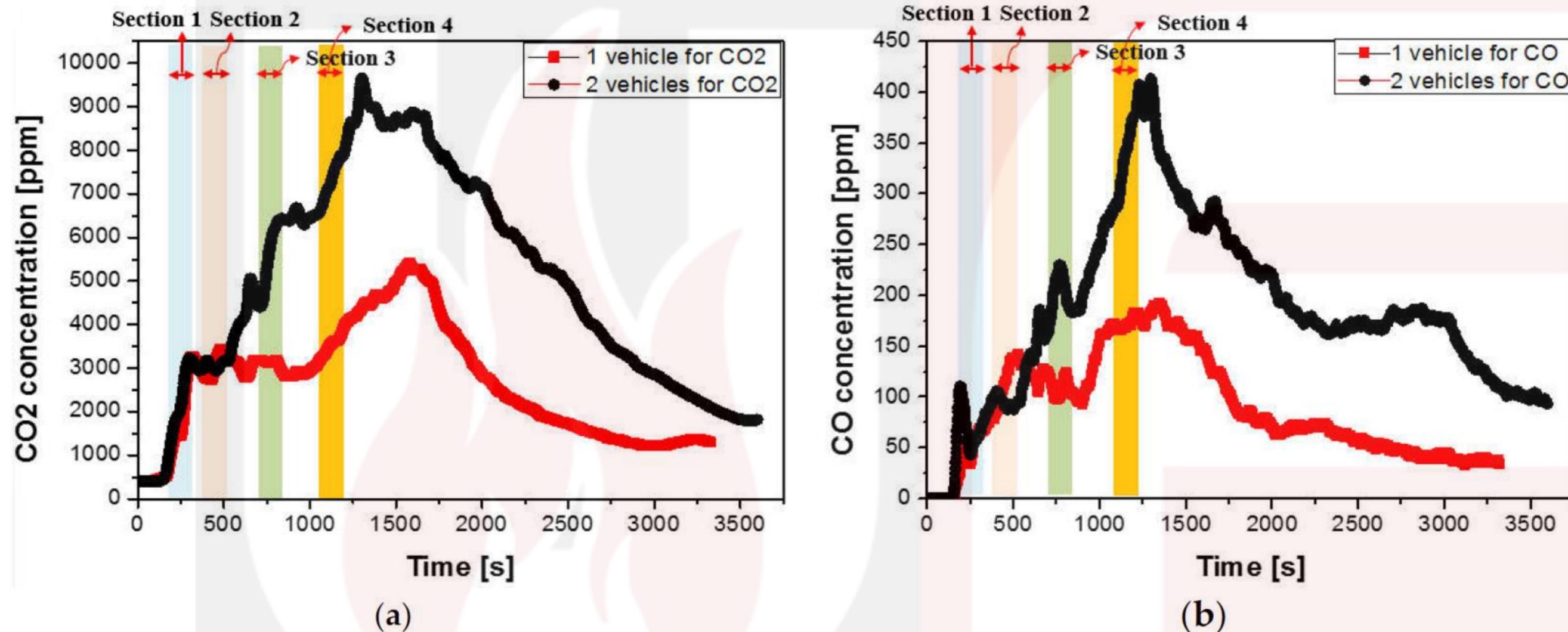


Figure 14. Toxic-substance concentration results: (a) Carbon dioxide and (b) carbon monoxide.

## Exposição a gases tóxicos

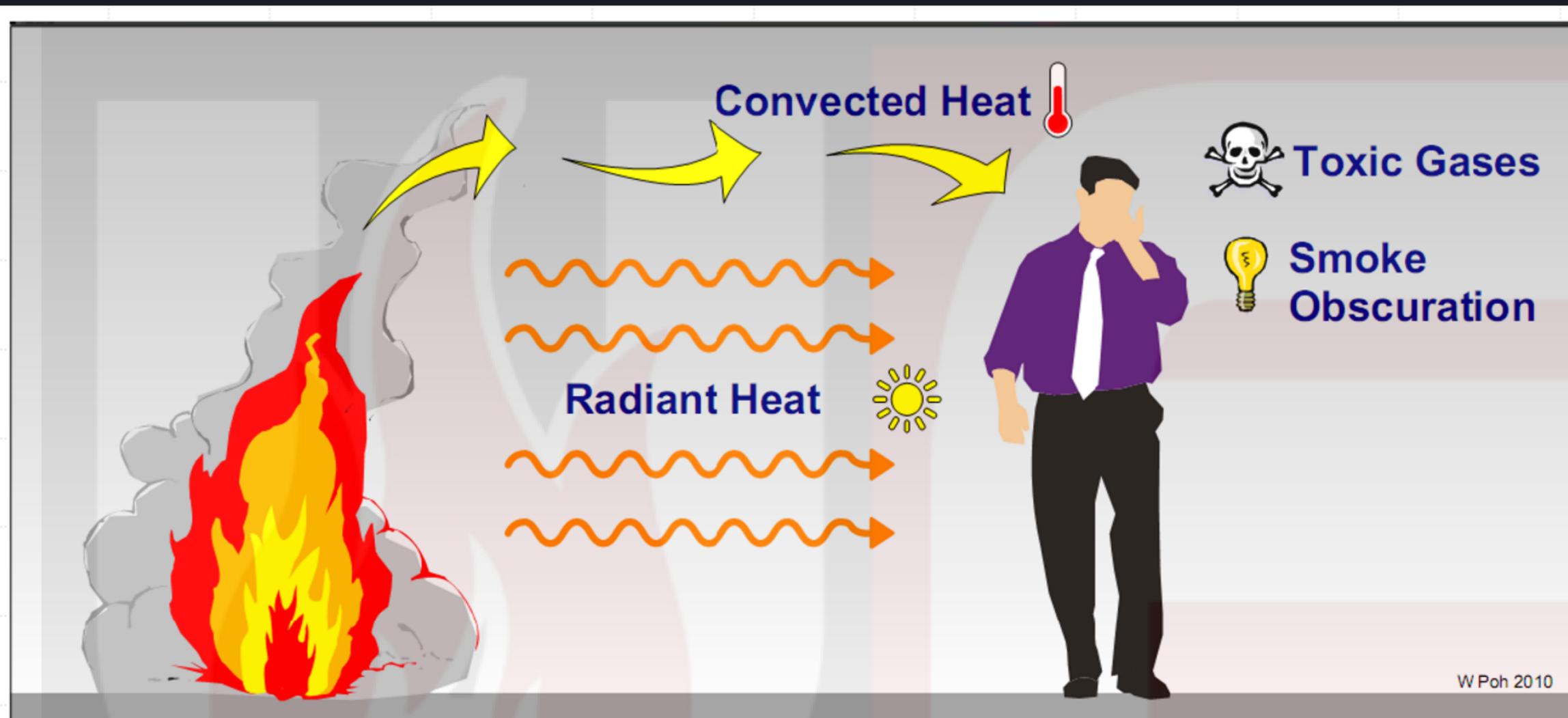
A exposição a gases tóxicos (asfixiantes) é o principal causa de incapacitação (perda de consciência) e morte nos incêndios em edificações. A severidade depende da concentração e duração dessa exposição. O limite de tenability para exposições a produtos comuns asfixiantes dos incêndios são resumidos na **Tabela 2**.

**Table 2: Tenability Limits for Exposures to Asphyxiants**

	5 MIN EXPOSURE		30 MIN EXPOSURE	
	INCAPACITATION	DEATH	INCAPACITATION	DEATH
Carbon Monoxide CO	6,000 ppm	12,000 ppm	1,400 ppm	2,500 ppm
Hydrogen Cyanide CHN	150 ppm	250 ppm	90 ppm	170 ppm
Low Oxygen O2 (Hypoxia)	<13%	<5%	<12%	<7%
Carbon Dioxide CO2	>7%	>10%	>6%	>9%

Valor adotado na simulação

Tabela 2



W Poh 2010

Figura 01 – Fonte: Fire Australia Magazine, 2010

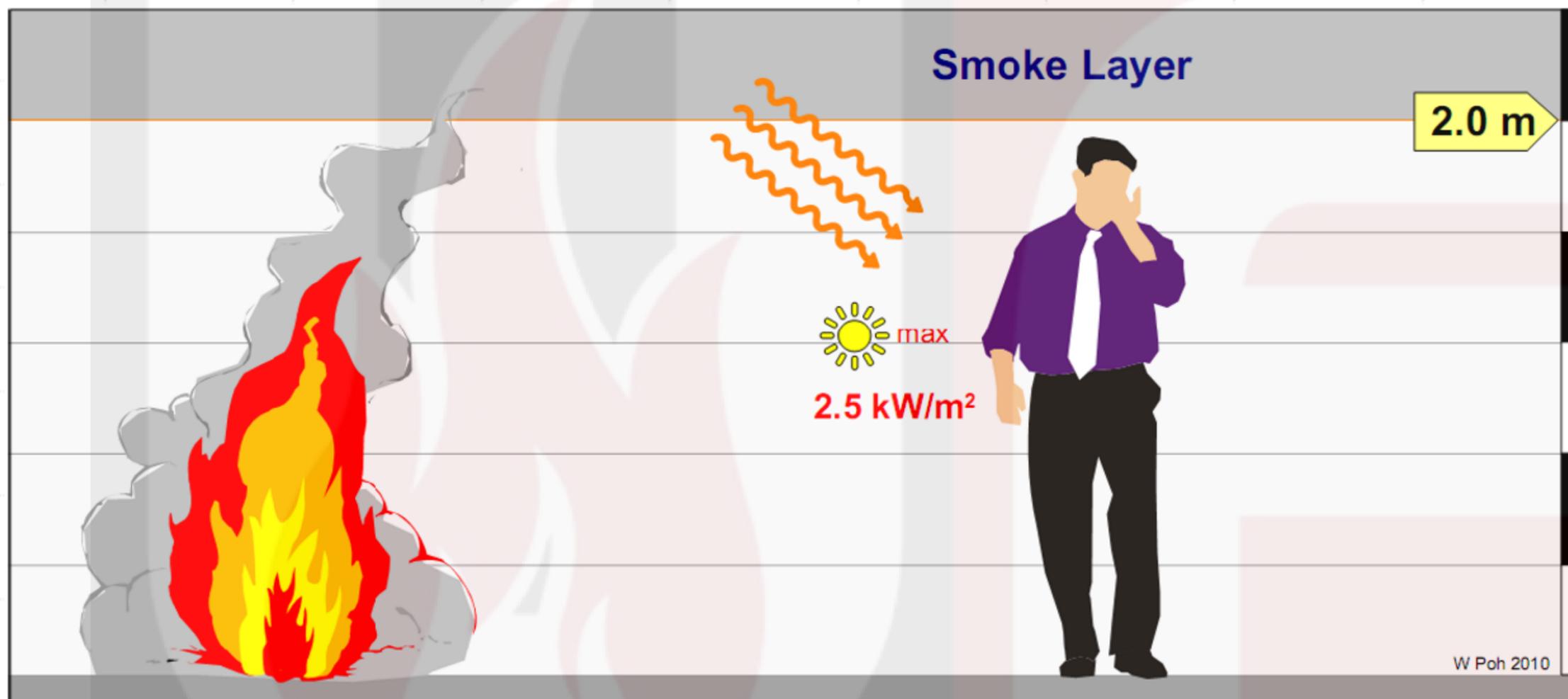
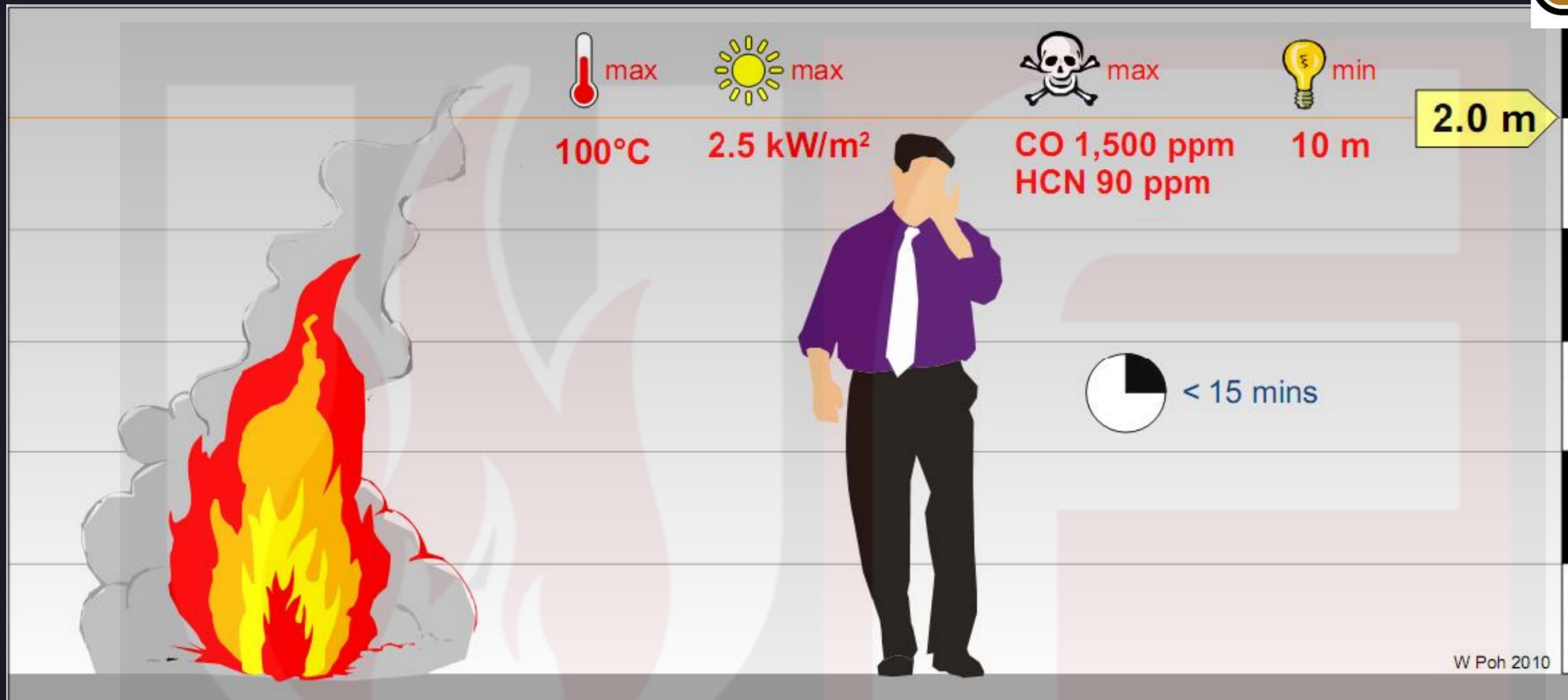


Figura 02 - Fonte: Fire Australia Magazine, 2010



W Poh 2010

Figura 03 - Fonte: Fire Australia Magazine, 2010

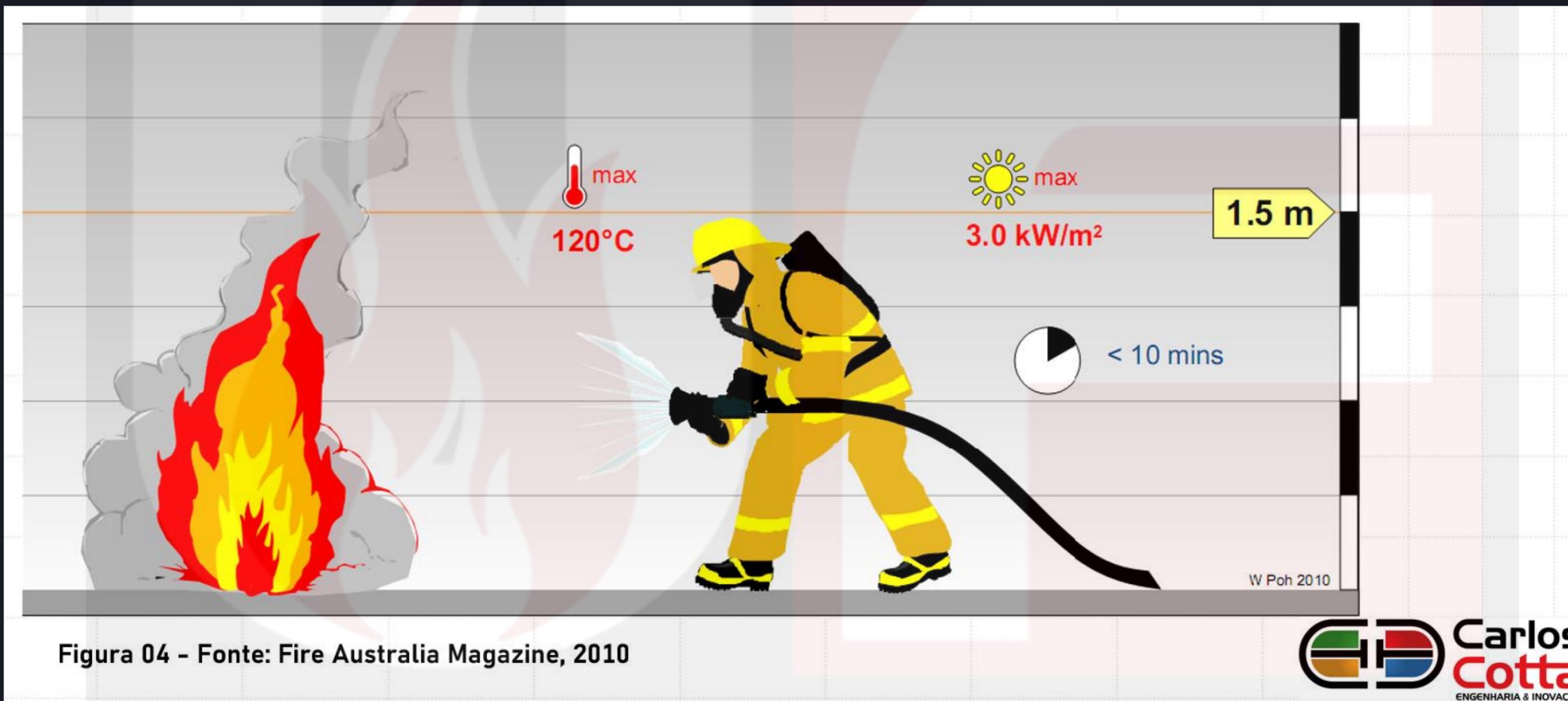
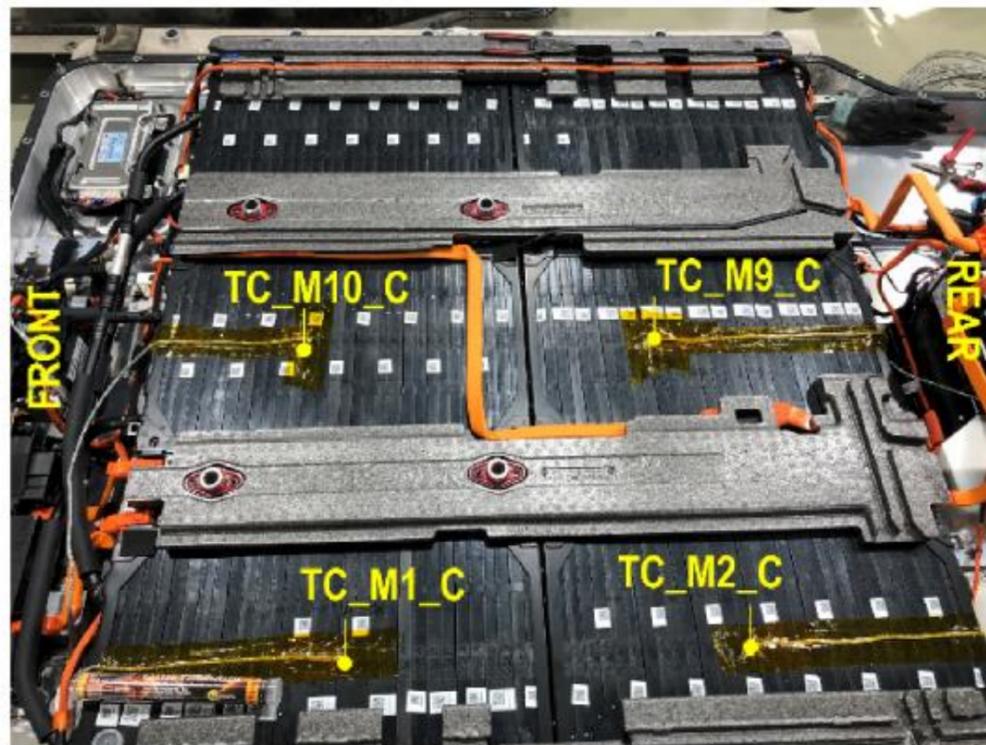
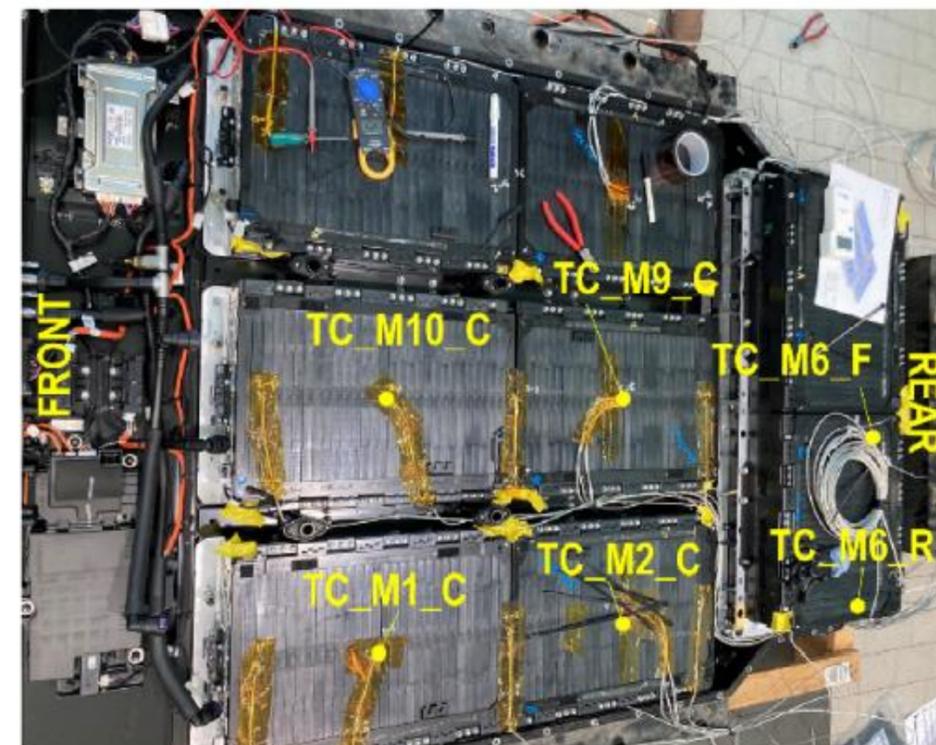


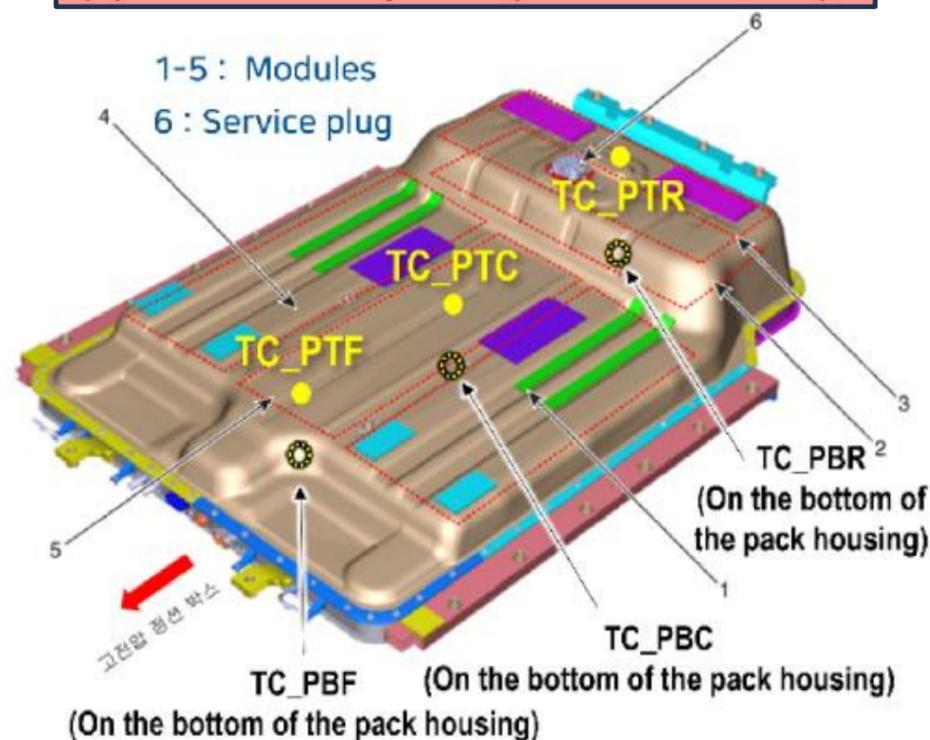
Figura 04 - Fonte: Fire Australia Magazine, 2010



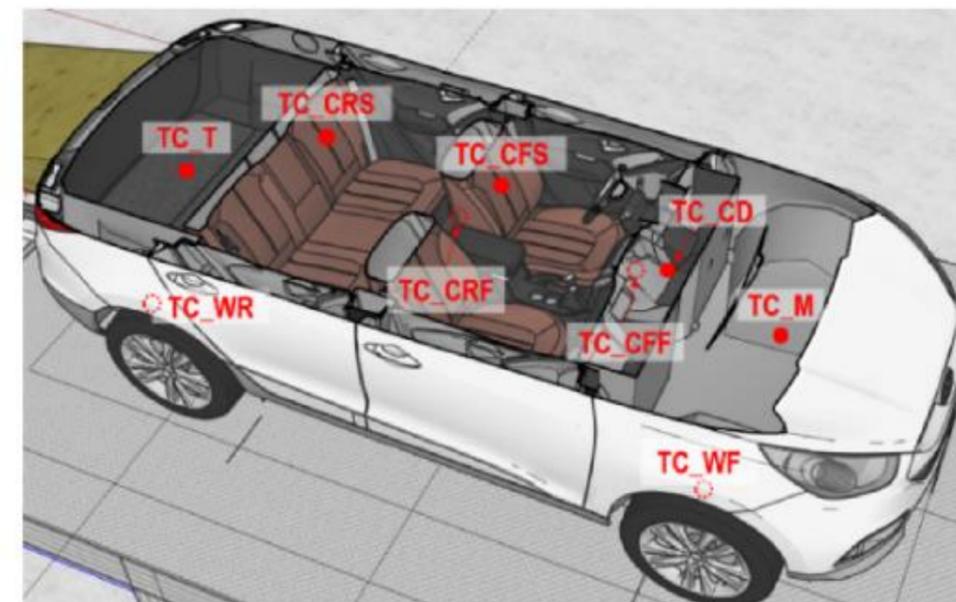
(a) Inside the pack (39-kWh trim)



(b) Inside the pack (64-kWh trim)



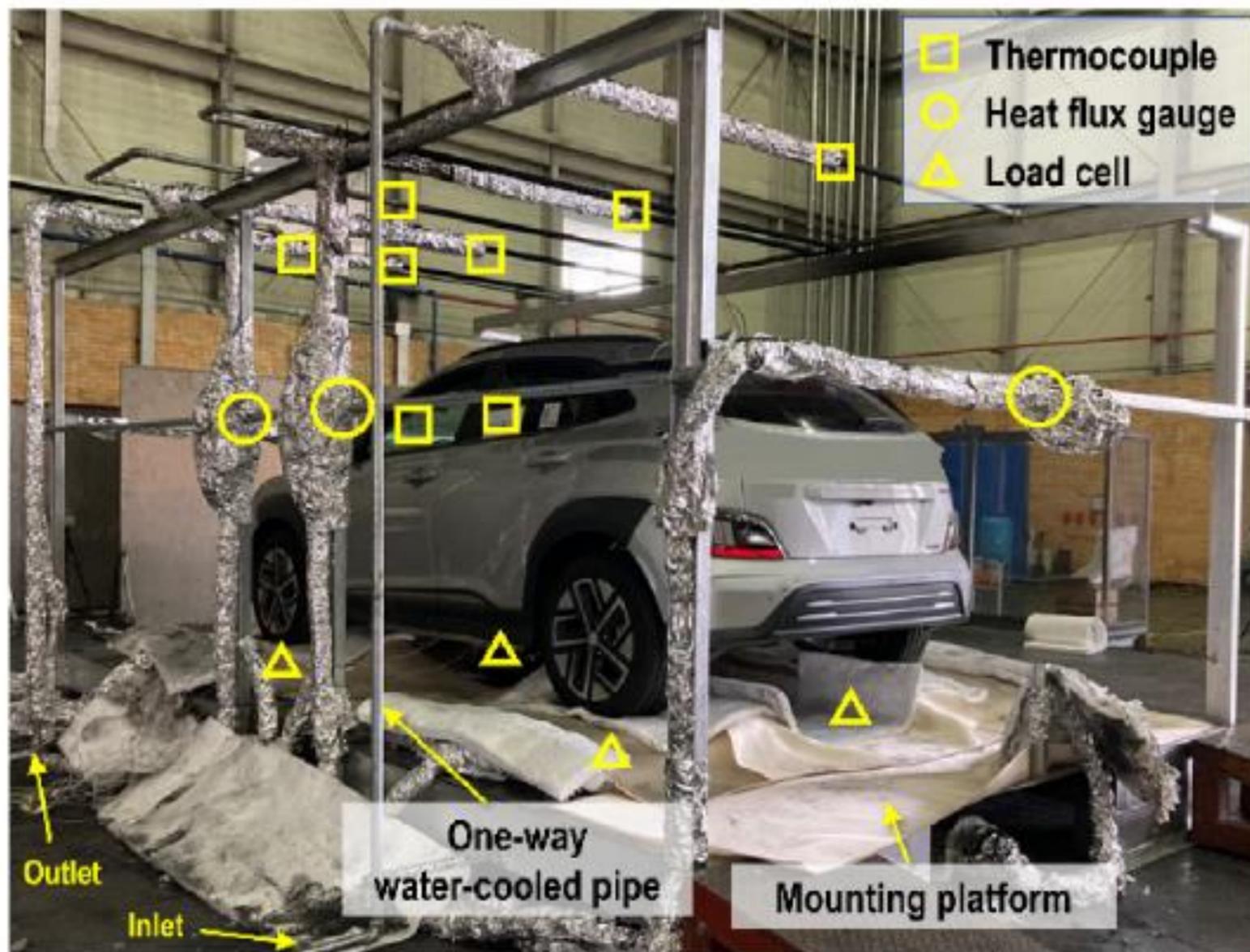
(c) LIB-pack housing



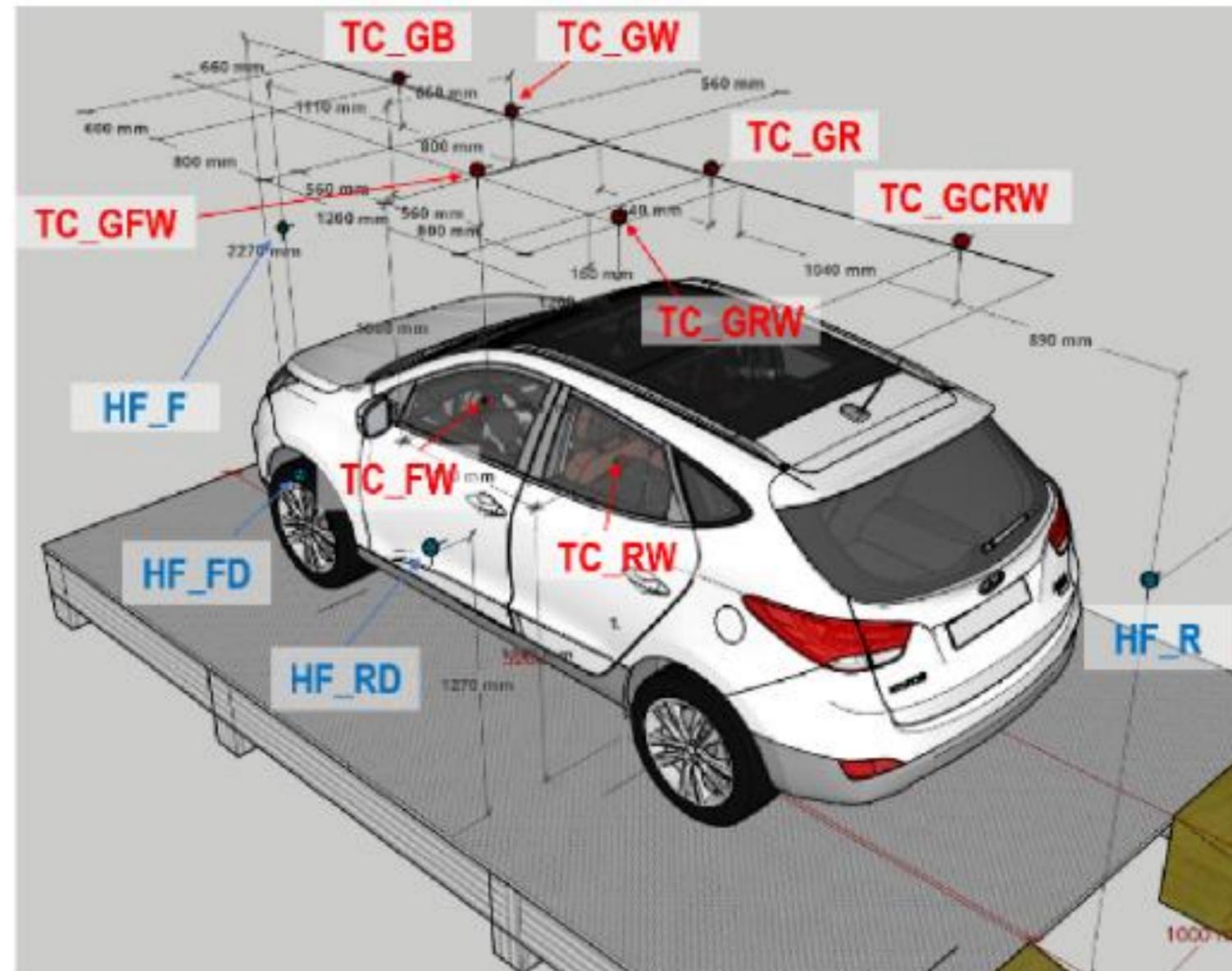
(d) BEV-body

Fig. 3. Instrumented LIB packs.

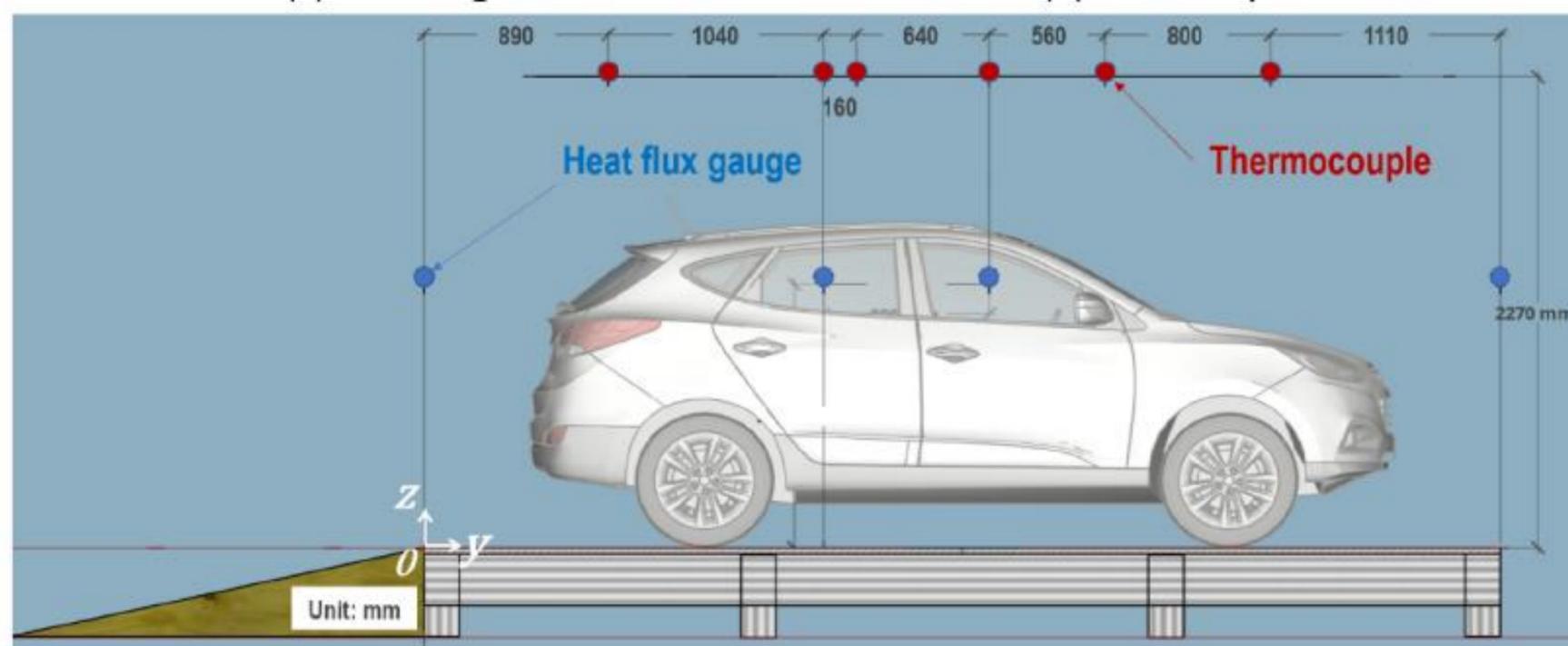
Já existem veículos com mais de 120kWh de capacidade



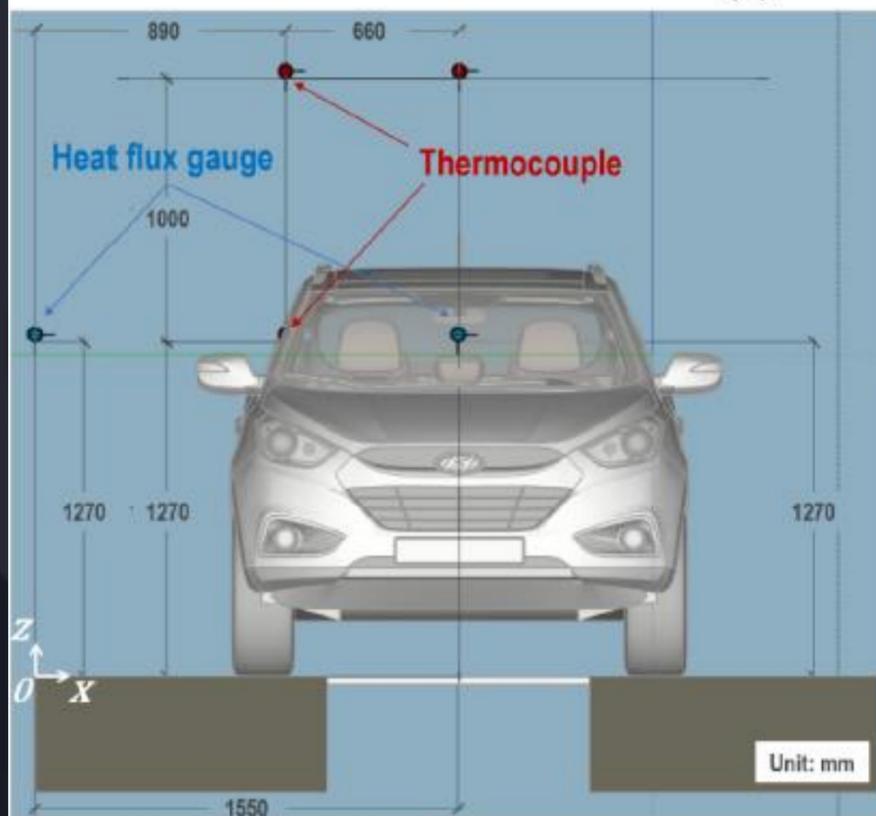
(a) Test rig



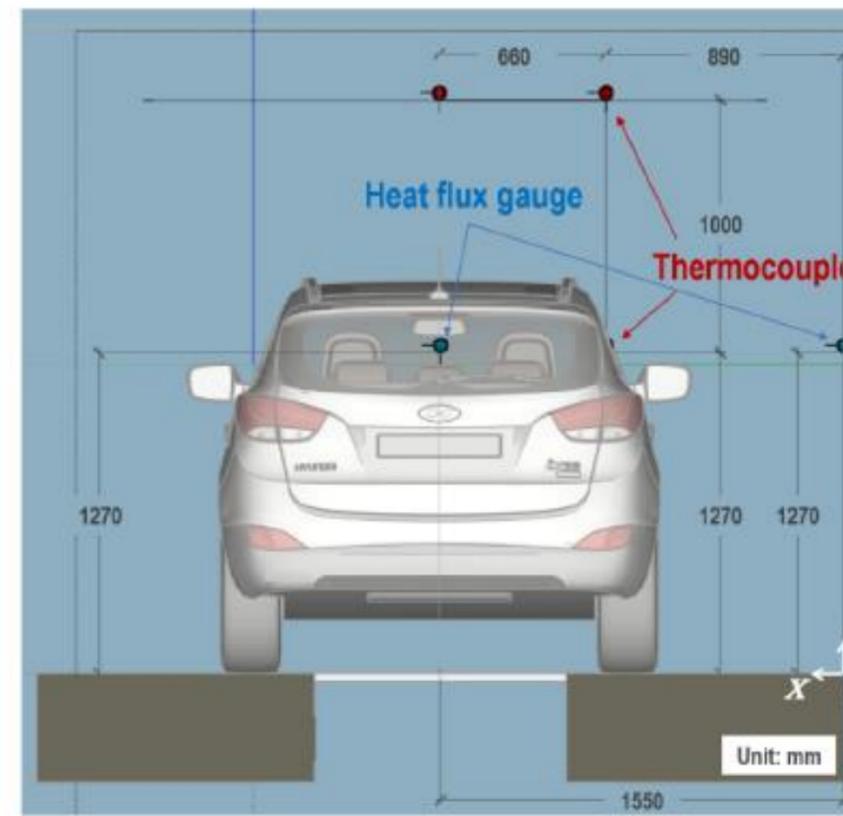
(b) Bird's-eye view



(c) Side elevation

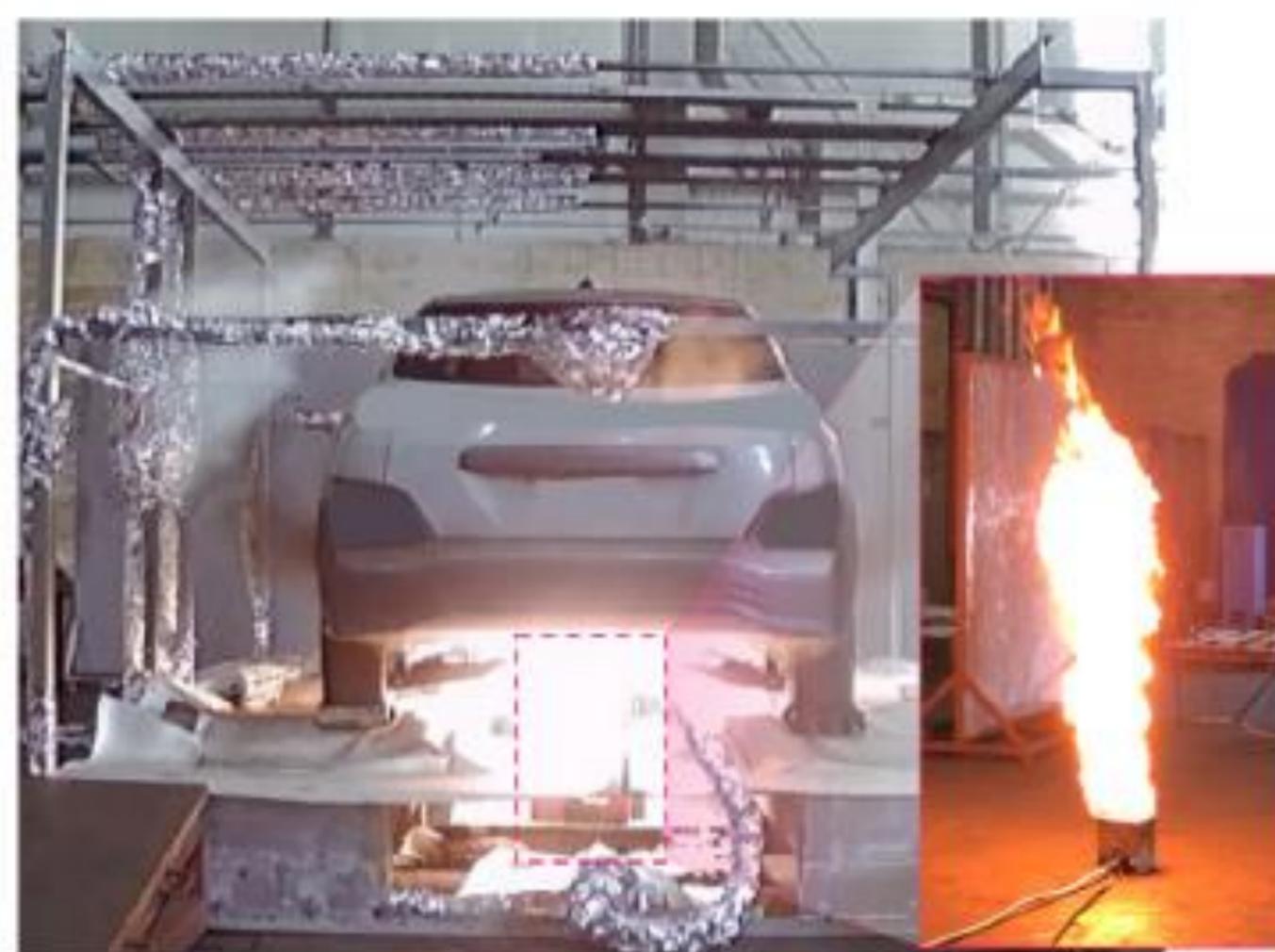
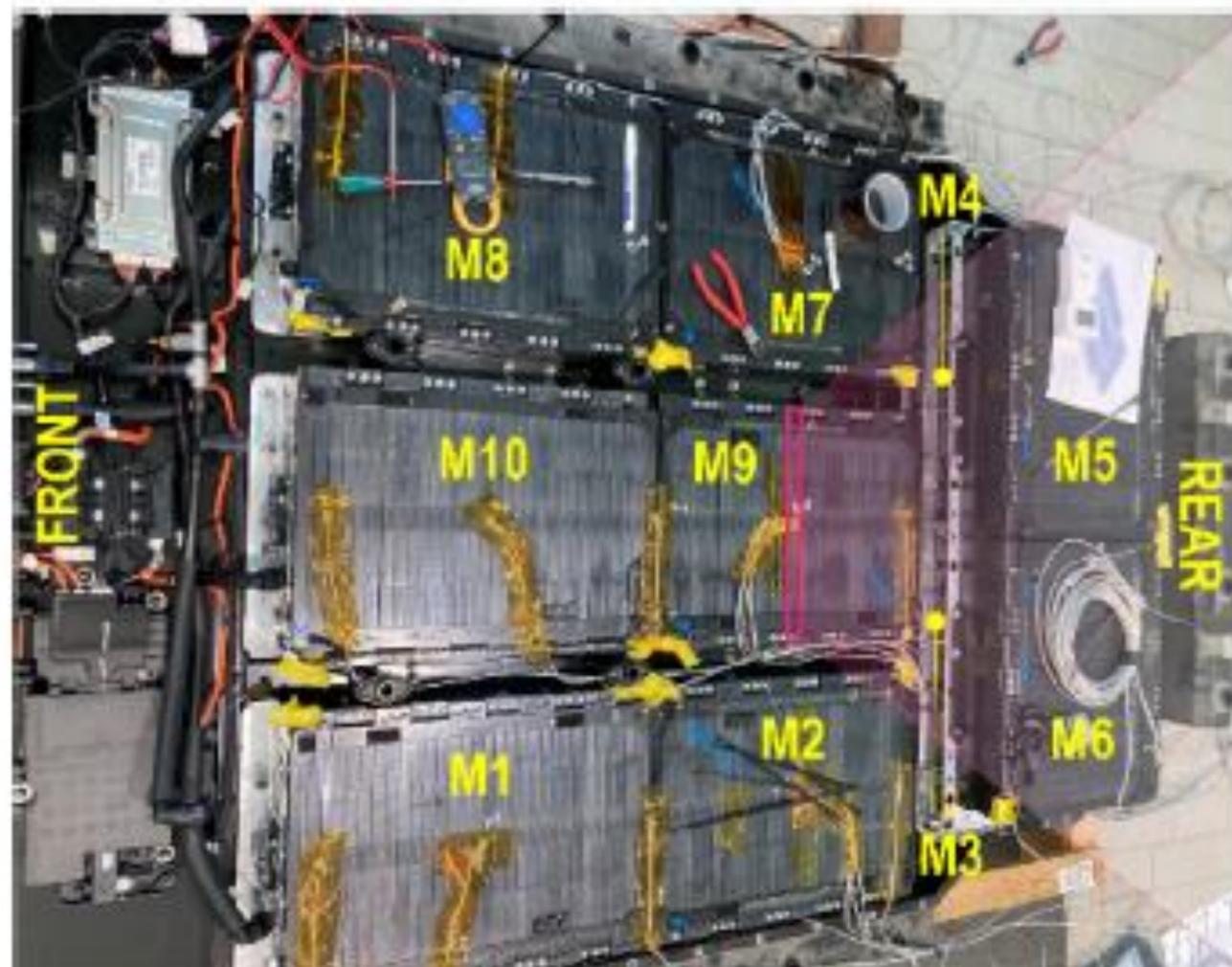


(d) Front elevation



(e) Rear elevation

Fig. 4. Location of sensors in the testing rig.



(a) Internal heating using a heating sheet

(b) External heating using a burner

Fig. 5. Initiation of thermal runaway.

**Table 2**  
 Specimen features and test conditions.

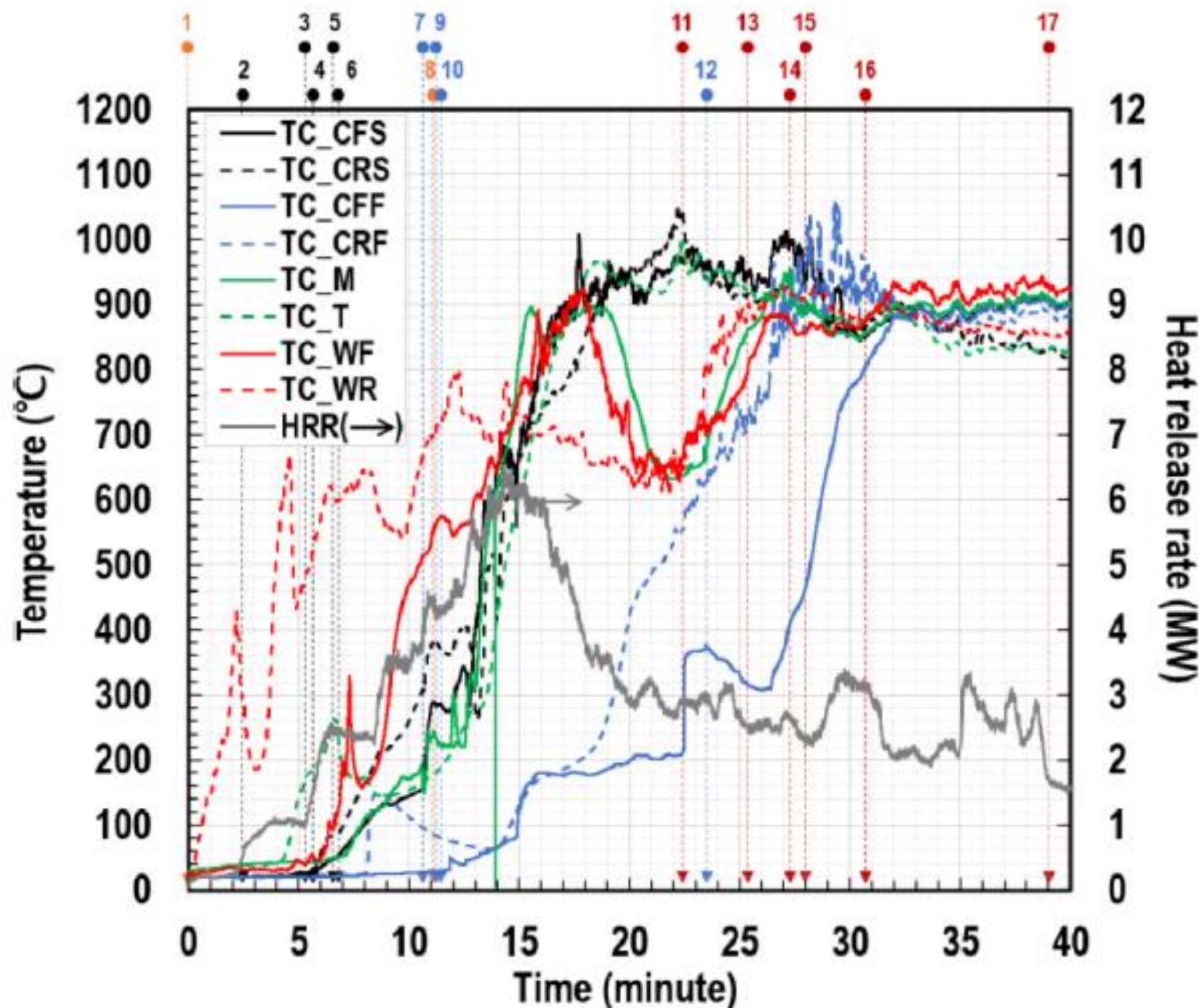
Features and conditions	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
	LIB pack of BEV_1	Body of BEV_1	BEV_2	BEV_3	ICEV	FCEV
Length (mm)	N/A	4,180			4,165	4,670
Width (mm)	N/A	1,800			1,800	1,860
Height (mm)	N/A	1,570			1,550	1,630
Weight (kg)	449	1,206	1,540	1,685	1,320	1,820
Nominal total energy capacity of LIB (kWh)	64.092	N/A	39.240	64.092	N/A	1.560
State of charge of LIB (%)	100	N/A	100	100	N/A	20
Thermal runaway initiation or flaming ignition	Heating a surface of single cell using a heating sheet	Heating the vehicles' bottom boundaries using a propane burner		Heating a surface of single cell using a heating sheet		Heating combustible contents of vehicles using a pan of heptane

**LIB** - lithium-ion battery

**BEV** - battery electric vehicle

**ICEV** - internal combustion engine vehicle

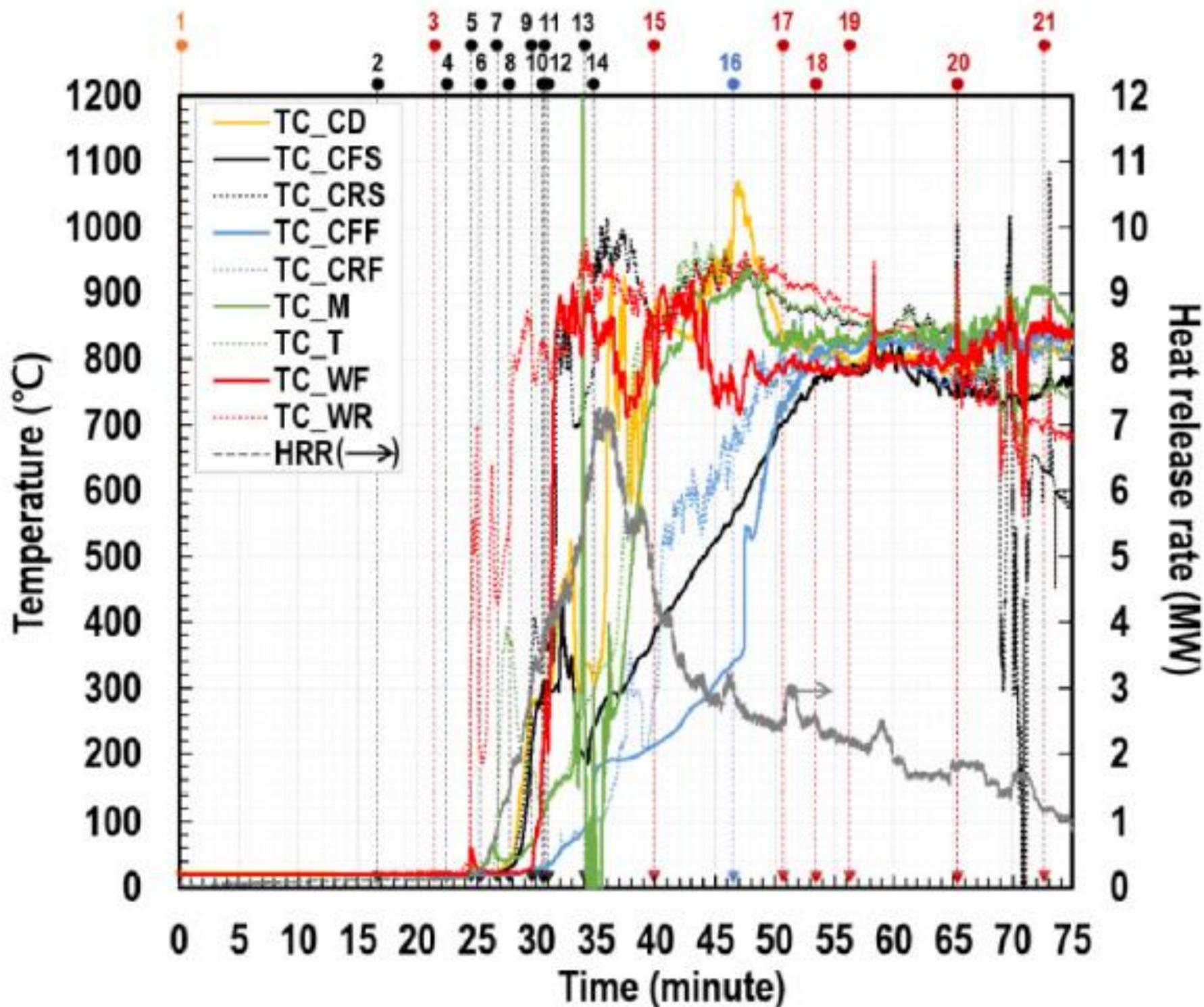
**FCEV** - full cell electric vehicle



1. A burner switched on (00'00")
2. Rear tyres ignited (02'30")
3. A flame observed in the trunk (05'13")
4. A flame observed in the cabin (05'36")
5. Front tyres ignited (06'40")
6. A flame observed in the motor room (06'48")
7. An explosion observed at the rear (10'41")
8. The burner switched off (11'06")
9. An explosion observed at the rear (11'09")
10. An explosion observed at the front (11'19")
11. The onset of thermal runaway (22'22")
12. An explosion observed in the cabin (23'29")
13. A thermal runaway around the rear (25'20")
14. A thermal runaway around the rear (27'21")
15. A thermal runaway around the rear (27'57")
16. A thermal runaway around the rear (30'42")
17. The end of thermal runaway (39'00")

Termopares no habitáculo

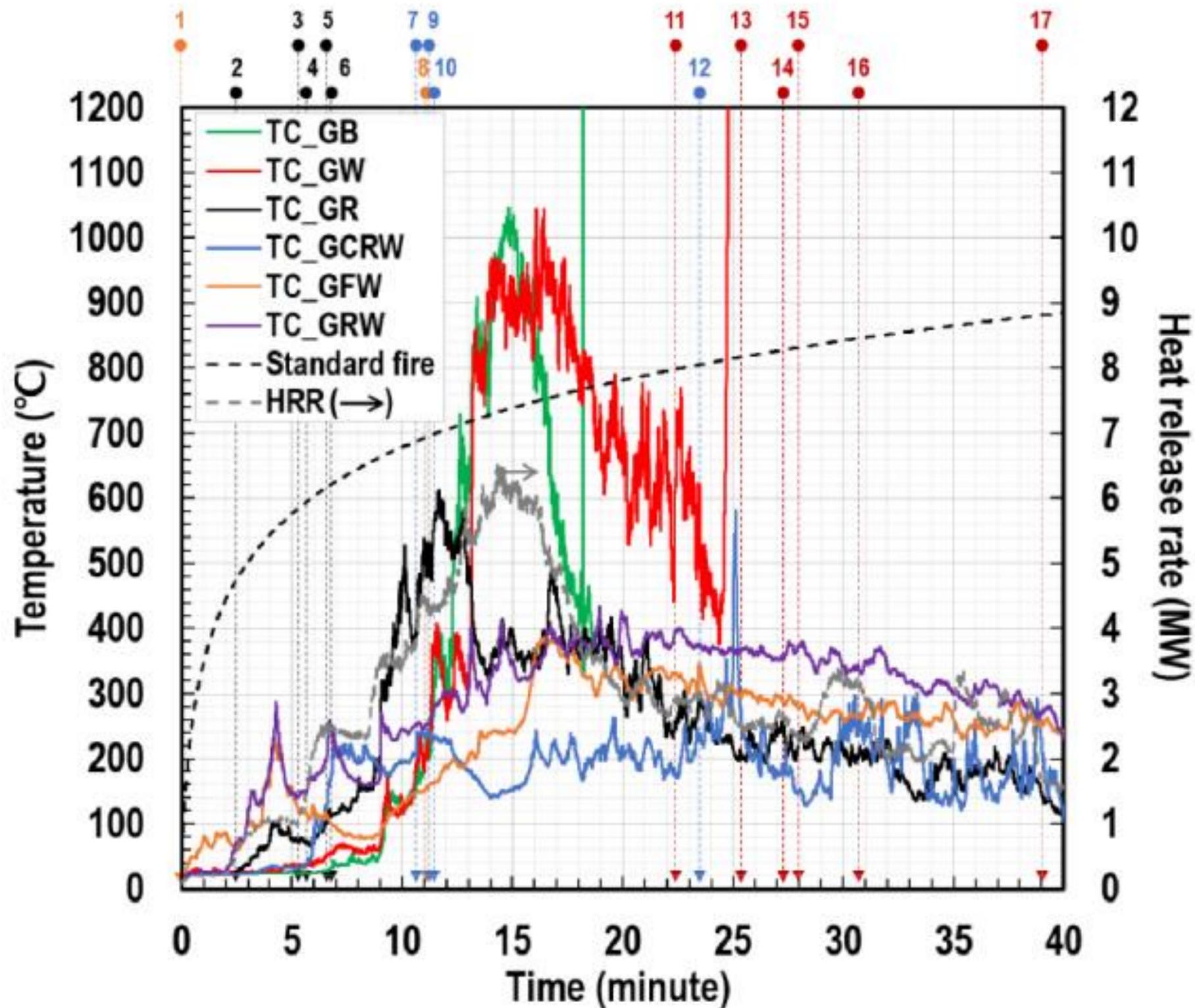
(a) BEV\_2 in Test 3



1. The onset of heating a LIB cell (00'00")
2. An ignitor switched on (16'32")
3. The onset of internal thermal runaway (21'20")
4. The first gas observation at the pack (22'20")
5. The first flame observation at the pack (24'25")
6. A rear tyre ignition (25'09")
7. The trunk combustion (26'34")
8. The rear seat combustion (27'36")
9. The front seat combustion (29'21")
10. The rear bumper collapse (30'10")
11. A front tyre ignition (30'29")
12. The motor room combustion (30'40")
13. The front bumper collapse (33'57")
14. The electricity cut-off (34'43")
15. A thermal runaway at the rear-centre (39'55")
16. An air-bag explosion (46'13")
17. A thermal runaway at the rear-edge (50'30")
18. A thermal runaway at the rear-edge (53'27")
19. A thermal runaway at the front-centre (56'05")
20. A thermal runaway at the front-edge (65'14")
21. A thermal runaway at the mid-edge (72'35")

Termopares no habitáculo

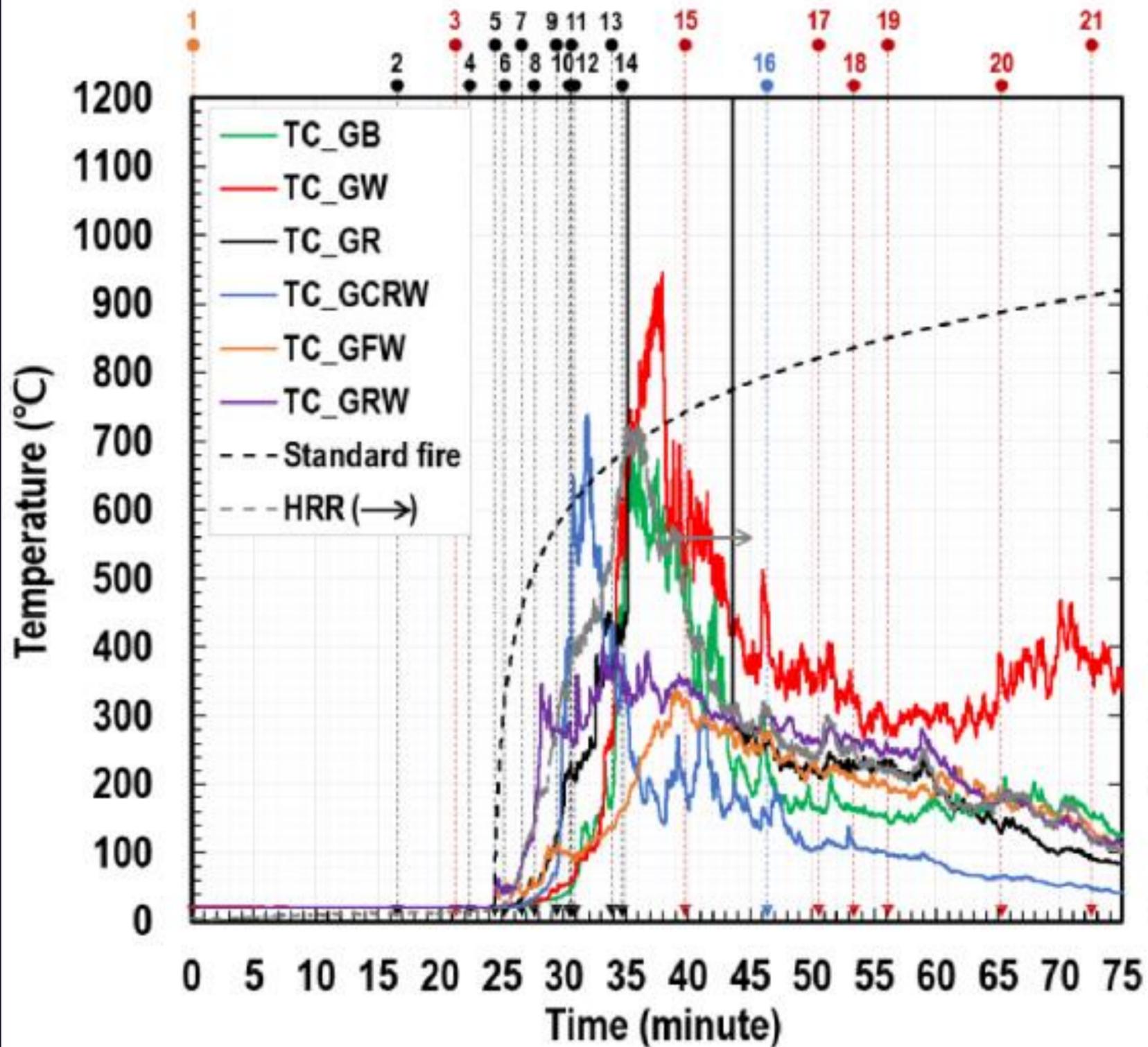
(b) BEV\_3 in Test 4



1. A burner switched on (00'00")
2. Rear tyres ignited (02'30")
3. A flame observed in the trunk (05'13")
4. A flame observed in the cabin (05'36")
5. Front tyres ignited (06'40")
6. A flame observed in the motor room (06'48")
7. An explosion observed at the rear (10'41")
8. The burner switched off (11'06")
9. An explosion observed at the rear (11'09")
10. An explosion observed at the front (11'19")
11. The onset of thermal runaway (22'22")
12. An explosion observed in the cabin (23'29")
13. A thermal runaway around the rear (25'20")
14. A thermal runaway around the rear (27'21")
15. A thermal runaway around the rear (27'57")
16. A thermal runaway around the rear (30'42")
17. The end of thermal runaway (39'00")

Termopares externos – no teto do carro

(a) BEV\_2 in Test 3



1. The onset of heating a LIB cell (00'00")
2. An ignitor switched on (16'32")
3. The onset of internal thermal runaway (21'20")
4. The first gas observation at the pack (22'20")
5. The first flame observation at the pack (24'25")
6. A rear tyre ignition (25'09")
7. The trunk combustion (26'34")
8. The rear seat combustion (27'36")
9. The front seat combustion (29'21")
10. The rear bumper collapse (30'10")
11. A front tyre ignition (30'29")
12. The motor room combustion (30'40")
13. The front bumper collapse (33'57")
14. The electricity cut-off (34'43")
15. A thermal runaway at the rear-centre (39'55")
16. An air-bag explosion (46'13")
17. A thermal runaway at the rear-edge (50'30")
18. A thermal runaway at the rear-edge (53'27")
19. A thermal runaway at the front-centre (56'05")
20. A thermal runaway at the front-edge (65'14")
21. A thermal runaway at the mid-edge (72'35")

Termopares externos – no teto do carro

(b) BEV\_3 in Test 4

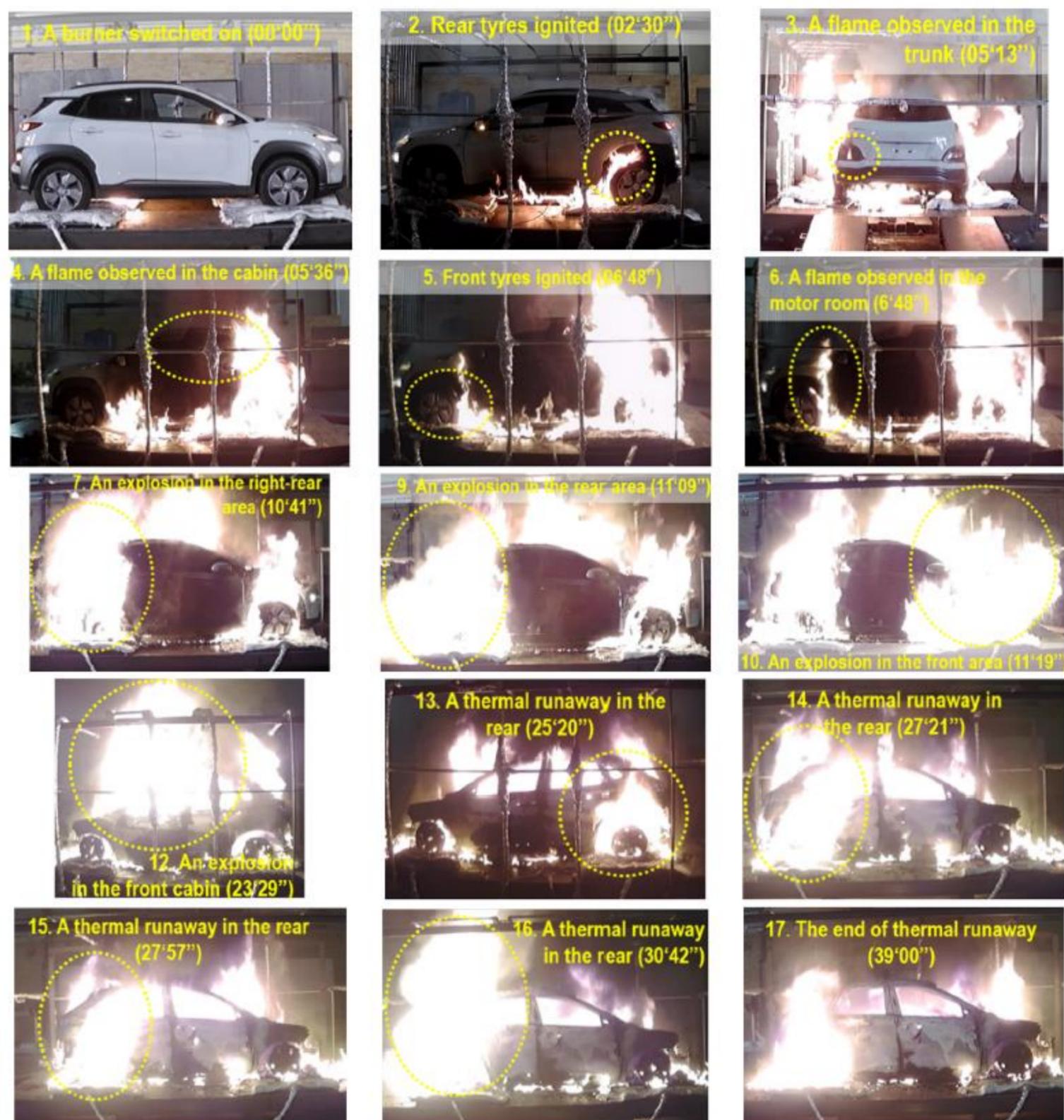
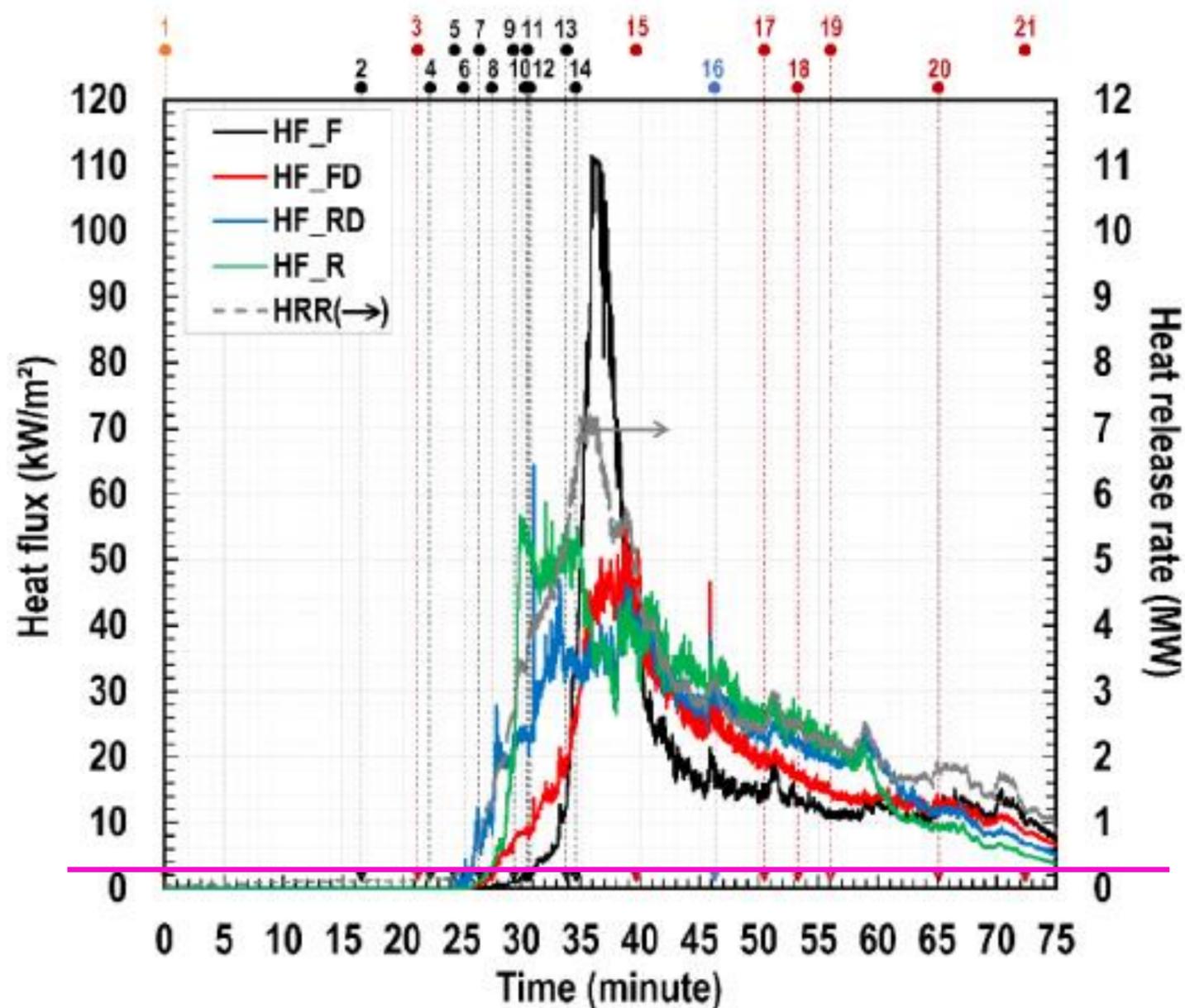


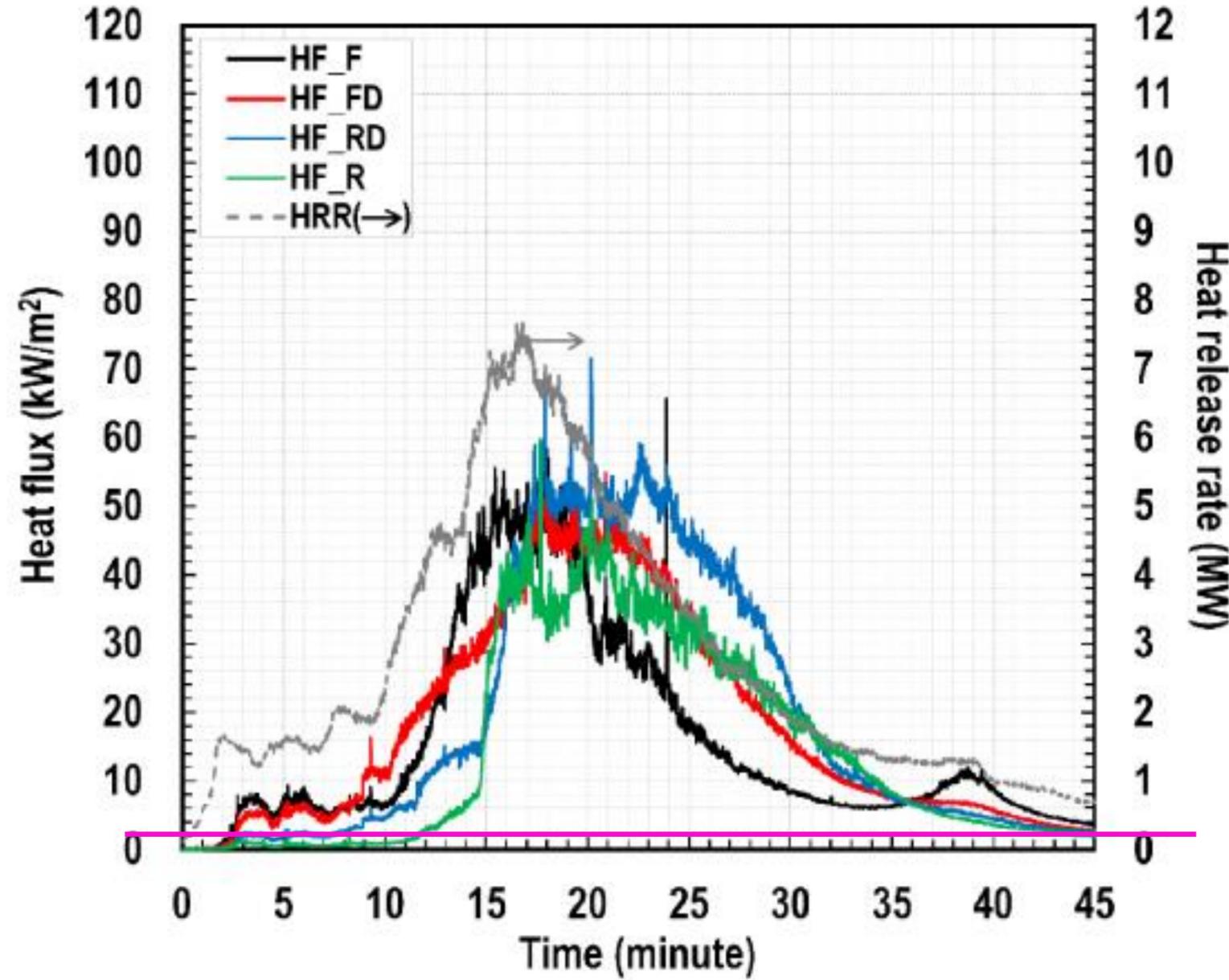
Fig. A1. Photos of the specimen status at the critical events in Test 3.



Fig. A2. Photos of the specimen status at the critical events in Test 4.



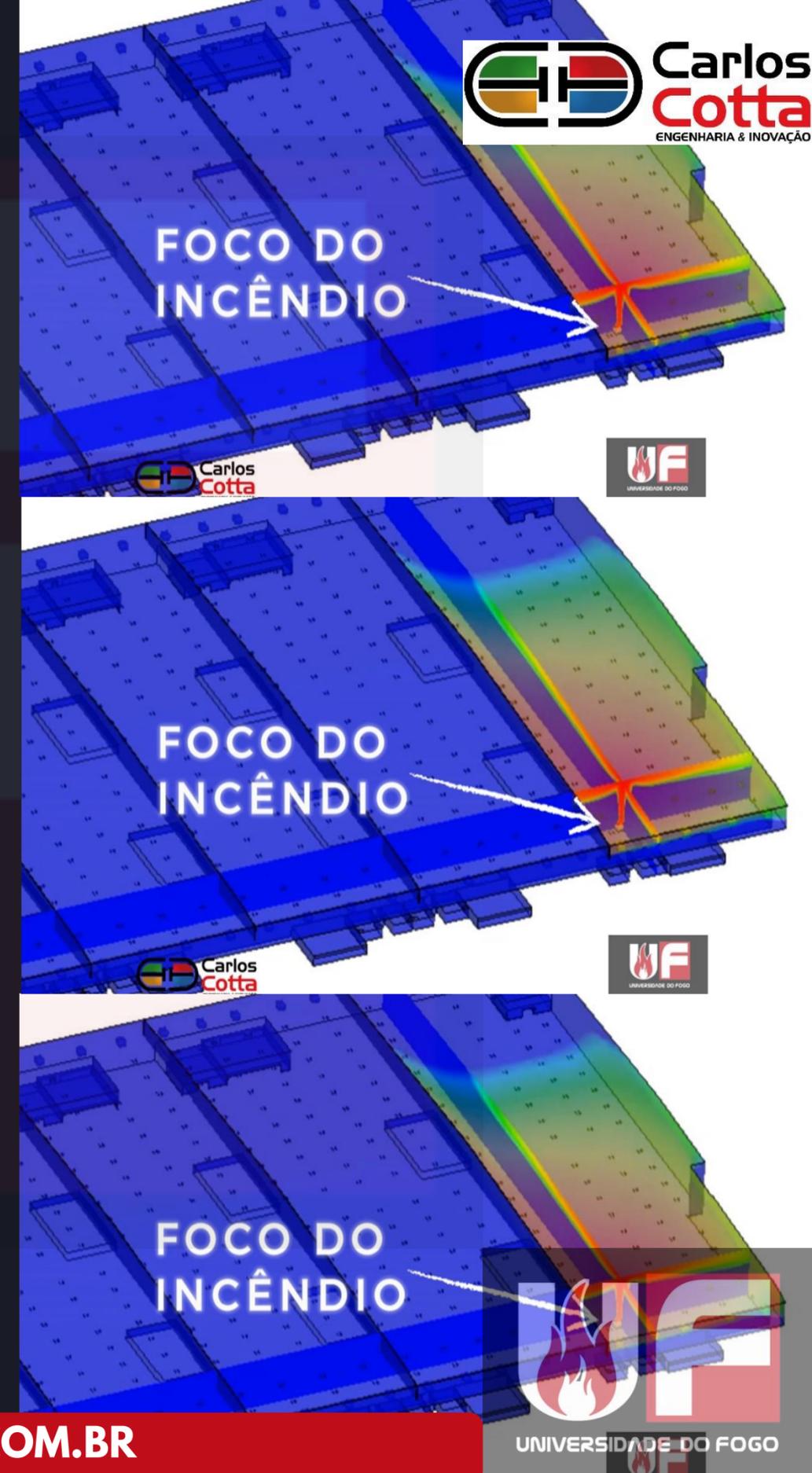
(a) BEV\_3 in Test 4

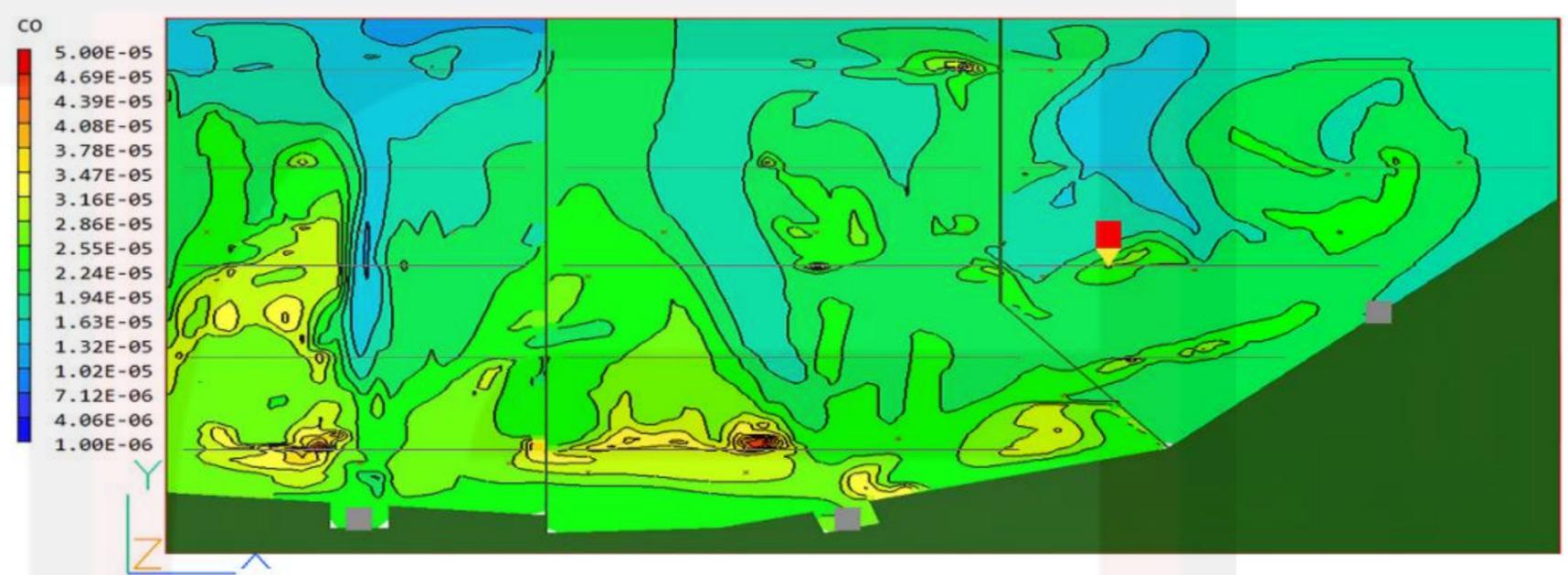
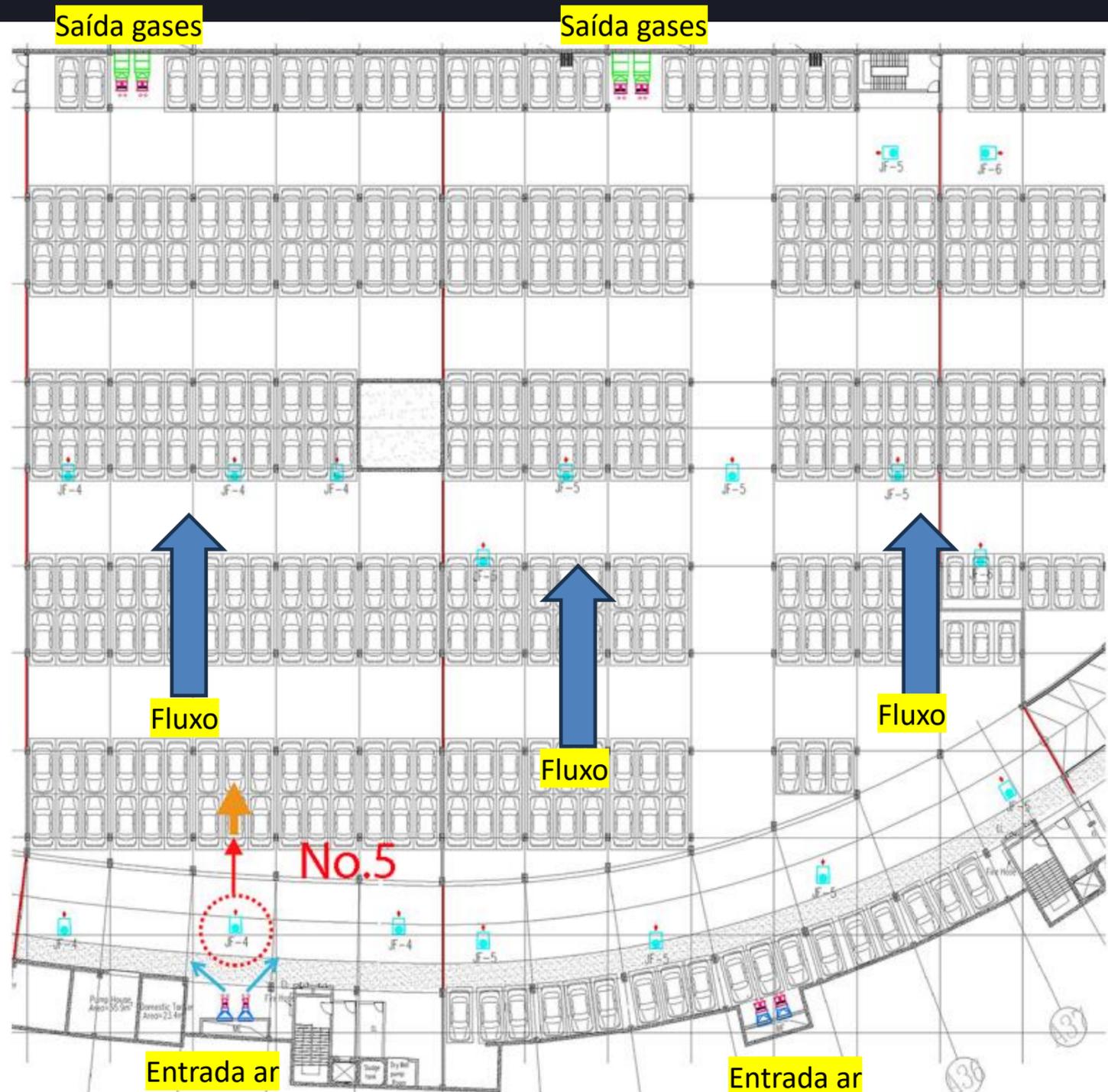


(b) ICEV in Test 5

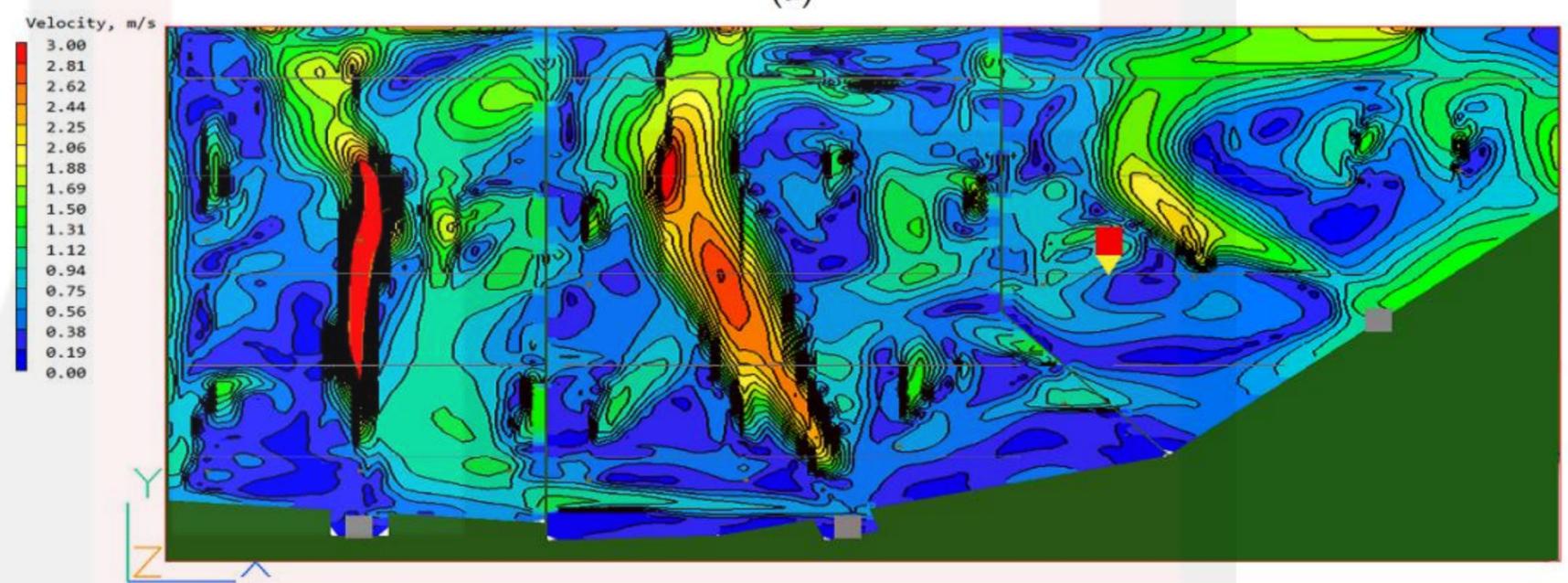
**HEAT FLUX GAUGE – kW/m<sup>2</sup>**

- **O USO DO CFD**



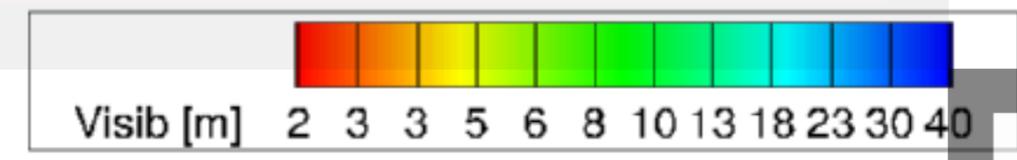
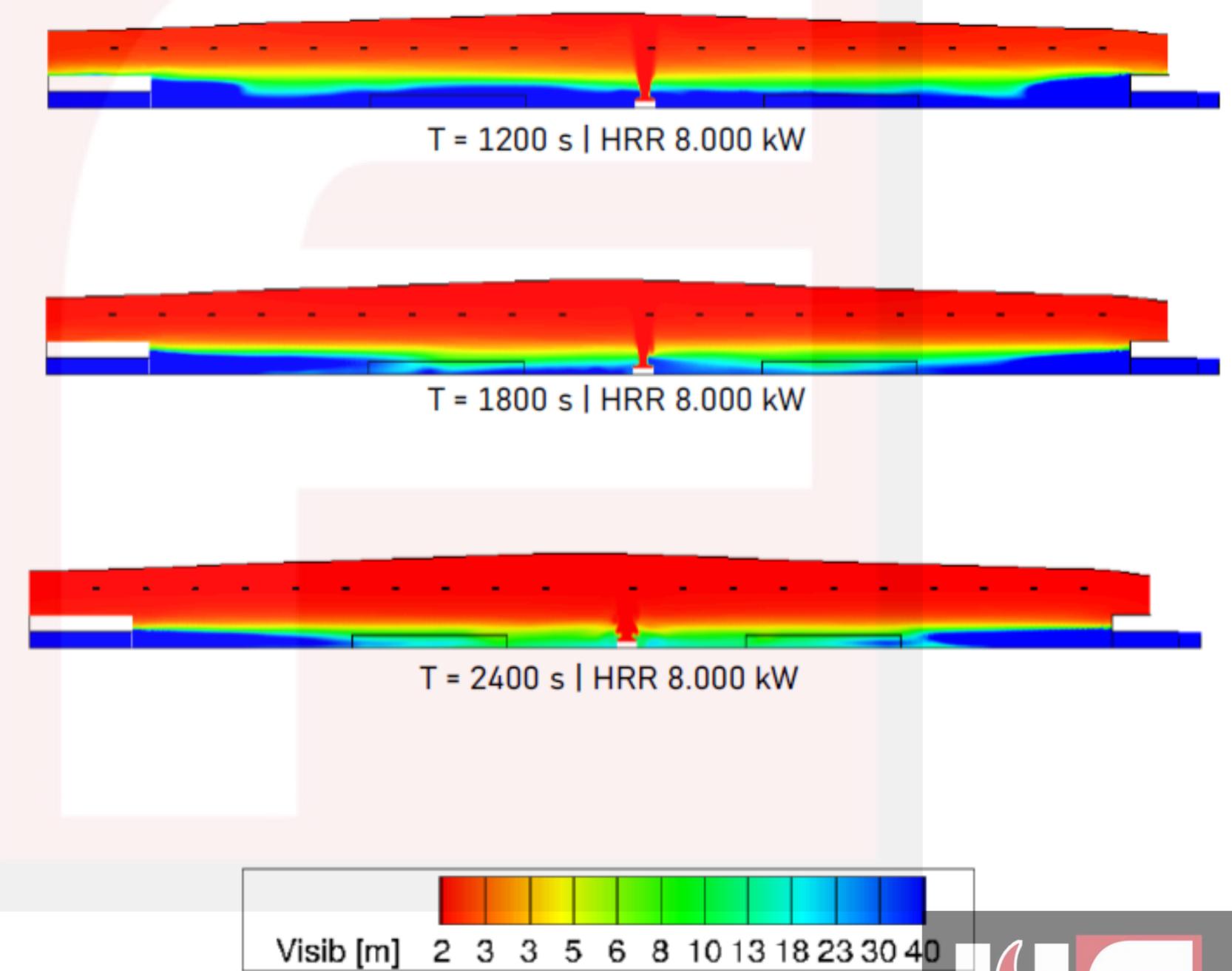
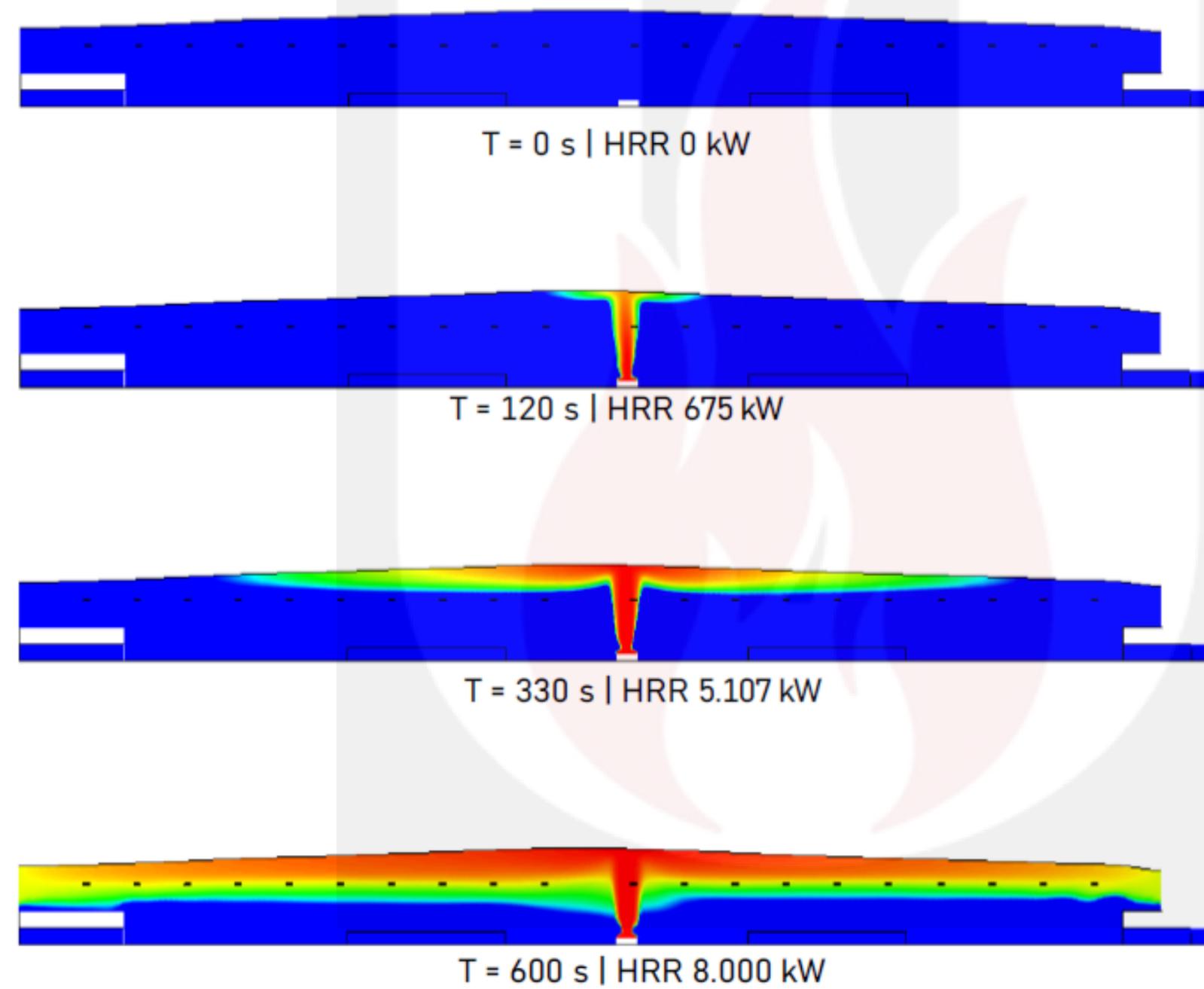


(a)



(b)

# Evolução da Visibilidade [m] durante a simulação do incêndio



- **Propostas**



## **PROBLEMAS: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES**

1-falta de acompanhamento de estudos reais, internacionais, para incêndios em veículos a combustão e veículos elétricos;

**2-falta de sistemas de drenagem para controlar os resíduos e os derramamento dos tanques de combustível (veículos a combustão interna e híbridos);**

3-falta de testes reais completos, definição clara e classificação de risco adequada para EV e LEV de íon de lítio, bem como seus problemas com Stranded Energy (Energia Estagnada);

**4-em prédios com múltiplos pavimentos, a propagação deste tipo de incêndio é facilitada por aberturas, shafts, elevadores, escadas, notadamente por conta total falta de interesse em cumprir os requisitos basilares da compartimentação horizontal e vertical, principalmente dos elevadores e escadas (sem pressurização) ou rotas de fuga (sem controle da movimentação da fumaça e calor), dificultando ações de combate;**

## **PROBLEMAS: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES**

**5-pobres critérios de ventilação natural ou mecânico para ambientes de estacionamento no Brasil;**

**6-sistema atual totalmente lastreado em ART/RRT e não em: especialistas, ANÁLISE DE RISCOS, CFD, terceirização de comissionamentos e CERTIFICAÇÃO (pessoas, processos e produtos);**

7-estacionamentos com dimensões, a partir do acesso principal, muito superiores aos critérios internacionais (limites de 60m. ou 70m.): “-Como esperar que exista possibilidade de combate nos 3º, 4º, 5º subsolos sem acesso seguro ??? “

**8-aumento da PROXIMIDADE e DENSIDADE de veículos estacionados;**

**9-aumento das dimensões e peso dos veículos (SUV e similares);**

## PROBLEMAS: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES

10-substituição dos materiais e componentes metálicos pelo aumento do uso de materiais altamente inflamáveis (plásticos, espumas, tecidos, couros sintéticos e “não agressores ao meio ambiente”, aumento de componentes eletrônicos e fiações quilométricas de controle, com a consequente criação de mais fontes de ignições etc);

**Obs.: o plástico respondia com cerca de 200Kg. em 2014, passando para 350Kg. em 2020.**

Anexo A			
Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação (cont.)			
Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q <sub>fi</sub> ) em MJ/m <sup>2</sup>
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	G-1/G-2	200
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	G-4	300
	Postos de abastecimentos (tanque enterrado)	G-3	300
	Hangares	G-5	200

Na Suécia o critério de potencial carga incêndio para estacionamentos é de 800MJ/m<sup>2</sup>. Estudo internacionais apontam para valores médios em torno de 400MJ/m<sup>2</sup>.

## PROBLEMAS: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES

11-as alterações nos percentuais das misturas dos combustíveis no Brasil, aumentando as chances de desgastes e falhas, mesmo em carros seminovos (diesel e gasolina);

**12-nenhum estudo nacional ou estatística (país importa veículos de várias partes do mundo);**

13-falta de utilização de detecção de incêndio, compartimentação, sistema de sprinklers e sistema de controle da movimentação da fumaça e calor através de “JET FANS” com o uso de **CFD**, para que a fumaça garanta acesso para equipes de combate, além, por óbvio, facilitar o “**TENABILITY**” das rotas de fuga;

Obs.: A fuga térmica pode gerar jatos (2,0m. a 3,0m. de comprimento), com altas temperaturas, liberando gases do invólucro das baterias, tais como: hidrogênio (inflamável), CO (tóxico, asfixiante e inflamável) e ácido fluorídrico (altamente tóxico e corrosivo);

## PROBLEMAS: LEGISLAÇÕES, NORMAS E EDIFICAÇÕES

14-estacionamento de veículos **X** estacionamento e recarga de veículos = **ALTERAÇÃO DE RISCO**

15-NECESSIDADE de melhorar a informação para uso da “lona” para controlar incêndios em veículos elétricos;

16-necessidade de nova avaliação da resistência estrutural das edificações atuais;

17-erros no posicionamento de pontos de recarga em subsolos e edificações (**distribuir o risco sem controle ou concentrar o risco com controle ???**)

# PROPOSTAS

**01-CRIAR** informativos técnicos e manual de boas práticas, com informações relevantes relacionadas com procedimentos seguros, tais como:

- NÃO** estacionar e-bikes e e-scooters junto de veículos elétricos ou não;
- NÃO** recarregar veículos (LEV – light electric vehicle) dentro dos apartamentos;
- EXIGIR** análise de riscos realizado por especialistas, principalmente para definir a estratégia de posicionamento de veículos nos diversos pavimentos, além das propostas de proteção ativa e passiva;
- Adoção de boas práticas com rotinas de manutenção periódica nas estações de recarga e adequados check-list;
- Criação de procedimentos para desligamento dos sistemas de recarga em emergências;

**02-CRIAÇÃO** de cursos de capacitação para engenheiros, arquitetos, gestores e síndicos;

**03-COMPARTIMENTENÇÃO** entre os pontos de recarga LEV e pontos de recarga de EV;

**04-COMPARTIMENTAÇÃO** entre pontos de recarga de EV/LEV e demais veículos ICEV;

# PROPOSTAS

**05-CONSULTAR** seguradoras para orientação adequada a todos os envolvidos em projetos, construção, instalação, comissionamento, manutenção e gestão das instalações de pontos de recarga de veículos elétricos ou não, em subsolos (**NÃO PODEMOS REPASSAR O RISCO PARA O CONSUMIDOR FINAL**);

**06-PROTEGER** adequadamente contra impactos e danos os pontos de recarga;

**07-CENTRALIZAR** os pontos de recarga em área protegida, identificada, longe das rotas de fuga e perto do acesso às equipes de emergência externas (com as proteções adequadas com base na análise de riscos, elevadores compartimentados e escadas pressurizadas);

**08-IDENTIFICAÇÃO** adequada para os veículos elétricos e locais segregados para estacionar;

**09-ALTERAÇÃO** dos treinamentos de brigadistas e criação de procedimentos de gestão de emergências (incêndio, alagamentos e demais desastres correlatos próprios);

# PROPOSTAS

**10-GARANTIA** em projetos executivos da identificação, fácil acesso, isolamento e desligamento elétrico automático e/ou manual, remoto e em local seguro, do sistema de alimentação de todos os pontos de recarga no(s) pavimento(s) (identificação, treinamento);

**11-MONITORAR** com CFTV todas as estações de recarga;

**12-EXIGIR** protocolo para remoção, deslocamento, controle e descarte do EV incendiado (seguradora vai assumir tais procedimentos na emergência ??);

**13-CRIAÇÃO** de procedimentos padronizados para acionamento das Agências de Meio Ambiente (SABESP etc);

**14-CONTROLE** estatístico específico para estudos e avaliações da evolução dos incêndios conforme a frota de ICEV e EV envelhece;

# PROPOSTAS

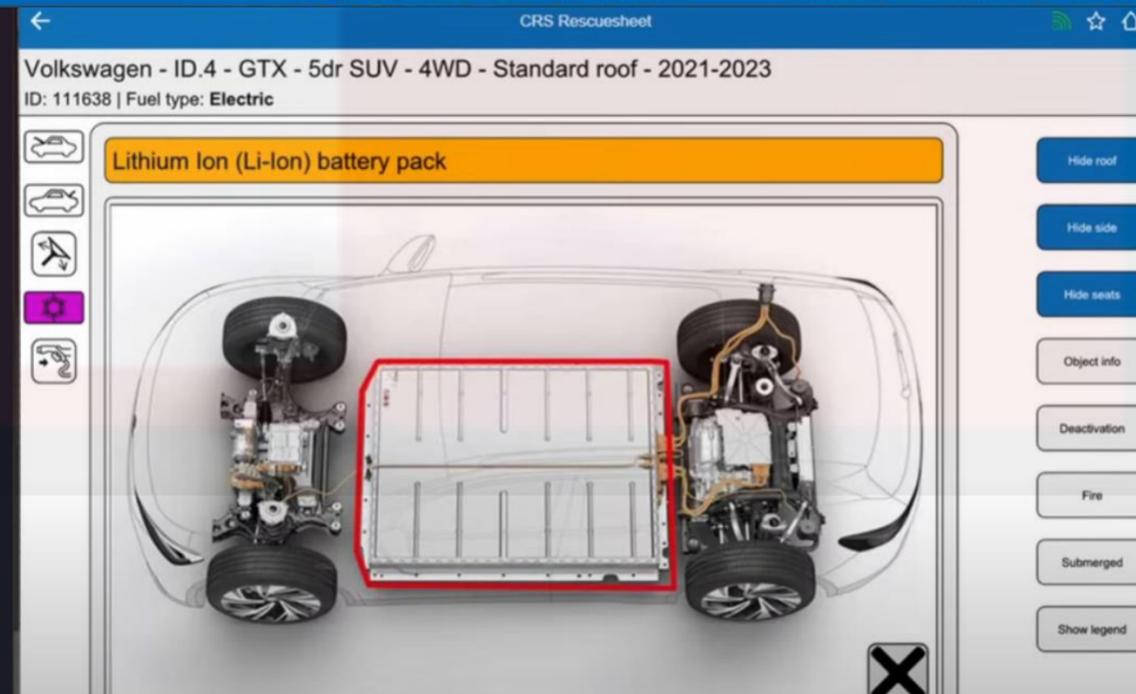
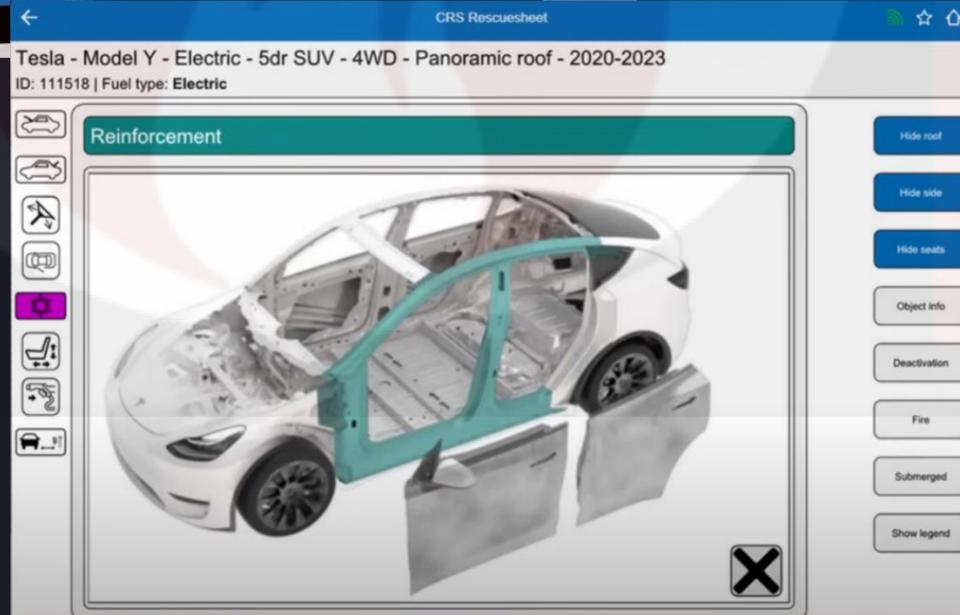
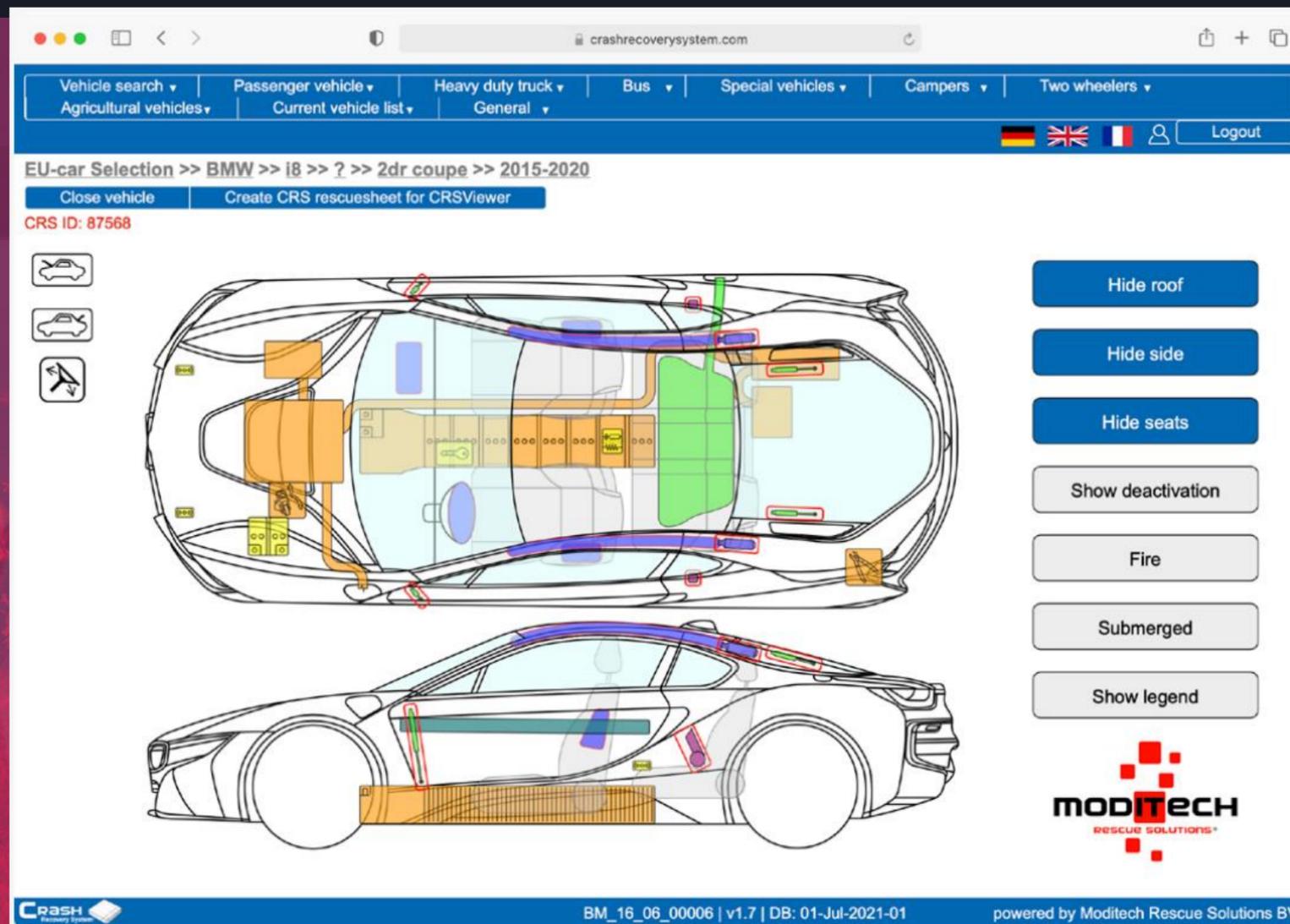
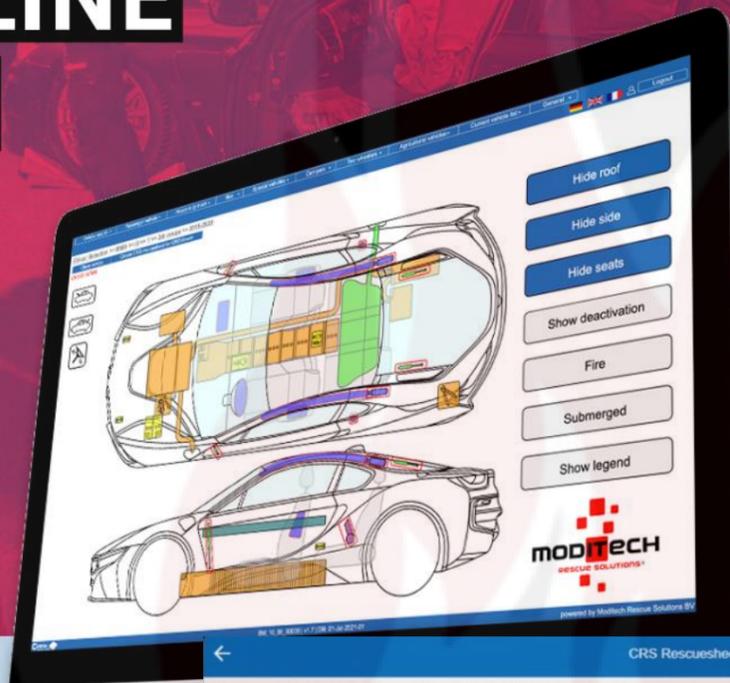
**15-CRIAÇÃO** de grupo de estudo permanente, com especialistas, com apoio financeiro das montadoras nacionais e que comercializam veículos no Brasil (Ex: UL's Fire Safety Research Institute - FSRI), para propor melhorias sem perder o foco do que ocorre em todo o restante do mundo;

**16-ALTERAR** o TRRF das edificações garagem em subsolos e sobressolos para, no mínimo, 120 minutos;

**17-EXIGIR** estudos em CFD (Computational Fluid Dynamics), para garantir a ventilação, o controle do incêndio (medidas passivas e ativas), bem como o controle da movimentação da fumaça, em pavimentos subsolos (com mais 500m<sup>2</sup> por pavimento), que não atenda aos critérios de ventilação natural estabelecidos internacionalmente (NFPA, BS etc – mudar a forma de avaliar a ventilação natural em subsolos);

**18-EXIGIR** planta de riscos com o posicionamento dos EV/LEV etc, com os tipos e marcas desses veículos, além de fichas técnicas para procedimentos de desligamento de energia dos veículos.

# USER MANUAL CRS ONLINE EDITION





Aproveite a revolução  
de nosso CFD



Conheça nosso Banco  
de Especialistas



Participe de nossos  
cursos, lives e vídeos  
no Youtube



Aumente seus lucros  
com nossas análises

● Carlos Cotta

Contato: 55 11 9 9903-7936

E-mail: [cotta@cottaeng.com.br](mailto:cotta@cottaeng.com.br)

[cotta@universidadedofogo.com.br](mailto:cotta@universidadedofogo.com.br)

