

Guia de intervenção em veículos elétricos e híbridos elétricos



David Domingues Companhia de Bombeiros Sapadores de Setúbal 2022



Ficha Técnica

Título: GUIA DE INTERVENÇÃO EM VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS ELÉTRICOS

Versão: 1.ª – 14 de fevereiro de 2022

Elaboração: Eng.º David Domingues

(Adjunto Técnico do Comandante da CBSS)

Revisão Geral: TCOR ENG Paulo Lamego

(Comandante da CBSS)

CONTRACTOR

COMPANHIA DE BOMBEIROS SAPADORES DE SETÚBAL

PREFÁCIO

Este pequeno guia e a ficha de apoio que o complementa são fruto da vontade de garantir uma prestação de socorro mais eficaz, eficiente e em segurança num ambiente onde os procedimentos são escassos e dispersos.

Num mundo onde o bom é inimigo do ótimo, mas sabendo exatamente o que se quer, quando o mesmo não se encontra disponível, o único caminho a seguir é ter a coragem de pensar, investigar e sermos nós a fazê-lo.

Foi isso que fez o Engenheiro Eletrotécnico David Domingues, adjunto técnico da CBSS, que num trabalho exaustivo de investigação, se atreveu a abraçar este desafio sem o receio da crítica fácil dos perfeccionistas do rigor, mas irrealistas na sua execução.

Pretende-se que este guia seja um ponto de partida e nunca o resultado final nos procedimentos de intervenção em veículos elétricos e híbridos, sabendo que a evolução neste domínio é constante e a experiência de intervenções em operações de socorro ainda é escassa.

Exorto todos aqueles, que possuam a dinâmica e a coragem necessária, de continuar o caminho evidenciado neste guia, numa continua melhoria da qualidade do socorro, dando corpo aos valores da CBSS.

Bem-haja pelo atrevimento.

Paulo Jorge Correia Lamego TCOR ENG "CMD" Comandante da CBSS



ÍNDICE

1.	Int	rodução	4
2.	Tip	oologias de veículos quanto ao tipo de motorização	5
	2.1.	Veículos híbridos elétricos	5
	2.2.	Veículos 100% elétricos	7
3.	Bat	terias dos veículos elétricos e híbridos elétricos	8
4.	Cir	cuitos elétricos dos veículos elétricos e híbridos elétricos	10
5.	Ris	co associados aos veículos elétricos e híbridos elétricos	12
	5.1.	Riscos elétricos	12
	5.2.	Riscos térmicos	12
	5.3.	Riscos mecânicos	12
	5.4.	Riscos tóxicos	13
6.	Pro	ocedimentos de intervenção	14
	6.1.	Acidentes envolvendo veículos elétricos e híbridos elétricos	14
	6.1.1	. Identificação do veículo	14
	6.1.2	. Imobilização e desativação do veículo	16
	6.1.2	.1. Imobilização do veículo	17
	6.1.2	.2. Desativação do veículo	19
	6.1.3	. Desativação do circuito de alta tensão	20
	6.1.4	. Desconexão da bateria de 12 Volt	22
	6.1.5	. Extração da vítima	23
	6.1.6	. Vigiar o comportamento das baterias de alta tensão	23
	6.2.	Incêndios em veículos elétricos e híbridos elétricos	23
	6.2.1	. Preparação do dispositivo para intervenção	25
	6.2.2	. Definição da tática	25
	6.2.3	. Combate ao incêndio	26
	6.2.4	. Rescaldo e vigilância	28
	6.3.	Submersão de veículos elétricos e híbridos elétricos	29
7.	Со	nsiderações finais	31
ВΙ	BLIOG	GRAFIA	32

1. Introdução

Em 1997 surge o primeiro veículo hibrido elétrico no mercado japonês, estendendo-se a sua comercialização para o resto de mundo em 2001. Quanto aos veículos elétricos, os mesmos começam as ser comercializados em 2008 (Tesla) e em 2010 (Nissan Leaf). Inicia-se assim uma nova era no que diz respeito à fonte de energia dos veículos.

Inicialmente, a fraca autonomia destes de veículos associado ao custo elevado de aquisição e à quase inexistência de pontos de carregamento tornou a sua penetração no mercado muito residual. Com o acelerar da evolução tecnológica que se traduz num elevado aumento da autonomia, com os sucessivos aumentos dos custo com os combustíveis fósseis e com uma rede de abastecimento de veículos elétricos cada vez mais ampla, associado ainda às preocupações ambientais e benefícios fiscais na aquisição destes veículos, tem-se verificado nestes últimos um aumento exponencial na sua aquisição por parte dos consumidores, tornando-se assim cada vez mais uma parte importante do parque automóvel em Portugal.

Com a introdução destes novos tipos de veículos torna-se necessário adaptar procedimentos operacionais às múltiplas intervenções nestes veículos (acidentes, incêndios e imersão), tendo em consideração que de modo geral as intervenções não sofrem grandes alterações, sendo ainda assim essencial adequá-los às especificidades introduzidas por estas novas tecnologias. O presente guia de intervenção pretende abordar essas especificidades de modo a introduzi-las nos procedimentos operacionais, aumentando a qualidade do socorro com maior grau de segurança.



2. <u>Tipologias de veículos quanto ao tipo de motorização</u>

No parque automóvel português existem essencialmente três tipos de motorização dos veículos:

- Veículos de combustão interna ou térmicos (gasóleo, gasolina ou GPL);
- Veículos híbridos elétricos HEV;
- Veículos elétricos.

Os veículos de combustão interna estão amplamente estudados e com protocolos de atuação para bombeiros devidamente definidos, não se aprofundando os mesmos.

2.1. Veículos híbridos elétricos

Designa-se por veículo híbrido aquele que possui duas ou mais fontes de energia. No parque automóvel existente em Portugal, os veículos híbridos possuem duas fontes de energia, tendo para tal um motor a combustão interna (gasóleo ou gasolina) e um motor elétrico, designando-se como tal veículos híbridos elétricos – HEV.

Os HEV podem ser classificados de acordo com a sua arquitetura (ver figura 1), de acordo com o tipo de tração (ver figura 2) e de acordo com o seu funcionamento (ver figura 3).

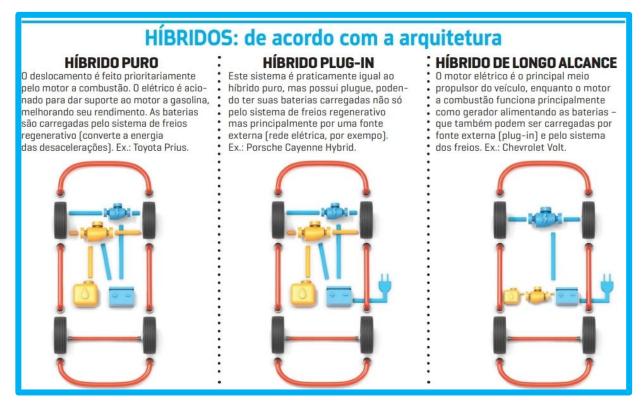


Figura 1 – Classificação dos HEV de acordo com a arquitetura (Fonte: Jonatan Sarmento/Quatro Rodas)



HÍBRIDOS: de acordo com o tipo de tração HÍBRIDO SÉRIE HÍBRIDO PARALELO **HIBRIDO MISTO** Quando apenas o motor elétrico traciona Se os dois motores tracionam, trata-se Neste, os motores estão conectados ao o carro é considerado um híbrido série. de um veículo híbrido paralelo (ex.: BMW mesmo eixo de tração, mas a participação de cada um é controlada por uma central O motor a combustão funciona somente i81. Geralmente um deles fica responsável para alimentar as baterias (que em alguns pelo eixo dianteiro enquanto outro cuida do eletrônica que avalia o melhor momento traseiro. Mas os dois podem estar ligados para acioná-los, sempre buscando a mecasos também podem ser carregadas em fonte externa). Ex.: Fisker Karma. ao mesmo eixo, dianteiro ou traseiro. Ihor eficiência. Ex.: Ford Fusion Hybrid.

Figura 2 – Classificação dos HEV de acordo com o tipo de tração (Fonte: Jonatan Sarmento/Quatro Rodas)

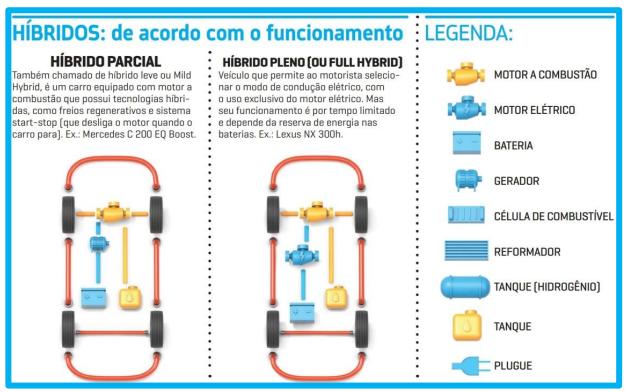


Figura 3 – Classificação dos HEV de acordo com o seu funcionamento (Fonte: Jonatan Sarmento/Quatro Rodas)

<u>Nota:</u> As figuras 1, 2 e 3 foram retiradas de uma revista automóvel brasileira, sendo que a terminologia freios refere-se a travões.



2.2. <u>Veículos 100% elétricos</u>

Designa-se por 100% veículo elétrico ou veículo elétrico a bateria – BEV (Battery Electric Vehicle) ou elétrico puro, aquele cujo motor elétrico é exclusivamente alimentado por energia elétrica através de baterias, as quais são carregadas através de uma ligação à rede elétrica /ver figura 4).

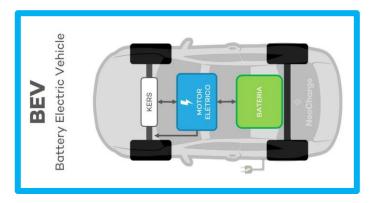


Figura 4 – BEV



3. Baterias dos veículos elétricos e híbridos elétricos

Atualmente, como nos motores de automóveis convencionais, existem diferentes tipos de baterias para veículos elétricos e híbridos elétricos, que apresentam características diferentes e variam de acordo com o seu nível de autonomia, durabilidade ou desempenho. Estas são os mais comuns:

- <u>Bateria de chumbo-ácida:</u> São as mais utilizadas, de menor custo e mais antigas. São usadas principalmente em veículos elétricos pequenos e as suas desvantagens incluem o elevado peso, toxicidade por chumbo e recarga lenta.
- <u>Bateria de Níquel-Cádmio:</u> são amplamente utilizadas no setor automóvel, têm elevado custo e destacam-se pelo excelente desempenho a baixas temperaturas. No entanto, a sua capacidade de recarga é reduzida cada vez que é recarregada, o que afeta a sua vida útil.
- <u>Bateria de hidreto de metal níquel:</u> são mais ecológicas do que as de níquel-cádmio, e possuem maior capacidade e maior número de ciclos de vida. Contra si, precisam de recarregar mais lentamente, a sua manutenção e deterioração constantes contra altas temperaturas, altas correntes de descarga ou sobrecargas.
- Bateria de íon de lítio: são os mais recentes em termos de criação. Graças ao lítio, permitem altas energias específicas, alta eficiência, maior número de ciclos de vida, ausência de manutenção e facilidade de reciclagem. Hoje, estes tipos de baterias são, talvez, a melhor opção para montar em veículos elétricos, além do fato de que, tecnologicamente, têm ainda uma grande margem para melhoria. São menores em tamanho e com o dobro da densidade de energia das baterias de níquel-cádmio, mas também têm pontos fracos, como o alto custo de produção, que, é claro, diminui com o tempo. Além disso, são frágeis, podem explodir devido ao superaquecimento e devem ser armazenadas com muito cuidado, tanto porque precisam de um ambiente frio tanto porque precisam ser parcialmente carregadas.
- Bateria de iões de lítio com cátodo LiFePO4: são um tipo de bateria de ion-lítio que não utiliza cobalto e o seu custo é mais alto, embora tenham um ciclo de vida mais longo, mais energia, maior estabilidade e segurança de uso. Infelizmente, têm uma densidade de energia mais baixa.
- <u>Bateria de polímero de lítio:</u> atualmente, não são amplamente utilizadas, principalmente devido ao seu alto custo e reduzido ciclo de vida. No entanto, este tipo de bateria de íon-lítio possui uma densidade de energia mais elevada, mais potência e não apresenta efeito de memória (não se desgasta quando recarrega).

É importante ressalvar que todas as baterias apresentam níveis e tipos de riscos associados diferentes, emitindo todas elas gases e vapores tóxicos, sendo como tal condição necessária a utilização de ARICA's aquando de fugas nas baterias ou na intervenção num incêndio. Seguidamente apresenta-se os perigos associados às substâncias existentes nos diferentes tipos de bateria:

- <u>Baterias de chumbo:</u> são baterias tóxicas e perigosas para o ambiente, nocivas por inalação e ingestão, CMR (carcinogénico, mutagénico e reprotóxico) e podem provocar envenenamento por chumbo;
- <u>Baterias de níquel:</u> CMR e perigosas por inalação;



- Baterias de lítio: gás inflamável em contacto com a água, queimaduras (corrosivo);
- Baterias de Sódio: queimaduras corrosivas e graves;
- Baterias de cádmio: CMR, veneno mortal, perigoso para o ambiente
- <u>Cianeto de hidrogénio HCN (ácido cianídrico):</u> fatal por inalação, inflamável, perigoso para
- o ambiente
- <u>Fluoreto de hidrogénio HF (ácido fluorídrico):</u> fatal por inalação e contacto com a pele e ingestão, queimaduras.

Na existência de fugas deverá, para além de se usar ARICA's, garantir a ventilação adequada do local e para manusear as mesmas recorrer a luvas de proteção química adequadas.



4. Circuitos elétricos dos veículos elétricos e híbridos elétricos

Os veículos elétricos e híbridos elétricos possuem duas tipologias distintas de circuitos elétricos:

- 1. Circuito de potência/tração;
- 2. Circuito de serviço.

O circuito de potência/tração é aquele que fornece energia para a tração do veículo. É um circuito caracterizado pela passagem de correntes elevadas com tensões elevadas, denominado assim como circuito de alta tensão (tensões superiores a 60 V em corrente continua ou 30 V em corrente alternada). Esses circuitos são facilmente identificáveis por serem cor laranja (ver figuras 5 e 6).





Figura 5 – circuito de tração

Figura 6 – circuito de tração

Os valores de tensão destes circuitos poder variar de 60 V e os 800 V.

O circuito de serviço é aquele que alimenta os órgãos de serviço de veículo, nomeadamente ventilação, limpa para brisas, iluminação, airbags, etc. Estes circuitos são denominados de baixa tensão, sendo os mesmos alimentados por baterias de 12 V ou 24 V e idênticos aos encontrados nos veículos tradicionais de combustão interna.

Na figura 7 apresenta-se a ficha de desencarceramento o Citroen C-ZERO, na qual é identificada a bateria do circuito de (12V) e a bateria do circuito de potência/tração.



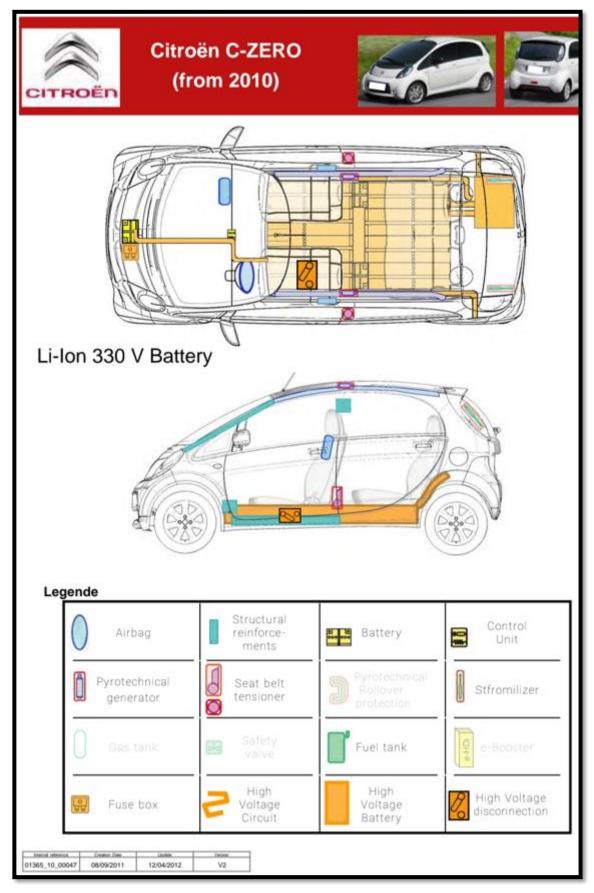


Figura 7 – ficha de desencarceramento do Citroen C-ZERO – fonte APP Euro Rescue



5. Risco associados aos veículos elétricos e híbridos elétricos

Os riscos associados aos veículos elétricos e híbridos elétricos são os decorrentes das suas baterias para além, nos veículos híbridos elétricos, dos riscos decorrentes dos combustíveis utilizados.

Os principais riscos são assim:

- Riscos elétricos;
- Riscos térmicos;
- Riscos mecânicos;
- Riscos tóxicos.

5.1. Riscos elétricos



- Contacto direto e indireto com as baterias
- Contacto direto com os cabos de alta tensão
- Arco voltaico
- Curto circuito

- Eletrização
- Eletrocussão
- Queimaduras

5.2. Riscos térmicos



Incêndio

- Queimaduras
- Inalação de fumos tóxicos

5.3. Riscos mecânicos



- Movimentação inadvertida do veículo
- Projeção de elementos mecânicos líquidos ou sólidos
- Em caso de incêndio, possível projeção de partículas de metais que reagem com o oxigénio ou a água
- Esmagamento
- Entalamento
- Lesões provocadas por projeções de partículas

5.4. Riscos tóxicos



- Libertação de gases e vapores de combustão
- Libertação de gases e vapores de eletrólitos das baterias
- Projeção de eletrólitos das baterias
- Inalação de fumos e vapores tóxicos
- Irritações
- Queimaduras



6. Procedimentos de intervenção

No presente capítulo apresenta-se os procedimentos de atuação adaptados aos veículos elétricos e veículos híbridos elétricos em acidentes e incêndios. Estes procedimentos devem servir de diretrizes nas atuações sem, no entanto, limitar o âmbito de atuação do Comandante Operacional de Socorro (COS) que tem conhecimento e experiência adquirida que lhe permitirá adequar estes procedimentos à realidade da intervenção, nomeadamente considerando a envolvente e os meios disponíveis.

6.1. Acidentes envolvendo veículos elétricos e híbridos elétricos

6.1.1. Identificação do veículo

O primeiro passo a realizar ao chegar ao local de um acidente, além do procedimento convencional de segurança e avaliação 360° ao redor do veículo, passa pela identificação do veículo de modo a confirmar se o veículo é elétrico, híbrido ou de combustão simples. Essa identificação é realizada procurando na carroçaria do veículo (laterais ou traseira) um logotipo, etiqueta, placa ou desenho que indique que se trata de um veículo especial.

Ter em especial atenção que à primeira vista todos os veículos são iguais. Em caso de dúvida e até ter certezas deve-se considerar que todo veículo danificado pode ser elétrico ou híbrido até prova em contrário.

Um veículo elétrico pode ser identificado das seguintes formas:

Ausência do tubo de escape (ver figura 8 e 9);



Figura 8 – ID3 VW



Figura 9 – Modelo S Tesla

Se não possuir grelha de ventilação para radiador (ver figura 10 e 11);







Figura 11 - Renault ZOE

 Logotipos na carroçaria do veículo indicando que se está na presença de um veículo elétrico (ver figura 12).



Figura 12 – logotipos identificando veículos elétricos

Um veículo híbrido pode ser identificado através de logotipos indicando que se está na presença de veículo híbrido (ver figura 13).



Figura 13 – logotipos identificando veículos híbridos elétricos

Também se podem identificar os veículos elétricos e híbridos elétricos verificando a existência de cabos elétricos cor de laranja, os quais representam os circuitos de alta tensão (ver figura 14) e/ou através de identificação de tomada de carregamento elétrico (figura 15).





Figura 14 – Cabos laranja identificando que se está na presença de um veículo elétrico ou híbrido





Figura 15 – Tomada de carregamento de veiculo elétrico ou híbrido

Após a conveniente identificação do veículo (marca e modelo), descarregar na APP Euro Rescue (ou outra) a ficha de desencarceramento do veículo em questão. Este ponto é fundamental pois esta ficha será um precioso auxiliar para o desenvolver da operação.

De notar que se faz aqui referência à APP Euro Rescue, sabendo que existem outras aplicações. No entanto é preferível ter mais do que uma APP instalada no telemóvel ou tablet de serviço, uma vez que umas APP poderão estar mais completas do que outras. Como exemplo, à data, na APP Rescuecode identificaramse algumas lacunas no que diz respeito, por exemplo, ao BMW 1 – Serie Active E, em que não está identificado onde pode ser desativado o circuito alta tensão enquanto na APP Euro Rescue essa informação está devidamente disponibilizada.

6.1.2. Imobilização e desativação do veículo

É importante destacar que os veículos elétricos e híbridos elétricos (estes quando estão em modo elétrico) são extremamente silenciosos, podendo transmitir a sensação de estarem desligados. Esta situação é particularmente perigosa aquando de uma operação de resgate de uma vítima que esteja ao volante



porque se o veículo não estiver desligado a vítima pode, inadvertidamente, pisar o pedal do acelerador e provocar assim um acidente indesejável, de proporções inesperadas. Para além de não ser percetível se um veículo deste tipo está ou não ligado, a sua reação é muito mais sensível e imediata do que num veículo a combustão derivado ao elevado binário da motorização elétrica, aumentando assim a perigosidade e suas consequências.

Embora o motor elétrico se desligue automaticamente num acidente em que ocorra um impacto forte suficiente, sempre que os sistemas de segurança estejam em pleno funcionamento, os operacionais não estão em condições de avaliar esta situação, face à ausência de ruído do motor elétrico, devendo assim partir do princípio que o veículo não está desativado.

Também importa ressalvar que com o evoluir da tecnologia, alguns veículos elétricos estão equipados com um sistema que liga o veículo assim que o condutor tome o seu lugar atrás do volante, e que alguns veículos elétricos e híbridos elétricos podem ser ativados sem uma chave ou mesmo o premir qualquer tipo de botão.

É assim primordial, depois de se ter identificado a tipologia do veículo em que se vai intervir, garantira a desativação e imobilização do veículo. Para tal, os bombeiros deverão aproximar-se de veículo pelas laterais, nunca pela dianteira ou traseira de modo a não serem apanhados por um movimento inesperado do veículo.

6.1.2.1. Imobilização do veículo

Nas situações em que o veiculo se encontre sobre as rodas (sem estar capotado ou na lateral), a imobilização do veículo deverá ser garantida calçando as quatro rodas com calços grandes (altos) uma vez que os motores elétricos têm um binário elevado, conseguindo facilmente transpor obstáculos causado por calços pequenos (ver figura 16).



Figura 16 – imobilização de veículo com recurso a calços grandes

Também se deve proceder à ativação do travão de mão (ver figuras 17, 18 e 19).







Figura 17 – travão de mão manual

Figura 18 – travão de mão elétrico

Figura 19 – travão de mão do Tesla S – no volante

Em caso de dúvida pode ser consultado na ficha de desencarceramento o local onde pode ser acionado o travão de mão, como se pode ver na figura 20, assim como é indicado a localização dos pontos para se garantir a estabilização do veículo. (Atenção: nem todos os fabricantes disponibilizam estas informação na ficha de desencarceramento, por exemplo a KIA).

2. Immobilisation / Stabilisation / Lifting Completely immobilize the vehicle 1. Chock the wheels and engage the parking brake. 2. Move the shift lever to the park (P) position. Stabilisation-lifting point Place cribbing such as wooden blocks at the four points under the front and rear pillars. Extra Reinforced Lifting Points Standard Jack Locations Vehicle Center of Gravity Do not place cribbing such as wooden blocks or rescue air lifting bags under the exhaust system, fuel system or

Figura 20 – Identificação do processo de imobilização e estabilização do Mazda 2 Hybrid - fonte APP Euro Rescue

high voltage power cables. Doing so may result in fuel leaks, fire, or electric shock.



Para as outras situações (veículo capotado ou na lateral), proceder à imobilização convencionada.

Ter em atenção que o elevado peso das baterias dos veículos elétricos e híbridos elétricos alteram o centro de gravidade em comparação com os veículos de combustão em que o seu peso está em grande parte na zona do motor.

6.1.2.2. <u>Desativação do veículo</u>

A desativação do veículo pode ser garantida das seguintes formas, após a estabilização do veículo:

- Procedimento de desativação com chave tradicional (ver figura 21),
 - 1. Desligar o veículo;
 - 2. Retirar a chave e afastá-la, pelo menos, 5 metros do veículo;
 - 3. O sistema está desligado.



Figura 21 – chave tradicional

Procedimento de desativação com Smart Key ou APP (ver figuras 22 e 23).



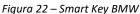




Figura 23 – APP com telemóvel

- 1. Afastar a Smart Key ou telemóvel pelo menos 5 metros;
- 2. Pressionar o botão de ignição Start/Stop (ver figura 24) durante, pelo menos, 10 segundos. Ao efetuar este passo se o veículo estiver desligado, manter-se-á desligado, se estiver ligado, será desligado ver a informação no painel de instrumentos do veículo.







Figura 24 – Botão Start/Stop

- 3. O sistema está desligado.
- Procedimento de desativação com recurso ao Emergency Plug (ver figura 25): colocar o dispositivo Emergency Plug no ponto de carregamento elétrico do veículo, o qual irá simular o carregamento das baterias, garantindo a imobilização do veículo.



Figura 25 – Dispositivo Emergency Plug colocado numa operação de socorro

6.1.3. <u>Desativação do circuito de alta tensão</u>

Para garantir uma intervenção segura, deve-se proceder à desativação do circuito de alta tensão, devendo para tal consultar-se a ficha de desencarceramento do veículo em que se está a intervir, a qual indica o/os local/ais onde pode ser efetuado o corte do circuito de alta tensão em segurança.

A consulta da ficha de desencarceramento é fundamental, visto que cada marca e cada modelo terem locais próprios para a realização desta operação, havendo algumas marcas, nomeadamente os modelos Tesla, cuja desativação é efetuada exclusivamente realizando um corte duplo num cabo elétrico devidamente identificado, enquanto a maioria dos fabricantes têm um ou dois seccionadores que desativam esse circuito, havendo ainda outras marcas (nomeadamente a BMW) que têm um sistema misto: um local com desativação pode ser realizada através de seccionador e outro local com desativação através de corte.

Para realizar esta operação, o bombeiro deverá utilizar luvas isolantes elétricas, viseira de proteção e, quando necessário, ferramenta de corte isolante para evitar acidentes de origem elétrica, salvo se o

corte for realizado através de seccionador de baixa tensão para desativar o circuito de alta tensão. Esta informação é indicada na legenda da ficha de desencarceramento. Em caso de dúvida usar as luvas isolantes, a viseira de proteção e ferramenta de corte isolante para a execução dos cortes de cabos.

Na figura 26 apresenta-se, como exemplo, o esquema do BMW 3 Series F30 PHEV, no qual se pode visualizar a localização das zonas de desativação do circuito de alta tensão, o qual pode ser efetuado através de seccionador (ver figura 27) ou através de corte (ver figura 28).

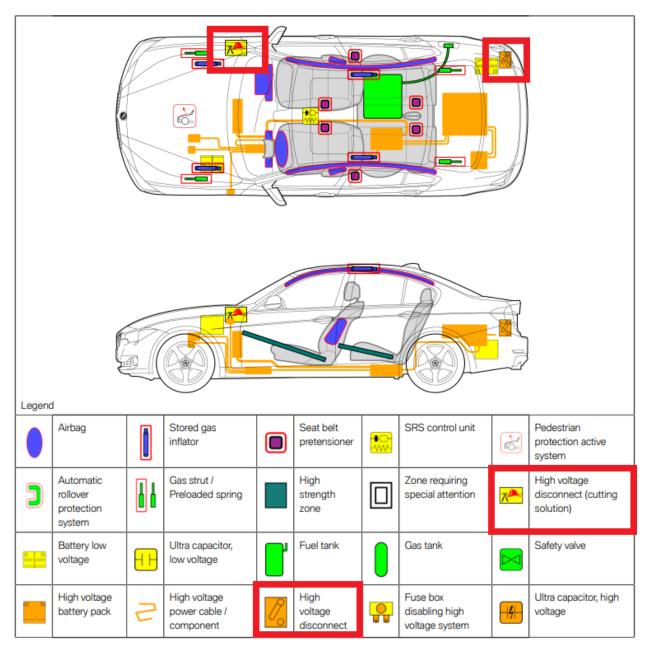


Figura 26 - BMW 3 Series F30 PHEV - fonte APP Euro Rescue



Figura 27 – Sequência a seguir para desativação do seccionado do circuito de alta tensão do BMW 3 Series F30 PHEV - fonte APP Euro Rescue



Figura 28 – Sequência a seguir para proceder ao corte do circuito de alta tensão recorrendo a ferramenta de corte tipo tesoura o alicate de corte - fonte APP Euro Rescue

6.1.4. <u>Desconexão da bateria de 12 Volt</u>

Para além de se garantir a desativação do circuito de alta tensão, é necessário desconectar-se a bateria de 12 Volt veículo, devendo desligar em primeiro o terminal negativo e só depois o positivo. Esta operação é fundamental para assegurar a desativação de outros dispositivos de segurança, nomeadamente os airbags, evitando assim a sua ativação inadvertida durante o salvamento.



6.1.5. Extração da vítima

Depois de estar garantida a segurança da operação, deve-se proceder à extração da vítima seguindo os procedimentos idênticos aos dos utilizados para os veículos a combustão. Manter um extintor junto do veículo de modo a permitir o combate imediato de um foco de incêndio caso venha a ocorrer.

De modo a tornar esta operação segura, os fabricantes adotaram como processo construtivo a passagem do grosso da cabelagem do circuito de alta tensão por baixo do chassi do veículo, afastando-as das zonas de corte para extração. No entanto deve-se, ainda assim, ter o cuidado de analisar previamente a ficha de desencarceramento para garantir que ao utilizar ferramentas para esta operação não se atinjam nem danificam cabos do circuito de alta tensão, devendo-se para tal considerar sempre que o veículo se mantém energizado, mesmo que os procedimentos de descativação atrás mencionados tenham sido adequadamente executados.

6.1.6. Vigiar o comportamento das baterias de alta tensão

Durante toda a operação deverá acompanhar-se o comportamento das baterias da seguinte forma:

- Vigiar a evolução da temperatura com o recurso a câmara térmica (pelo menos no início e no término da operação);
- Verificar se existem danos na bateria de alta tensão, faíscas, fumos, chamas, sons borbulhantes do compartimento da bateria de alta tensão ou fuga do seu conteúdo eletrolítico (fuga de gás, vapor ou em estado líquido), devendo ter em atenção às seguintes características do eletrolítico:
 - Transparente;
 - Odor doce;
 - O Viscosidade leve, muito semelhante à água;
 - o Irritante para as membranas mucosas e olhos;
 - Altamente inflamável;
 - o Pode misturar-se em vapor de água com o ambiente e pode ser irritante, corrosivo.

Se durante a operação o COS identificar algum comportamento anormal, nomeadamente aumento da temperatura das baterias ou fuga de eletrólito, este deverá adotar medidas adequadas a proteger os seus homens e a(s) vítima(s)de modo a garantir a segurança na intervenção, nomeadamente para o sobreaquecimento das baterias preparar uma linha de ataque e garantir que os elementos que equipem os EPI's adequados (EPI urbano), incluindo o ARICA.

Se durante a operação de socorro se verificar o início de um incêndio com origem nas baterias de alta tensão, o COS deverá solicitar de imediato para o local um veículo de combate a incêndio face às previsíveis necessidades de água que este tipo de incêndio irá necessitar.

6.2. <u>Incêndios em veículos elétricos e híbridos elétricos</u>

Os incêndios em veículos elétricos e híbridos elétricos comportam-se, de um modo geral, como os incêndios em veículos convencionais, não incrementado propriamente novos riscos às operações de

VIOLET IN

COMPANHIA DE BOMBEIROS SAPADORES DE SETÚBAL

combate. Ambos são geradores de gazes e vapores tóxicos, devendo, como tal, todos os operacionais que venham a intervir numa operação de combate a incêndios em veículos elétricos e veículos híbridos elétricos estar devidamente equipados com EPI's de combate a incêndios urbanos e com o ARICA.

O que poderá diferenciar entre um incêndio num veículo dito convencional e um veículo elétrico ou híbrido será a quantidade de água necessária para se garantir a extinção do incêndio, implicando assim uma operação mais demorada e necessidade de garantir-se água em quantidade suficiente para toda a operação.

Também é importante salientar que durante a operação de extinção do incêndio com recurso a água, esta não aporta nenhum risco elétrico acrescido para os elementos que estejam a proceder ao combate (não há passagem de corrente elétrica nefastas para os bombeiros através da linha de água das mangueiras), desde que não tenham contacto físico direto com o veículo. Os cuidados a ter, quanto ao risco elétrico, serão aquando do manuseamento do veículo após a extinção, devendo para tal recorrer-se a utilização de EPI's adequados (luvas isolantes, viseira, etc.), devendo garantir-se que a temperatura do chassis de veículo permita a utilização destes EPI's.

De referir também que quanto maior e menos acessível forem as baterias de alta tensão dos veículos elétricos e híbridos elétricos, maior será a necessidade de água para se extinguir o incêndio e que os veículos elétricos, por terem baterias com maior capacidade de armazenamento, necessitam de mais tempo e água para extinguir-se o incêndio em comparação aos veículos híbridos elétricos.

No combate a incêndio num veículo elétrico ou híbrido duas situações podem ocorrer:

- Apenas uma parte do veiculo está em combustão;
- Todo o veículo está em combustão.

No primeiro caso deverá proceder-se, **desde que estejam reunidas as condições de segurança para tal**, à execução dos cinco primeiros passos definidos no capitulo 6.1. "Acidentes envolvendo veículos elétricos e veículos híbridos elétricos", que são:

- Identificação do veículo;
- Imobilização do veículo;
- Desativação do veículo;
- Desativação do circuito de alta tensão;
- Desativação da bateria de 12 Volt.

Durante a realização destas operações, deverá ser garantida previamente o estabelecimento de meios de ataque para dará uma resposta imediata em caso de necessidade.

No segundo caso deverá proceder-se de imediato à extinção do incêndio, identificando assim que possível a tipologia do veículo.



É importante ressalvar que em qualquer das situações, todos os elementos que venham a intervir deverão estar devidamente equipados com EPI's de combate a incêndios urbanos e com o ARICA.

6.2.1. Preparação do dispositivo para intervenção

Proceder ao isolamento da área de intervenção num perímetro de 50 metros, entrando apenas nesse perímetro os bombeiros estritamente necessários à operação. Os veículos de apoio à operação deverão encontrar-se fora da zona de intervenção. Deverá também ser criado um perímetro superior a 50 m, de acordo com a envolvente e as necessidades, no qual é apenas permitido a presença de pessoal autorizado pelo COS, necessários à intervenção.

Preparar uma equipa de ataque com dois binómios (preferencialmente) que deverão estar equipados com EPI urbano, ARICA e duas linhas de água de débito mínimo de 250l/min (ver figura 29) — este valor é um valor de referência que poderá ser superior em caso de necessidade, cabendo aos binómios essa avaliação.

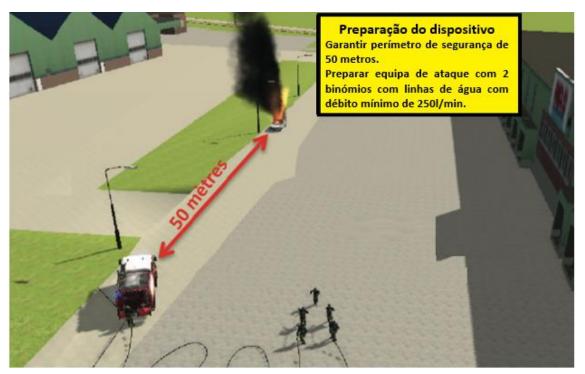


Figura 29 – preparação do dispositivo (fonte: SDIS86 – Sapeur Ponpier de la Vienne)

6.2.2. <u>Definição da tática</u>

Avaliar a tática mais adequada a adotar, entre tática ofensiva e tática defensiva. Para tal será necessário ter em consideração, entre outros, os seguintes aspetos:

- Localização de veículo;
- Envolvente do veículo;



- Condições climatéricas;
- Disponibilidade de água.

Esta avaliação é fundamental de modo a que se garanta uma atuação mais segura, célere e eficaz. Existindo condições para tal, poderá ser preferível adotar uma tática defensiva, deixando o incêndio se extinguir por ausência de combustível, visto que esta tática tornará a operação mais célere e com muita baixa probabilidade de reacendimentos uma vez que será consumido todo o combustível de veículo disponível.

Caso se adote para a tática defensiva, vigiar e acompanhar a evolução do incêndio e ter os meios prontos a intervir em caso de necessidade. Durante esta operação defensiva, os bombeiros poderão usar uma cortina de nevoeiro para se protegerem ou controlarem a trajetória do fumo.

6.2.3. Combate ao incêndio

Numa primeira fase os dois binómios avançam em conjunto, atacando o incêndio com jato de água com débito mínimo de 250I/min. A aproximação ao incêndio é efetuada garantindo que estes se mantêm fora das zonas de perigo (ver figura 30).



Figura 30 – Aproximação inicial ao veículo (fonte: SDIS86 – Sapeur Ponpier de la Vienne)

Ao chegar a cerca de 10 metros do veículo passar de jato de água para cone de ataque, mantendo um débito mínimo de 250l/min (ver figura 31), certificando o comportamento do incêndio. Se não houver reações violentas (projeção de metal em fusão, elevada intensidade das chamas, etc.) poderão continuar a aproximação ao veículo.

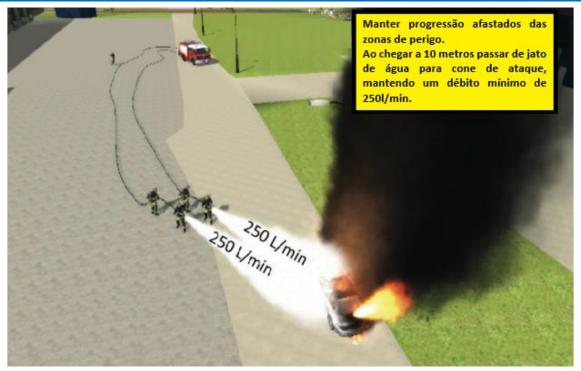


Figura 31 – Progressão a 10 m do veículo (fonte: SDIS86 – Sapeur Ponpier de la Vienne)

Proceder à extinção do incêndio com um dos binómios a garantir o arrefecimento das fontes de energia enquanto o outro binómio procede à extinção do habitáculo. Durante a evolução do combate ao incêndio, vai-se adaptando o caudal de água, devendo ir reduzindo-se o mesmo com a diminuição da intensidade do incêndio (ver figura 32).



Figura 32 – Extinção do incêndio (fonte: SDIS86 – Sapeur Ponpier de la Vienne)

Alguns invólucros de baterias dispõem (nomeadamente os novos modelos da Renault) no topo o *Fireman Access* (ver figura 33) que é um orifício com um termo fusível que funde a partir de 150°C, a partir do qual se tem acesso às baterias, podendo assim proceder-se à inundação das mesmas. Em algumas fichas de desencarceramento é possível identificar, quando existe, a localização deste orifício.



Figura 33 – Firman Access Renault Zoe

Ao inundar-se a bateria quando existe o *Fireman Access* é proibido introduzir-se a mangueira diretamente no orifício por, nessas circunstâncias, expor-se os bombeiros a riscos elétricos ou reação da água com o eletrólito da bateria. A inundação deverá ser efetuada com um débito reduzido de modo a evitar projeções.

Durante toda a operação e até estar garantida a imobilização e desativação do veículo, os bombeiros que procedam à extinção do incêndio devem-no fazer pelas laterais fora das zonas de perigo (nunca pela frente ou traseira do veículo), vigiando em permanência a estabilidade do veículo.

6.2.4. Rescaldo e vigilância

Ao entrar na fase de rescaldo deverá garantir-se a extinção do incêndio e com uma câmara térmica avaliarse-á a existência de pontos quentes, em particular na zona da bateria de alta tensão.

Durante o rescaldo, caso seja necessário remover componentes do veiculo ou entrar em contacto com veículo (manobrar peças ou elementos do mesmo), o bombeiro que fará essa operação deverá estar equipado com luva isolante e viseira colocada, de modo a proteger-se contra possíveis riscos elétricos. Para tal deverá estar garantido que a temperatura de contacto seja reduzida de modo a não existir o risco

de queimaduras. Poderá também, para salvaguardar a integridade das luvas isolantes, utilizar luvas de trabalho por cima destas.

Caso se verifique a manutenção de altas temperaturas nas baterias de alta tensão continuar o arrefecimento destas ou, se possível houver meios para tal, submergir o veículo em água, por exemplo num tanque, numa piscina, num lago ou num semirreboque banheira impermeabilizado (ver figura 34). Ter em consideração que para se garantir esta operação é necessário o apoio de uma auto grua.





Figura 34 – Colocação de veículos elétricos em banheira com água após incêndio

Quando mergulhado em água o veículo permanece imerso durante 24 horas. Será então retirado e os bombeiros utilizarão uma câmara térmica para verificar se a bateria arrefeceu completamente. Caso a bateria mantenha temperaturas elevadas coloca-se novamente o veículo dentro de água por um novo período de 24 horas. Ter em consideração que há registo de incêndios em que o arrefecimento completo das baterias demorou até uma semana.

IMPORTANTE: nos incêndios em veículos elétricos ou veículos híbridos elétricos em que tenham sido afetadas as baterias de alta tensão e não seja possível mergulhá-los em água, estes devem ser isolados, vigiados e monitorizados durante pelo menos 72 horas devido ao risco de reacendimento.

6.3. Submersão de veículos elétricos e híbridos elétricos

Os veículos elétricos e híbridos elétricos totalmente ou parcialmente submersos devem ser tratados como qualquer outro veículo em tais condições. A carroçaria e estrutura do veículo não apresenta um risco elétrico acrescido por estar dentro de água desde que o veículo não se encontre danificado, estando, à priori, as suas baterias de alta tensão seladas e isoladas, tal como os cabos de alta tensão. Não há, portanto, inconveniente de tocar na água e a carroçaria do veículo debaixo de água, podendo-se resgatar vítimas que se encontrem no veículo.

Como o manuseamento de componentes elétricos húmidos pode originar riscos elétricos para quem os manuseia, para se proceder com a desativação dos circuitos de alta tensão e evitar acidentes de origem elétrica deve-se retirar o veículo de dentro de água, drenar a água do seu interior e proceder à desativação



do circuito de alta tensão conforme referido no ponto 6.1.3. Desativação do circuito de alta tensão, devendo o elemento que proceder a essa desativação utilizar luvas isolantes, viseira de proteção e, caso seja o caso, ferramenta de corte isolante. Nunca desativar o circuito de alta tensão enquanto o veículo estiver dentro de água.

Se os componentes de alta tensão ficarem expostos devido a danos graves, deverão ser tomar as precauções adequadas, nomeadamente isolar o veículo e restringir ao exclusivamente necessário os elementos a intervir no veículo, devendo estar devidamente equipados com EPI's adequados, nomeadamente com material isolante.

Se o veículo estiver imerso num espaço confinado e inundado (parque de estacionamento, garagem), ventilar bem as instalações antes de intervir.

7. Considerações finais

As constantes evoluções tecnológicas trazem diariamente novos desafios, novas realidades e novos riscos que necessitam de respostas adequadas. No caso particular de intervenção em veículos elétricos e híbridos elétricos a evolução tecnológica trouxe novos riscos associados à fonte de energia de tração dos veículos que implicam a necessidade de ajustamento de procedimentos existente aos mesmos. É nesta base que se desenvolveu o presente guia de intervenção em veículos elétricos e híbridos elétricos de modo a dotar os bombeiros de conhecimentos adequados que permitam garantir uma intervenção mais segura e eficiente, da qual beneficiarão todos os intervenientes, desde as vítimas aos próprios bombeiros.

De um modo geral e constata-se que os veículos elétricos e híbridos elétricos não trazem grandes mudanças quanto ao modo de atuação nos mesmos, havendo, no entanto, adaptações necessárias para dar resposta aos riscos elétricos criados pelas baterias de alta tensão e aos riscos das próprias baterias.

O guia de intervenção em veículos elétricos e híbridos elétricos é uma ferramenta operacional que deve ser explorada e interpretada como tal, não devendo tomar-se os procedimentos e metodologias apresentados como dados rígidos, mas sim como diretrizes que deverão servir de base para as intervenções, em que cada Comandante Operacional de Socorro os saiba adaptar a cada realidade que encontra: não existem dois sinistros iguais.

TVBDLES &

COMPANHIA DE BOMBEIROS SAPADORES DE SETÚBAL

BIBLIOGRAFIA

Asociación Paraguaya de Rescate Vehiculat (2021). *Guía de Respuestas en Emergencias de Vehículos Eléctrico – "GREVE"*. Acedido em: 26 de novembro de 2021, em: https://portalmovilidad.com/wp-content/uploads/2021/03/GREVE Guia-estaciones-de-carga-electrica-CBV-PTI-ITAIPU-copia-1.pdf.

Asociación Profesional de Rescate en Accidentes de Tráfico e Dirección General de Tráfico (DGT) (2019). Manual Básico de Rescate en Accidentes de Tráfico. Acedido em: 25 de novembro de 2021, em: https://drive.google.com/file/d/11PUNZJk8GDBzd9y_peyRuMcaT51WPYRT/view.

Automóvel Club de Portugal (2020?). *Guia sobre carros elétricos o essencial sobre a mobilidade sustentável*. Acedido em: 22 de novembro de 2021, em: https://www.acp.pt/veiculos/condutor-em-dia/mobilidade-eletrica/guia-sobre-carros-eletricos.

Confédération Suisse. Comission fédérale de coordination pour la sécurité au travail CFST (2015). Sécurité au travail et protection de la santé en cas d'interventions sur véhicules hubrides ou électriques equipes de systèmes haute tension. Acedido em: 26 de novembro de 2021, em: https://www.emobility-schweiz.ch/pdf/SUVA f.pdf

Grande, P.C. (2019). *Conheça os tipos de carro híbrido que existem atualmente no mercado*. Acedido em: 25 de novembro de 2021, em: https://quatrorodas.abril.com.br/especial/conheca-os-tipos-de-carros-eletricos-e-hibridos-existentes-no-mercado/.

Groupe Renault (2012) – Renault Zoe – Véhicules électrique de série – Guides pour les servies de secours. 1.ª versão.

Hyndai Motor España (2017). Ioniq híbrido – Guia de respuesta ante emergências. Acedido em 25 de janeiro de 2022, em: https://www.hyundai.es/guiasdeemergencia/HEV-Guia-de-Emergencia.pdf.

Lara, H. (2018). *Voitures hybrides : les différentes technologies existentes*. Acedido em: 22 de novembro de 2021, em: https://www.automobile-propre.com/dossiers/voitures-hybrides-technologies-existantes/.

Magalhães. B.F.O. (2014). *Hibridação de veículo automóvel*. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto, Porto. pp. 7-42.

Malutta, S. (2017). *Veículos híbridos e elétricos*. Acedido em 23 de novembro de 2021, em: http://incendioseresgates.blogspot.com/2017/02/veiculos-hibridos-e-eletricos.html.

Melo, P. (2016). Classificação de Veículos Híbridos - Evolução Crescente do Grau de Electrificação. [Versão eletrónica]. Neutro à Terra, (17). Acedido em 23 de novembro de 2021, em: https://doi.org/10.26537/neutroaterra.v0i17.461.

Ministère de l'Interieur – Direction Générale de la Sécurité Civil de la Géstion des Crises – Direction des Sapeur Pompier (2012). *Note d'information operationnelle – Interventions sur les véhicules électriques et hybrides*. Acedido em: 25 de novembro de 2021, em: http://iuv.sdis86.net/wp-content/uploads/2015/08/2012 NIO-Intervention-v%C3%A9hicules-%C3%A9lectriques-et-hybrides.pdf.

National Fire Protection Association – NFPA (2015). *HYBRID AND ELECTRIC VEHICLE SAFETY TRAINING PROGRAM - STUDENT MANUAL*. Acedido em: 25 de novembro de 2021, em: https://www.nyspffa.org/main/wp-content/uploads/2013/03/NFPA-HEV-EV-Safety-Training-Student-Manual-1.0.pdf.

National Highway Traffic Safety Administration – U.S. Department of Transportation (2012). *Interim Guidance for Electric and Hybrid-Electric Vehicles Equipped With High Voltage Batteries*. Pp. 8-9. Acedido em 25 de janeiro de 2022, em: https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/interimguide_electrichybridvehicles_012012_v3.pdf.

Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Haute-Saône – SDIS 70 (2019). Interventions sur véhicules hybrides et électriques. Acedido em: 26 de novembro de 2021, em: https://www.sdis70.fr/intervention-sur-vehicules-hybrides-et-electriques.pdf.

Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Puy-de-Dome – SDIS 63 (20??). *Guide aide à la décision intervention sur véhicules légers.* Pp. 16-23. Acedido em: 25 de novembro de 2021, em: https://enasis.univ-lyon1.fr/app.php/resource/open/299883.

Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Vienne – SDIS 86 (20??). *Interventions d'urgence sur véhicules*. Acedido em: 26 de novembro de 2021, em: https://iuv.sdis86.net/mgo-et-technique-dextinction/

Volkswagen (2020). Guía para rescate y resctistgas.