



apetro ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE EMPRESAS PETROLÍFERAS

GPL AUTO

**ESTUDO DE AVALIAÇÃO DAS
CONDIÇÕES DE SEGURANÇA EM PARQUES DE
ESTACIONAMENTO SUBTERRÂNEOS COM A
PRESENÇA DE VEÍCULOS MOVIDOS A GPL**

O Mercado do GPL-auto



O Mercado na Europa

Consumo	7.700.000 Tons
Parque automóvel	> 7.000.000 viaturas
Postos de abastecimento	> 31.600

O Mercado Português

Consumo	26.367 Tons
Parque automóvel	40.000 viaturas
Postos de abastecimento	222

Vantagens ambientais



- O resultados dos recentes ensaios do European Emission Test Program confirmaram a contribuição dos veículos a GPL para o benefício da qualidade do ar. Esses resultados dão uma clara indicação do impacto positivo do autogás no ambiente, um combustível alternativo e disponível com um futuro promissor

QUADRO SINÓPTICO DOS RESULTADOS DO EETP

Substância/Combustível	Gasóleo	Gasolina	GPL	Observações
NOx	☹	☺	☺	O Autogás é 96% inferior ao gasóleo e 68% inferior à gasolina
Partículas	☹	☺	☺	O Autogás é ainda ligeiramente inferior à gasolina
HC	☺	☹	☺	Próximo do limite de detecção
CO	☺	☺	☹	A optimização da afinação/projecto do motor pode conduzir a melhores resultados para o Autogás
CO ₂	☺	☹	☺	O Autogás não tem desvantagem quando comparado com o gasóleo e mais I&D pode ainda conduzir a melhores resultados
Emissões poluentes não regulamentadas	☹	☹	☺	Aldeídos, hidrocarbonetos poli-aromáticos, BTX e quantidades de partículas de pequena dimensão
Formação de Ozono	☹	☺	☺	Bons efeitos a nível regional; o contrário a nível local (não considerando o NOx)
Aquecimento Global	☺	☹	☺	Fortemente ligado às emissões de CO ₂
Acidificação	☹	☺	☺	Apenas o NH ₃ é mais alto para o Autogás

✓ PROIBIÇÃO DE PARQUEAMENTO
EM PARQUES SUBTERRÂNEOS

✓ OBRIGATORIEDADE DE UTILIZAÇÃO
DO DÍSTICO

Enquadramento Europeu



PAÍS	PARQUES SUBTERRÂNEOS PROIBIDO: Sim ou Não	IDENTIFICAÇÃO	OBS
BELGICA & LUXEMBURGO	S/N	N	
CROÁCIA	N	N	
DINAMARCA			
FRANÇA	N	N	
ALEMANHA	N	N	
HUNGRIA	S	S	
IRLANDA	N	N	
ITALIA	N	N	
HOLANDA	N	N	
NORUEGA			
POLÓNIA	N	N	
PORTUGAL	S	S	
ESPANHA	N	N	
SUÉCIA			
TURQUIA	N/S	N/S	*Em discussão
INGLATERRA	N	N	
BULGÁRIA		S	

*Esta autorização nos diversos Países, está condicionada ao cumprimento de algum requisito adicional (Ex.: análise de risco ao Parque).

Fonte AEGPL



- ❑ Apresentar os resultados do estudo de análise quantitativa dos riscos efectuada a veículos com motores alimentados a gás de petróleo liquefeito (GPL) quando estacionados ou em circulação em parques de estacionamento subterrâneos por comparação com veículos com motores alimentados a gasolina.

- ❑ RECOLHA DE ELEMENTOS COM VISTA À CARACTERIZAÇÃO DE CADA UM DOS SISTEMAS A ESTUDAR
- ❑ CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE UM PARQUE DE ESTACIONAMENTO SUBTERRÂNEO – **Centro Comercial das Amoreiras**
- ❑ DEFINIÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS PADRÃO
- ❑ IDENTIFICAÇÃO DOS EVENTOS INICIADORES DOS ACIDENTES
- ❑ MODELAÇÃO DOS EFEITOS DOS INCIDENTES CREDÍVEIS E ANÁLISE DAS SUAS CONSEQUÊNCIAS POTENCIAIS

Foram seguidos os modelos constantes na publicação do TNO – Methods for determining possible damages (Green Book)



COM ORIGEM NOS SISTEMAS - GPL e Gasolina

- SOBREPRESSÃO
- FUGAS POR TUBAGEM E ACESSÓRIOS
- FUGAS PELO RESERVATÓRIO

- n.a.
- FUGAS POR TUBAGEM E ACESSÓRIOS
- n.a.

COM ORIGEM ALHEIA AO PRÓPRIO VEÍCULO

- EXPOSIÇÃO A EFEITOS MECÂNICOS EXTERNOS
- EXPOSIÇÃO A NÍVEL DE RADIAÇÃO ANORMAL

Factores de risco - Sobrepressão

COM ORIGEM NOS SISTEMAS



Sobreenchimento do depósito

Evitado pela válvula de retenção

Evitado pela válvula de nível máximo de enchimento

A falha em simultâneo não é considerada, dado que o veículo não é abastecido em parques subterrâneos

A falha ao abrir quando solicitada é de acordo com o editado pelo "Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical Engineers, da ordem das:

0,212 falhas/1.000 solicitações

Admitindo que, independentemente dos motivos, este equipamento é chamado a actuar em média, uma vez por mês e considerando que esta solicitação ocorre sempre em parques subterrâneos, a probabilidade de ocorrer uma falha, deste tipo de equipamento que origine uma sobrepressão anormal é de:

$2,54 \times 10^{-3}/\text{ano}$

Aumento de temperatura/pressão

Evitado pela válvula de segurança

Evitado pelo dispositivo mecânico contra sobrepressão que previne o colapso do reservatório evacuando o GPL a uma temperatura e pressão pré-definidas

A probabilidade média de falha deste equipamento é da ordem dos $1 \times 10^{-2}/\text{ano}$ pelo que a probabilidade de ocorrer uma falha catastrófica de um reservatório exposto a uma temperatura elevada será da ordem de:

$2,54 \times 10^{-5}/\text{ano}$

***Layer of Protection Analysis editado pelo Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical Engineers**

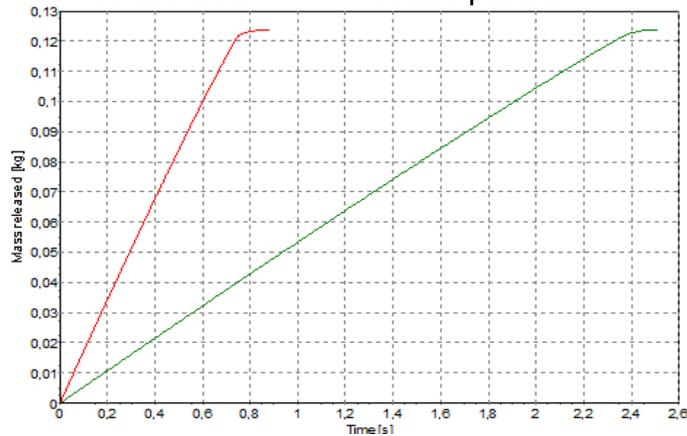
Factores de risco - Fugas por tubagem e acessórios

COM ORIGEM NOS SISTEMAS



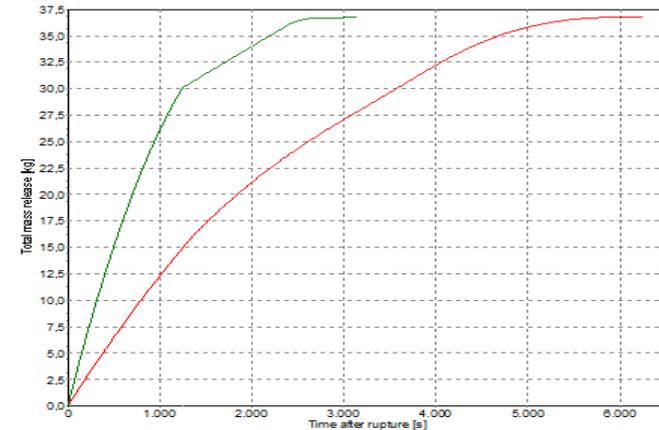
GPL

Rotura de tubagem de GPL Ø 8mm
rotura total — rotura parcial —



Gasolina

Rotura de tubagem de Gasolina Ø 8mm
rotura total — rotura parcial —



Sistema	Massa libertada	Rotura total	Rotura parcial
GPL	0,13 kg	< 1 segundos	< 3 segundos
Gasolina	46,18 kg *Não existem válvulas de corte pelo que ocorrerá um derrame contínuo, embora a um caudal baixo	1.430 segundos	3.550 segundos

Comparação da frequência/probabilidade de falhas de tubagens entre os sistemas a GPL e gasolina

Fonte/Situação	Sistema GPL	Sistema Gasolina
TNO - Institute for Environmental Sciences / Frequência de falha de tubagens por milhão de veículos estacionados	0,012 - 0,014	360
Process Equipment Reliability Data / Probabilidade de falha/ano de tubagem tipo	2,35x10 ⁻⁴	3,86x10 ⁻³

Factores de risco - Fugas pelo reservatório

COM ORIGEM NOS SISTEMAS



❑ No que se refere ao reservatório, subsiste a possibilidade de ocorrência de uma fuga pela ligação de um acessório ou por falha do próprio acessório, por exemplo, a válvula de segurança.

REFERÊNCIA	RESERVATÓRIO - FREQUÊNCIA/PROBABILIDADE		
	*Falha estrutural a frio do reservatório	*Fuga pela Ligação de um acessório ao reservatório	*Falha do próprio acessório do reservatório
<i>Risk Assessment of Incidents of LPG Cars Parked in Underground Garages and Comparison With Petrol Cars</i> efectuado em Itália.	$5,46 \times 10^{-8}$ /ano	Os reservatórios são instalados em alojamentos estanques que, para além de protegerem os acessórios de pequenas agressões físicas e ambientais, recolhem e conduzem qualquer fuga que possa ocorrer para o exterior do veículo. Cenário idêntico à fuga por tubagem ou acessório.	$9,97 \times 10^{-4}$ /ano
<i>Risk Comparison of LPG and Petrol Vehicles in Public Car Parks</i> , efectuado pelo TNO – Institute for Environmental Sciences, na Holanda.	0,0004/milhão de veículos		20/milhão de veículos
<i>Process Equipment Reliability Data</i> , editado pelo Center for Chemical Process Safety do American Institute of Chemical Engineers	$1,24 \times 10^{-6}$ /ano		$2,41 \times 10^{-3}$ /ano
<i>Layer of Protection Analysis</i> editado pelo Center for Chemical Process Safety do American Institute of Chemical Engineers	*Varia entre: 1×10^{-5} e 1×10^{-7}		*Varia entre: 1×10^{-2} e 1×10^{-4}

❑ Verifica-se que há consistência entre as diversas fontes, podendo concluir-se que a probabilidade de ocorrência de uma falha de um reservatório da GPL, instalado num veículo automóvel estacionado num parque de estacionamento subterrâneo, é muito baixa, devendo ser considerada mais no campo das possibilidades do que das probabilidades.

❑ Relativamente à falha da válvula de segurança, apesar de ser um valor francamente superior ao da falha estrutural de um reservatório, este valor é ainda um valor de probabilidade muito baixo



•EXPOSIÇÃO A EFEITOS MECÂNICOS EXTERNOS

•Consideram-se como os mais prováveis, os decorrentes de variações de sobrepressão ou os efeitos de vibrações ou projecção de fragmentos com origem no colapso de uma estrutura, de um sismo ou de uma explosão na proximidade de um veículo

Sistemas	Equipamentos mais sujeitos aos efeitos mecânicos			Elemento mais sensível
GPL	Reservatório *mais resistentes. *difícilmente afectado	Tubagens *menor derrame. Sómente o contido na tubagem, devido à actuação da válvula.	Válvulas *válvulas de não retorno, de corte e excesso de caudal.	Tubagens
Gasolina	Reservatório *não obedecem a critérios específicos de rigidez estrutural	Tubagem *maior derrame embora com caudal reduzido *quadro do slide anterior	Válvulas *não têm a obrigatoriedade de protecção com válvulas	Tubagens



•EXPOSIÇÃO A NÍVEL DE RADIAÇÃO ANORMAL

•O cenário mais frequente resulta da ocorrência de um incêndio na proximidade do veículo, em que o mesmo se encontra exposto à energia libertada e conseqüentemente sofre um aumento de pressão, associada a um aumento das tensões internas.

Sistemas	Reservatório	
GPL	*Estudos realizados pelo <i>Consorzio GPL Autotrazione</i> e pelo <i>Institute for Environmental Sciences</i> , concluíram após submeterem vários reservatórios com diversos níveis de enchimento, à acção directa dos efeitos das chamas, que a exposição destes veículos, não representa um nível de risco significativo.	
Gasolina	*Não é previsível o rebentamento do reservatório	*É possível a sua rotura por enfraquecimento das suas paredes
	* São menos resistentes a estes efeitos que os sistemas a GPL	

Conclusão



- Os efeitos dos incidentes envolvendo sistemas de GPL e de Gasolina, são no mínimo comparáveis
- Nos sistemas a Gasolina, acresce a possibilidade de incêndio por derrame, dado a inexistência de válvulas de corte e/ou excesso de caudal.
- A resistência dos reservatórios e demais componentes do sistema de GPL, constitui uma vantagem em caso de impacto e colisão, devido à sua menor deformidade e rigidez.
- Os sistemas de segurança obrigatórios nos sistemas a GPL, tornam-os suficientemente seguros quanto à eventualidade de se constituir uma atmosfera inflamável que adquira energia de activação.

• Comparação da Frequência/Probabilidade de ocorrência de incidentes com sistemas a GPL e a Gasolina:

Fonte: Risk Comparison of LPG and Petrol Vehicles in Public Car Parks, efectuado pelo TNO – Institute for Environmental Sciences, na Holanda

Incidente	Frequência por 10 ⁶ veículos estacionado	
	GPL	Gasolina
Falha de tubagens	0,012 - 0,014	360
Falha simultânea de válvulas	0,09 - 0,11	NA
Falha de acessório do tanque	5,0 - 7,0	NA
Abertura inopinada de válvula de segurança	20	NA
Explosão do reservatório	0,0004	NA
Colapso do reservatório	NA	22

Nas condições em que existe comparação, a frequência/probabilidade de ocorrência de incidentes com sistemas a gasolina é superior à mesma frequência/probabilidade de ocorrência de incidentes com sistemas a GPL donde ser aceitável considerar os riscos decorrentes da presença de veículos parquados em parques de estacionamento subterrâneos, equipados com um ou outro sistema, equivalentes.