

Capítulo 4

Classificação dos aparelhos de queima e redes abastecidas com GPL

1	Classificação dos aparelhos de queima.....	203
1.1	Classificação dos aparelhos	207
2	Abastecimento de GPL	208
2.1	Armazenamento por postos de garrafas.....	208
2.2	Armazenamento por reservatórios	213
3	Dimensionamento dos postos de abastecimento.....	219
4	Exercícios.....	225

1 Classificação dos aparelhos de queima

São considerados aparelhos de queima os equipamentos termodomésticos e termointindustriais utilizados na preparação de alimentos, aquecimento de águas sanitárias e aquecimento ambiente.

Toda a instalação será obrigatoriamente executada por Entidades Instaladoras qualificadas e reconhecidas pela Direcção Geral de Energia conforme Decreto-Lei 521/99, Artigo 7º.

As soldaduras devem ser executadas por soldadores qualificados com certificado oficial actualizado conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 49º.

Os aparelhos de queima são classificados em três tipos, em função dos processos de evacuação dos produtos de combustão e da admissão de ar.

Aparelhos do tipo A: Aparelhos em que não está prevista a sua ligação a condutas de evacuação dos produtos de combustão, como são o caso de fogareiros, fogões, etc

Aparelhos do tipo B: Aparelho em que é prevista a ligação a condutas de evacuação de produtos de combustão, como é o exemplo dos esquentadores.

Aparelhos do tipo C: Aparelhos em que o circuito de combustão (entrada de ar, câmara de combustão e saída dos produtos de combustão) é estanque em relação ao compartimento em que o aparelho está instalado.

As instalações dos aparelhos termodomésticos a gás é condicionada pelo volume do compartimento em que se pretende efectuar a sua montagem, pela localização e pelas condutas de evacuação existentes ou a instalar.

O compartimento deve ter um volume não inferior a 8m^3 , não se considerando a dedução do volume do mobiliário. Quando o mobiliário ocupa mais de 2m^3 deve deduzir-se ao volume total, atendendo a que:

- se o volume útil for maior ou igual a 8m^3 podem-se colocar aparelhos sem limitação de consumo.

- entre 6 e 8m^3 de volume útil podem colocar-se aparelhos, mas com limitação de consumo, gás de cidade – $1\text{m}^3/\text{h}$, gás natural – $0.4\text{m}^3/\text{h}$ e 300g/h para o GPL.

Quando o volume útil for inferior a 6m^3 não se podem montar aparelhos, salvo se o local for reservado para alojar um aparelho de aquecimento ou produção de água quente.

Tabela 1 - Consumos dos vários tipos de aparelhos

Aparelhos	Potência Nominal (kW)
Fogão	
Pequeno com forno	9
Médio com forno	12
Industrial	60
Esquentador Instantâneo	
5 l/min	12
11 l/min	23
14 l/min	28
16l/min	32
Aquecimento ambiente	26
Grelhador/Frigideira	16
Forno independente	6

As secções de admissão de ar fresco, através das paredes exteriores do edifício ou caixas de condutas destinadas a esse fim, devem ser iguais ou superiores a:

Tipos de aparelhos	Área livre dos orifícios [cm²]
Aparelhos do tipo A	100 ou 50 no caso de existir uma conduta de evacuação dos produtos de combustão.
Aparelhos do tipo B	
Com consumos até	
5m ³ /h – gás de cidade	50
2m ³ /h – gás natural	
1.6 Kg/h - GPL	
Com consumos até:	
15m ³ /h – gás de cidade	70
6m ³ /h – gás natural	
5Kg/h - GPL	
Mais do que um aparelho num compartimento.	A maior das áreas

A montagem dos aparelhos de queima deverá ser feita segundo a norma NP 1037 em ambiente com boa ventilação de modo a garantir uma boa renovação de ar. “NP 1037 – Aparelhos Termodomésticos a Gás – Instalação, Evacuação dos Produtos de Combustão e Ventilação”

Dentro das instalações e a montante de cada aparelho existirão válvulas de corte. As válvulas de corte dos aparelhos de queima, não podem ficar a uma distância superior a 0,80 m destes, devem ficar situadas a uma altura entre 1 m e 1,4 m acima do nível do pavimento, serem visíveis e facilmente acessíveis, mesmo com o aparelho montado.

Entre aparelhos deve existir uma distância mínima de 0,4 m.

A exaustão dos aparelhos do Tipo A: (Exemplo: fogão) aparelhos em que os gases de combustão neles produzidos descarregam directamente para a atmosfera envolvente.

A ligação dos fogões amovíveis, aparelhos amovíveis de aquecimento, máquinas de lavar e secar roupa e máquinas de lavar louça, à instalação de gás pode ser feita com tubos flexíveis de comprimento máximo 1,50 m de acordo com a NP1038.

Os tubos flexíveis devem respeitar as normas IPQ ET 1038 e IPQ ET 107-1. Têm uma validade de 4 anos a contar da sua data de fabrico e devem ficar montados de forma a:

- ✓ Não ficarem em contacto com as partes quentes do aparelho;
- ✓ Serem facilmente acessíveis em toda a sua extensão;
- ✓ Ter um comprimento máximo de 1,5 m;
- ✓ Não cruzar a parte posterior do aparelho.

A conduta de evacuação dos produtos de combustão deverá ter no mínimo 0,3 m de verticalidade pendente ascendente de acordo com a NP 1037.

A área de entrada mínima de ar, para ventilação do local da instalação, deve ser igual ou superior a 100 cm².

Estas entradas de ar podem ser realizadas por intermédio de orifício ou conjuntos, cuja soma das áreas deverá ser maior ou igual ao valor acima mencionado. Estas devem estar colocadas numa parede exterior, a uma altura máxima de 1,5 m e de modo a que não sejam obstruídos por portas, mobiliário, ou qualquer outro obstáculo.

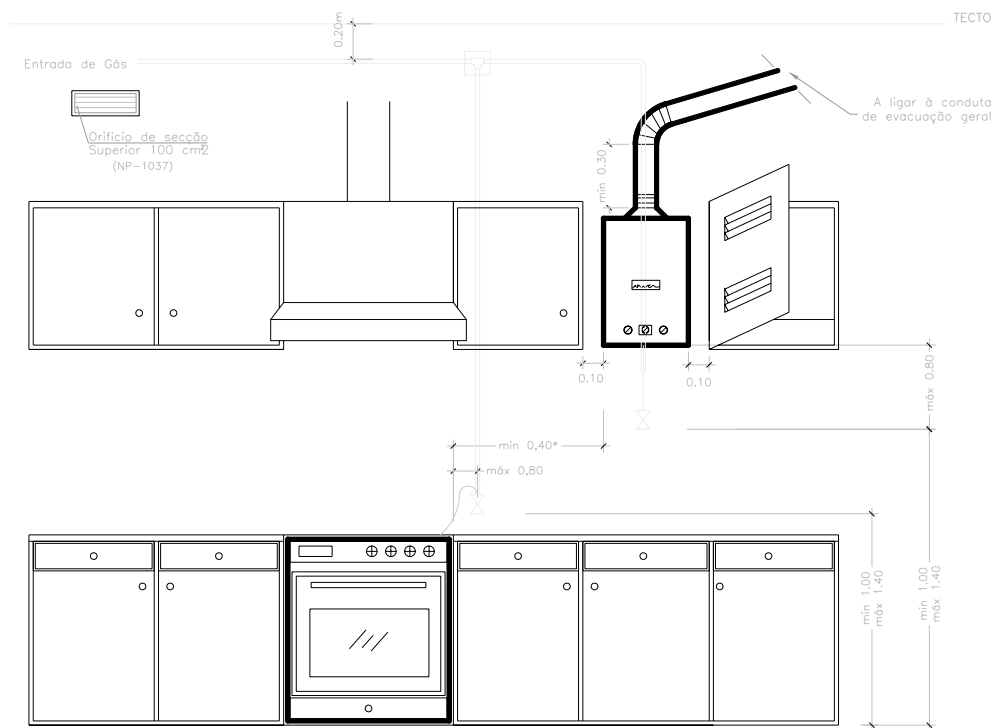


Figura 1 – Instalação de gás.

1.1 Classificação dos aparelhos

Os aparelhos são classificados em categorias definidas de acordo com o tipo de gás e as pressões de funcionamento. Dependendo do país, em função das condições locais de distribuição de gás, composição e pressão, apenas algumas categorias são comercializadas.

Categoria I: Aparelhos concebidos exclusivamente para a utilização de uma família ou grupo. Exemplos:

- Categoria I_{2H} : concebidos apenas para a utilização de gases do grupo H da segunda família à pressão de alimentação fixada pelo fabricante.
- Categoria $I_{3B/P}$: concebidos apenas para a utilização de gases da 3ª família (propano e butano) à pressão fixada.
- Outros – Categorias I_{3P} , I_{3B} , etc.

Categoria II – são concebidos para a utilização de gases de duas famílias

Primeira e segunda famílias:

- Categoria II_{1a2H} – concebidos apenas para a utilização de gases do grupo a da primeira família e gases do grupo H da segunda família. Os gases da primeira família são utilizados nas mesmas condições dos da categoria I_{1a} . Os gases da segunda família são utilizados nas mesmas condições dos da categoria I_{2H} .

Segunda e terceira famílias:

- Categoria $II_{2H3B/P}$ – concebidos apenas para a utilização de gases do grupo H da segunda família e de gases da terceira família.
- Categoria II_{2H3P} – concebidos apenas para a utilização de gases do grupo H da segunda família e gases do grupo P da terceira família.
- Outros – categorias II_{2H3+} , $II_{2L3B/P}$, II_{2L3P} , $II_{2E3B/P}$, $II_{2E+3B/P}$, II_{2E+3+} , II_{2E+3P} .

Categoria III – são concebidos para a utilização dos gases das três famílias. Não tem utilização geral.

2 Abastecimento de GPL

O abastecimento de gás de petróleo liquefeito é efectuado através de garrafas, transportadas desde o fornecedor até ao local de consumo, e por reservatórios instalados de forma permanente na proximidade do local de consumo. Neste último caso o abastecimento é feito por cisternas.

A Portaria n.º 460/2001 de 8 de Maio - Aprova o Regulamento de Segurança das Instalações de Armazenagem de Gases de Petróleo Liquefeitos (GPL) com Capacidade até 200 m³ por Recipiente. A definição das regras aplicáveis ao projecto, à construção, à exploração técnica e à segurança das redes e ramais de distribuição de gases combustíveis da 3.ª família, usualmente designados por gases de petróleo liquefeitos, são definidas no Decreto-Lei n.º 125/97 de 23 de Maio.

2.1 Armazenamento por postos de garrafas.

O tamanho das garrafas de gás está normalizado, podendo fazer-se a distinção de dois modelos de acordo com a sua capacidade, G26 e G110.

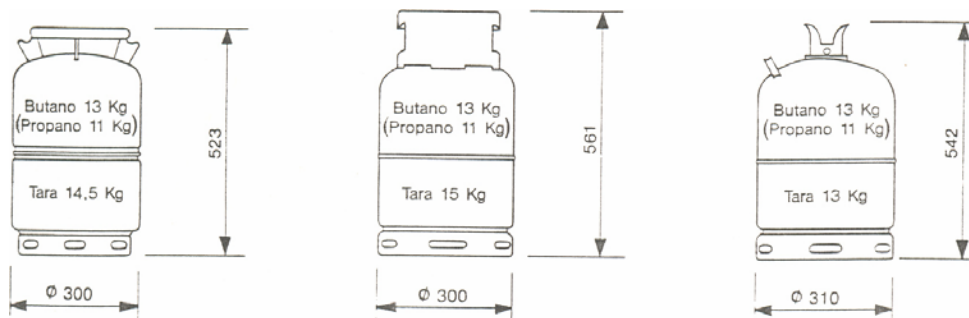


Figura 2 - Garrafas de gás do tipo G26.



Figura 3 - Garrafas de gás do tipo G110.

A Portaria n.º 460/2001, refere que, quanto à colocação das garrafas no interior de edifícios, não é permitida a existência, no interior de cada fogo, garagem ou anexo de habitação, área comercial ou outros serviços, de mais de quatro garrafas cheias ou vazias, cuja capacidade global exceda 106 dm³, não devendo existir mais de duas garrafas por compartimento. Não deve fazer-se uso nem devem existir garrafas de GPL nas caves. É permitido o uso e existência de garrafas de GPL em compartimentos semienterrados.

Quando as garrafas forem colocadas no exterior dos edifícios, os postos de garrafas devem ficar contidos em cabinas, destinadas exclusivamente a esse efeito, encastradas ou não na face exterior da parede do edifício, facilmente acessíveis aos serviços de bombeiros e aos seus equipamentos.

Deve ser colocada, em lugar bem visível, uma placa de material incombustível com a identificação, em caracteres indeléveis, da entidade exploradora e o seu contacto para situações de emergência.

As cabinas devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Serem construídas com materiais incombustíveis;
- b) Terem o pavimento cimentado, de revestimento cerâmico ou terra bem compactada;

c) Ficarem situadas ao nível do pavimento circundante ou acima deste, por forma que o gás proveniente de eventuais fugas não possa, passando através de portas, janelas ou outras aberturas, penetrar em compartimentos existentes nas proximidades, bem como em canais, poços ou esgotos;

d) Serem ventiladas, ao nível superior e inferior, por aberturas permanentes;

e) Possuírem portas metálicas com fecho, abrindo para fora;

f) Serem identificadas com a palavra «Gás» em caracteres indeléveis e com os sinais de proibição de fumar ou foguear;

g) Permanecerem devidamente limpas.

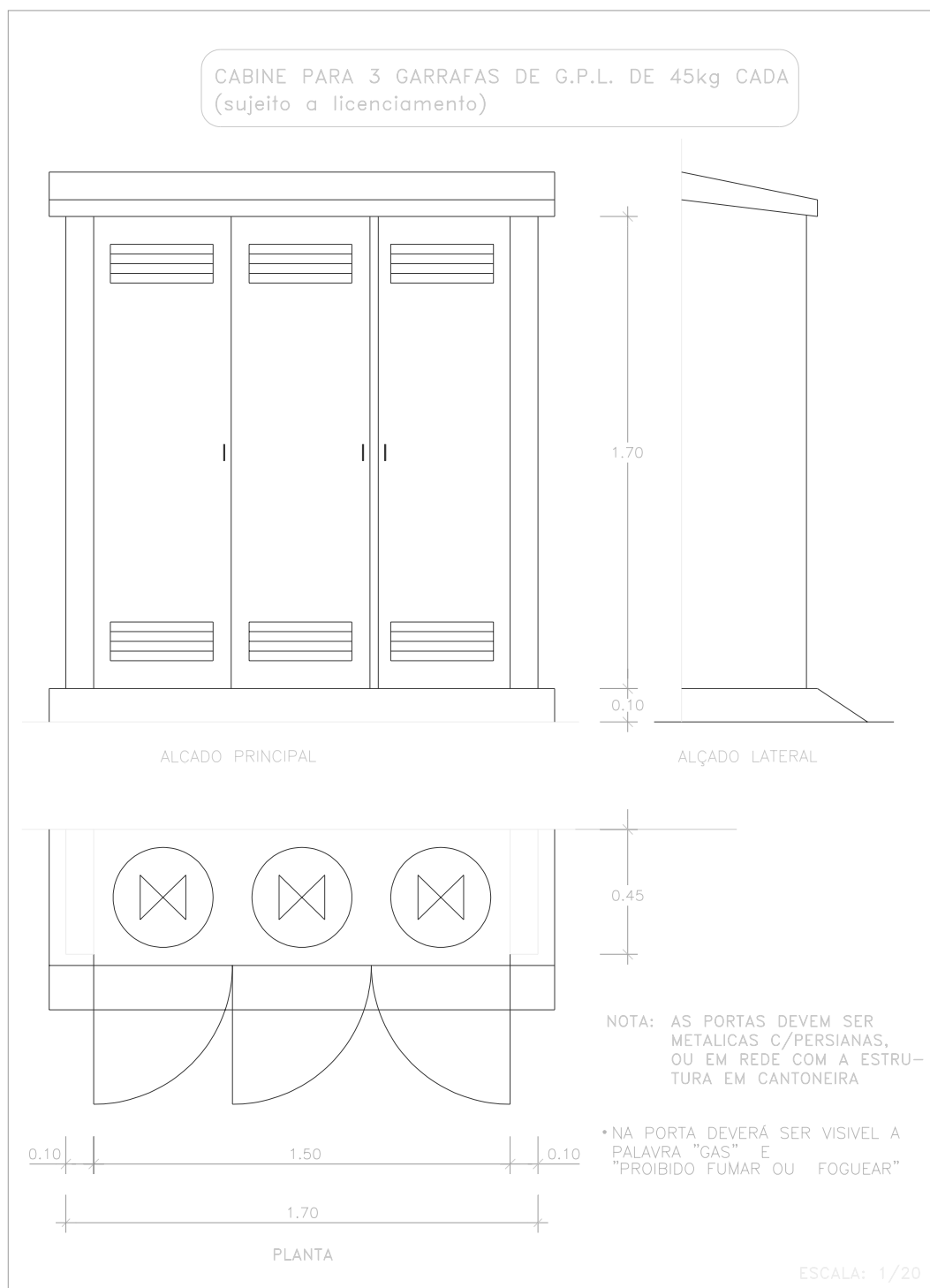


Figura 4 – Cabine para 3 garrafas de GPL, G110.

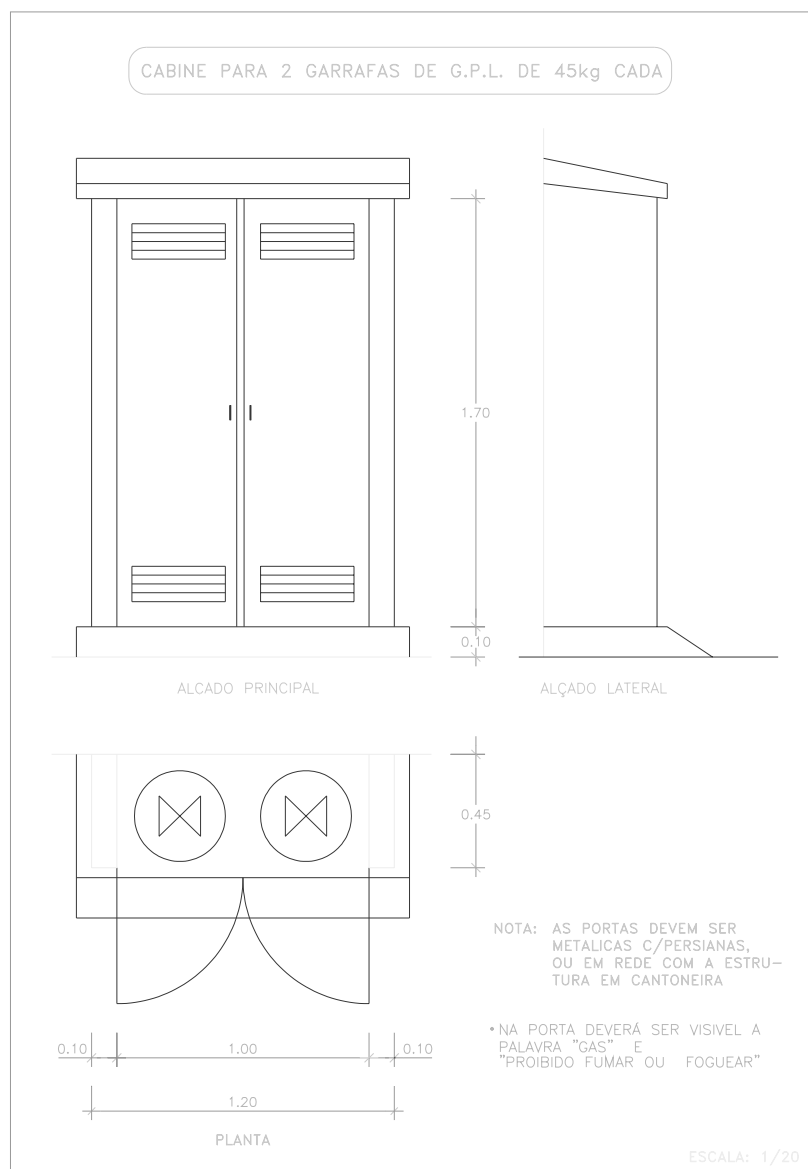


Figura 5 - Cabine para 2 garrafas de GPL, G110.

Nos postos de garrafas com capacidade superior a 330 dm³ ou na sua proximidade imediata, em local devidamente assinalado, deve existir pelo menos um extintor de 6 kg de pó químico, tipo ABC.

2.2 Armazenamento por reservatórios

O armazenamento de gás pode ser efectuado em reservatórios superficiais, fixos ou amovíveis.

Os reservatórios só poderão ser instalados no exterior dos edifícios, não sendo permitida a sua colocação sob edifícios, linhas eléctricas não isoladas, pontes e viadutos, em túneis, caves e depressões de terreno ou ainda sobre outros reservatórios.

Os reservatórios devem ser instalados por forma que, em caso de necessidade, sejam facilmente acessíveis aos bombeiros e ao seu equipamento.

Os reservatórios amovíveis ligados a uma instalação de gás devem ser considerados como fixos, com todas as consequências técnicas e legais daí decorrentes.

Deve ser colocada, em lugar bem visível, uma placa de material incombustível com a identificação, em caracteres indeléveis, da entidade exploradora e o seu contacto para situações de emergência.

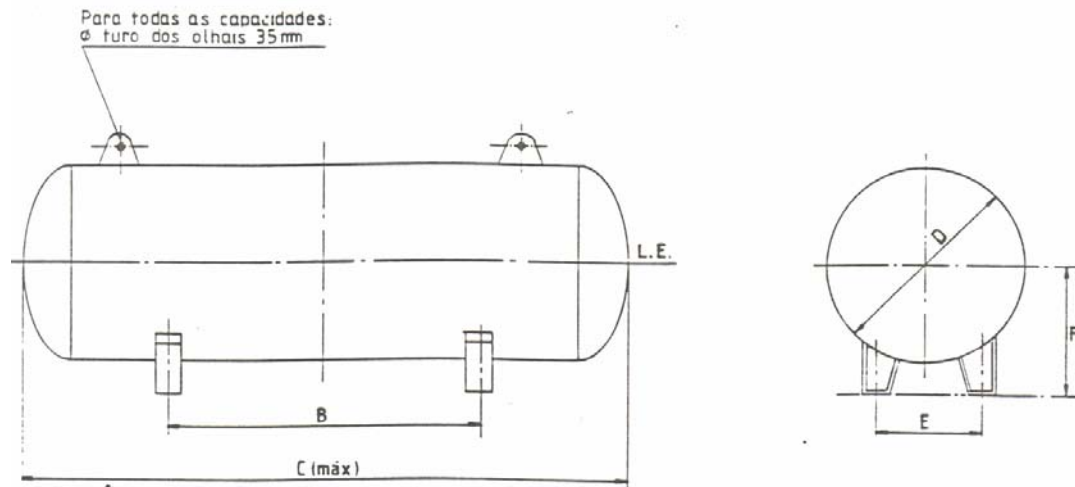


Figura 6 – Reservatório de superfície para GPL.

CAPACIDADE (m³)	Ø INTERIOR (D) mm	DIST. ENTRE SAPATAS (B) mm	COMPRIMENTO TOTAL (C) mm	DIST. ENTRE FUROS (E) mm	DIST. DA L.E. AO SOLO (F) mm
2,50	1200	1400	2500	800	757
4,48		2000	4200		
7,48	1500		4050	4600	1000
11,10		7000			
22,20	1800	6000	9100	1423	1100
50,00	2200	10500	13700	1780	1320

Figura 7 - Dimensões dos reservatórios para GPL

Regras de implantação:

Não é permitida a implantação de reservatórios, fixos ou amovíveis usados como fixos, em alinhamento coaxial ou em «T», a menos que, entre os reservatórios em causa, seja interposta uma estrutura de protecção resistente a um eventual impacte.

A distância entre cada reservatório e a estrutura referida no número anterior deve ser dupla da fixada no n.º 6 do quadro I do anexo deste regulamento.

Não é permitida a implantação de reservatórios sobrepostos, nem a implantação de reservatórios em posição de eixo diferente da correspondente ao respectivo projecto de aprovação de construção, de acordo com código de construção aceite pela entidade licenciadora territorialmente competente.

Os reservatórios com capacidade igual ou superior a 0,500 m³ devem ser equipados com válvulas de segurança, devidamente certificadas, munidas com um dispositivo de protecção destinado a evitar a entrada de água da chuva e outros corpos estranhos que possam torná-las inoperantes.

O dispositivo de protecção referido no número anterior deve manter-se no lugar e ser concebido por forma a não constituir obstáculo quando as válvulas de segurança actuam.

A descarga das válvulas de segurança deve ser feita para a atmosfera sem obstrução e no sentido ascendente e, nos reservatórios de capacidade igual ou superior a 7,480 m³, por meio de um tubo vertical com, pelo menos, 2 m de altura acima da superfície do reservatório.

Sistema de pulverização de água:

Os reservatórios superficiais com capacidade igual ou superior a 0,500 m³ devem ser equipados com um sistema fixo de pulverização de água que assegure o arrefecimento de toda a superfície do reservatório e dos seus suportes, com um caudal não inferior a 4 dm³ por minuto e por metro quadrado de superfície exterior do reservatório.

Nos reservatórios superficiais, fixos ou amovíveis usados como fixos, de capacidade igual ou superior a 2,500 m³, o equipamento fixo de aspersão de água deve ser de funcionamento automático e abrir sempre que a pressão interna do reservatório atinja 12 bar relativos para o propano e 6 bar relativos para o butano, mantendo-se a necessidade da existência de um sistema de comando manual.

O sistema referido nos números anteriores poderá ser dispensado pela entidade licenciadora em função das condições existentes no local da instalação.

Zonas de segurança:

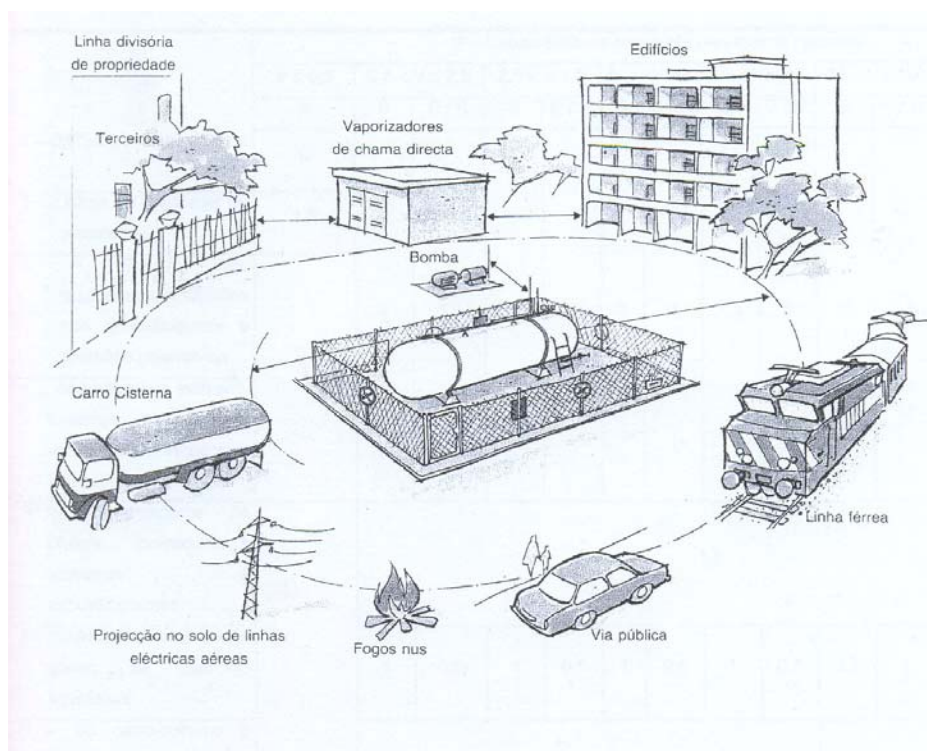
Para efeitos das precauções a tomar contra os riscos de incêndio nos reservatórios de capacidade superior a 1 m³, enterrados, recobertos e superficiais, são estabelecidas duas categorias de zonas de segurança: a) Zona 1; b) Zona 2.

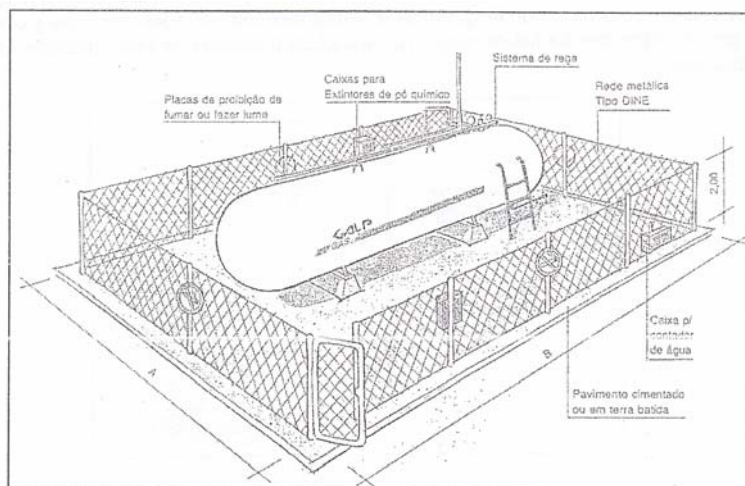
A zona 1 corresponde ao espaço circundante dos reservatórios até 1 m em todas as direcções.

A zona 2 corresponde ao espaço situado entre a zona 1 e os limites definidos pelas distâncias de segurança.

	V — Capacidade do recipiente (em metros cúbicos)													
	V ≤ 0,5		0,5 < V ≤ 2,5		2,5 < V ≤ 5		5 < V ≤ 12		12 < V ≤ 25		25 < V ≤ 50		50 < V ≤ 200	
	S	S	E/R	S	E/R	S	E/R	S	E/R	S	E/R	S	R	
1 — Edifícios e vias públicas	0													
2 — Linhas de divisórias de propriedades	1,5													
3 — Fogos nus, equipamento eléctrico não antideflagrante e produtos inflamáveis.	1													3
4 — Aberturas em edifícios, tomadas de ar de ventiladores, esgotos e fossas.														
5 — Vaporizadores de chama indirecta e eléctricos e antideflagrantes.	0	1,5												
6 — Outros reservatórios de gases de petróleo liquefeitos.		1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1,5	1	2	1,5	
7 — Do carro-cisterna à válvula de enchimento do reservatório.		3									5			
8 — Da válvula de enchimento a distância às entradas de edifícios, esgotos e fossas.	V. n.º 6 do artigo 18.º		2						3					

Figura 8 - Distâncias mínimas de segurança dos recipientes (em metros).





Reservatórios			Parque	
Capacidade [m³]	Comprimento [m]	ϕ [m]	A [m]	B [m]
2,5	2,50	1,21	3,25	4,50
4,48	4,20	1,21	3,25	6,20
7,48	4,60	1,51	3,55	6,60
11,1	7,00	1,51	3,55	9,00
22,2	9,10	1,81	3,85	11,10
50	13,70	2,21	4,25	15,70

Figura 9 - Dimensões estabelecidas para reservatórios superficiais.

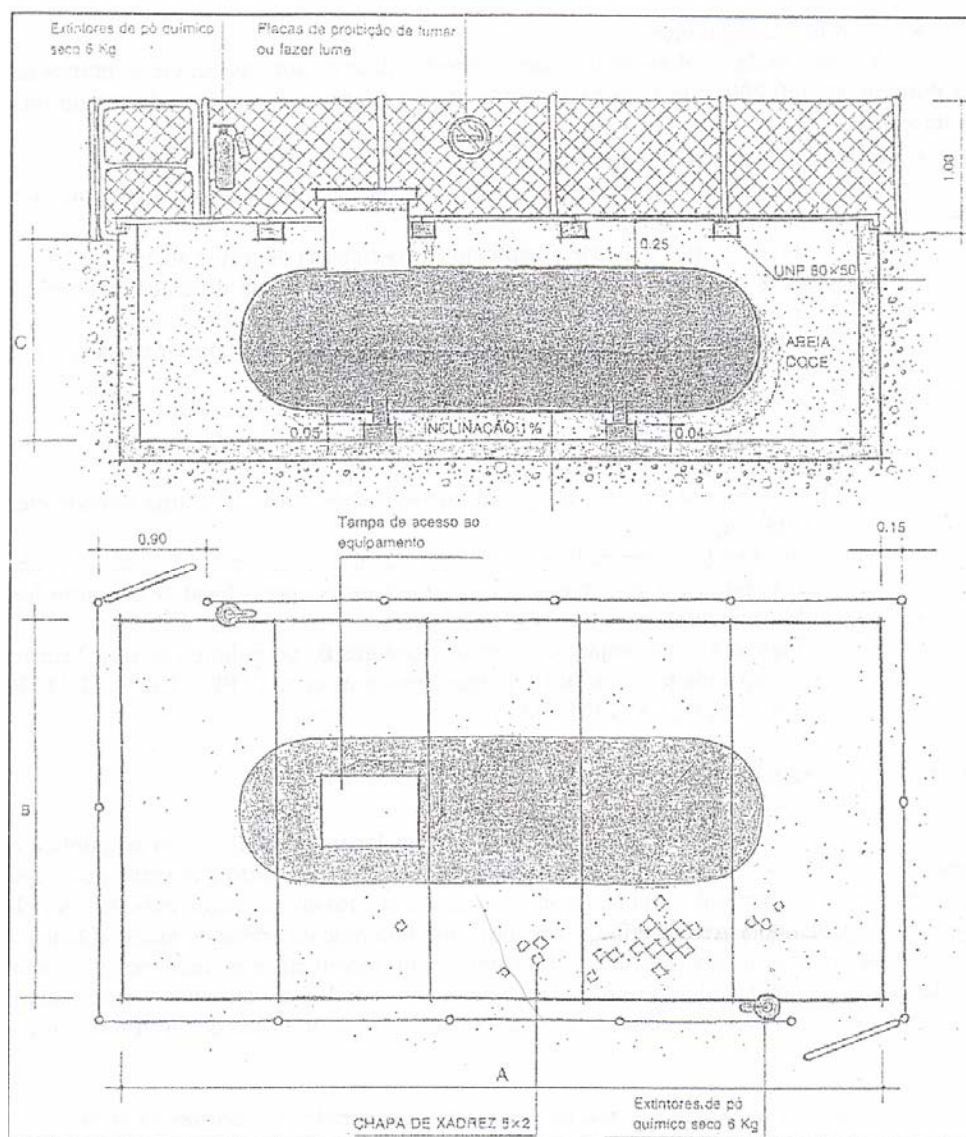


Figura 10 - Reservatórios enterrados de gás combustível.

Tabela 2 - Dimensões regulamentares para reservatórios enterrados.

RESERVATÓRIOS			FOSSA		
CAPACIDADE (m ³)	COMPRIMENTO (m)	Ø (m)	A (m)	B (m)	C (m)
2.5	2.5	1.21	4.10	2.81	1.66
4.48	4.2	1.21	5.80	2.81	1.66
7.48	4.6	1.51	6.20	3.11	2.06
11.1	7.0	1.51	8.60	3.11	2.06

3 Dimensionamento dos postos de abastecimento

A utilização de redes de GPL, sendo o propano de utilização mais generalizada, diferencia-se da rede a gás natural, pelo facto de a fonte de abastecimento ser objecto de dimensionamento por parte do projectista. Este dimensionamento deve satisfazer:

- Consumo nominal e pressão de funcionamento dos aparelhos a alimentar.
- Somatório dos consumos e duração dos mesmos.
- Consumo médio mensal.
- Stock mínimo.
- Período de reabastecimento.

Como dentro da fonte de abastecimento, garrafa ou reservatório, o gás encontra-se na fase líquida mas a alimentação dos aparelhos a gás se faz na fase gasosa, é necessário determinar a capacidade de vaporização. A vaporização pode ocorrer de forma natural ou artificial.

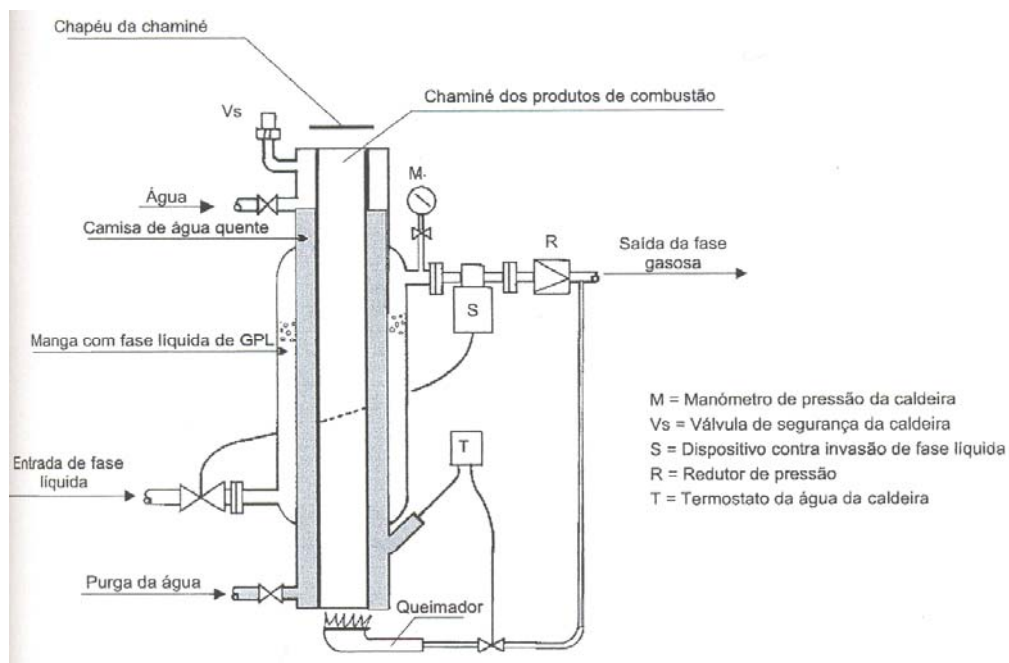


Figura 11 - Vaporização artificial.

Quando a capacidade de vaporização é insuficiente, ocorre um arrefecimento da massa líquida de gás do qual resulta uma queda de pressão na saída que pode ser suficiente para cessar a emissão da fase gasosa. Nesta situação há o aparecimento, no exterior, de humidade ou em casos mais graves de gelo.

A capacidade de vaporização, M [kg/h], de um gás depende dos seguintes factores:

- S - Área molhada do reservatório em m^2 .
- T - Temperatura para a qual é garantida a pressão de saída.
- Q_v - Calor de vaporização (kcal/kg)
- T_{amb} - Temperatura ambiente em $^{\circ}C$.
- 10 taxa de vaporização em $Kcal/m^2\ ^{\circ}C\ h$

$$M = 10 \times \frac{S \times \Delta T}{Q_v}$$

É facilmente constatável que a vaporização depende do nível do líquido do recipiente, visto que ao atingir o nível máximo de enchimento se obtém uma transmissão máxima pelas paredes e portanto uma maior capacidade de vaporização. À medida que o nível de enchimento diminui, e sabendo que a área molhada contribui para a capacidade de vaporização, verifica-se um decréscimo na vaporização (resultante da diminuição do fluxo de calor transferido e da redução da acumulação calorífica, que é directamente proporcional à massa).

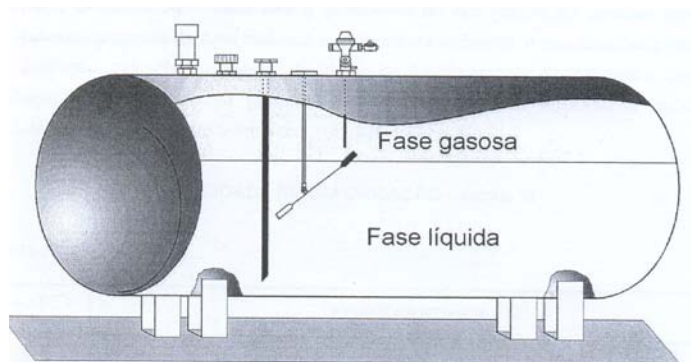


Figura 12 – vaporização do gás de um reservatório.

A capacidade de vaporização depende da pressão de utilização, que determina a temperatura ambiente mínima de utilização e o calor latente de vaporização, podendo ser obtida pela Figura 12 e Figura 13.

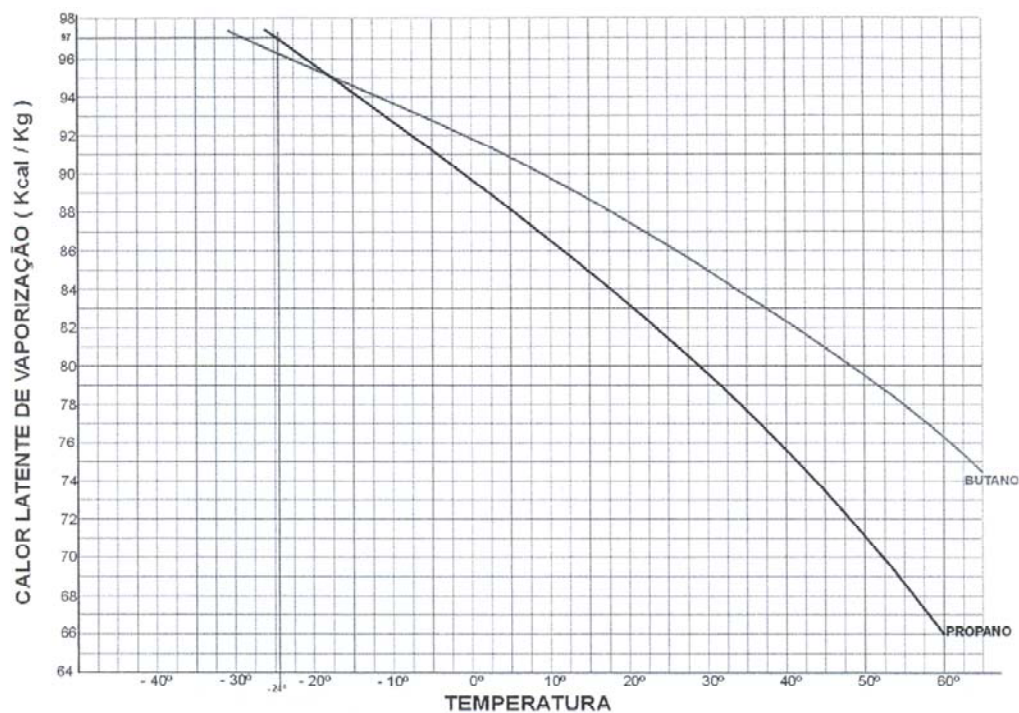


Figura 13 - Capacidade de vaporização do Butano e Propano em função da temperatura.

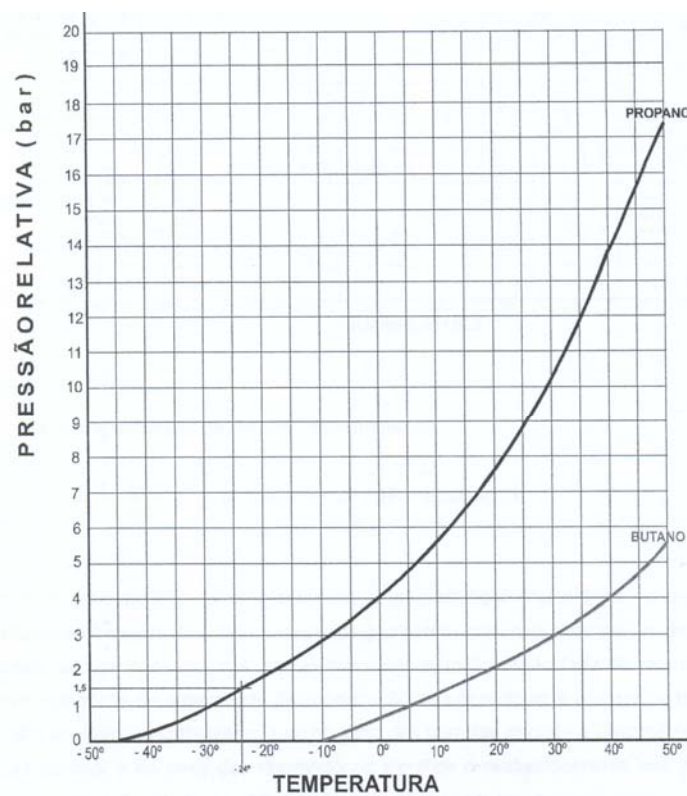


Figura 14 - Pressão de vaporização do Butano e Propano em função da temperatura.

A Figura 15 e a Figura 16 apresentam a capacidade de vaporização do gás propano e butano, respectivamente, para um débito contínuo e com uma pressão de saída de 1.5 bar.

Capacidade das garrafas		Temperatura ambiente [°C]							
		-5	0	5	10	15	20	25	30
11 kg	Min.	400	460	520	585	645	720	785	865
	Méd.	520	595	670	755	830	925	1020	1120
45 kg	Min.	1040	1170	1320	1480	1635	1820	1995	2190
	Méd.	1395	1600	1810	2150	2240	2490	2720	3000

Figura 15 - Capacidade de vaporização do gás propano engarrafado (em g/h)

Capacidade das garrafas		Temperatura ambiente ² [°C]							
		5	10	15	20	25	30	55	40
13 kg	Min.	55	110	165	220	284	348	416	485
	Méd.	71	142	213	284	366	459	538	636
55 kg	Min.	139	278	417	556	720	883	1055	1230
	Méd.	190	381	570	762	985	1210	1440	1680

Figura 16 - Capacidade de vaporização do gás Butano engarrafado (em g/h)

A Tabela 3 apresenta o factor de correcção do valor da capacidade de vaporização, fornecido pelas tabelas anteriores, dependente do tipo de regime de funcionamento.

Tabela 3 – Factor de correcção.

Regime de funcionamento	Coefficiente de correcção
Contínuo	1
Intermitente	1,5
Ponta	2

Tabela 4 – Capacidade de vaporização do propano engarrafado (P=37mbar).

Período de utilização das		15 min		60 min		Contínuo	
garrafas		G26	G110	G26	G110	G26	G110
Temperatura do ar junto das garrafas	-15 °C	1.20	4.90	0.70	2.85	0.50	2.00
	-5 °C	1.80	7.40	1.35	5.50	0.90	3.70
	5 °C	2.60	10.60	2.00	8.20	1.30	5.35
	15 °C	3.50	14.30	2.50	10.20	1.65	6.75

Tabela 5 – Capacidade de vaporização do propano engarrafado (P=500mbar).

Período de utilização das		15 min		60 min		Contínuo	
garrafas		G26	G110	G26	G110	G26	G110
Temperatura do ar junto das garrafas	-15 °C	0.90	3.85	0.55	2.25	0.40	1.60
	-5 °C	1.50	5.75	1.10	4.30	0.70	2.90
	5 °C	2.10	8.30	1.60	6.40	1.00	4.20
	15 °C	2.80	11.20	2.00	8.00	1.30	5.30

Na Figura 17 é apresentada a capacidade de vaporização de reservatórios normalizados. Verifica-se que a capacidade de vaporização de reservatórios a gás aumenta com temperatura ambiente e que é superior para valores de conteúdos mássicos mais elevados.

Capacidade nominal [m³]	Conteúdo máximo [ton.]	Caudal [kg/h]						
		Enchimento a 30%			Pressão de saída [bar]	Enchimento a 60%		
		0 °C	10 °C	20 °C		0 °C	10 °C	20 °C
2.5	1	11	16	21	1	15	22	28
		6	11	16	2	8	15	22
		2	6	11	3	3	8	15
4.48	1.9	17	25	32	1	25	37	49
		9	17	24	2	16	25	37
		4	9	21	3	5	16	26
7.48	3.14	22	33	46	1	35	50	67
		12	22	33	2	19	35	50
		6	12	22	3	8	19	35
11.1	4.67	34	47	63	1	50	70	95
		19	34	47	2	28	50	70
		9	19	34	3	10	28	50
22	9.35	55	77	102	1	77	110	147
		30	55	77	2	45	77	117
		10	30	55	3	15	50	85
50	21	105	145	199	1	165	235	320
		60	105	145	2	96	165	235
		20	60	105	3	33	96	165

Figura 17 - Capacidade de vaporização de reservatórios normalizados.

Verifica-se também que a capacidade de vaporização apresenta valores superiores para enchimentos de 60 % relativamente aos de 30 %. Desta forma, no projecto de redes de gás deve ter em consideração a percentagem de enchimento, a pressão de saída, a temperatura ambiente, volume de enchimento (capacidade do reservatório), conteúdo mássico máximo de gás e o tipo de funcionamento para determinar a autonomia de um reservatório.

A autonomia de um dado reservatório, em satisfazer as necessidades de gás, é determinada pela seguinte expressão:

$$A = \frac{M - V_{enc} \times m}{Q \times n^{\circ} \text{ horas} / \text{dia}}$$

Sendo:

A – Autonomia do reservatório em dias

M – Conteúdo mássico máximo em kg

V_{enc} – Volume de enchimento em dm³

m – Massa volúmica do gás

Q – Caudal pretendido em kg/h

Um projectista deve sempre dimensionar um reservatório para uma autonomia mínima de 15 dias, de forma a reduzir os custos de sucessivos abastecimentos.

4 Exercícios

[1] - Determine o número de garrafas necessárias para abastecer um restaurante, em que o intervalo entre as refeições permite a intermitência, sabendo que:

- Consumo total dos aparelhos é de 6 kg/h
- Temperatura ambiente de 5 °C
- Garrafas G110 com 45 kg de propano
- Pressão de saída de 1,5 kgf/cm²

[2] - Determine o número de garrafas necessárias para abastecer um forno de tratamentos térmicos, funcionando em regime contínuo, sabendo que:

- Consumo total dos queimadores é de 8 kg/h
- Temperatura ambiente de 10 °C
- Garrafas G110 com 45 kg de propano
- Pressão de saída de 1,5 kgf/cm².

[3] - Calcular a capacidade de vaporização de um reservatório contendo propano em fase líquida quando a área molhada corresponde a 1 m² da superfície, a temperatura ambiente é de 20 °C e a pressão de saída pretendida é de 2 kgf/cm².

[4] - As condições de funcionamento de uma dada instalação impõem que a pressão de saída e a temperatura ambiente sejam de 1,5 bar e 10 °C, respectivamente. Se o caudal de gás for de 25 kg/h e a instalação funcionar 8 horas por dia, determine:

- a) A capacidade do reservatório se o enchimento for efectuado a 30 %.

- b) A capacidade do reservatório se o enchimento for efectuado a 60 %.
- c) A autonomia do reservatório.

[5] - Determine a capacidade do reservatório, e respectiva autonomia, que abastece com propano uma instalação de gás, de um edifício, com as seguintes características:

- Consumo de 46 kg/h
- Temperatura ambiente de 16 °C
- Pressão de saída de 1,6 kgf/cm².
- nº de horas /dia: 10.