



**ACADEMIA MILITAR**  
DULCE ET DECORUM EST PRO PATRIA MORI

## **Instalações de Gás**

Uma análise das Normas e Regulamentos

**Bruno Miguel de Lima Correia**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Militar**

### **Júri**

Presidente: Professora Doutora Ana Paula Patrício Teixeira Ferreira Pinto  
França de Santana

Orientadores: Professor Doutor Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa  
Engenheiro Luís Manuel Ribeiro Henriques

Vogais: Professora Doutora Maria Cristina de Oliveira Matos Silva  
Tenente-Coronel João Carlos Martins Rei

**Outubro 2013**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Albano Neves e Sousa agradeço todos os esclarecimentos que me foram prestados durante a realização desta dissertação.

Ao Eng.º Luís Henriques, co-orientador desta dissertação, expresso o sincero agradecimento pela forma atenciosa e cuidada com que me acompanhou ao longo deste trabalho, as sugestões, comentários, bem como a sua simpatia e amizade.

Agradeço ainda à Eng.ª Rita d'Araújo a oportunidade que me deu de ter trabalhado ao longo do período de desenvolvimento desta dissertação no Instituto Tecnológico do Gás, valorizando e aumentando os meus conhecimentos sobre esta temática.

Agradeço ao Departamento de Formação do Instituto Tecnológico do Gás nas pessoas do Eng.º Egídio Calado, do Eng.º Miguel Ortega, da Eng.ª Sandra Caetano e ao Eng.º João Nabais, pela disponibilidade total que demonstraram ao longo da realização desta dissertação, acolhendo-me com profissionalismo e amizade.

À minha família, quero agradecer todo o amparo, incentivo, compreensão e confiança que me deram, não só durante todo o meu percurso escolar e académico, como também todos os valores que me transmitiram ao longo de toda a minha vida para chegar até aqui.

Aos meus amigos pelos bons momentos que passámos neste percurso académico.

Agradeço à Academia Militar que me proporcionou a minha formação como homem e militar.

(página em branco)

## RESUMO

As características dos gases combustíveis e os riscos associados à sua utilização como fonte de energia de referência no sector doméstico e terciário impõem a necessidade de normalizar procedimentos. Assim, existe hoje, um número muito elevado de procedimentos de segurança, instalação ou uso que são definidos por um conjunto muito disperso de documentos normativos, dificultando, conseqüentemente, a acção dos profissionais do sector em geral, e em particular, dos engenheiros projectistas e dos técnicos responsáveis pela instalação e inspecção das redes de gás em edifícios.

Neste contexto, é de grande utilidade a produção de um documento, que sirva de apoio a este conjunto de profissionais na hora de escolher materiais, definir soluções técnicas, instalar tubagens e aparelhos ou ainda na hora de inspecionar a qualidade e segurança das instalações de gás. Será efectuada uma comparação entre imposições normativas nacionais e internacionais ao nível do processo de dimensionamento, ao nível dos materiais essa comparação não será efectuada pelo facto de em Portugal se utilizarem normas internacionais, pretendendo assim, responder a uma necessidade cada vez mais presente dos projectistas portugueses, os quais desenvolvem a sua actividade em vários países.

Na presente dissertação apresenta-se uma versão preliminar de um documento deste tipo, no qual se incluem também alguns elementos de apoio ao dimensionamento das instalações de gás em edifícios.

### Palavras-chave:

- Instalações de gás;
- Documento de apoio ao projectista;
- Procedimentos normativos;
- Tabelas de dimensionamento.

(página em branco)

## **ABSTRACT**

The characteristics of combustible gases and the risks associated with its use as a reference energy source in domestic and tertiary sector imposes the need to standardize procedures. So, there is, nowadays a high number of procedures about safety, installation or use that are defined by a set of normative documents very dispersed, making the action of professionals in general more difficult, in particular, that of engineers designers and professional technicians responsible for installation and inspection gas supply systems in buildings.

In this context, it is useful to produce a document to support this group of professionals at the tasks of choosing materials, defining technical solutions, installing piping and equipment, and inspect the quality and safety of gas installations. Whenever possible, a comparison between national and international normative impositions will be made in order to the needs of Portuguese project designers that develop their activities in different countries.

This document present a preliminary version of a document of this type, which includes, some design tables to support de design process in buildings gas installations.

### **Keywords:**

- Gas installations;
- Project design document;
- Normative procedures;
- Design tables.

(página em branco)

# ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1.	MOTIVAÇÃO .....	1
1.2.	OBJECTIVOS.....	1
1.3.	METODOLOGIA.....	1
1.4.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	2
2.	GASES COMBUSTÍVEIS.....	3
2.1.	INTRODUÇÃO HISTÓRICA.....	3
2.2.	CLASSIFICAÇÃO DOS GASES COMBUSTÍVEIS.....	5
2.2.1.	GASES DA 1. <sup>a</sup> FAMÍLIA – GÁS DE CIDADE .....	7
2.2.2.	GASES DA 2. <sup>a</sup> FAMÍLIA – GÁS NATURAL .....	7
2.2.3.	GASES DA 3. <sup>a</sup> FAMÍLIA – GASES DE PETRÓLEO LIQUEFEITO.....	8
2.3.	REGIMES DE PRESSÕES.....	9
2.4.	RESUMO CONCLUSIVO.....	10
3.	STEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE .....	11
3.1.	METROLOGIA .....	11
3.2.	NORMALIZAÇÃO.....	12
3.3.	QUALIFICAÇÃO.....	13
3.4.	RESUMO CONCLUSIVO.....	13
4.	SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO.....	17
4.1.	DISTRIBUIÇÃO DE GN EM REDE.....	17
4.1.1.	GASODUTO.....	18
4.1.2.	REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	18
4.1.3.	INSTALAÇÕES EM EDIFÍCIOS.....	21
4.2.	RESERVATÓRIOS .....	22
4.2.1.	GARRAFAS/POSTO DE GARRAFAS.....	22
4.2.2.	RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO .....	27
4.2.3.	DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA.....	31
4.3.	RESUMO CONCLUSIVO.....	33
5.	TUBAGENS.....	35

5.1.	TUBAGENS METÁLICAS .....	35
5.1.1.	AÇO.....	36
5.1.2.	COBRE.....	39
5.2.	TUBAGENS NÃO METÁLICAS .....	43
5.2.1.	POLIETILENO.....	43
5.2.2.	BORRACHA.....	46
5.3.	INTERLIGAÇÕES .....	47
5.4.	RESUMO CONCLUSIVO.....	48
6.	REDES EM EDIFÍCIOS.....	51
6.1.	INSTALAÇÃO DE TUBAGEM.....	51
6.1.1.	TUBAGEM EMBEBIDA.....	53
6.1.2.	TUBAGEM EM CANALETE .....	55
6.1.3.	TUBAGEM À VISTA.....	56
6.1.4.	TUBAGENS EM TECTOS FALSOS .....	60
6.2.	INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS .....	60
6.2.1.	DISPOSITIVOS DE CORTE .....	61
6.2.2.	DISPOSITIVOS DE REGULAÇÃO DE PRESSÃO.....	63
6.2.3.	DISPOSITIVOS LIMITADORES DE PRESSÃO.....	64
6.3.	RESUMO CONCLUSIVO.....	64
7.	DIMENSIONAMENTO DE REDES E INSTALAÇÕES DE GÁS.....	65
7.1.	CONSUMO.....	65
7.1.1.	APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO.....	66
7.2.	PRESSÃO DE SERVIÇO.....	67
7.2.1.	MÉDIA PRESSÃO .....	67
7.2.2.	BAIXA PRESSÃO .....	70
7.3.	FONTES DE ABASTECIMENTO.....	71
7.3.1.	POSTO DE GARRAFAS GPL.....	71
7.3.2.	RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO .....	76
7.4.	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO ADOPTADOS NOUTROS PAÍSES .....	79
7.4.1.	ESPANHA.....	79

7.4.2.	BRASIL.....	80
7.5.	DISCUSSÃO .....	80
8.	INSPECÇÕES E ENSAIOS .....	83
8.1.	INSTALAÇÃO.....	83
8.1.1.	ENSAIO DE RESISTÊNCIA MECÂNICA .....	85
8.1.2.	ENSAIO DE ESTANQUIDADE .....	86
8.2.	LIGAÇÃO AOS APARELHOS.....	87
8.2.1.	TUBOS METÁLICOS RÍGIDOS.....	88
8.2.2.	TUBOS METÁLICOS FLEXÍVEIS.....	89
8.2.3.	TUBOS NÃO METÁLICOS FLEXÍVEIS.....	89
8.3.	CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO .....	89
8.4.	RELATÓRIOS DE INSPECÇÃO.....	91
9.	CONCLUSOES E TRABALHOS FUTUROS .....	93
	BIBLIOGRAFIA.....	95
	ANEXOS.....	A.1
	ANEXO 1 .....	A.3
	ANEXO 2 .....	A.7
	ANEXO 3 .....	A.11
	ANEXO 4 .....	A.15
	ANEXO 5.....	A.19
	ANEXO 6.....	A.25
	ANEXO 7 .....	A.31
	ANEXO 8.....	A.37
	ANEXO 9.....	A.43
	ANEXO 10.....	A.49
	ANEXO 11.....	A.55
	ANEXO 12.....	A.61
	ANEXO 13.....	A.67
	ANEXO 14.....	A.71
	ANEXO 15.....	A.77

ANEXO 16.....	A.81
ANEXO 17.....	A.85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Gráfico das emissões de CO <sub>2</sub> associadas aos diversos gases combustíveis [5].	4
Figura 2.2 – Representação das famílias e grupos de gases em função dos índices de Wobbe.	6
Figura 2.3 – a) Gasoduto nacional b) Navio metaneiro c) Terminal de Sines.	8
Figura 3.1 – Organograma do Sistema Português da Qualidade.	11
Figura 3.2 – Organograma das ONS e respectivas CT no âmbito dos gases combustíveis (com base no Instituto Português da Qualidade [15]).	13
Figura 4.1 – Exemplo de uma UAG.	17
Figura 4.2 – Localização das redes enterradas (adaptado [12]).	20
Figura 4.3 – Distâncias mínimas entre tubagens de diferentes redes (m).	20
Figura 4.4 – Utilização de bainhas de protecção [12].	21
Figura 4.5 – Vala tipo de assentamento de rede de gás enterrada: materiais e distâncias a cumprir [11].	21
Figura 4.6 – Alojamento de garrafas [12].	23
Figura 4.7 – Distância entre a garrafa e a fonte de calor [12].	24
Figura 4.8 – Distância entre a garrafa e a fonte de calor com interposição de antepara [12].	24
Figura 4.9 – Ligação do posto de garrafas aos aparelhos [12].	25
Figura 4.10 – Exemplo de uma cabina [12].	26
Figura 4.11 – Montagem de um reservatório superficial (adaptado [5]).	28
Figura 4.12 – Distâncias de segurança nos reservatórios superficiais [12].	29
Figura 4.13 – Montagem de um reservatório enterrado [12].	30
Figura 4.14 – Distâncias de segurança nos reservatórios enterrados [12].	30
Figura 4.15 – Distância de segurança [N.14].	33
Figura 5.1 – Ligação por flanges [22].	37
Figura 5.2 – a) Rosca de ligação cónico-cilíndrica. b) Rosca interior cilíndrica. c) Rosca exterior cónica. (adaptado [23]).	38
Figura 5.3 – Tipos de ligações mecânicas [22].	38
Figura 5.4 – Sequência de operações de uma brasagem capilar forte [9].	41
Figura 5.5 – Abocardamento de tubos [10].	42
Figura 5.6 – Características das ligações [10].	43

Figura 5.7 – a) Redução electrossoldável. b) Curva electrossoldável.....	46
Figura 5.8 – Soldadura topo-a-topo a) Antes da união b) Após a união.....	46
Figura 5.9 – Procedimento de envolvimento da rosca [6].....	48
Figura 6.1 – Esquema de montagem de uma tubagem emergente (adaptado de Portaria n.º 361/98 [N.7]).....	52
Figura 6.2 – Esquema do atravessamento de uma parede na entrada da tubagem num edifício (adaptado de Portaria n. 361/98 [N.7]).....	53
Figura 6.3 – Exemplo de tubagem embebida. ....	53
Figura 6.4 – Esquema da montagem de um dispositivo de corte e de uma união mecânica [12]. ....	55
Figura 6.5 – Exemplo de um canaleta de plástico. ....	55
Figura 6.6 – Exemplo de tubagem à vista.....	56
Figura 6.7 – Localização dos pontos de ancoragem de forma a permitir a dilatação [9]. ....	58
Figura 6.8 – Distâncias mínimas entre as tubagens e os diversos elementos (com base em Galp,2005 [6]).....	59
Figura 6.9 – Tubagem de gás que atravessa a) pavimento do edifício b) parede interior. ....	60
Figura 6.10 – Localização dos dispositivos de corte que abastecem um fogo [6].....	62
Figura 6.11 – Localização dos dispositivos de corte que abastecem dois fogos [6]. ....	62
Figura 6.12 – Sistema de seccionamento de canalizações de gás [14]. ....	63
Figura 6.13 – Redutor de pressão com segurança a) propano b) butano. ....	64
Figura 7.1 – Gráfico da pressão relativa de vaporização do butano e do propano em função da temperatura [5]. ....	73
Figura 7.2 – Enchimento de reservatório a) 60% b) 30%. ....	77
Figura 7.3 – Gráfico do factor de simultaneidade em função da potência.....	81
Figura 8.1 – Manómetro do tipo <i>Bourdon</i> .....	85
Figura 8.2 – a) ligação não metálica flexível b) ligação metálica flexível ....	88
Figura 8.3 – Impossibilidade de combinação de ventilação mecânica com ventilação natural (adaptado [12]). ....	90

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Consumo de gás natural em Portugal Continental no período de 2002 a 2011 (Direcção-geral de energia e geologia [6]).	5
Quadro 2.2 – Resumo das famílias e grupos de gases em função dos índices de Wobbe (adaptado da NP EN 437 [8]).	6
Quadro 2.3 – Propriedades físico-químicas dos gases combustíveis (Galp,2005 [9]).	7
Quadro 2.4 – Pressões admissíveis dos gases combustíveis em edifícios (ITG,2012 [10]).	9
Quadro 2.5 – Pressões máximas de serviço para os diversos tipos de rede (ITG,2012 [10]).	10
Quadro 3.1 – Principais normas legislativas em vigor.	14
Quadro 3.2 – Principais normas legislativas em vigor (continuação).	15
Quadro 4.1 – Subdivisão da rede de distribuição de GN.	17
Quadro 4.2 – Pressões associadas as diversas sub-redes.	18
Quadro 4.3 – Dispositivos de corte impostos pela legislação e por uma concessionária.	19
Quadro 4.4 – Localizações preferenciais de redes enterradas [12].	19
Quadro 4.5 – Características das garrafas [S.3].	22
Quadro 4.6 – Condições da utilização de garrafas GPL no interior dos edifícios [N.14].	23
Quadro 4.7 – Requisitos dos postos de garrafas (adaptado de [N.14]).	25
Quadro 4.8 – Requisitos a verificar na construção das cabinas (adaptado de [N.14]).	26
Quadro 4.9 – Distâncias de segurança (adaptado de [3]).	27
Quadro 4.10 – Definições dos reservatórios sob pressão (adaptado de [N.14]).	27
Quadro 4.11 – Principais requisitos dos reservatórios superficiais (adaptado de [N.14]).	28
Quadro 4.12 – Principais requisitos dos reservatórios enterrados (adaptado de [N.14]).	29
Quadro 4.13 – Principais requisitos dos reservatórios recobertos (adaptado de [N.14]).	31
Quadro 4.14 – Distâncias mínimas de segurança aos reservatórios de GPL (em metros) [N.14].	32
Quadro 4.15 – Condições gerais na medição de distâncias de segurança [N.14].	33
Quadro 4.16 – Tipos de fontes de abastecimento permitidos em edifícios.	34
Quadro 5.1 – Tipos de documentos de inspecção (adaptado da NP EN 10204 [19]).	35
Quadro 5.2 – Ligações permitidas nos tubos de aço (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [12, 16]).	36
Quadro 5.3 – Requisitos de aperto segundo a EN 10226 (adaptado de Gomes,2001 [23]).	38

Quadro 5.4 – Tipos de ligação permitidos associados aos diversos diâmetros (adaptado de Gomes,2001 [23]).	39
Quadro 5.5 – Ligações permitidas nos tubos de cobre (adaptado [N.7] e [N.8]).	40
Quadro 5.6 – Dimensões e tolerâncias do abocardamento [10].	42
Quadro 5.7 – Classificação e designação dos compostos [N.9].	44
Quadro 5.8 – Marcação mínima requerida [N.10].	44
Quadro 5.9 – Valores do raio mínimo de curvatura [5].	45
Quadro 5.10 – Ligações permitidas nos tubos de polietileno (adaptado [N.7] e [N.8]).	45
Quadro 5.11 – Tubos de borracha consoante o tipo de gás (adaptado de Laranjo,1995 [12]).	47
Quadro 5.12 – Interligações dos diferentes materiais (adaptado de [N.7], [N.8] e [N.11]).	47
Quadro 5.13 – Materiais e suas características.	48
Quadro 5.14 – Diâmetros e espessuras dos diversos materiais [N.9], [N.12] e [N.13].	50
Quadro 6.1 – Requisitos das tubagens emergentes do solo (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).	52
Quadro 6.2 – Afastamento mínimo (cm) entre tubagens (Portaria n.º 361/98 [N.7]).	54
Quadro 6.3 – Requisitos das tubagens embebidas (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).	54
Quadro 6.4 – Requisitos das tubagens em canaleta (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).	56
Quadro 6.5 – Tipos de suporte utilizados na fixação das tubagens (Galp,2005 [6]).	57
Quadro 6.6 – Distância entre suportes (adaptado de Galp,2005 [6]).	57
Quadro 6.7 – Afastamento mínimo (cm) entre tubagens (Portaria n.º 361/98 [N.7]).	58
Quadro 6.8 – Localização dos dispositivos de corte (adaptado de Laranjo,1995 [12]).	61
Quadro 6.9 – Características dos dispositivos de regulação de pressão [12].	64
Quadro 7.1 – Potência e caudal associados aos diversos aparelhos e troços.	66
Quadro 7.2 – Pressões de serviço características [6,11].	67
Quadro 7.3 – Tabela de dimensionamento dos diâmetros dos troços em média pressão – ilustração do procedimento de cálculo.	69
Quadro 7.4 – Caudal, comprimento e altimetria associada a cada fogo.	70
Quadro 7.5 – Caudal, comprimento e altimetria do troço condicionante de cada fogo.	71
Quadro 7.6 - Tabela de dimensionamento dos diâmetros dos troços em baixa pressão – ilustração do procedimento de cálculo.	71

Quadro 7.7 – Coeficientes de multiplicação consoante o regime de funcionamento [5].	72
Quadro 7.8 – Tabela de dimensionamento do número de garrafas de propano G110 - Ilustração do procedimento de cálculo.	75
Quadro 7.9 – Número de garrafas necessárias a garantir um caudal de 3,36 m <sup>3</sup> <sub>st</sub> /h.	75
Quadro 7.10 – Energia das diversas garrafas [S.3] e [S.4].	76
Quadro 7.11 – Tabela de dimensionamento do reservatório – Ilustração do procedimento de cálculo.	78
Quadro 7.12 – Variáveis para o cálculo da autonomia.	79
Quadro 7.13 – Autonomia do reservatório referente ao caso de estudo.	79
Quadro 7.14 – Factor de simultaneidade utilizado em Espanha (adaptado de [8]).	80
Quadro 7.15 – Diâmetros associados aos diversos métodos de dimensionamento.	81
Quadro 7.16 – Propriedades físicas do gás natural nos diversos países em estudo.	82
Quadro 8.1 – Periodicidade das inspecções [N.18].	83
Quadro 8.2 – Ensaios e verificações a efectuar pela entidade inspectora [N.7].	84
Quadro 8.3 – Pressão de ensaio de resistência mecânica (PERM) em função da pressão máxima de serviço (PMS) (adaptado de [N.19]).	85
Quadro 8.4 – PEE em função do regime e da posição [8] e [N.7].	86
Quadro 8.5 – Duração dos ensaios de estanquidade em Portugal [6].	86
Quadro 8.6 – Duração dos ensaios de estanquidade em Espanha [8].	87
Quadro 8.7 – Tipos de ligações admissíveis [16] e [N.7].	88
Quadro 8.8 – Informação a conter nos tubos não metálicos flexíveis [N.20 e 21].	89
Quadro 9.1 – Legislação aplicável às instalações de gás.	93
Quadro 9.2 – Legislação aplicável às instalações de gás (continuação).	94

(página em branco)

## SIGLAS

APIP	Associação Portuguesa da Indústria de Plásticos
APTA	Associação de Produtores de Tubos e Acessórios
CATIM	Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica
CEN	<i>Comité Européen de Normalisation</i>
CT	Comissão Técnica
EDP	Electricidade de Portugal
EN	<i>European Norm</i>
GDP	Gás de Portugal
GN	Gás Natural
GNL	Gás Natural Liquefeito
GPL	Gases de Petróleo Liquefeitos
IGPAI	Inspeção Geral dos Produtos Agrícolas e Industriais
IPAC	Instituto Português de Acreditação
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITG	Instituto Tecnológico do Gás
MRS	<i>Minimum Required Strength</i>
NP	Norma Portuguesa
ONN	Organismo Nacional de Normalização
ONS	Organismo de Normalização Sectorial
PE	Polietileno
PTFE	Politetrafluoretileno

PVC	Policloreto de Vinilo
SCIE	Segurança Contra Incêndios em Edifícios
SDR	<i>Standard Dimension Ratio</i>
SPQ	Sistema Português da Qualidade
UAG	Unidade Autónoma de Gás
UIIG	<i>Union Internationale de l'Industrie du Gaz</i>

# 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado, no âmbito do curso de Engenharia Militar, foi desenvolvida com o intuito de criar um documento técnico-científico de apoio ao projectista aquando do projecto e dimensionamento de instalações de gás.

## 1.1. MOTIVAÇÃO

O risco associado a esta fonte de energia e a vontade de aprofundar os conhecimentos obtidos durante o curso, particularmente na disciplina de Instalações Prediais, motivou o autor, a querer dar o seu contributo para a melhorar e compilar determinados procedimentos de forma a reduzir o risco associado a esta fonte de energia e por conseguinte contribuir para uma melhor segurança das estruturas.

A produção de um documento, que sirva de apoio a este conjunto de profissionais na hora de escolher materiais, definir soluções técnicas, instalar tubagens e aparelhos ou ainda na hora de inspeccionar a qualidade e segurança das instalações de gás.

## 1.2. OBJECTIVOS

A presente dissertação pretende constituir um documento de apoio ao projectista, contemplando de uma forma organizada, as escolhas que lhe são permitidas na concepção de uma instalação de gás em edifícios, a sua justificação e as condições da sua aplicação, baseando-se nas normas e legislação em vigor. Sempre que possível, será efectuada uma comparação entre imposições normativas nacionais e internacionais, pretendendo responder a uma necessidade cada vez mais presente dos nossos projectistas, os quais desenvolvem a sua actividade em vários países.

Com o intuito de apoiar os projectistas, foi criado um conjunto de tabelas que visam tornar o processo de dimensionamento mais célere, nomeadamente na escolha, dos diâmetros a utilizar nas redes abastecidas por gás natural, do número de garrafas necessárias a um posto de garrafas e da capacidade necessária do reservatório sob pressão.

## 1.3. METODOLOGIA

Para a elaboração desta dissertação, foi efectuada uma pesquisa exaustiva das normas e regulamentos actualmente existentes, bem como das especificações técnicas das diferentes empresas que comercializam gás natural em Portugal, parte substancial desta pesquisa foi efectuada no Instituto Tecnológico do Gás (ITG). Procedeu-se ainda à compilação e resumo das principais normas e bases legislativas, de forma a possibilitar uma fácil consulta por parte dos projectistas de instalações de gás.

## 1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação será dividida em nove capítulos, dos quais o primeiro é o presente capítulo introdutório.

No segundo capítulo, é apresentada uma breve síntese da história dos gases combustíveis, descrevendo-se o sistema nacional de gás natural e as principais características dos gases combustíveis utilizados no nosso país.

No terceiro capítulo, é apresentado o sistema português de qualidade, enquanto entidade que regula a criação de normas e procedimentos em Portugal, e é efectuada uma breve descrição da sua actividade no sector das instalações de gás em edifícios.

No quarto capítulo, são abordados os diferentes materiais que podem ser utilizados na concepção de uma rede de gás e as normas associadas a esses mesmos materiais, quer ao nível da sua composição, quer ao nível das suas ligações.

No capítulo cinco, são apresentadas as diferentes soluções de abastecimento possíveis e respectivas condicionantes legislativas e normativas.

O sexto capítulo aborda as diferentes formas de colocação dos diversos materiais utilizados na concepção de redes de gás, que variam consoante o tipo de solução adoptada, é ainda abordado neste capítulo as condicionantes de localização de determinados dispositivos.

No sétimo capítulo, é apresentada uma metodologia de cálculo com recurso a tabelas de dimensionamento criadas no acto da realização desta dissertação, por forma a auxiliar o projectista no dimensionamento das mesmas.

O capítulo oito apresenta os parâmetros necessários a ter em conta aquando da realização de uma inspecção deste tipo de instalações, por forma a ter-se um elevado grau de segurança e confiança na sua utilização.

No capítulo nove, tecem-se algumas conclusões e discute-se a necessidade de realização de trabalhos futuros de forma a permitir a constante actualização dos temas abordados.

Na bibliografia estão presentes as obras, normas, legislação e sites consultados para a realização desta dissertação.

Os anexos apresentados têm o intuito de melhorar a percepção dos temas abordados nos diversos capítulos.

## 2. GASES COMBUSTÍVEIS

Constituem gases combustíveis os produtos gasosos ou liquefeitos obtidos a partir da refinação do petróleo bruto, do tratamento de hidrocarbonetos naturais, dos efluentes da indústria petroquímica e do tratamento de carvões, os respectivos gases de substituição e os resultantes da fermentação de biomassa [1].

Em seguida, é efectuada uma breve descrição cronológica do surgimento destes produtos, apresentando-se para cada um deles, as suas características principais.

### 2.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA

Apesar de não o compreender, o ser humano já conhecia o fenómeno da combustão dos gases emanados das bolsas de petróleo há milhares de anos, sendo essa uma fonte de superstições diversas. Na Pérsia Antiga entre 600 a.C. e 200 a.C., esse fenómeno era usado, segundo algumas indicações históricas, para manter o “fogo eterno” (símbolo de adoração). No entanto, a primeira utilização de gás natural (GN) é, geralmente, datada de 615 a.C. no Japão [2]. Existem também referências ao ano de 347 a.C. [3], quando, segundo um manuscrito chinês, se começou a utilizar o então chamado “ar de fogo” para iluminação, recorrendo-se a um sistema engenhoso de canas de bambu, seladas entre si com betume, para transportar o gás desde o ponto onde, naturalmente, brotava da terra, até ao local de utilização.

Na Europa, apenas no século XVII se iniciou, em França, Inglaterra e Holanda, a produção de gás combustível a partir da carbonização da madeira e da hulha, descobrindo-se que o produto sólido daí resultante, o carvão, era combustível. No entanto, a carbonização de matérias orgânicas só foi explicada, por Philippe Lebon, numa comunicação à Academia de Ciências de França, em 1798 [4]. A energia resultante da queima do gás assim obtido começou então a ser amplamente utilizada na iluminação pública e privada. A primeira fábrica de gás foi construída ainda antes de 1800 em Soho, perto de Birmingham, tendo-se realizado a primeira entrega ao público apenas dois anos depois [4].

Em 1821, as ruas de Fredonia, perto de Nova Iorque, eram iluminadas por GN, simplesmente porque o gás emergia espontaneamente de um buraco no chão, à saída da cidade. A canalização era feita de madeira e chumbo, apresentando um elevado nível de insegurança para a população, quer pelo risco de potenciais explosões, quer pelo risco de envenenamento. Nesta época não existiam mecanismos fiáveis para transportar o gás até às habitações, o que impedia assim o seu uso doméstico, sendo apenas utilizado para iluminação pública [3].

Com a criação, por Robert Bunsen, do primeiro queimador (de Bunsen), em 1885, passou a ser possível aproveitar plenamente as vantagens deste combustível. Com esta invenção, os produtores de gás rapidamente desviaram a sua atenção para as propriedades térmicas deste combustível, promovendo-o como fonte de energia para cocção, aquecimento ambiente e de águas sanitárias.

Os mercados industriais e da produção térmica de electricidade tiveram no entanto pouca expressão até ao fim da Segunda Guerra Mundial. Depois desta, os avanços na metalurgia, na soldadura e na

produção dos tubos permitiram o rápido desenvolvimento dos meios de transporte de gás. Com a expansão das redes de transporte e de distribuição, a indústria e as centrais térmicas passaram a ser grandes consumidores de gás combustível. Em simultâneo, o desenvolvimento da indústria da refinação de petróleo bruto, iniciada ainda em 1860, deu origem aos gases de petróleo liquefeitos (GPL). Em Portugal, foi criada, no ano de 1954, a refinaria de Lisboa, o que permitiu alguns anos depois, a crescente utilização do GPL em garrafas ou reservatórios, como alternativa às redes de distribuição de gás de cidade.

Com a crise petrolífera na década de setenta do séc. XX, e com a consequente revisão da política energética, o gás natural começou a desempenhar um papel importante como energia alternativa, em particular devido às suas vantagens ambientais comparativamente com outros combustíveis (Figura 2.1). Hoje em dia, o gás natural consumido em Portugal tem origem maioritária na Argélia, chegando ao território nacional por via terrestre através do gasoduto Magrebe-Europa, e na Nigéria, sendo neste caso utilizada a via marítima através de navios metaneiros com destino ao porto de Sines. O GPL chega a Portugal por via marítima através de navios butaneiros oriundos da França, Reino Unido e Irlanda.

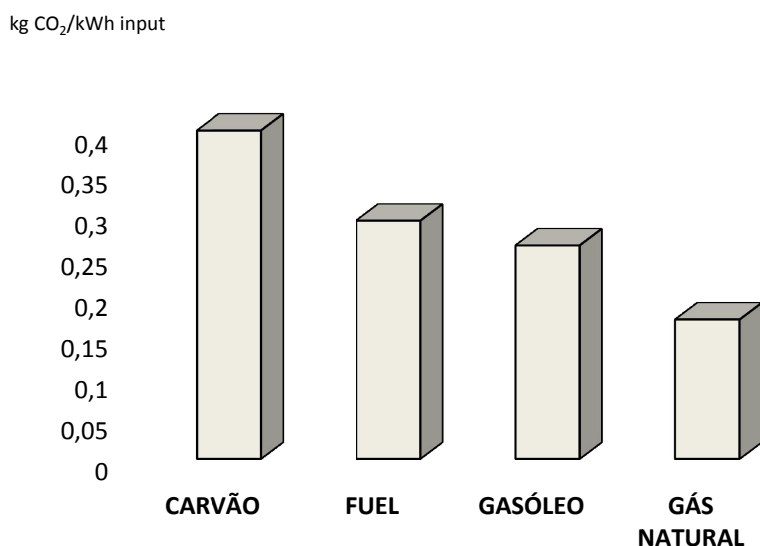


Figura 2.1 – Gráfico das emissões de CO<sub>2</sub> associadas aos diversos gases combustíveis [5].

O grande problema da utilização destes combustíveis é o facto de serem não renováveis, tendo como referência a escala de tempo humana, porque considerando uma escala de tempo geológica estes continuam a formar-se na natureza [5]. Outro problema surge aquando da queima de combustíveis minerais, uma vez que a essa queima está associada a produção de gases que contribuem para o aumento do “efeito estufa” (Figura 2.1). O GN é, como se referiu, o gás combustível menos poluente, apresentando um consumo crescente nos últimos anos, perspectivando-se a manutenção dessa tendência (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Consumo de gás natural em Portugal Continental no período de 2002 a 2011 (Direcção-geral de energia e geologia [6]).

Gás natural – Portugal Continental			
Ano	Consumo (10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> )	Ano	Consumo (10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> )
2002	2.932.833	2007	4.109.970
2003	2.827.961	2008	4.495.642
2004	3.542.516	2009	4.465.752
2005	4.014.832	2010	4.858.456
2006	3.856.271	2011	4.914.202

**NOTA:** Valores actualizados em 22-01-2013.

## 2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS GASES COMBUSTÍVEIS

O desempenho dos gases combustíveis é caracterizado por alguns dos seguintes parâmetros [7]:

- Poder calorífico superior e inferior;
- Densidade em relação ao ar;
- Índice de Wobbe.

O poder calorífico (em MJ/kg ou MJ/m<sup>3</sup>) é a quantidade de calor produzido pela combustão completa, à pressão constante de 1013,25 mbar, de uma unidade de massa ou volume de gás, partindo dos constituintes da mistura combustível em condições normais de pressão (101325 Pa) e temperatura (0°C), obtendo os produtos da combustão nas mesmas condições. Definem-se dois tipos de poder calorífico, o poder calorífico superior ( $H_s$ ) quando se admite que a água produzida pela combustão condensa, sendo aproveitado o calor latente de vaporização, e o poder calorífico inferior ( $H_i$ ) quando se admite que a água produzida pela combustão permanece no estado de vapor [8].

A densidade em relação ao ar ( $d$ ) é a razão das massas volúmicas ( $\rho$ , em kg/m<sup>3</sup>) de gás seco e de ar seco nas mesmas condições de pressão e temperatura [8].

$$d = \frac{\rho_{gás}}{\rho_{ar}} \quad (1.1)$$

O índice de Wobbe ( $W$ , em MJ/kg ou MJ/m<sup>3</sup>) é a razão entre o poder calorífico de um gás e a raiz quadrada da sua densidade relativa, nas mesmas condições de temperatura e pressão. O índice de Wobbe pode ser definido como superior ( $W_s$ ) ou inferior ( $W_i$ ), consoante o poder calorífico considerado [8].

$$W_i = \frac{H_i}{\sqrt{d}} \quad (1.2)$$

Gases com índices de Wobbe semelhantes apresentam características de intermutabilidade, permitindo a sua distribuição na rede à mesma pressão para alimentação dos mesmos aparelhos

sem necessidade de afinação destes, conduzindo aproximadamente à mesma qualidade de combustão.

A *Union International de l'Industrie du Gaz* (UIIG) elaborou a primeira classificação dos gases, repartindo-os em três famílias em função do valor do índice Wobbe (Quadro 2.2 e Figura 2.2). Actualmente os gases combustíveis classificam-se em três famílias, as quais correspondem também a uma classificação quanto à origem do gás:

- Gases manufacturados;
- Gases naturais;
- Gases de petróleo liquefeitos.

Quadro 2.2 – Resumo das famílias e grupos de gases em função dos índices de Wobbe (adaptado da NP EN 437 [8]).

Famílias de Gases e Grupos	Índice de Wobbe superior, a 15 °C e 1013,25 mbar [MJ/m <sup>3</sup> ]	
	Mínimo	Máximo
Primeira família	22,4	24,8
Segunda família	39,1	54,7
- Grupo H	45,7	54,7
- Grupo L	39,1	44,8
- Grupo E	40,9	54,7
Terceira família	72,9	87,3
- Grupo B/P	72,9	87,3
- Grupo P	72,9	76,8
- Grupo B	81,8	87,3

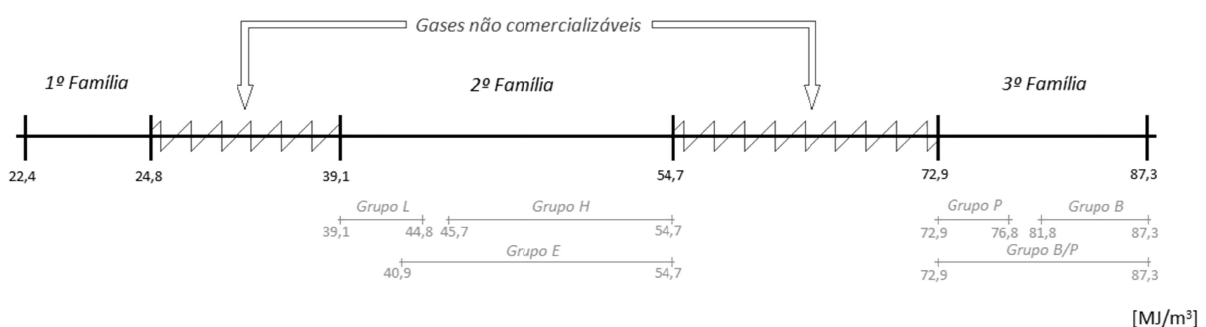


Figura 2.2 – Representação das famílias e grupos de gases em função dos índices de Wobbe.

Os gases combustíveis das diversas famílias existentes apresentam outras características diferentes, além do índice de Wobbe (Quadro 2.3). Em seguida é efectuada uma breve descrição dessas características.

Quadro 2.3 – Propriedades físico-químicas dos gases combustíveis (Galp,2005 [9]).

Propriedades		Gás de cidade	Gás natural	Gases de petróleo liquefeitos	
				Butano	Propano
Densidade relativa (adimensional)		0,50 a 0,60	0,65	2,10	1,55
Poder calorífico (kcal/m <sup>3</sup> (n))	Superior	4200	10032	32114	24218
	Inferior	3720	9054	29605	22254

Os combustíveis fósseis que englobam os gases manufacturados, o GN, o GPL, o petróleo, o carvão, entre outros, tiveram a sua origem na decomposição e acumulação de matéria orgânica (sedimentação de vegetação, microorganismos e animais) no solo, que ficou aprisionada durante milhares de anos sob estratos que entretanto se depositaram sobre este, criando assim condições favoráveis de pressão e temperatura para a transformação da matéria orgânica em combustíveis fósseis.

### 2.2.1. Gases da 1.<sup>a</sup> família – gás de cidade

A principal diferença entre o carvão e o petróleo é o seu estado físico, apresentando-se o carvão no estado sólido e o petróleo no estado líquido. Com o aumento da compactação dos sedimentos, os materiais no estado líquido vão passar através dos poros e fendas existentes nas formações rochosas adjacentes até encontrarem uma camada rochosa impermeável que impeça a sua saída para o exterior, criando assim uma jazida.

O gás de cidade era obtido a partir de combustíveis sólidos ou líquidos, destacando-se o gás de hulha e os gases resultantes de processos petroquímicos, cuja distribuição se encontrava restringida em Portugal à região de Lisboa. Este era um gás húmido (continha vapor de água) e ligeiramente tóxico.

### 2.2.2. Gases da 2.<sup>a</sup> família – gás natural

Embora existam jazidas apenas de GN, geralmente este está presente nas jazidas de petróleo e de outros gases combustíveis. Neste caso, os combustíveis dispõem-se por estratos, em função da sua densidade, sendo que o metano ocupa a parte superior da estrutura geológica confinante.

Actualmente são utilizadas diversas técnicas de prospecção na procura de jazidas, sendo as técnicas baseadas na sismologia as mais utilizadas por permitirem elaborar mapas do subsolo a partir da propagação das ondas sísmicas nas diferentes camadas da crosta terrestre. O GN pode ocorrer sob diversas formas, tais como: gás associado (ao petróleo); gás dissolvido (no petróleo); e gás não associado (ao petróleo), quando a jazida não contém quantidades significativas de petróleo bruto.

O GN é uma mistura de hidrocarbonetos leves, composto predominantemente por metano, que se mantém na fase gasosa à pressão atmosférica e à temperatura ambiente [10]. Este gás é um produto incolor, inodoro, não tóxico e mais leve que o ar. É ainda um combustível praticamente isento de

enxofre e a sua combustão é completa, tornando-se uma energia ecológica e não poluente. As características destes tipos de gases devem estar de acordo com a Portaria n.º 658/2000.

O GN é considerado o menos poluente dos combustíveis fósseis, quando comparado com outros combustíveis fósseis como o carvão e o fuelóleo (principais combustíveis utilizados em Portugal para a produção de energia eléctrica), como é observável através da Figura 2.1. Como se referiu em 2.1, o transporte de GN desde do local da sua captura até aos locais de consumo é feito em fase gasosa por via terrestre, através de gasodutos de alta pressão, ou em fase líquida através de navios metaneiros, sendo então descarregado em tanques de armazenagem e regasificado no local de recepção (Figura 2.3).

Em Portugal é utilizado GN do grupo H (Quadro 2.2 e Figura 2.2).

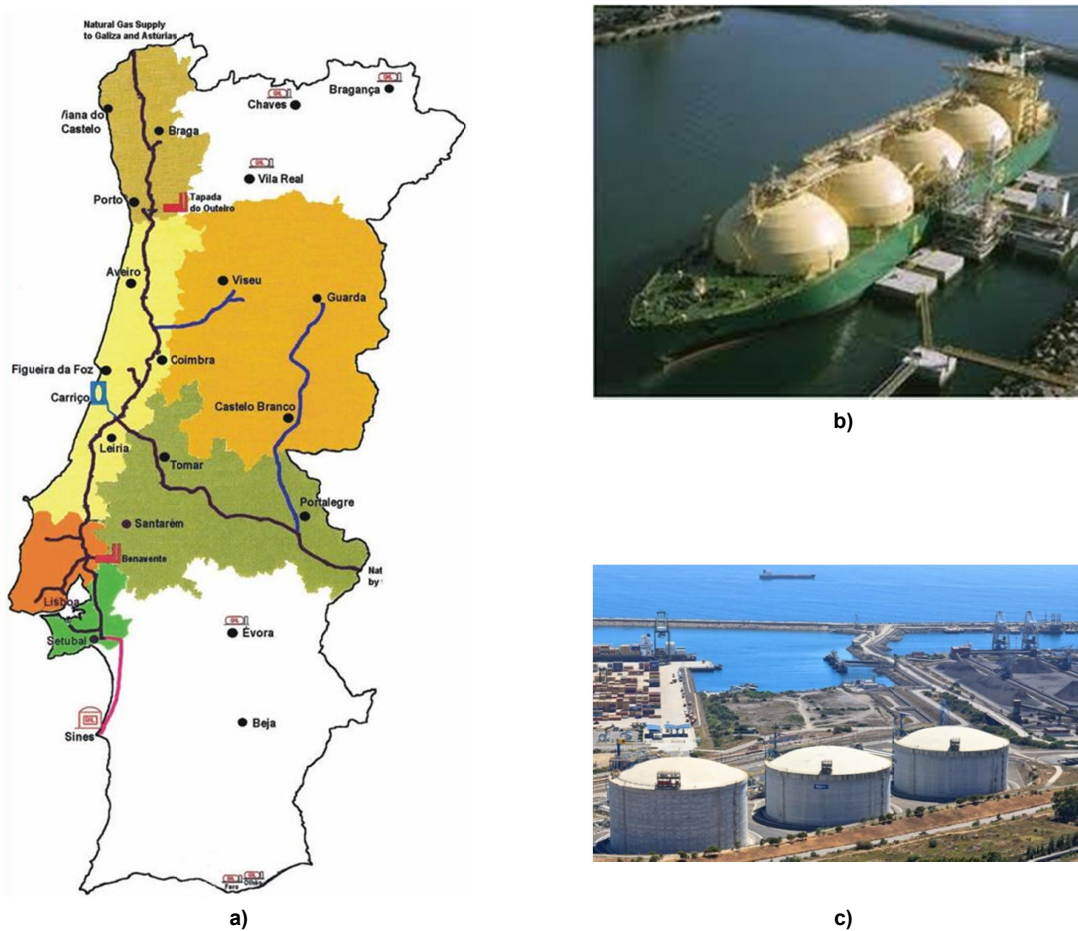


Figura 2.3 – a) Gasoduto nacional b) Navio metaneiro c) Terminal de Sines.

### 2.2.3. Gases da 3.ª família – Gases de Petróleo Liquefeito

A terceira família de gases engloba o GPL, onde se incluem o butano e o propano. Estes gases não existem no seu estado puro, sendo designados usualmente por butano comercial e propano comercial.

As principais fontes de origem são o petróleo bruto, o GN e a decomposição térmica e catalítica dos hidrocarbonetos mais pesados [10]. A composição química destes gases deve obedecer às especificações técnicas presentes no Decreto-Lei n.º 143/2010 [11].

Este tipo de gases, quando comprimidos moderadamente, isto é, a 1,5 bar no caso do butano comercial e 8,0 bar no propano comercial liquefazem (considerando uma temperatura de 20 °C), o que faz com que exista uma redução de volume, permitindo assim efectuar o seu transporte na fase líquida.

### 2.3. REGIMES DE PRESSÕES

Nos edifícios as pressões de serviço máximas admissíveis são de 1,5 bar entre o dispositivo de corte geral ao edifício e o redutor de segurança e de 50 mbar entre o redutor de segurança e os aparelhos a gás ou, no caso de instalações alimentadas em baixa pressão, entre o dispositivo de corte geral ao edifício e os aparelhos a gás [12]. No caso particular do GN, as concessionárias limitam os valores de pressão acima apresentados para 0,1 ou 0,3 bar e 20 mbar, respectivamente, como se observa no Quadro 2.4.

O tipo de gás utilizado condiciona o valor da pressão admissível, associando-se aos gases da 3.<sup>a</sup> família valores de pressão mais elevados, quando comparados com outros gases combustíveis (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 – Pressões admissíveis dos gases combustíveis em edifícios (ITG,2012 [10]).

	Gás de cidade	Gás natural	Gases de petróleo liquefeitos	
			Butano	Propano
Pressão de distribuição (bar)	n/a	4	n/a	
Pressão na coluna montante (bar)	n/a	0,1* ou 0,3**	1,5	
Pressão normal de utilização (mbar)	8	20	30	37
			37	57
			2500	2500
<b>NOTA:</b> * LisboaGás, Setgás, Lusitâniagás, Beiragás e Tagusgás ** EDPgás				

As pressões de utilização dos gases de petróleo liquefeitos, poderão variar de acordo com a finalidade, como exemplo temos no caso das cozinhas comerciais a utilização de pressões de 50 mbar e de 57 mbar, para o butano e para o propano, respectivamente, e no caso de fornos de ensaios pressões de 2,5 bar.

## 2.4. RESUMO CONCLUSIVO

Nos edifícios os diferentes gases combustíveis têm de verificar as pressões as diferentes pressões de serviço presentes no Quadro 2.5, que contempla os diversos tipos de redes.

**Quadro 2.5 – Pressões máximas de serviço para os diversos tipos de rede (ITG,2012 [10]).**

<b>Tipo de rede</b>	<b>Pressão de serviço relativa</b>
Interior do fogo	$p \leq 50\text{mbar}$
Interior do edifício	$p \leq 1,5\text{bar (GPL)}$
Rede de distribuição	$p \leq 4\text{bar}$

### 3. STEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE

O Sistema Português da Qualidade (SPQ) é a estrutura organizacional que engloba, de forma integrada, as entidades envolvidas na qualidade e que assegura a coordenação dos três subsistemas [13]:

- Normalização;
- Qualificação;
- Metrologia.

Em 1986 foi criado o Instituto Português da Qualidade (IPQ) que coordenava e geria os três subsistemas. Mais tarde, o subsistema da qualificação foi obrigado a sair do domínio do IPQ, por ir contra imperativos comunitários, levando assim à criação do Instituto Português de Acreditação (IPAC) em 2004, que passou a ser a entidade responsável pela qualificação, como se pode observar na Figura 3.1.

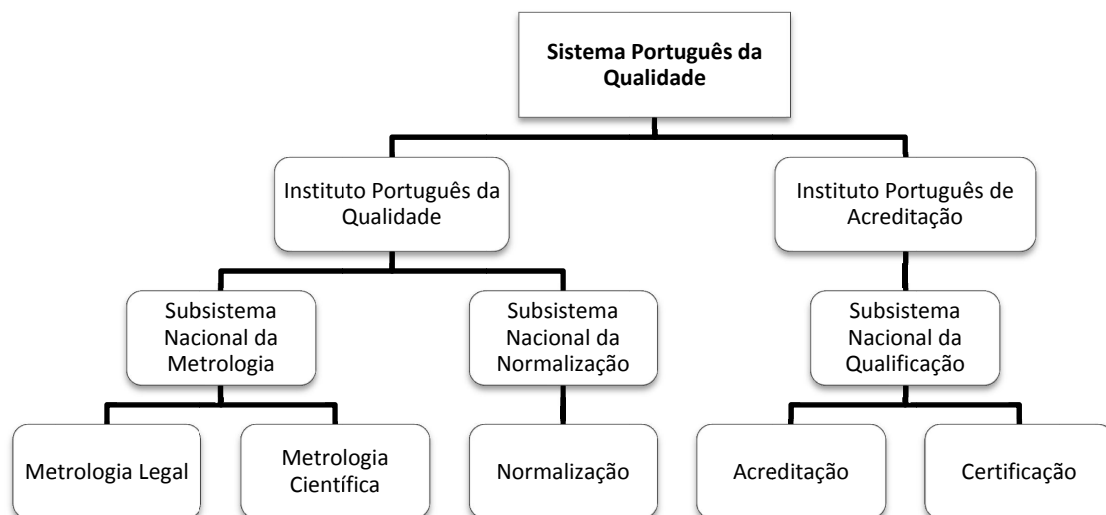


Figura 3.1 – Organograma do Sistema Português da Qualidade.

O SPQ actualmente através dos seus diversos subsistemas (Figura 3.1) desenvolve diversas actividades no sector de instalações de gás. O subsistema da metrologia garante o rigor dos aparelhos utilizados para efectuar medições, o subsistema da normalização através das suas diversas comissões técnicas (Figura 3.2) elabora normas para que estas contribuam para a resolução de problemas presentes ou futuros e o subsistema da qualificação certifica as diversas empresas afectas à indústria dos gases combustíveis.

#### 3.1. METROLOGIA

É o subsistema do SPQ que garante o rigor e a exactidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e rastreabilidade, a nível nacional e internacional, bem como a realização, manutenção e desenvolvimento dos padrões das unidades de medida.

O controlo metrológico assume grande relevância nas instalações de gás, nomeadamente ao nível dos aparelhos utilizados, uma vez que é necessário garantir que o redutor de segurança reduz a pressão de entrada para a pressão de alimentação do aparelho, de forma a não o danificar nem provocar fugas de gás. Pode ainda enquadrar-se aqui o contador de gás, este controle garante ao consumidor que só paga efectivamente o gás que consome.

### 3.2. NORMALIZAÇÃO

A normalização é a actividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para a utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau óptimo, num determinado contexto. Consiste, de um modo particular, na formulação, edição e implementação de normas [14].

A actividade normativa desenvolve-se a três níveis:

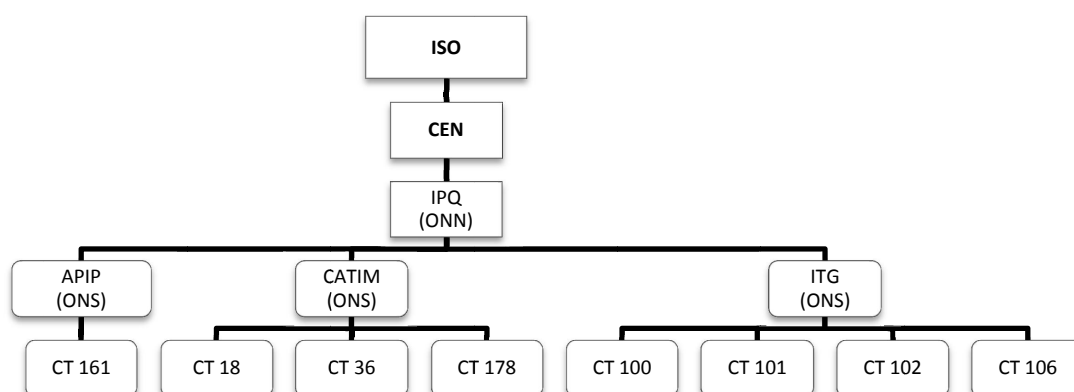
- Internacional – quando a elaboração das normas é feita com a colaboração e aprovação de um grande número de países, exemplo disto é a Organização Internacional de Normalização (ISO – *International Organization for Standardization*);
- Regional – quando são elaboradas por um número reduzido de países com interesses comuns e geralmente agrupados numa região. Um exemplo disto é o Comité Europeu de Normalização (CEN – *Comité Européen de Normalisation*) que elabora as *European Norms* (EN);
- Nacional – quando a elaboração das normas se faz ao nível de cada país. As Normas Portuguesas (NP) são exemplo disso.

Em Portugal a actividade oficial de normalização teve a sua origem em 1948 com a criação da Inspeção Geral dos Produtos Agrícolas e Industriais (IGPAI), dotada de uma repartição de normalização. Actualmente esta função é desempenhada pelo IPQ.

A elaboração de normas a nível nacional passa pela criação de Comissões Técnicas de Normalização (CT), a quem compete elaborar os textos que serão posteriormente aprovados pelo Organismo Nacional de Normalização (ONN), que em Portugal como foi referido anteriormente é o IPQ. As CT podem ainda estar agrupadas em Organismos de Normalização Sectorial (ONS).

No campo dos aparelhos a gás, dispositivos e acessórios, armazenagem e distribuição de gases combustíveis existem, como representado na Figura 3.2, os seguintes ONS:

- Associação Portuguesa da Indústria de Plásticos (APIP);
- Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica (CATIM);
- Instituto Tecnológico do Gás (ITG).



**Figura 3.2 – Organograma das ONS e respectivas CT no âmbito dos gases combustíveis (com base no Instituto Português da Qualidade [15])**

### 3.3. QUALIFICAÇÃO

A qualificação visa dar a garantia de que uma determinada entidade tem condições para prestar os serviços para os quais se diz habilitada e se propõe realizar. Esta qualificação passa por acreditar e certificar.

A acreditação de uma determinada entidade passa por tornar público que essa entidade está em condições de garantir a qualidade dos serviços a que se propõe, de modo a que os consumidores desses serviços sintam confiança e tranquilidade na utilização dos mesmos.

A certificação de um produto é a acção pela qual se comprova que determinado protótipo ensaiado cumpre os requisitos das normas aplicáveis.

### 3.4. RESUMO CONCLUSIVO

Nas instalações de redes de gás está bem patente a presença do SPQ através dos seus diversos subsistemas.

A metrologia garante que os componentes utilizados nas instalações, bem como os aparelhos utilizados nas inspecções efectuam as medições com exactidão e rigor.

Através da normalização desenvolveram-se os métodos que se mostravam inadequados e criaram-se outros inexistentes, por forma a resolver problemas

Com a qualificação garante-se que as pessoas envolvidas nas instalações e manutenção de redes de gás, bem como as pessoas envolvidas no fabrico de componentes a integrar nessas redes, têm a formação e a qualificação adequadas.

Atendendo às valências dos diversos subsistemas integrados no SPQ, as instalações de redes de gás tornaram-se mais seguras e eficientes, criando assim um sentimento de segurança e conforto junto dos utilizadores.

Apresenta-se nos Quadro 3.1 e Quadro 3.2as principais normas aplicáveis nas instalações de gás.

**Quadro 3.1 – Principais normas legislativas em vigor.**

<b>Contadores de gás</b>
NP EN 1359:2010 – Contadores de gás. Contadores de paredes deformáveis
<b>Cores de segurança</b>
NP 182:1966 – Identificação de fluidos. Cores e sinais para canalizações
<b>Equipamento sob pressão (garrafas e reservatórios para gpl)</b>
NP EN 1442:2006+A1:2010 – Equipamentos e acessórios para GPL. Garrafas para gases de petróleo liquefeitos (GPL) de aço soldado transportáveis e recarregáveis. Concepção e construção
<b>Instalação de aparelhos e equipamentos</b>
NP 1037-1:2002 – Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural
NP 1037-2:2009 – Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. Parte 2: Edifícios de habitação. Ventilação mecânica centralizada (VMC) de fluxo simples
NP 1037-3-1:2012 – Ventilação dos edifícios com aparelhos a gás. Parte 3-1: Edifícios de habitação Instalação dos aparelhos a gás: volume dos locais; posicionamento dos aparelhos e suas ligações aos vários sistemas de alimentação; ligações ao sistema de ventilação
NP 1037-4:2001 – Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. Parte 4: Instalação e ventilação das cozinhas profissionais
<b>Produtos de estanquidade, espumíferos e lubrificantes</b>
NP EN 14291:2006 - Soluções que produzem espuma para pesquisa de fugas em instalações de gás
EN 751-1:1996 - Sealing materials for metallic threaded joints in contact with 1st, 2nd and 3rd family gases and hot water - Part 1: Anaerobic jointing compounds
EN 751-2:1996 - Sealing materials for metallic threaded joints in contact with 1st, 2nd and 3rd family gases and hot water - Part 2: Non-hardening jointing compounds
EN 751-3:1996 - Sealing materials for metallic threaded joints in contact with 1st, 2nd and 3rd family gases and hot water - Part 3: Unsintered PTFE tapes
<b>Instalações de gás</b>
NP 4271:1994 - Redes, ramais de distribuição e utilização dos gases combustíveis da 1ª, 2ª. e 3ª. famílias. Simbologia
<b>Redutores e reguladores de pressão</b>
NP EN 334:2005+A1 – Reguladores de pressão de gás para pressões de entrada até 100 bar
NP EN 12864:2005 – Redutores de pressão fixa, com uma pressão de saída máxima igual ou inferior a 200 mbar, com caudal inferior ou igual a 4 kg/h, e seus dispositivos de segurança associados para butano, propanos ou suas misturas
EN 13785:2005+A1:2008 – Regulators with a capacity of up to and including 100 kg/h, having a maximum nominal outlet pressure of up to and including 4 bar, other than those covered by EN 12864 and their associated safety devices for butane, propane or their mixtures
EN 13786:2004+A1 :2008 – Automatic change-over valves having a maximum outlet pressure of up to and including 4 bar with a capacity of up to and including 100 kg/h, and their associated safety devices for butane, propane or their mixtures

Quadro 3.2 – Principais normas legislativas em vigor (continuação).

<b>Roscas</b>
NP 4431:2004 – Ligações roscadas para instalações de gás. Requisitos, materiais e características
NP EN 10226-1:2004 – Roscas de tubagens para ligação com estanquidade no filete Parte 1: Roscas exteriores cónicas e roscas interiores cilíndricas Dimensões, tolerâncias e designação
NP EN 10226-1:2004 – Roscas de tubagens para ligação com estanquidade no filete Parte 1: Roscas exteriores cónicas e roscas interiores cilíndricas Dimensões, tolerâncias e designação
NP EN 10226-2:2010 – Roscas de tubagens para ligação com estanquidade no filete. Parte 2: Roscas exteriores cónicas e roscas interiores cónicas. Dimensões, tolerâncias e designação
NP EN ISO 228-1:2005 – Roscas de tubagens para ligação sem estanquidade no filete. Parte 1: Dimensões, tolerâncias e designação (ISO 228-1:2000)
ISO 7-1:1994 – Pipe threads where pressure – tight joints are made on the threads. Part 1: Dimensions, tolerances and designation
ISO 262:1998 - ISO general purpose metric screw threads -- Selected sizes for screws, bolts and nuts
<b>Torneiras/válvulas</b>
NP EN 331:2011 – Válvulas de macho esférico e válvulas de macho cónico de fundo plano destinadas a ser manobradas manualmente e a ser utilizadas nas instalações de gás dos edifícios
NP EN 15069:2010 – Válvulas de segurança para a ligação de aparelhos de uso doméstico que utilizam combustíveis gasosos e alimentados por tubos metálico ondulados
<b>Tubos e acessórios</b>
NP EN 1555-1:2011 – Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte 1: Aspectos gerais
NP EN 1555-2:2011 – Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte 2: Tubos
NP EN 10208-1:2011 – Tubos de aço para redes de fluidos combustíveis. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1: Tubos de classe A
NP EN 10255:2004+A1 – Tubos de aço não ligado com aptidão para soldadura e roscagem. Condições técnicas de fornecimento
EN 1057:2006+A1 – Copper and copper alloys – Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications
EN 1555-3:2010+A1 – Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE) – Part 3: Fittings
EN 1555-4:2011 – Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE) – Part 4: Valves
<b>Tubos flexíveis e acessórios</b>
ET IPQ 107-1:1999 – Tubos flexíveis de borracha e plástico para utilização com gases da 3ª. Família. Parte 1 – Requisitos para tubos de borracha e plástico para utilização com gases da 3ª. Família
NP 4392:2001 – Tubos flexíveis não metálicos, com ou sem revestimento exterior, com terminais mecânicos para ligação de garrafas de GPL a instalações de gás (liras)
NP 4436:2005 – Tubos de borracha e plástico para utilização com gás combustível. Requisitos para os tubos de borracha e plástico para ligação dos aparelhos que utilizam combustíveis gasosos da 2.ª família
NP EN 14800:2010 – Tubos flexíveis metálicos ondulados de segurança para a ligação de aparelhos de uso doméstico que utilizam combustíveis gasosos
NP EN 15266:2008 – Kits de tubagem flexível corrugada em aço inoxidável para gás em edifícios com uma pressão de serviço até 0,5 bar

(página em branco)

## 4. SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO

No presente capítulo vão ser abordadas as questões legislativas e normativas associadas às diferentes soluções de abastecimento.

O abastecimento das instalações de gás em Portugal é efectuado através de dois tipos de solução:

- Distribuição de GN em rede;
- Reservatórios sob pressão.

### 4.1. DISTRIBUIÇÃO DE GN EM REDE

A de distribuição de GN em Portugal poderá subdividir-se em três sub-redes que se diferenciam consoante o tipo de serviço a que se destinam, tal como se apresenta no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Subdivisão da rede de distribuição de GN.

Designação	Definição
Gasoduto	Conduta que faz o transporte do gás do local de recepção, tratamento e armazenagem até às diversas redes de distribuição;
Rede de distribuição	Conjunto de tubagem, dispositivos e acessórios que se destinam a fazer a alimentação numa determinada zona;
Instalação em edifícios	Conjunto de tubagem, dispositivos e acessórios que estão no interior do edifício e que se destinam a alimentar os diversos aparelhos a gás.

A instalação de gasodutos não é economicamente viável em determinadas regiões do país, recorrendo-se, nesses casos, à instalação de unidades autónomas de gás (UAG) que irão abastecer a rede de distribuição ao invés do gasoduto. É o caso do Algarve, por exemplo.

As UAG (Figura 4.1) são estruturas com baixa capacidade de armazenagem de gás natural liquefeito (GNL), geralmente situada entre 80 a 160 metros cúbicos, sendo abastecidas através de camiões cisterna, normalmente provenientes do porto de Sines [5].



Figura 4.1 – Exemplo de uma UAG.

Cada uma destas sub-redes (gasodutos, redes de distribuição e redes em edifícios) tem uma pressão de serviço associada, a qual se indica no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Pressões associadas as diversas sub-redes.

<b>Gasoduto</b>	1.º escalão $P_s > 20 \text{ bar}$	
	2.º escalão $4 \text{ bar} < P_s \leq 20 \text{ bar}$	
<b>Rede de Distribuição</b>	$P_s \leq 4 \text{ bar}$	
<b>Instalação em Edifícios</b>	Média Pressão	Entre o dispositivo de corte geral ao edifício e o redutor de segurança $P_s \leq 1,5 \text{ bar}$
	Baixa Pressão	Entre o dispositivo de corte geral ao edifício e o redutor de segurança $P_s \leq 50 \text{ mbar}$
		Entre o redutor de segurança e a válvula de corte ao aparelho a gás <sup>a)</sup> $P_s \leq 50 \text{ mbar}$
<b>NOTA:</b> a) Os aparelhos a gás têm actualmente as suas pressões de alimentação normalizadas para valores mais baixos, à excepção dos aparelhos utilizados em cozinhas profissionais.		

#### 4.1.1. Gasoduto

Os gasodutos são as estruturas responsáveis pelo transporte e fornecimento de gás desde os seus locais de recepção, Campo Maior (gasoduto internacional Magrebe-Europa) e Sines (navios metaneiros), até às redes de distribuição. Estas redes não fazem parte do âmbito deste trabalho.

No entanto pode referir-se que neste tipo de redes, devido às elevadas pressões a que está sujeito, só é permitido o seu dimensionamento a engenheiros devidamente credenciados que cumpram os requisitos impostos pela portaria n.º 390/94.

#### 4.1.2. Rede de distribuição

O projecto e a construção das redes de distribuição, cuja pressão máxima é de 4 bar, são regulados atendendo às especificações presentes na portaria n.º 386/94 com as devidas alterações impostas pela portaria n.º 690/2001.

Como referido anteriormente, as redes de distribuição permitem o transporte de gás entre os gasodutos ou as UAG até à instalação predial. São ainda parte integrante da rede de distribuição os ramais de ligação aos edifícios que se prolongam até à válvula de corte geral dos mesmos [N.11]. As redes de distribuição são maioritariamente enterradas, mas pode ser composta por troços à vista na passagem de cursos de água, tomando a designação de tubagens aéreas.

As redes de distribuição podem ser constituídas por tubagens de diversos materiais, como, o aço, o cobre ou o polietileno. Sempre que exista ligação de tubagens de diferentes materiais, devem ser consideradas as solicitações mecânicas e os efeitos químicos e externos. Estão ainda presentes na

rede acessório como válvulas de corte e juntas dieléctricas ou mesmo a banda avisadora. No Quadro 4.3 apresentam-se as situações que requerem a instalação de válvulas de corte.

**Quadro 4.3 – Dispositivos de corte impostos pela legislação e por uma concessionária.**

<b>Dispositivos de corte</b>	
Legislação [N.11]	Energias de Portugal (EDP) [11]
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nas derivações importantes;</li> <li>– Nos pontos que permitem isolar grupos de 200 consumidores;</li> <li>– Nos pontos que garantem que o comprimento de troços de tubagem sem seccionamento não excede 2000 m;</li> <li>– A montante dos troços apoiados em pontes, (caso estas tenham um vão superior a 300 m o dispositivo deve ser do tipo de corte automático);</li> <li>– A montante e jusante do atravessamento de linhas rodoviárias e ferroviárias;</li> <li>– A montante e a jusante dos equipamentos de redução de pressão, a uma distância compreendida entre 5 e 10 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nas derivações dos troços principais;</li> <li>– Nos pontos que permitem isolar grupos de 200 consumidores, no máximo;</li> <li>– Nos pontos que garantem que o comprimento de troços de tubagem sem seccionamento não excede os 500 m;</li> <li>– A montante e a jusante dos troços de tubagem apoiados em pontes e enterrados sob ferrovias;</li> <li>– A montante e jusante do atravessamento de linhas rodoviárias e ferroviárias.</li> </ul>
<p><b>NOTA:</b> Os dispositivos de corte devem ser facilmente acessíveis e manobráveis, sendo que o seu funcionamento deve ser verificado periodicamente, por forma a assegurar a sua operacionalidade [N.11].</p>	

Estes dispositivos são, em geral, acessíveis através de uma caixa tronco-cónica, instalada na superfície do pavimento e, sendo este tipo de dispositivo um dispositivo de segurança, estas caixas deverão sempre que possível, ser instaladas em passeios. Estas caixas permitem ainda uma fácil identificação das válvulas, para o que contribui a inscrição na tampa da palavra “gás”.

Na instalação de redes enterradas, como é o caso das redes de distribuição, deve ter-se em atenção a sua localização (Quadro 4.4 e Figura 4.2) e as distâncias mínimas de afastamento entre as redes de gás e outras redes existentes.

**Quadro 4.4 – Localizações preferenciais de redes enterradas [12].**

<b>Localização de redes enterradas</b>		
Correcto	A evitar	Incorrecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sob um passeio;</li> <li>– No eixo de uma rua de jardim;</li> <li>– Sob o pátio de um edifício.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sob as bordas do passeio;</li> <li>– Sob canais de escoamento de águas;</li> <li>– Sob as vias de trânsito de veículos paralelamente ao eixo da via;</li> <li>– Em locais privados;</li> <li>– Sob locais de serviço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Passagem em colectores de esgotos.</li> </ul>

Na Figura 4.2 são ilustradas algumas localizações onde a passagem da rede de distribuição é impedida ou indesejável.

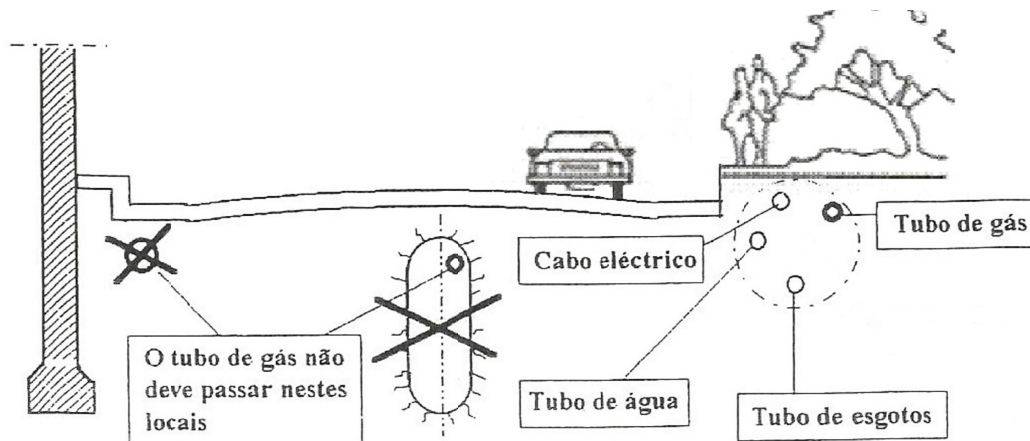


Figura 4.2 – Localização das redes enterradas (adaptado [12]).

Na Figura 4.3 apresentam-se as distâncias mínimas permitidas entre a rede de distribuição de gás e as restantes redes.

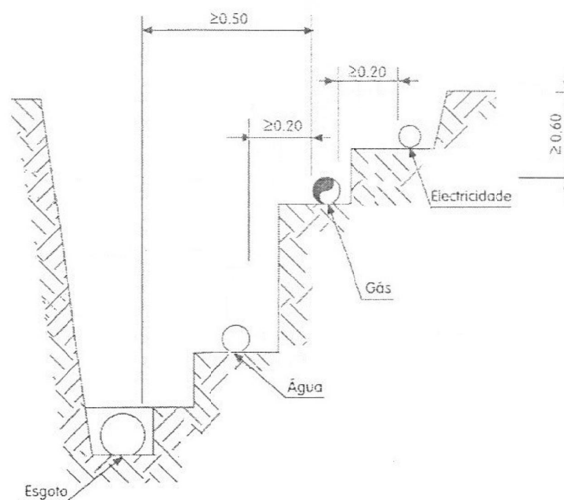


Figura 4.3 – Distâncias mínimas entre tubagens de diferentes redes (m).

Caso não seja possível cumprir as distâncias indicadas na Figura 4.3 deve-se colocar a tubagem de gás no interior de uma bainha, tal como se ilustra na Figura 4.4.

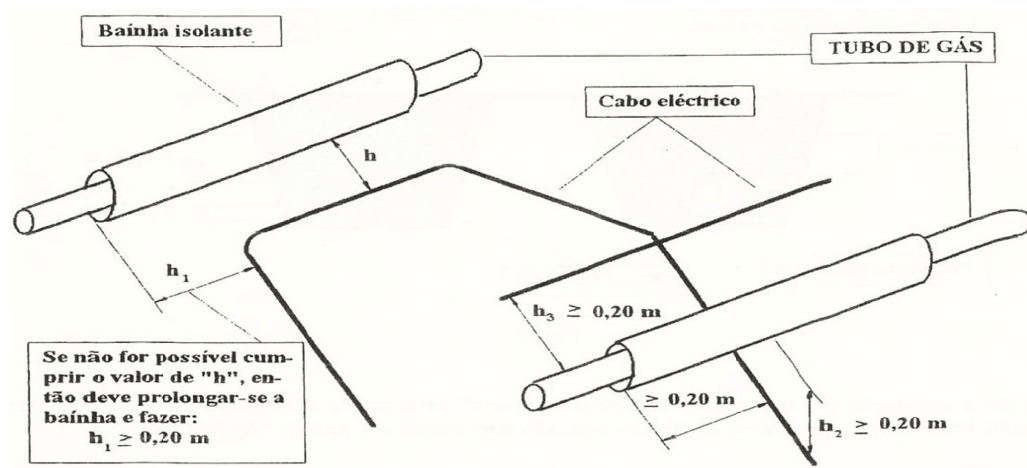


Figura 4.4 – Utilização de bainhas de protecção [12].

A colocação em obra de tubos enterrados em polietileno permite alguma curvatura devido à flexibilidade do material, devendo, no entanto, ser respeitados os raios de curvatura mínimos indicados no Quadro 5.9.

Os tubos enterrados devem apresentar um assentamento em vala conforme se apresenta na Figura 4.5.

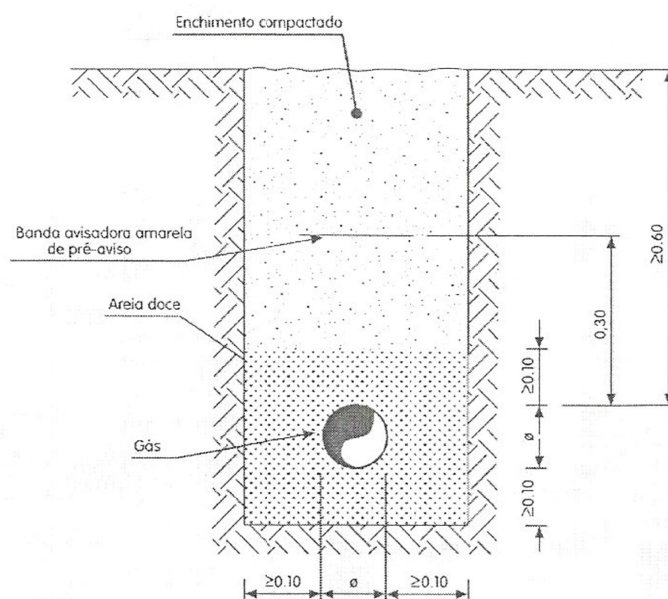


Figura 4.5 – Vala tipo de assentamento de rede de gás enterrada: materiais e distâncias a cumprir [11].

#### 4.1.3. Instalações em edifícios

O projecto e a construção das redes prediais de gás, cuja pressão máxima é de 1,5 bar, devem atender às especificações da portaria n.º 361/98, com as devidas alterações impostas pela portaria n.º 690/2001.

A rede predial de gás permite o transporte do combustível entre o dispositivo de corte geral ao edifício e a válvula de corte aos aparelhos de queima.

## 4.2. RESERVATÓRIOS

Os reservatórios permitem abastecer os aparelhos a gás quando não for possível efectuar o abastecimento com GN transportado em rede. Neste caso podem ser utilizados reservatórios sob pressão (RSP), com capacidades superiores a 150 dm<sup>3</sup>, ou garrafas de GPL, de menor capacidade, as quais, quando agrupadas, constituem postos de garrafas.

### 4.2.1. Garrafas/Posto de garrafas

As garrafas de GPL (propano e butano) são geralmente designadas pelo volume de gás armazenado. No Quadro 4.5 apresentam-se as características dimensionais das garrafas usadas em Portugal.

O fabrico de garrafas de GPL deve obedecer aos critérios da norma NP EN 1442:2006. A requalificação das garrafas deve satisfazer a norma NP EN 1440:2010.

Quadro 4.5 – Características das garrafas [S.3].

Gás	Designação	Capacidade (l ou dm <sup>3</sup> )	Carga (kg)	Dimensões (mm × mm)	Material
Propano	G 26	26	11	300 × 555	Aço
	G 110	110	45	380 × 1200	
Butano	G 26	26	13	300 × 555	
	G 110 <sup>a)</sup>	110	55	380 × 1200	
<b>NOTAS:</b> a) Garrafas exclusivas dos Açores. Existem garrafas com outras capacidades, as representadas são as mais usuais.					

De acordo com a Portaria 361/98, não é permitida a instalação de garrafas de GPL no interior de edifícios de grande altura. O Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios (SCIE), publicado na portaria n.º 1532/2008, ou seja em edifícios com altura igual ou superior a 28 m, medidos entre a cota do pavimento do último piso coberto susceptível de ocupação e a cota da via de acesso ao edifício, no local, de cota mais elevada, donde seja possível aos bombeiros lançar eficazmente, para todo o edifício, operações de salvamento de pessoas e de combate a incêndios. Assim, nos edifícios de maior altura é obrigatório recorrer a uma instalação abastecida através de GN ou através de um posto de garrafas exterior.

#### 4.2.1.1. Garrafas no interior dos edifícios

A colocação e utilização de garrafas GPL no interior dos edifícios deve obedecer às condições, indicadas no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 – Condições da utilização de garrafas GPL no interior dos edifícios [N.14].

Condições gerais	Alimentação de equipamentos em oficinas e naves industriais
<ul style="list-style-type: none"> <li>– No interior de cada fogo, garagem ou anexo de habitação, área comercial ou outros serviços, só podem existir, no máximo, 4 garrafas cheias ou vazias, cuja capacidade total não exceda 106 dm<sup>3</sup>, não devendo existir mais de 2 garrafas por compartimento;</li> <li>– Não deve fazer-se uso nem devem existir garrafas de GPL nas caves;</li> <li>– É permitido o uso e existência de garrafas de GPL em compartimentos semienterrados <sup>a)</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Em oficinas e naves industriais, é permitida a existência de garrafas GPL amovíveis, cheias ou vazias, desde que a sua capacidade total não exceda 1500 dm<sup>3</sup>, por m<sup>2</sup> de área útil da oficina ou nave industrial;</li> <li>– No caso da utilização de garrafas amovíveis com capacidade unitária inferior a 30 dm<sup>3</sup>, estas não devem ser agrupadas em mais de 4 unidades por grupo.</li> </ul>
<p><b>NOTA:</b> a) Compartimento semienterrado é um compartimento que, estando numa cave em relação a um ou mais dos alçados do edifício, estão também em pisos elevados relativamente a, pelo menos, um dos outros alçados, dispendo de acesso que permita uma continuidade livre e natural do escoamento de eventuais fugas de gás para o exterior, não se considerando como exteriores os pátios interiores e os saguões.</p>	

No projecto deve dedicar-se sempre especial atenção ao local onde terão de ficar alojadas as garrafas de gás combustível.

Como indicado no Quadro 4.6, no interior dos fogos apenas são permitidas garrafas G 26, devendo o alojamento das garrafas (Figura 4.6) observar ainda as seguintes condições:

- A garrafa deve ficar separada do aparelho através de materiais não combustíveis;
- A base da garrafa deve assentar num plano ao nível do pavimento, a fim de se evitar eventual acumulação de gás;
- As garrafas devem localizar-se em zonas com boa ventilação.

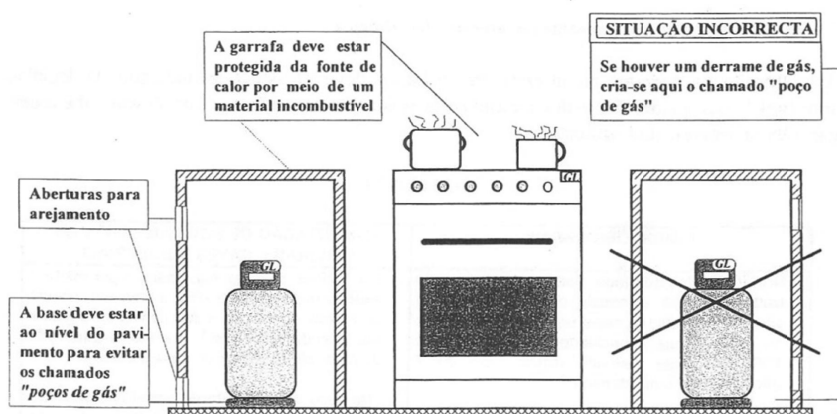


Figura 4.6 – Alojamento de garrafas [12].

Nos edifícios antigos, onde não foi inicialmente prevista a utilização de gás, requer especial cuidado a localização de garrafas em cozinhas com lareira. A garrafa deve estar sempre a uma certa distância da fonte de calor [12], como ilustrado na Figura 4.7.

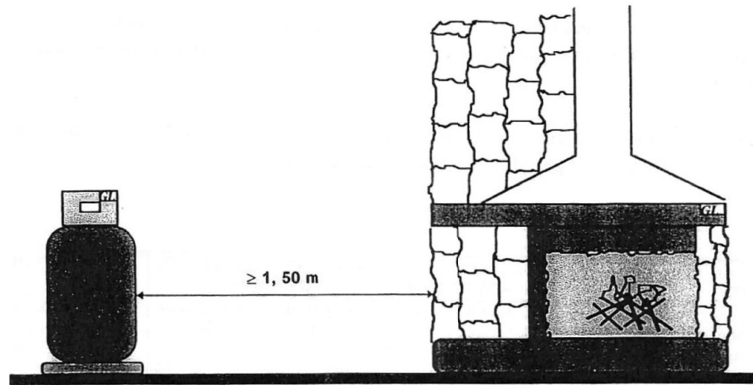


Figura 4.7 – Distância entre a garrafa e a fonte de calor [12].

Nos casos em que exista possibilidade de colocar uma antepara entre a garrafa e a fonte de calor, a distância entre a garrafa e a fonte de calor diminui conforme se ilustra na Figura 4.8.

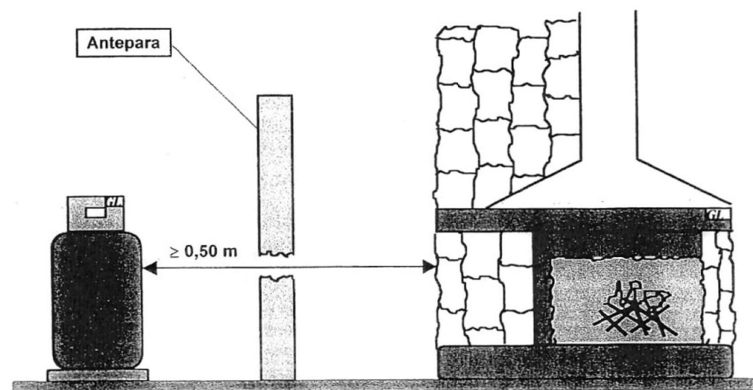


Figura 4.8 – Distância entre a garrafa e a fonte de calor com interposição de antepara [12].

#### 4.2.1.2. Garrafas no exterior dos edifícios

Quando a capacidade das garrafas exceder os limites para aplicação no interior do fogo, então as garrafas deverão situar-se no exterior do fogo. Neste caso, as garrafas poderão existir isoladamente ou em bateria, sendo que este último é vulgarmente designado por posto de garrafas. Não existe nenhum impedimento a que o posto de garrafas seja constituído por garrafas G 26, mas, como estas têm uma menor capacidade de vaporização, será necessário, para um mesmo consumo, um número muito superior de garrafas G 26 comparativamente ao número de garrafas G 110, o que dificulta a arrumação das garrafas.

No Quadro 4.7 apresentam-se os requisitos colocados aos postos de garrafas no exterior dos edifícios.

Quadro 4.7 – Requisitos dos postos de garrafas (adaptado de [N.14]).

<p><b>Localização dos postos de garrafas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– Deve existir uma placa de material incombustível com a identificação, em caracteres indeléveis, da entidade exploradora e o seu contacto para situações de emergência.</li> </ul>
<p><b>Colocação das garrafas nos postos de garrafas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– As garrafas devem ser colocadas em fiadas e com acesso directo do exterior, dispostas de tal modo que os componentes de instalação estejam facilmente acessíveis e por forma a permitir a eliminação de eventuais fugas de gás;</li> <li>– As garrafas devem estar voltadas para cima e devem ser colocadas de forma a não tombarem.</li> </ul>
<p><b>Garrafas vazias ou de reserva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– As garrafas vazias devem ter as válvulas fechadas;</li> <li>– O número de garrafas não ligadas à instalação não deve ultrapassar o número de garrafas ligadas;</li> <li>– Quando o ponto anterior não for cumprido, será considerado um parque de garrafas GPL (local em que existem mais garrafas GPL em reserva do que em funcionamento).</li> </ul>
<p><b>Extintores</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nos postos de garrafas com capacidade superior a 330 dm<sup>3</sup>, ou na sua proximidade imediata, deve existir, no mínimo, um extintor de 6kg de pó químico do tipo ABC.</li> </ul>

No posto de garrafas, estas ligam-se a um colector que, por sua vez, vai fazer o abastecimento de gás através da instalação predial até aos aparelhos (Figura 4.9).

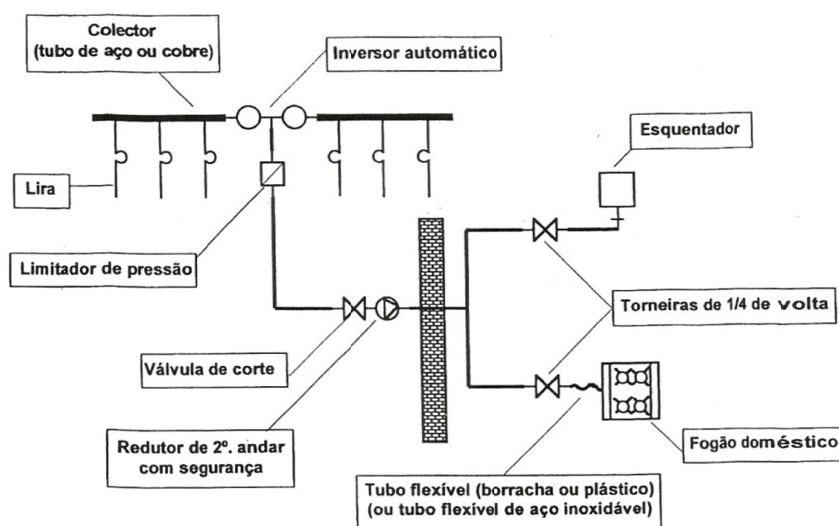


Figura 4.9 – Ligação do posto de garrafas aos aparelhos [12].

Um dispositivo importante no funcionamento correcto dos postos de garrafas, e que permite um abastecimento contínuo é o bloco inversor. O inversor é accionado de forma automática ou manual sempre que as garrafas de serviço se encontrem vazias, activando desta forma as garrafas que estão de reserva e avisando, através da mudança de cor do mostrador, que deve ser efectuada a substituição das garrafas vazias.

A construção das cabinas que vão albergar as garrafas devem igualmente verificar os requisitos presentes no Quadro 4.8 e estarem de acordo com a Figura 4.10.

Quadro 4.8 – Requisitos a verificar na construção das cabinas (adaptado de [N.14]).

Construção das cabinas	
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os materiais devem ser incombustíveis;</li> <li>– O pavimento deve ser cimentado, de revestimento cerâmico ou terra bem compactada;</li> <li>– As cabinas devem ficar ao nível do pavimento circundante ou acima deste para que o gás proveniente de eventuais fugas não possa penetrar, através de portas, janelas, ou outras aberturas, nos compartimentos próximos;</li> <li>– As cabinas devem ser ventiladas, ao nível superior e inferior, por aberturas permanentes; No caso de a porta não ser de rede, estas aberturas devem ter, pelo menos, 200 cm<sup>2</sup>;</li> <li>– As cabinas devem possuir portas metálicas com fecho, sendo estas de abertura para o exterior;</li> <li>– As cabinas ou as suas portas devem ser identificadas com a palavra Gás em caracteres indelévels e com os sinais de proibição de fumar ou foguear;</li> <li>– As cabinas devem permanecer limpas;</li> <li>– Qualquer tubagem que passe nas cabinas não deve ter quaisquer acessórios e deve ser colocada no interior de uma manga de aço, se a própria tubagem não for em aço.</li> </ul>

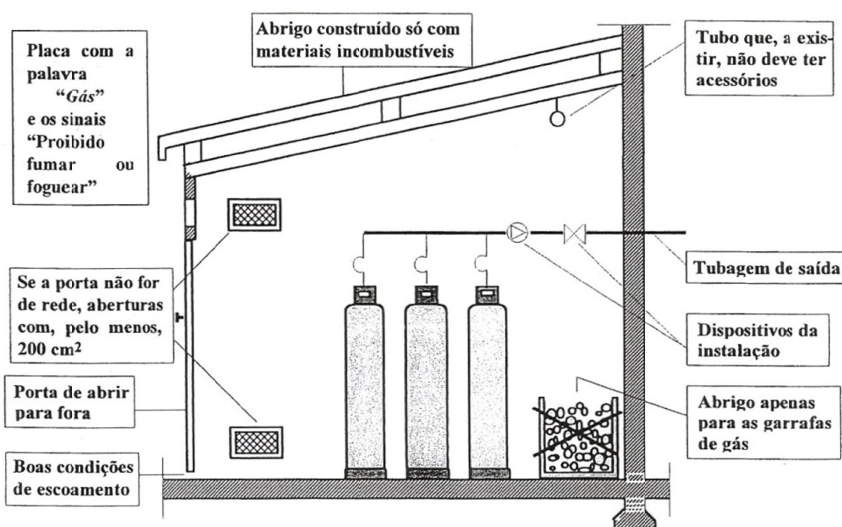


Figura 4.10 – Exemplo de uma cabina [12].

Nem sempre é fácil alojar as garrafas de gás para alimentar uma instalação, nomeadamente pelo facto de, na maior parte dos casos, não ter sido previamente disponibilizado espaço para construir a cabina, tendo em conta as distâncias de protecção a respeitar.

Aquando da implantação do posto de garrafas devem-se garantir determinadas distâncias de segurança (Quadro 4.9).

Quadro 4.9 – Distâncias de segurança (adaptado de [3]).

Volume máximo de 2000 dm <sup>3</sup>	Distância mínima à geratriz da garrafa (m)
Em relação aos edifícios	0,0
Entrada de caves, janelas ou esgotos não sifonados	1,0 <sup>a)</sup>
Motores eléctricos antideflagrantes	1,5
Fogos nus que consistem nas chamas, faíscas e aparelhos que possam provocar temperaturas elevadas (cerca de 450 °C)	3,0
<p><b>NOTAS:</b> a) Deve-se garantir uma distância mínima de 5,0 metros no caso de edifícios com serviço ao público.                      Caso não seja possível garantir estas distâncias, deve-se equacionar a construção de um muro resistente ao fogo.</p>	

#### 4.2.2. Reservatórios sob pressão

A portaria n.º 460/2001 designa os diversos tipos de reservatórios existentes de acordo com o Quadro 4.10.

Quadro 4.10 – Definições dos reservatórios sob pressão (adaptado de [N.14]).

Designação	Definição
Reservatório	Recipiente de GPL com capacidade superior a 150 dm <sup>3</sup> .
Reservatório superficial	Reservatório situado sobre o solo, total ou parcialmente ao ar livre.
Reservatório enterrado	Reservatório situado abaixo do nível do solo totalmente envolvido com materiais inertes e não abrasivos.
Reservatório recoberto	Reservatório situado ao nível do solo ou parcialmente enterrado totalmente envolvido com materiais inertes e não abrasivos.

Apesar de os reservatórios enterrados apresentarem maior segurança, a verdade é que nos reservatórios superficiais é possível controlar diariamente através da visão o bom estado dos dispositivos e das paredes de protecção, enquanto nos reservatórios enterrados estas verificações só podem ser realizadas em inspecções periódicas em que se procede à desmontagem do reservatório.

##### 4.2.2.1. Reservatórios superficiais

Este tipo de reservatórios (Figura 4.11) é o mais usual e devendo satisfazer os requisitos indicados no Quadro 4.11.

Quadro 4.11 – Principais requisitos dos reservatórios superficiais (adaptado de [N.14]).

<b>Local</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Só podem ser instalados no exterior dos edifícios;</li> <li>– Não é permitida a montagem sob edifícios, linhas eléctricas não isoladas, pontes, viadutos, túneis e caves;</li> <li>– Deve ser colocada no local uma placa com identificação da entidade exploradora.</li> </ul>
<b>Implantação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Não devem ser montados em alinhamento coaxial ou em “T”, a não ser que entre os reservatórios exista uma estrutura resistente;</li> <li>– Não é permitida a montagem sobreposta, nem a montagem numa posição diferente da considerada no projecto de construção.</li> </ul>
<b>Pavimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deve ser cimentado ou de terra compactada, não sendo permitida a utilização de cascalho, seixo ou brita;</li> <li>– Não devem ser utilizados materiais combustíveis;</li> <li>– Deve possuir uma leve inclinação.</li> </ul>
<b>Ligação à terra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem estar ligados à terra por meio de um eléctrodo com uma resistência de contacto inferior a 10 <math>\Omega</math>.</li> </ul>
<b>Pulverização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios de capacidade superior ou igual a 0,50 m<sup>3</sup> devem ser equipados com um sistema fixo de pulverização de água com um caudal maior ou igual a 4 litros por minuto, caso seja necessário, reduzir a temperatura exterior.</li> </ul>
<b>Extintores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nos postos com capacidade, por reservatório superior a 2,50 m<sup>3</sup> devem existir pelo menos dois extintores de 6 kg de pó químico do tipo ABC;</li> <li>– Para capacidades inferiores ou iguais a 2,50 m<sup>3</sup> deve existir, no mínimo um extintor de pó químico do tipo ABC.</li> </ul>

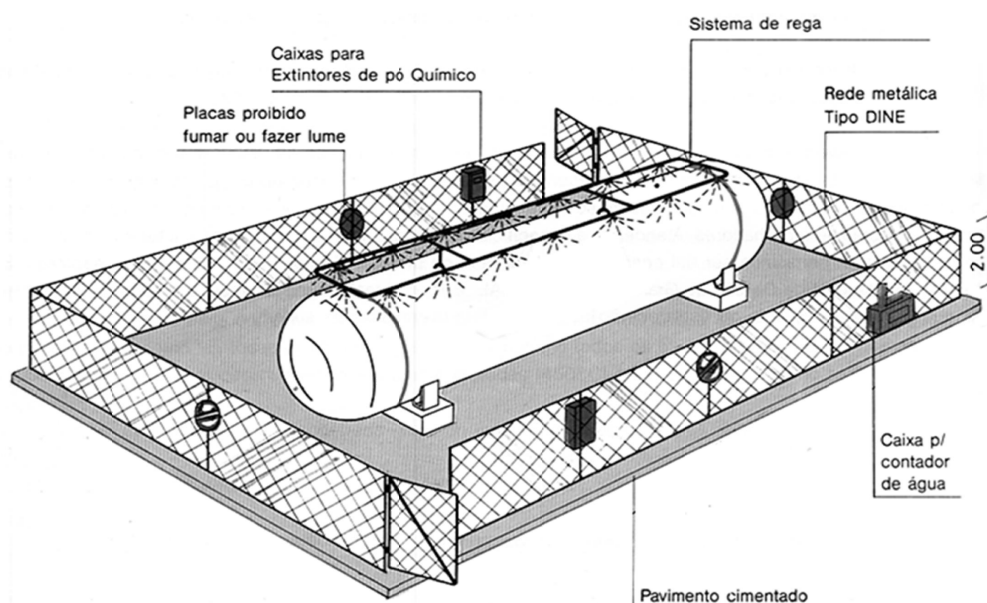


Figura 4.11 – Montagem de um reservatório superficial (adaptado [5]).

Na Figura 4.12 são representadas as distâncias de segurança a considerar em reservatórios superficiais, de acordo com a portaria n.º 460/2001.

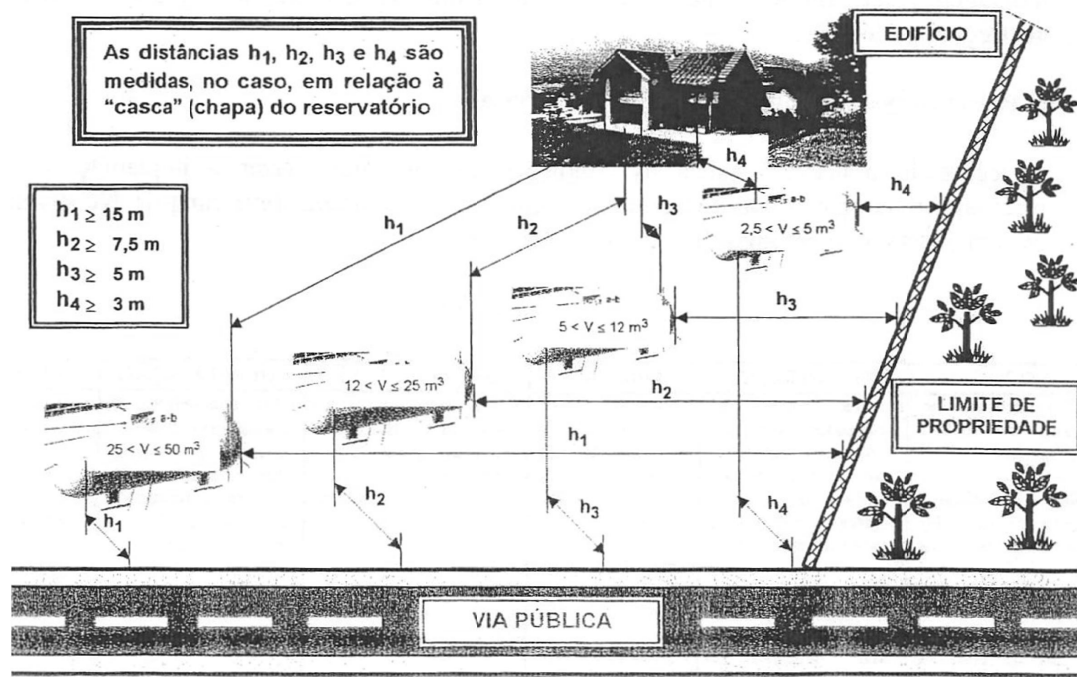


Figura 4.12 – Distâncias de segurança nos reservatórios superficiais [12].

#### 4.2.2.2. Reservatórios enterrados

Deve ter-se sempre em atenção que a melhor montagem é aquela que cumpre os requisitos de segurança e apresenta menores custos de montagem e de exploração. Assim, quando não se consegue cumprir as distâncias de segurança dos reservatórios superficiais, a única solução possível é o recurso a um reservatório enterrado. Estes reservatórios devem cumprir os requisitos presentes no Quadro 4.12.

Quadro 4.12 – Principais requisitos dos reservatórios enterrados (adaptado de [N.14]).

<b>Instalação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Devem ser instalados no exterior;</li> <li>– Devem ser protegidos contra a corrosão;</li> <li>– Todo o perímetro deve estar assinalado ao nível do solo;</li> <li>– Sobre eles não podem ser instalados outros reservatórios.</li> </ul>
<b>Envoltente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem estar envolvidos em material inerte, de acordo a Figura 4.13, nas espessuras mínimas: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 0,30 m na vertical da geratriz superior;</li> <li>– 0,30 m medidos no plano horizontal;</li> <li>– 0,30 m sob a geratriz inferior.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Ligação à terra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem estar ligados à terra por meio de um eléctrodo com uma resistência de contacto inferior a <math>10 \Omega</math>.</li> </ul>
<b>Extintores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nos postos com capacidade, por reservatório superior a <math>2,50 \text{ m}^3</math> devem existir pelo menos dois extintores de 6 kg de pó químico do tipo ABC;</li> <li>– Para capacidades inferiores ou iguais a <math>2,50 \text{ m}^3</math> deve existir, no mínimo, um extintor de pó químico do tipo ABC.</li> </ul>

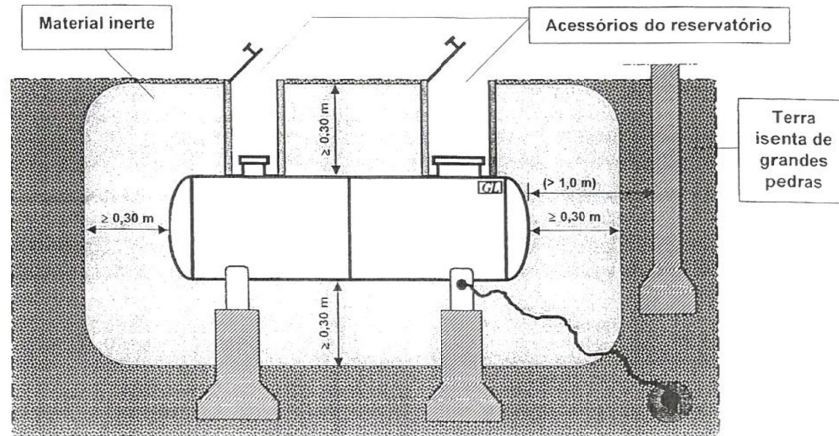


Figura 4.13 – Montagem de um reservatório enterrado [12].

Na Figura 4.14 são apresentadas as distâncias de segurança a considerar em reservatórios enterrados de acordo com os requisitos da portaria n.º 460/2001.

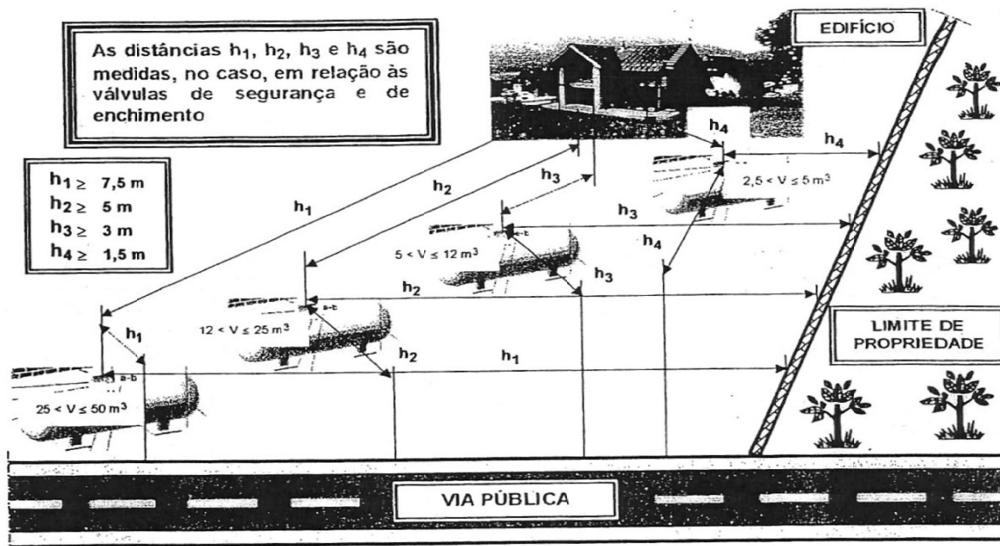


Figura 4.14 – Distâncias de segurança nos reservatórios enterrados [12].

#### 4.2.2.3. Reservatórios recobertos

Este tipo de reservatório é pouco comum e deve ser construído atendendo aos requisitos definidos na portaria n.º 460/2001 e resumidos no Quadro 4.13.

**Quadro 4.13 – Principais requisitos dos reservatórios recobertos (adaptado de [N.14]).**

<b>Instalação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem assentar em fundações como as descritas nos Quadro 4.11 e Quadro 4.12;</li> <li>– Os reservatórios devem ser protegidos contra a corrosão.</li> </ul>
<b>Envolvente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem estar envolvidos em material inerte, não abrasivo e isento de materiais que possam danificar a sua protecção.</li> <li>– A envolvente dos reservatórios deve ser definida por: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Um plano horizontal situado a 0,30 m acima da geratriz superior do reservatório;</li> <li>– Taludes laterais e de topo com uma inclinação que garanta a sua estabilidade e que distem, no mínimo, 0,30 m do ponto mais próximo do reservatório;</li> <li>– Um leito de, pelo menos 0,30 m de espessura.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Ligação à terra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os reservatórios devem estar ligados à terra por meio de um eléctrodo com uma resistência de contacto inferior a 10 <math>\Omega</math>.</li> </ul>
<b>Extintores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nos postos com capacidade, por reservatório superior a 2,50 m<sup>3</sup> devem existir pelo menos dois extintores de 6 kg de pó químico do tipo ABC;</li> <li>– Para capacidades inferiores ou iguais a 2,50 m<sup>3</sup> deve existir, no mínimo, um extintor de pó químico do tipo ABC.</li> </ul>

#### 4.2.3. Distâncias de segurança

Nas Figura 4.7, Figura 4.8, Figura 4.12 e Figura 4.14 foram definidas as distâncias de segurança para os diferentes tipos de reservatórios, as quais se resumem no Quadro 4.14.

A portaria n.º 460/2001 define, ainda, zonas de segurança para os reservatórios com capacidade superior a 1 m<sup>3</sup>, considerando-se

- Zona 1 – o correspondente ao espaço circundante dos reservatórios até um metro em todas as direcções;
- Zona 2 – a correspondente ao espaço situado entre a zona 1 e os limites definidos pelas distâncias de segurança previstas no Quadro 4.14.

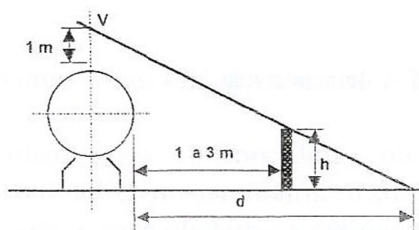
Quadro 4.14 – Distâncias mínimas de segurança aos reservatórios de GPL (em metros) [N.14].

	V – Capacidade do recipiente (m <sup>3</sup> )												
	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, equipamentos eléctricos não antideflagrantes e produtos inflamáveis	1	3	1,5	3	1,5	5	3	7,5	5	15	7,5	15	10
4 – Aberturas em edifícios, tomadas ar de ventilador, esgotos e fossas													
5 – Vaporizadores de chama indirecta e eléctrica 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 às entradas de edifícios, esgotos e fossas	a)		2					3					
<b>LEGENDA:</b> S – Superficial    E – Enterrado    R – Recoberto <b>NOTA:</b> a) Não é permitido o enchimento à distância de reservatórios de capacidade inferior ou igual a 1,0 m <sup>3</sup> .													

As condições gerais definidas na portaria n.º 460/2001 para efectuar a medição das distâncias de segurança são apresentadas no Quadro 4.15.

**Quadro 4.15 – Condições gerais na medição de distâncias de segurança [N.14].**

Medição	Distâncias de segurança
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Todas as distâncias devem ser medidas a partir da projecção horizontal do reservatório mais próximo, para os casos dos reservatórios superficiais;</li> <li>– No caso dos reservatórios enterrados e recobertos, as distâncias devem ser medidas em relação à válvula de enchimento ou de segurança;</li> <li>– Para efeito de medição da distância considera-se:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– A capacidade total das garrafas, cheias ou vazias, no caso das garrafas;</li> <li>– A capacidade dos reservatórios, nos restantes casos.</li> </ul> </li> <li>– Dois postos de garrafas são considerados independentes para efeito de aplicação das distâncias de segurança, se a distância entre os recipientes mais próximos dos dois postos for superior ou igual a 7,5 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Todas as distâncias de segurança devem satisfazer os valores constantes no Quadro 4.14, salvo a excepção seguinte;               <ul style="list-style-type: none"> <li>– No caso dos reservatórios superficiais de capacidade igual ou inferior a 25 m<sup>3</sup>, as distâncias de segurança mencionadas no Quadro 4.14 podem ser reduzidas a metade, pela interposição de um muro que satisfaça as seguintes condições:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ser construído em tijolo ou outro material não combustível (M.0) de resistência equivalente;</li> <li>– Ter espessura igual ou superior a 0,22 m, no caso de alvenaria, ou igual ou superior a 0,10 m no caso de betão armado;</li> <li>– Distar, no mínimo, 1 m e, no máximo, 3 m das paredes dos reservatórios;</li> <li>– Não possuir quaisquer orifícios;</li> <li>– Não existir em mais de dois lados contíguos da zona 2;</li> </ul> </li> <li>– Ter uma altura “h” mínima indicada na Figura 4.15, correspondente a um ponto da linha que passa pelo ponto “v”, situado 1 m acima do acessório com excepção da tubagem de descarga das válvulas de segurança, e pelo limite de distância “d” definido no Quadro 4.14, medido no terreno.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>NOTA:</b> As classes (M.0 e M.1) foram revogadas pela publicação do regulamento de segurança contra incêndios em edifícios, tendo actualmente outra designação (Decreto-lei n.º220/2008 [N.15]).</p>	



**Figura 4.15 – Distância de segurança [N.14].**

### 4.3. RESUMO CONCLUSIVO

Neste capítulo, enumeraram-se as soluções de abastecimento dos aparelhos a gás, assim como as limitações e restrições que cada sistema de abastecimento apresenta. A escolha do tipo de solução é

dependente do tipo de edifício a abastecer e do tipo de fontes de abastecimento existentes no local. No Quadro 4.16 resumem-se as soluções disponíveis e os critérios de aplicação.

**Quadro 4.16 – Tipos de fontes de abastecimento permitidos em edifícios.**

Tipo de edifício		Gás Natural	Gases de Petróleo Liquefeitos		
			G 26	G 110	RSP
Não ser considerado de grande altura ( $\leq 28$ m)	Interior do edifício	✓	✓	n/a	n/a
	Exterior do edifício	✓	✓	✓	✓
Ser considerado de grande altura ( $> 28$ m)	Interior do edifício	✓	n/a	n/a	n/a
	Exterior do edifício	✓	✓	✓	✓

Mais uma vez, o projectista, atendendo às possibilidades existentes (Quadro 4.16), deve ter em atenção que a melhor opção é sempre aquela que cumpre os requisitos de segurança e apresenta menores custos de montagem e de exploração.

## 5. TUBAGENS

A Portaria n.º 361/98 [12], com as alterações impostas pela Portaria n.º 690/2001 [16], é o documento nacional que regula os tipos de material a utilizar na concepção de instalações de gás em edifícios. Segundo estes documentos, a utilização de tubagens não metálicas em edifícios não é permitida, exceptuando-se a utilização de tubos de polietileno ou borracha em ligações a alguns aparelhos a gás (NP 4436 [17] e ET IPQ 107-1 [18]) e a utilização de tubagens em polietileno que estejam de acordo com a Portaria n.º 386/94, que também foi objecto de alterações através da Portaria n.º 690/2001, os quais devem ser utilizados nos troços enterrados, como é frequente em moradias com grandes extensões ajardinadas e edifícios do sector terciário, mais concretamente hotéis, escolas, hospitais, estabelecimentos militares, entre outros.

### 5.1. TUBAGENS METÁLICAS

As tubagens metálicas a utilizar em instalações de gás em edifícios podem ser em aço ou cobre. A utilização de tubos de chumbo em instalações de gás é proibida, com excepção dos casos de pequenas reparações de instalações constituídas por esse material com data de entrada em serviço anterior a 26 de Junho de 1998, abastecidas com gases combustíveis da primeira e segunda família, desde que, após a intervenção, seja efectuado um ensaio de estanquidade.

Uma vez que já passaram quinze anos desde que foi publicada a proibição da utilização do chumbo, é provável que existam poucas tubagens deste tipo e, nesses casos, quando houver necessidade de proceder a pequenas reparações, é expectável a substituição das tubagens de chumbo por tubagens de aço ou cobre.

As tubagens devem ser sempre acompanhadas de um certificado que garanta a qualidade da sua concepção (Quadro 5.1), sendo o certificado de inspecção 3.1 o documento mais utilizado.

Quadro 5.1 – Tipos de documentos de inspecção (adaptado da NP EN 10204 [19]).

Referência	Designação	Conteúdo do certificado	Certificado válido pelo
Tipo 2.1	Certificado de conformidade com a encomenda	Segundo especificações da encomenda	Produtor
Tipo 2.2	Relatório de ensaio	Segundo especificações da encomenda com indicação de resultados de ensaios de inspecção não específica	Produtor
Tipo 3.1	Certificado de inspecção 3.1	Segundo especificações da encomenda com indicação de resultados de ensaios de inspecção não específica	Representante mandatado do produtor, hierarquicamente independente dos serviços de produção
Tipo 3.2	Certificado de inspecção 3.2	Segundo especificações da encomenda com indicação de resultados de ensaios de inspecção não específica	Representante mandatado do produtor, hierarquicamente independente dos serviços de produção e representante mandatado do comprador ou designado pelos regulamentos oficiais

### 5.1.1. Aço

A utilização de tubagens em aço garante uma maior resistência mecânica e ao fogo, comparativamente às tubagens de cobre, mas implica um custo de aquisição mais elevado (cerca de 1,20 €/m a mais, atendendo ao preço comercial do ano de 2012).

As tubagens em aço apresentam-se comercialmente em varas de 6 metros, devendo satisfazer as normas NP EN 10208-1 [20], nomeadamente no que respeita a ensaios de tracção, dobragem, hidrostático entre outros.

As tubagens de aço podem ser com ou sem costura com acabamento preto ou galvanizado.

A utilização de tubos com costura está limitada à verificação dos seguintes aspectos [12] e [16]:

- Após a sua fabricação, os tubos devem ser submetidos a um ensaio de resistência, com a utilização de água como fluido;
- As costuras dos tubos devem ser examinadas, na sua totalidade, por um método de ensaio não destrutivo (raios X, ultra-sons ou electromagnético tipo *Eddy current test*, não sendo admissíveis defeitos de soldadura.

A utilização de aços com acabamento preto ou galvanizado, vai influenciar directamente o tipo de ligações permitidas de acordo com o Quadro 5.2.

**Quadro 5.2 – Ligações permitidas nos tubos de aço (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [12, 16]).**

Material	Ligação permitida		Observações
Aço galvanizado	Soldadura	Eléctrica	Deve-se eliminar previamente o banho de zinco nos extremos a unir
		Oxiacetilénica	Quando o banho de zinco nas extremidades não for eliminado, empregando um conjunto de metal de adição e desoxidante que impeça a destruição da capa protectora galvanizada
	Roscada <sup>a) b)</sup>	s/ estanquidade no filete <sup>c)</sup>	Tubos de diâmetro exterior igual ou inferior a 60,3 mm
		c/ estanquidade no filete <sup>d)</sup>	
Por Flanges <sup>a)</sup>			-
Aço sem galvanização (preto)	Roscada <sup>a)</sup>	s/ estanquidade no filete <sup>c)</sup>	Tubos de diâmetro exterior igual ou inferior a 60,3 mm
		c/ estanquidade no filete <sup>d)</sup>	
	Por Flanges <sup>a)</sup>		
<p><b>NOTAS:</b> a) Só aplicável em casos em que haja necessidade de desmontagem futura, o traçado a isso obrigue ou as operações de soldadura não possam ser correctamente executadas no local.</p> <p>b) Este tipo de ligação só é permitido nas instalações anteriores a 26 de Junho de 1998, quando alimentadas com gases da primeira e segunda família, desde que se verifique o ensaio de estanquidade.</p>			

- c) Só aplicável à instalação de válvulas, acessórios e às ligações de aparelhos.
- d) Só são permitidas desde que obedçam aos requisitos da EN 10226, devendo estas serem executadas por instaladores habilitados, não sendo permitida a execução manual de roscas.

As tubagens de aço a utilizar nas redes de gás devem ser da série média ou pesada, não sendo permitida a série ligeira [12].

As extremidades das tubagens podem ser lisas, para ligações soldadas, ou com rosca para ligações roscadas.

#### 5.1.1.1. Ligações de tubagens em aço

A ligação das tubagens em aço pode ser feita com recurso a flanges, soldadura ou rosca.

##### 5.1.1.1.1. Ligação por flanges

Na ligação por flanges a estanquidade do gás é assegurada através da compressão de uma membrana de vedação entre as faces de duas flanges de acordo com a Figura 5.1.

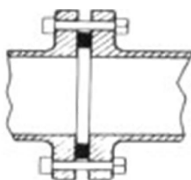


Figura 5.1 – Ligação por flanges [22].

##### 5.1.1.1.2. Ligação soldada

Na ligação soldada a estanquidade do gás é conseguida pela continuidade das partes a unir, sendo obtida através de aquecimento ou por intervenção de pressão, ou por ambos os processos. Poderá ou não ser utilizado um material de adição, cuja temperatura de fusão deverá ser da mesma ordem de grandeza ou inferior à do material que se pretende soldar.

Este tipo de ligação só pode ser executada por técnicos qualificados devido à elevada complexidade técnica da operação de soldadura de tubagens em aço, comparativamente às brasagens em tubagens de cobre (ver 5.1.2.1) e fusões em tubagens de polietileno (ver 5.2.1.1) e à própria operação de roscagem.

##### 5.1.1.1.3. Ligação roscada com estanquidade no filete

As ligações onde a estanquidade é conseguida através do contacto metal contra metal, directamente na rosca, com o apoio de um material auxiliar de vedação, denominam-se ligações roscadas com estanquidade no filete.

Na União Europeia utiliza-se a ligação roscada macho cónica/fêmea cilíndrica de acordo com a Figura 5.2, usualmente designada por ligação cónico-cilíndrica.

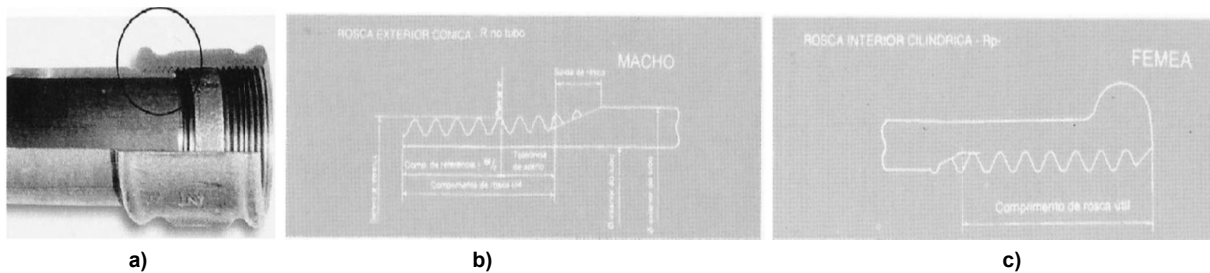


Figura 5.2 – a) Rosca de ligação cônico-cilíndrica. b) Rosca interior cilíndrica. c) Rosca exterior cônica. (adaptado [23]).

#### 5.1.1.1.4. Ligação roscada sem estanquidade no filete (mecânica)

Na ligação roscada sem estanquidade no filete, também designada por ligação mecânica, a estanquidade é conseguida pela compressão, com ou sem assistência de um material de vedação. A rosca, nesta situação tem a função de aplicar mecanicamente o esforço de compressão necessário para gerar a estanquidade da ligação (Figura 5.3). Este tipo de ligação é facilmente desmontada e remontada.

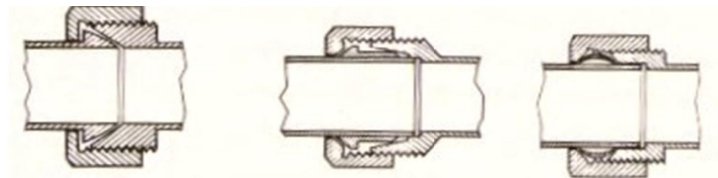


Figura 5.3 – Tipos de ligações mecânicas [22].

No Quadro 5.3, apresentam-se os diâmetros de referência das roscas em tubagens de aço.

Quadro 5.3 – Requisitos de aperto segundo a EN 10226 (adaptado de Gomes,2001 [23]).

Diâmetro Nominal		Passo da Rosca	Diâmetros de referência das Roscas Interior/Exterior (mm)			Roscas Exteriores			
						Comprimento Aperto Manual "a"	Comprimento Aperto com Ferramenta "b"		Comprimento Rosca Útil ("a" + "b")
(")	(DN)	(mm)	Exterior	Médio	Interior	(mm)	Nº fios	(mm)	(mm)
1/4	8	1,337	13,157	12,301	11,445	6,0	2 3/4	3,7	9,7
3/8	10	1,337	16,662	15,806	14,950	6,4	2 3/4	3,7	10,1
1/2	15	1,814	20,955	19,793	18,631	8,2	2 3/4	5,0	13,2
3/4	20	1,814	26,441	25,279	24,117	9,5	2 3/4	5,0	14,5
1	25	2,309	33,294	31,770	30,291	10,4	2 3/4	6,4	16,8
1 1/4	32	2,309	41,910	40,431	38,952	12,7	2 3/4	6,4	19,1
1 1/2	40	2,309	47,803	46,324	44,845	12,7	2 3/4	6,4	19,1
2	50	2,309	59,614	58,135	56,656	15,9	3 1/4	7,5	23,4
2 1/2	65	2,309	75,184	73,705	72,226	17,5	4	9,2	26,7
3	80	2,309	87,884	86,405	84,962	20,6	4	9,2	29,8
4	100	2,309	113,030	111,551	110,072	25,4	4 1/2	10,4	35,8
5	125	2,309	138,430	136,951	135,472	28,6	5	11,5	40,1
6	150	2,309	163,830	162,351	160,872	28,6	5	11,5	40,1

A Associação de Produtores de Tubos e Acessórios (APTA) apresenta o Quadro 5.4 com base na legislação em vigor (Portaria n.º 361/98 [12]) e na NP EN 10208-1 [20] que define o tipo de ligação a utilizar em função do diâmetro utilizado.

Quadro 5.4 – Tipos de ligação permitidos associados aos diversos diâmetros (adaptado de Gomes,2001 [23]).

Dimensão (polegadas)	Diâmetro exterior (mm)	Espessura da parede (mm)												
		1,8	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3
1/8	10,2		M		P									
1/4	13,5			M		P								
3/8	17,2			M		P								
1/2	21,3				M		P							
3/4	26,9				M		P							
1	33,7						M		P					
1 1/4	42,4						M		P					
1 1/2	48,3						M		P					
2	60,3							M	P					
2 1/2	76,1							M		P				
3	88,9								M		P			
4	114,3									M		P		
5	139,7										M		P	
6	139,7										M		P	
		Ligações Roscadas ou Soldadas						Série Média (M)						
		Ligações Soldadas						Série Pesada (P)						

### 5.1.2. Cobre

Os tubos de cobre a utilizar em instalações de gás devem satisfazer a norma EN 1057.

Os tubos de cobre apresentam-se em rolo ou vara (no caso dos tubos de menor comprimento). Os tubos podem ser utilizados com ou sem revestimento, sendo este permitido apenas em tubagens embebidas.

Nas tubagens destacam-se como principais vantagens:

- A possibilidade de reciclagem total;
- A elevada durabilidade, com um período de vida útil superior à do imóvel onde irá ser aplicado;
- A facilidade de manuseamento e transporte devido ao baixo peso do cobre;
- A boa relação custo/benefício;
- A elevada resistência do cobre à corrosão;
- A baixa rugosidade responsável por pequenas perdas de carga do escoamento;
- A facilidade e rapidez de instalação, com recurso a acessórios soldados por capilaridade.

Devido a estas vantagens, não é de estranhar que seja este o material predominante nas instalações de gás em edifícios.

As ligações permitidas entre este tipo de material são apresentadas no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Ligações permitidas nos tubos de cobre (adaptado [N.7] e [N.8]).

Material	Ligação Permitida	Observações
Cobre	Brasagem capilar forte	Tubos de diâmetro exterior igual ou inferior a 54 mm
	Soldobrasagem	Tubos de diâmetro exterior superior a 54 mm, mas igual ou inferior 110 mm
	Junta mecânica	Nos casos em que as operações de brasagem capilar forte e soldobrasagem não possam ser correctamente executadas no local

**NOTA:** As ligas de metal de adição usuais têm na sua composição 40% de prata, não são aceites ligas do tipo fosforado.

#### 5.1.2.1. Ligações

A ligação das tubagens em cobre pode ser feita com recurso a ligações por brasagem capilar forte, soldobrasagem e mecânica, tendo esta última já sido abordada no ponto 5.1.1.1.4.

##### 5.1.2.1.1. Brasagem capilar forte

É um processo que utiliza metais de adição com um intervalo de fusão compreendido entre a temperatura de fusão do metal de base que, no caso do cobre é de 1088 °C, e acima de 450 °C.

Por forma a garantir uma brasagem de qualidade é necessário atender a determinados aspectos e procedimentos, como é possível observar pela Figura 5.4.



1. Corte à medida



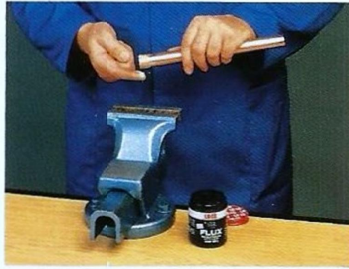
2. Eliminação das rebarbas interiores e exteriores



3. Calibragem dos extremos



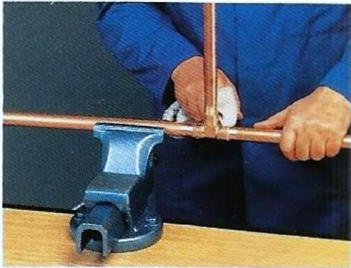
4. Limpeza das partes em contacto



5. Aplicação do decapante



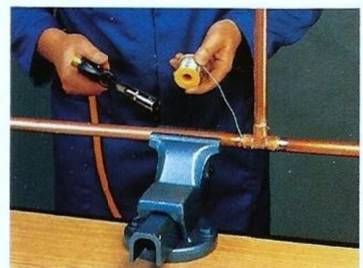
6. Montagem de união



7. Limpeza do excesso



8. Aquecimento



9. Aplicação da soldadura



10. Arrefecimento e limpeza final

Figura 5.4 – Sequência de operações de uma brasagem capilar forte [9].

O abocardamento do tubo deverá satisfazer as condições impostas pela Figura 5.5 e pelo Quadro 5.6, onde estão estabelecidas as dimensões e respectivas tolerâncias dos encaixes dos tubos e dos acessórios.

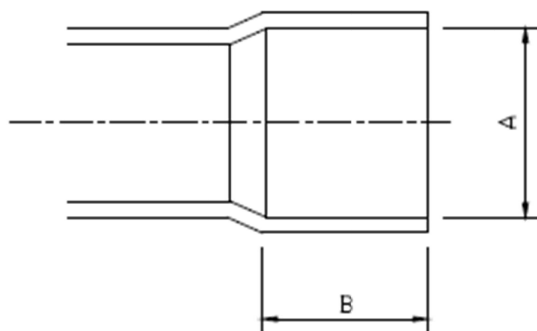


Figura 5.5 – Abocardamento de tubos [10].

Quadro 5.6 – Dimensões e tolerâncias do abocardamento [10].

Diâmetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)
6	+ 0,065 a + 0,155	7 +1/0
8		8 +1/0
10		9 +1/0
12		10 +1/0
15		13 +1/0
18		15 +1/0
22	+ 0,075 a + 0,185	17 +1/0
28		23 +1/0
35		26 +1/0
	+ 0,25	

A ligação tubo/acessório não deverá apresentar qualquer marca de degradação provocada pela chama. O cordão de ligação tubo/acessório deverá ser contínuo e regular, sem exibir qualquer defeito. A sobresspessura da ligação não deverá ultrapassar, em dimensão, a espessura do tubo (Figura 5.6 – a)). Não são admitidas ligações que não estejam preenchidas na sua totalidade (Figura 5.6 – c)).



- $e_n$  – Espessura nominal (mm).

A portaria n.º 386/94 com as alterações impostas pela portaria n.º 690/2001, define que os tubos a utilizar devem ter uma espessura nominal não inferior à definida pela série SDR 11, se a resina for do tipo PE 80, e da série SDR 17,6, se a resina for do tipo PE 100.

A classificação do tipo de resina é dada consoante o valor de resistência mínima requerida (MRS – *Minimum Required Strength*), presente no Quadro 5.7.

Quadro 5.7 – Classificação e designação dos compostos [N.9].

Designação	Classificação por MRS (MPa)
PE 80	8,0
PE 100	10,0

Importa referir que a série SDR 17,6 vai ser removida, aquando da revisão da norma NP EN 1555-2-2011, passando a existir apenas as séries SDR 11 e 17 [N.10].

Os tubos deste tipo de material devem ser marcados no mínimo, com os elementos que se apresentam no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 – Marcação mínima requerida [N.10].

Elementos da Marcação	Marca ou Símbolo
Número da norma de sistema	EN 1555
Identificação do produtor e/ou marca comercial	Nome ou símbolo
Para tubos de $d_n \leq 32$ mm:	
– Diâmetro exterior nominal $\times$ espessura de parede nominal ( $d_n \times e_n$ )	p.ex., 32 $\times$ 3,0
Para tubos de $d_n > 32$ mm:	
– Diâmetro exterior nominal, $d_n$	p.ex., 200
– SDR	p.ex., SDR11
Tipo de tubo se aplicável	p.ex., coextrudido ou com camada descamável
Material e designação	p.ex., PE 100
Informação do produtor	a)
Utilização prevista <sup>b)</sup>	Gás
<p><b>NOTAS:</b> a) De forma a permitir a rastreabilidade, devem ser dados os seguintes detalhes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– o período de produção, ano e mês, em algarismos ou em código;</li> <li>– nome ou código do local de produção, se o produtor produzir em locais diferentes;</li> <li>– materiais utilizados pelo nome ou código.</li> </ul> <p>b) As informações sobre as abreviaturas estão indicadas no CEN/TR 15438 e/ou na legislação nacional.</p>	

Além destes elementos devem ainda ser acompanhados de um certificado de controlo que contenha as seguintes indicações:

- Qualidade do material, precisando o tipo e a massa volúmica da resina utilizada;

- Características mecânicas e dimensionais, por amostragem estatística;
- Resultado dos ensaios e das provas, mencionando o tipo, a norma aplicada, o método e o número de ensaios efectuados.

As mudanças de direcção devem ser executadas com o auxílio de acessórios ou com recurso à dobragem a frio dos tubos, com raios de curvatura mínimos dependentes do diâmetro nominal exterior (Quadro 5.9).

Quadro 5.9 – Valores do raio mínimo de curvatura [5].

Diâmetro Nominal Exterior (mm)	Raio de Curvatura Mínimo (mm)
$d_n \leq 160$	$30 \times d_n$
$d_n > 160$	$50 \times d_n$

O PE é um material sensível à temperatura, começando a perder as suas propriedades físicas quando em contacto com temperaturas superiores a 40°C, pelo que se deve ter especial atenção sempre que este material se encontre na vizinhança de uma conduta de transporte de calor, tendo nestes casos, de ser protegida com recurso a um material isolante e encamisado, de modo a que a temperatura da tubagem de gás nunca ultrapasse os 20°C.

#### 5.2.1.1. Ligações

Os métodos de ligação permitidos na união de tubos de PE são as uniões electrossoldáveis e a soldadura topo-a-topo, apresentando-se no Quadro 5.10 algumas observações relativas a essas ligações.

Quadro 5.10 – Ligações permitidas nos tubos de polietileno (adaptado [N.7] e [N.8]).

Material	Ligação permitida	Observações
Polietileno	Electrossoldáveis	Acessórios electrossoldáveis com resistência eléctrica incorporada
	Soldadura topo-a-topo	Tubos de diâmetro exterior igual ou superior a 90 mm, com o auxílio de um elemento de aquecimento
<b>NOTA:</b> Não são permitidas ligações roscadas.		

##### 5.2.1.1.1. Electrossoldáveis

Os acessórios electrossoldáveis estão equipados com uma resistência eléctrica incorporada no PE, essa resistência é perceptível na parede interna do acessório. A resistência aquece o PE a uma temperatura definida possibilitando assim a sua ligação. Actualmente existem diversos tipos de acessórios electrossoldáveis, apresentando-se dois deles na Figura 5.7.



a) b)  
**Figura 5.7 – a) Redução electrossoldável. b) Curva electrossoldável.**

Este tipo de ligação pode ser utilizada em tubagens de qualquer diâmetro, sendo normalmente utilizada em tubagens de  $d_n \leq 160$  [11].

#### 5.2.1.1.2. Soldadura topo-a-topo

A soldadura topo-a-topo só é permitida em tubagens com  $d_n \geq 90$ . Este tipo de soldadura recorre a um elemento de aquecimento que aquece as extremidades a unir, a uma determinada temperatura, comprimindo-as de seguida e fazendo assim com que os seus topos se fundam (Figura 5.8).



a) b)  
**Figura 5.8 – Soldadura topo-a-topo a) Antes da união b) Após a união.**

#### 5.2.2. Borracha

Os tubos de borracha e de plástico podem ser utilizados na ligação de alguns aparelhos a gás (obedecendo a determinadas condições que serão apresentadas posteriormente aquando da ligação dos aparelhos) e ainda na ligação das garrafas presentes num posto de garrafas ao colectador.

Estes tubos contêm determinadas informações, registadas de forma indelével e a intervalos não superiores a um metro, como especificado na norma associada (Quadro 5.11).

Quadro 5.11 – Tubos de borracha consoante o tipo de gás (adaptado de Laranjo,1995 [12]).

Gases	Classe	Pressão de serviço	Norma/Especificação
1.ª Família (Gás de cidade)	n/a	n/a	n/a
2.ª Família (GN)	*	≤ 50 mbar	NP 4436:2005
3.ª Família (GPL)	1	≤ 0,2 bar	ET IPQ 107-1
	2	≤ 10 bar	
	3	≤ 20 bar	
	4 (só no exterior)	≤ 20 bar	
<b>NOTA:</b> * Não existe nenhuma referência à classe, apenas refere que os tubos têm de ter diâmetros interiores mínimos de 12 e 15 mm.			

### 5.3. INTERLIGAÇÕES

Nas redes de gás é, por vezes, necessário proceder à ligação de materiais diferentes entre si, devendo, nestes caso, optar-se pelas ligações apresentadas no Quadro 5.12. É o caso, por exemplo da transição plástico/metalo que geralmente existe nas caixas de entrada dos edifícios.

Quadro 5.12 – Interligações dos diferentes materiais (adaptado de [N.7], [N.8] e [N.11]).

	Aço	Cobre	Polietileno
Aço	Quadro 5.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas isolantes <sup>a)</sup> ou acessórios mistos</li> <li>• Soldadura <sup>b) c)</sup></li> <li>• Soldobrasagem <sup>b)</sup></li> <li>• Brasagem forte <sup>c)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniões flangeadas</li> <li>• Acessório de transição PE/aço</li> </ul>
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas isolantes <sup>a)</sup> ou acessórios mistos</li> <li>• Soldadura <sup>b) c)</sup></li> <li>• Soldobrasagem <sup>b)</sup></li> <li>• Brasagem forte <sup>c)</sup></li> </ul>	Quadro 5.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acessório de transição PE/cobre</li> </ul>
Polietileno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniões flangeadas</li> <li>• Acessório de transição aço/PE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acessório de transição cobre/PE</li> </ul>	Quadro 5.10
Latão e Bronze	n/a	Brasagem forte	n/a
<p><b>NOTAS:</b> a) Sempre que se usarem juntas isolantes deve ter-se especial cuidado em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Não deixar aquecer excessivamente o núcleo isolante durante as operações de soldadura, soldobrasagem ou brasagem forte;</li> <li>– Que as pontas lisas tenham um comprimento suficiente para permitir as soldaduras sem aquecimento excessivo do revestimento;</li> <li>– Serem instaladas de modo a que não fiquem sujeitas a agressões.</li> </ul> <p>b) No lado do aço.</p> <p>c) No lado do cobre.</p>			

Importa ainda referir que na estanquidade obtida através do aperto metal/metal, é admitido o uso de pequenas quantidades de produtos acessórios, tais como a fita de politetrafluoretileno (PTFE) vulgarmente designada por fita teflon (Figura 5.9), ou outras pastas e líquidos apropriados, sendo, no entanto, interdito o uso do filasso ou pastas do tipo polimerizável [N.7]. A fita de teflon deve envolver a rosca de acordo com a Figura 5.9.

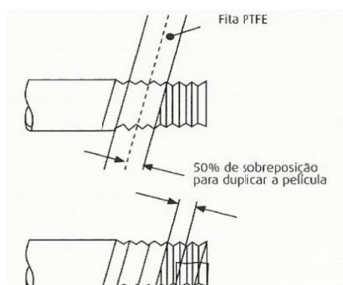


Figura 5.9 – Procedimento de envolvimento da rosca [6].

#### 5.4. RESUMO CONCLUSIVO

Neste capítulo, é possível observar a grande diversidade de materiais que podem ser utilizados nas redes de gás, actualmente, e ainda o grande número de regulamentos e normas técnicas pelos quais esses materiais se regem. No Quadro 5.13, pode-se observar um resumo dessa multiplicidade.

Quadro 5.13 – Materiais e suas características.

Material	Apresentação Comercial	Famílias de Gases			Norma/Especificação
		1ª	2ª	3ª	
Aço sem costura	V	n/a	✓	✓	NP EN 10208-1 EN 10208-2
Aço com costura	V	n/a	✓	n/a	NP EN 10208-1 EN 10208-2
Cobre	M, N, R, Rg, Rv <sup>a)</sup> e V	n/a	✓	✓	EN 1057
Chumbo <sup>b)</sup>	R	n/a	✓	n/a	NP 1639
Alumínio	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Polietileno	R e V	n/a	✓	✓	EN 1555-1 EN 1555-2
Borracha	M e R	n/a	✓	✓	NP 4436 ET IPQ 107-1

**LEGENDA:** V – vara, M – maleável; N – nu, R – rolo, Rg – rígido e Rv – revestido  
**NOTAS:** a) Só quando embebido.  
b) Só pode ser utilizado em pequenas reparações de instalações de gás feitas nesse material, anteriores a 26 de Junho de 1998 e que estejam a funcionar com gás natural.

Como se observou igualmente neste capítulo, as redes em edifícios só podem ser executadas com recurso a tubos metálicos, a não ser que as redes sejam enterradas onde é permitido a utilização do

PE. Nas instalações enterradas só é permitido o uso de ligações efectuadas através de soldadura ou soldobrasagem.

Segundo a portaria n.º 361/98, não é permitida a reutilização de tubagens e acessórios de ligação previamente utilizados em outras instalações.

Todos os componentes utilizados numa instalação devem ser fabricados atendendo aos requisitos impostos pelas normas técnicas aplicáveis (Quadro 5.13) e ainda serem acompanhados do devido certificado de qualidade emitido pelo produtor (Quadro 5.1).

Os componentes a utilizar, nomeadamente os tubos, devem ser transportados e armazenados de modo a impedir a entrada de matérias estranhas, devendo ainda ser protegidos da acção dos agentes atmosféricos.

A título exemplificativo, apresentam-se as dimensões de uso mais corrente previstas nas diversas normas associadas aos diversos materiais (Quadro 5.14).

Quadro 5.14 – Diâmetros e espessuras dos diversos materiais [N.9], [N.12] e [N.13].

AÇO						
Designação corrente (polog.)	Diâmetro exterior (mm)	Série média		Série pesada		
		Espessura (mm)	Diâmetro interior (mm)	Espessura (mm)	Diâmetro interior (mm)	
1/8	10,2	2,0	8,2	2,6	7,6	
1/4	13,5	2,3	11,2	2,9	10,6	
3/8	17,2	2,3	14,9	2,9	14,3	
1/2	21,3	2,6	18,7	3,2	18,1	
3/4	26,9	2,6	24,3	3,2	23,7	
1	33,7	3,2	30,5	4,0	29,7	
1 1/4	42,4	3,2	39,2	4,0	38,4	
1 1/2	48,3	3,2	45,1	4,0	44,3	
2	60,3	3,6	56,7	4,0	56,3	
2 1/2	76,1	3,6	72,5	4,5	71,6	
3	88,9	4,0	84,9	5,0	83,9	
4	114,3	4,5	109,8	5,4	108,9	
COBRE			POLIETILENO			
Diâmetro exterior (mm)	Espessura (mm)	Diâmetro interior	Diâmetro exterior (mm)	Espessura (mm)		
				SDR 11	SDR 17	SDR 17.6
6	0,8	4,4	20 <sup>a)</sup>	3,0	2,3 <sup>b)</sup>	2,3 <sup>b)</sup>
8	0,8	6,4	32 <sup>a)</sup>	3,0	2,3 <sup>b)</sup>	2,3 <sup>b)</sup>
10	0,8	8,4	40 <sup>a)</sup>	3,7	2,4	2,3
12	0,8	10,4	63	5,8	3,8	3,6
15	1,0	13,0	110	10,0	6,6	6,3
18	1,0	16,0	125	11,4	7,4	7,1
22	1,0	20,0	160	14,6	9,5	9,1
28	1,2	25,6	200	18,2	11,9	11,4
35	1,5	32,0	280	25,4	16,6	15,9
42	1,5	39,0	315	28,6	18,7	17,9
54	2,0	50,0	<b>NOTAS:</b> a) Aplicação exclusiva em ramais. b) Valores arredondados.			
64	2,0	60,0				

## 6. REDES EM EDIFÍCIOS

Este capítulo pretende compilar um conjunto de preceitos técnicos para a execução das instalações de gás, constituindo um auxiliar para o projectista durante a fase de elaboração do projecto assim como para os técnicos instaladores durante a fase de colocação em obra. Note-se que a execução de instalações de gás em edifícios deve ser efectuada por profissionais devidamente credenciados para o efeito, tal como vem estipulado no decreto-lei n.º 521/99 [N.1].

De forma a simplificar a descrição da rede de gás, esta vai ser dividida em duas partes distintas, referentes à instalação de tubagens e acessórios.

### 6.1. INSTALAÇÃO DE TUBAGEM

A instalação de gás começa com a entrada no edifício da tubagem proveniente da rede de distribuição. Uma vez no interior do edifício a tubagem pode apresentar diversas configurações no seu percurso até aos aparelhos, podendo seguir embebida, em canaleta, à vista ou em tecto falso.

Na implantação das tubagens (ramais de ligação, colunas montantes, derivações de piso), o projectista deverá ter em atenção que as tubagens não devem atravessar locais que contenham:

- Reservatórios de combustíveis líquidos;
- Depósitos de combustíveis sólidos ou recipientes de gases de petróleo liquefeitos;
- Conduatas e locais de recepção ou armazenagem de lixos domésticos;
- Conduatas de electricidade, água e telefone;
- Caixas de elevadores ou monta-cargas, casas de máquinas de elevadores ou monta-cargas;
- Cabinas de transformadores ou de quadros eléctricos;
- Espaços vazios como os das paredes duplas;
- Parques de estacionamento e outros locais com perigo de incêndio.

Estas restrições podem ser ultrapassadas se as tubagens ficarem contidas numa manga contínua e estanque em metal ou noutro material não combustível, cujas extremidades se encontrem em espaços livremente ventilados, para que eventuais fugas de gás sejam facilmente descarregadas para o exterior.

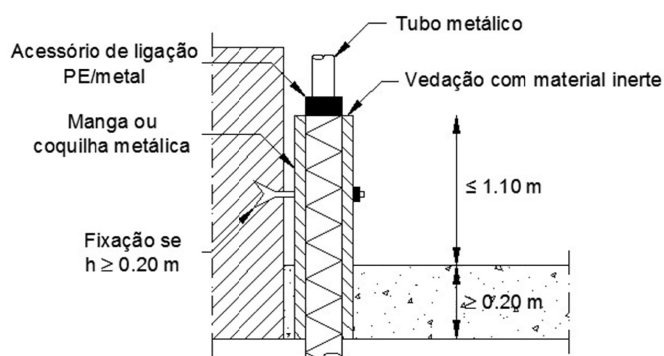
Não é permitido fazer uso ou armazenagem de gases mais densos do que o ar, em caves. Sempre que os edifícios tenham caves em situação tal que para elas possam escoar eventuais derrames de gás mais denso do que o ar, provenientes dos locais de consumo, deverão ser instalados, pelo menos, dois detectores de gás. Estes detectores ficarão instalados à entrada da cave (no percurso seguido por um eventual derrame de gás) e no local mais crítico do ponto de vista da acumulação de gás, a uma altura do pavimento compreendida entre os 10 e os 30 cm.

A chegada do ramal de entrada ao edifício/propriedade é sempre efectuada através de tubagem enterrada. A tubagem entra então no edifício através de uma parede ou à vista emergindo do terreno pelo exterior ou pelo interior do edifício.

As tubagens emergentes do solo devem respeitar os requisitos presentes no Quadro 6.1 e estar de acordo com a Figura 6.1.

**Quadro 6.1 – Requisitos das tubagens emergentes do solo (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).**

Tubagem	Requisitos
Embebida na parede exterior	Ser protegida por uma manga de acompanhamento que resista ao ataque químico das argamassas (em geral são utilizadas mangas metálicas).
À vista	Ser protegida por uma manga que cumpra os seguintes preceitos: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ser cravada no solo até uma profundidade nunca inferior a 0,20 m;</li> <li>– Ser convenientemente fixada;</li> <li>– Acompanhar a tubagem de gás até uma altura de 1,10 m acima do solo, a menos que a tubagem de gás penetre no edifício a uma altura inferior;</li> <li>– As mangas, os canaletes e coquilhas destinadas a assegurar protecção mecânica às tubagens devem ser de material não combustível (classes M.0) podendo ser de material não inflamável (classe M.1) nos casos em que a tubagem emerge no interior do edifício;</li> <li>– As mangas metálicas devem ser protegidas contra a corrosão e devem ser electricamente isoladas em relação às tubagens que protegem;</li> <li>– A extremidade superior do espaço anelar entre a tubagem e a manga deve ser obturado com um material inerte.</li> </ul>
<b>NOTA:</b> As classes (M.0 e M.1) foram revogadas pela publicação do regulamento de segurança contra incêndios em edifícios, tendo actualmente outra designação (Decreto-lei n.º 220/2008 [N.15]).	

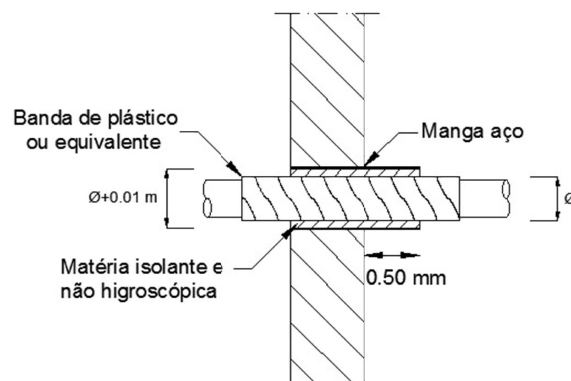


**Figura 6.1 – Esquema de montagem de uma tubagem emergente (adaptado de Portaria n.º 361/98 [N.7]).**

Também os tubos metálicos (cobre e aço) devem ser protegidos com uma manga ou bainha quando emergem do terreno [12].

Quando uma tubagem enterrada entra num edifício através das suas paredes ou fundações, o espaço anelar entre a tubagem e a parede deve ser obturado, de modo estanque, com matéria

isolante e não higroscópica. A Figura 6.2 representa uma montagem possível para este tipo de entrada.



**Figura 6.2 – Esquema do atravessamento de uma parede na entrada da tubagem num edifício (adaptado de Portaria n. 361/98 [N.7]).**

A tubagem em determinados locais fica alojada dentro de caixas de visita às quais está associada um determinado grau de acessibilidade. A acessibilidade de grau um caracteriza-se pelo facto de não ser necessário escadas e meios mecânicos especiais, a acessibilidade de grau dois pelo facto de não ser necessário escadas mas já ser necessário meios mecânicos especiais, finalmente a acessibilidade de grau três por ser necessário escadas e meios mecânicos especiais.

### 6.1.1. Tubagem embebida

As tubagens embebidas (Figura 6.3) em paredes e pavimentos constituem o tipo de instalação mais utilizado no interior dos edifícios.



**Figura 6.3 – Exemplo de tubagem embebida.**

Durante a colocação em obra, é natural que o traçado definido pelo projectista, mesmo quando rigorosamente explicitado no projecto, sofra ligeiros ajustes às condicionantes que se revelam na obra (afastamento em relação a instalações já existentes (Quadro 6.2), entre outros).

Quadro 6.2 – Afastamento mínimo (cm) entre tubagens (Portaria n.º 361/98 [N.7]).

Tipo	Paralela	Perpendicular
Redes de vapor de água quente	5,0	3,0 [1,0]*
Redes eléctricas	10,0 [3,0]*	3,0 [1,0 (com isolante)]*
Redes telefónicas	10,0	3,0
Conduitas de evacuação de gases	5,0	3,0 [5,0]*

**NOTA:** \* A título de exemplo, apresenta-se em parênteses rectos [ ], os afastamentos recomendados na norma brasileira NBR 15526 [N.16].

Nestas circunstâncias, deverão ser observados determinados requisitos presentes no Quadro 6.3.

Quadro 6.3 – Requisitos das tubagens embebidas (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).

Situação	Requisitos
Condições gerais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– O traçado deve ser simples e rectilíneo;</li> <li>– Quando aplicada na parede, a tubagem deve apresentar: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Troços horizontais situados na parte superior da parede, a uma distância máxima de 0,20 m do tecto ou dos elementos da estrutura resistente;</li> <li>– Troços verticais na prumada das válvulas de corte dos aparelhos que alimentam.</li> </ul> </li> <li>– Quando aplicada no pavimento, a tubagem deve apresentar: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Percurso efectuado preferencialmente na direcção paralela às paredes com um afastamento máximo de 0,20 m;</li> <li>– Percurso efectuado pontualmente na direcção perpendicular à parede contígua, em situações de atravessamento de corredores ou ligações a balcões do tipo “ilha” em cozinhas.</li> </ul> </li> <li>– Devem ficar contidas numa caixa de visita e com acessibilidade de grau 3: <ul style="list-style-type: none"> <li>– As tubagens que incorporem juntas mecânicas (Figura 6.4);</li> <li>– As válvulas e acessórios com juntas mecânicas (Figura 6.4);</li> <li>– As derivações ou mudanças de direcção das tubagens, quando feitas por meio de soldadura ou brasagem forte, excepto nos casos, devidamente justificados, em que se utilizem tubos de aço sem costura soldados por arco eléctrico.</li> </ul> </li> <li>– As tubagens devem ter um recobrimento mínimo de 2,0 cm de espessura;</li> <li>– Os tubos de cobre devem possuir um revestimento inalterável de policloreto de vinilo (PVC), PE ou outro material equivalente, que lhes assegure protecção química à corrosão;</li> <li>– Os tubos de aço não necessitam de protecção, excepto se o revestimento da tubagem for à base de gesso, tendo neste caso de ser previamente revestidos com um material inerte e resistente à corrosão.</li> </ul>
Impeditivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Não é permitido que as tubagens: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fiquem em contacto directo com o metal das estruturas ou armaduras das paredes, pilares ou pavimentos;</li> <li>– Atravessem juntas de dilatação ou juntas de ruptura da alvenaria ou do betão;</li> <li>– Passem no interior de elementos ocios, a menos que as tubagens fiquem no interior de uma manga estanque e sem soluções de</li> </ul> </li> </ul>

	<p>continuidade, desembocando pelo menos uma das extremidades dessa manga num local ventilado;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sejam instaladas nas paredes envolventes de chaminés.</li> <li>- Não devem ser executados roços: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se reduzirem a solidez, ventilação, estanquidade e o isolamento térmico ou sonoro da obra;</li> <li>- Horizontais em paredes ou divisórias construídas em tijolo furado de espessura inferior a 6,0 cm, em betão maciço ou celular de espessura inferior a 8,0 cm, em estafe com espessura inferior a 10,0 cm;</li> <li>- Em paredes pré-fabricadas de espessura inferior a 10,0 cm;</li> <li>- Em divisórias finas, em pavimentos de betão moldado nervurado ou em outras condições similares.</li> </ul> </li> </ul>
--	--

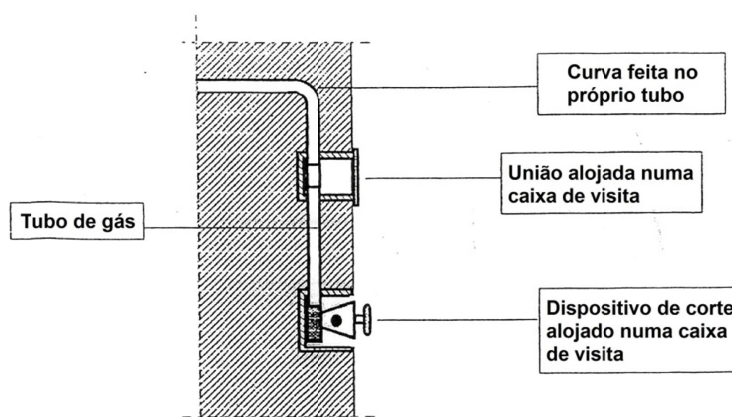


Figura 6.4 – Esquema da montagem de um dispositivo de corte e de uma união mecânica [12].

### 6.1.2. Tubagem em canaleta

As tubagens de gás podem ser instaladas em canaletes (Figura 6.5) desde que estes cumpram os requisitos da portaria n.º 361/98 [N.7] com as alterações impostas pela portaria n.º 690/2001 [N.8], os quais se apresentam no Quadro 6.4.



Figura 6.5 – Exemplo de um canaleta de plástico.

No caso dos edifícios que forem objecto de conversão (operação que consiste em dotar com uma instalação de gás os edifícios já existentes) ou de reconversão (operação de adaptação de instalações de gás já existentes de uma família de gases para outra), em que o abastecimento seja efectuado com recurso a coluna montante, é muito frequente a utilização de canaletes.

Quadro 6.4 – Requisitos das tubagens em canaleta (adaptado da Portaria n.º 361/98 e 690/2001 [N.7, N.8]).

Situação	Requisitos
Condições gerais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os canaletes devem ser devidamente ventilados e construídos com materiais não combustíveis (classe M.0), sendo permitida a utilização de materiais não inflamáveis (classe M.1) apenas no interior dos fogos;</li> <li>– Os canaletes devem ser inspeccionáveis, através de tampas, da mesma classe de material, fixadas mecanicamente.</li> </ul>
Canalete da coluna montante	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os canaletes devem ser exclusivamente reservados às tubagens de gás;</li> <li>– Os canaletes devem ser, tanto quanto possível, rectilíneos e de secção uniforme em toda a altura do edifício;</li> <li>– Os canaletes devem possuir uma entrada de ar, na sua parte inferior e no atravessamento dos pavimentos dos pisos, com uma coroa circular livre, com um mínimo de 2,0 cm, exterior à parede da tubagem;</li> <li>– Na parte superior do canaleta, a secção livre de evacuação será protegida por forma a impedir a entrada de matérias estranhas e a acção de agentes atmosféricos.</li> </ul>
Canalete da coluna montante de edifícios de grande altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os canaletes devem ser devidamente ventilados em toda a sua altura, com aberturas inferior e superior para o exterior do edifício, protegidas com uma rede corta-chamas (para evitar que na existência de um incêndio exterior ao canaleta este migre para o seu interior pelas aberturas do mesmo), devendo a abertura inferior ficar situada a uma altura igual ou superior a 2,0 m acima do nível do arruamento exterior;</li> <li>– O canaleta entre a vertical e a abertura inferior deve ter uma inclinação igual ou superior a 1%.</li> </ul>
<p><b>NOTAS:</b> Cada uma das situações posteriores obriga ao cumprimento dos requisitos das situações anteriores. As classes (M.0 e M.1) foram revogadas pela publicação do regulamento de segurança contra incêndios em edifícios, tendo actualmente outra designação (Decreto-lei n.º 220/2008 [N.15]).</p>	

### 6.1.3. Tubagem à vista

Os troços de tubagem à vista (Figura 6.6) deverão ser identificados através de pintura de cor ocre amarela, em conformidade com a NP-182 [N.17]. A operação de pintura deverá contemplar a limpeza da superfície, o desengorduramento e a aplicação de primário anticorrosão e de, no mínimo de duas demãos de tinta. Não é permitida a utilização de tintas inflamáveis (esmaltes e vernizes), devendo estas ser baças ou semibrilhantes, do tipo retardador de fogo.

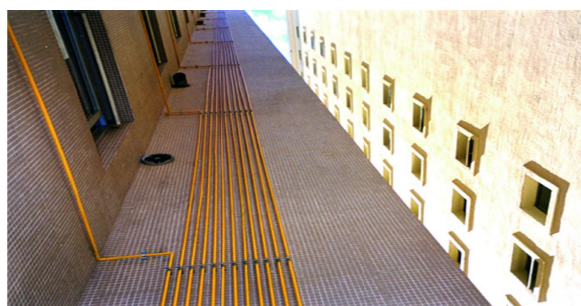


Figura 6.6 – Exemplo de tubagem à vista.

As tubagens de gás instaladas à vista devem ser convenientemente apoiadas e fixadas. Os suportes utilizados neste tipo de tubagens, serão sempre deslizantes e, uma vez apertados, não deverão exercer uma pressão forte sobre a tubagem mas apenas a necessária para garantir a função de suporte. Os suportes geralmente utilizados dependem do tipo de troço tal como indicado no Quadro 6.5.

Quadro 6.5 – Tipos de suporte utilizados na fixação das tubagens (Galp,2005 [6]).

Troço	Suporte
Horizontal	Abraçadeiras ou suportes-guia fechados
Vertical	Abraçadeiras
Mudança de direcção	Apoio sem guia

A legislação existente não considera qualquer forma ou distância dos suportes da tubagem, deixando isso ao critério e responsabilidade do projectista. Actualmente, fruto da experiência, existem algumas regras de boa prática, as quais se apresentam no Quadro 6.6. Além destas indicações, é do senso comum não fixar, apoiar ou amarrar tubagens a outras existentes.

Quadro 6.6 – Distância entre suportes (adaptado de Galp,2005 [6]).

Material da tubagem	Diâmetro da tubagem (mm)	Separação máxima (m)	
		Troço horizontal	Troço vertical
Cobre	10	1,0	1,5
	12	1,0	1,5
	15	1,0	1,5
	18	1,5	2,0
	22	1,5	2,0
	28	2,5	3,0
	35	2,5	3,0
	42	3,0	3,0
Aço	54	3,0	3,0
	½ "	1,5	2,0
	½ " < D ≤ 1 "	2,0	3,0
	½ " < D ≤ 1 ¼ "	2,5	3,0
	D > 1 ¼ "	3,0	3,0

**Notas:** O afastamento máximo entre suportes na tubagem de aço ou cobre é o mesmo que entre o suporte ou braçadeira e qualquer mudança de direcção. Deve prever-se um suporte no ponto mais próximo possível de equipamentos tais como válvulas e reguladores.

Os suportes a utilizar variam de acordo com a tubagem usada, pelo que, para as tubagens em aço, os suportes devem ser de aço galvanizado, sendo o espaço entre a tubagem e o suporte preenchido com material elástico e isolante. Para tubagens de cobre, os suportes podem ser de plástico, cobre,

latão ou aço galvanizado, devendo nestes dois últimos casos, preencher-se o espaço entre a tubagem e o suporte ou abraçadeira com material elástico e isolante [6].

Para além da instalação de suportes deslizantes, poderá considerar-se necessária, em alguns casos a execução de pontos de ancoragem das tubagens à vista, para que os esforços decorrentes da dilatação se desenvolvam a partir destes (Figura 6.7). Os pontos de ancoragem podem ser estabelecidos [6]:

- Através de um elemento robusto soldado à tubagem, o qual por sua vez é aparafusado a um suporte fixo à parede ou ao tecto;
- No caso de tubagens de aço, poderá aceitar-se como alternativa a utilização de duas abraçadeiras separadas entre si de um diâmetro de tubagem e firmemente aparafusadas a um suporte fixo à parede ou ao tecto.

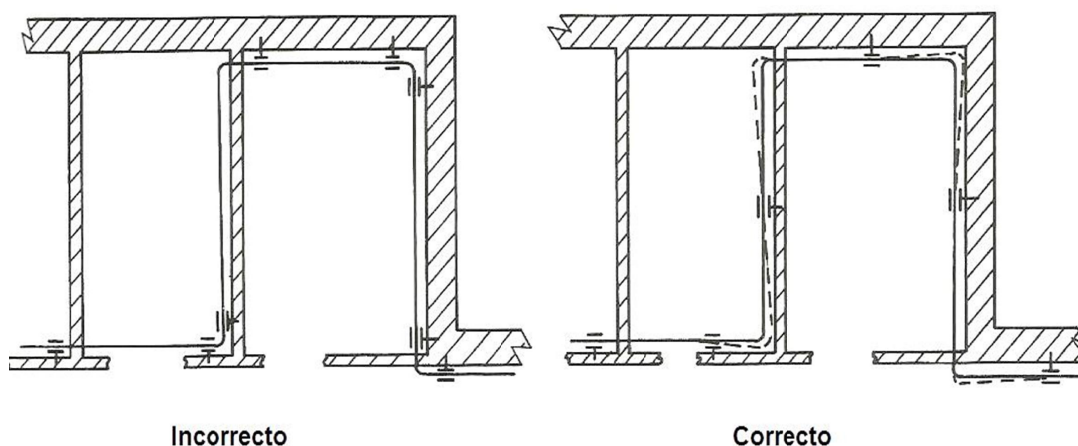


Figura 6.7 – Localização dos pontos de ancoragem de forma a permitir a dilatação [9].

Na instalação de troços de tubagem à vista, deverão respeitar-se também os afastamentos mínimos a tubagens de outras redes, os quais são menores do que os apresentados no Quadro 6.2 para tubagens embebidas, conforme se observa no Quadro 6.7.

Quadro 6.7 – Afastamento mínimo (cm) entre tubagens (Portaria n.º 361/98 [N.7]).

Tipo	Paralela	Perpendicular
Redes de vapor de água quente	3,0	2,0
Redes eléctricas	3,0	2,0
Redes telefónicas	3,0	2,0
Conduitas de evacuação de gases	3,0	2,0
<b>NOTA:</b> Noutros países como é o caso do Brasil, podem ser adoptados outros afastamentos. A norma brasileira NBR 15526 [N.16] especifica as distâncias já indicadas no Quadro 6.2.		

Apesar de os troços horizontais deverem, em geral ficar situados até 0,20 m do tecto ou dos elementos da estrutura resistente do edifício e de os troços verticais deverem ficar na prumada das

válvulas de corte dos aparelhos que alimentam, é frequente as tubagens à vista atravessarem locais onde ficam expostas a agressões mecânicas. Nestes casos, a protecção mecânica poderá ser assegurada por recurso a uma das seguintes alternativas:

- Manga de aço;
- Protecção envolvente em alvenaria;
- Tubos de aço de diâmetro não inferior a 40 mm, dobrados em U à volta da tubagem e fixos à parede nas suas extremidades, formando aros envolventes de protecção. Deverá garantir-se uma distância de 5 cm entre os aros e a tubagem e um afastamento menor que 25 cm entre aros adjacentes.

Tendo em vista a exequibilidade das operações de limpeza, inspecção e manutenção, recomenda-se que os troços de tubagem instalados à vista cumpram as distâncias às paredes esquematizadas na Figura 6.8.

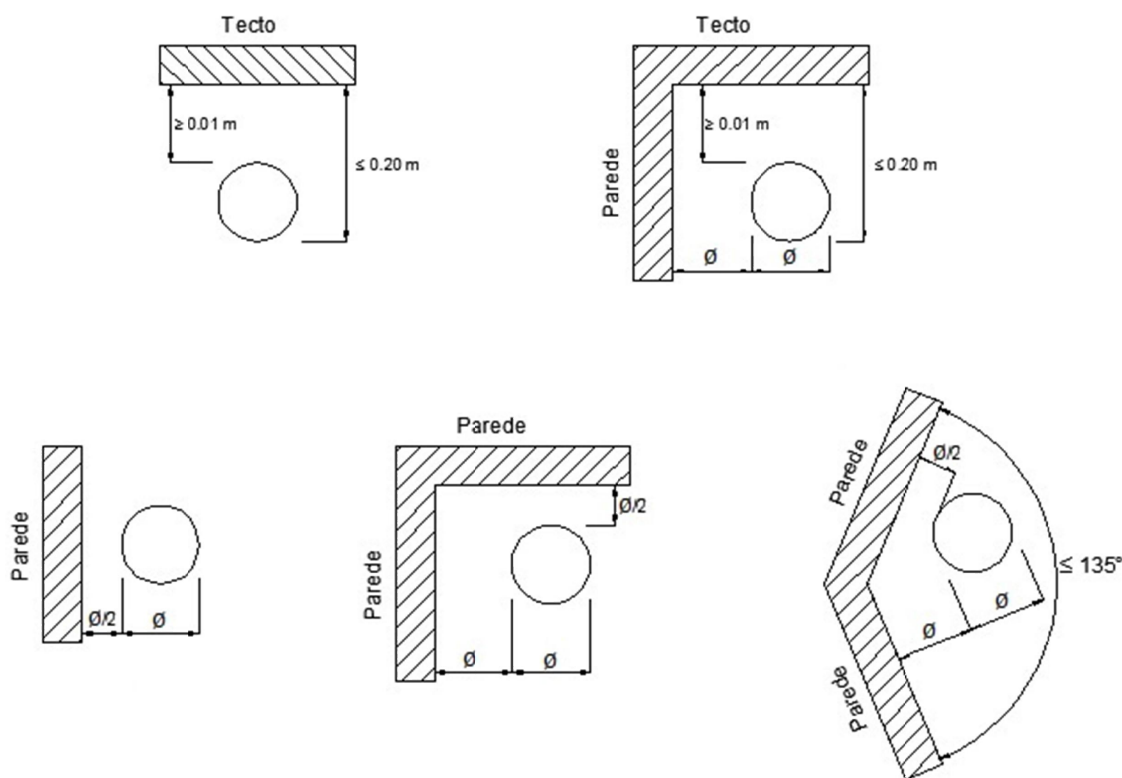


Figura 6.8 – Distâncias mínimas entre as tubagens e os diversos elementos (com base em Galp,2005 [6]).

As tubagens à vista, que atravessem pavimentos interiores, devem ser protegidas por uma manga protectora, a qual, além de dever ser resistente à corrosão provocada pela água ou por outros produtos, deve também ficar complanar com o tecto na sua extremidade inferior e ultrapassar o pavimento em pelo menos 0,05 m. No traçado de instalações interiores, é por vezes necessário efectuar o atravessamento de paredes interiores, pelo que é necessário recorrer a uma manga de protecção em PVC ou em outro material equivalente. Em ambos os casos anteriores o espaço anelar

entre a tubagem e a manga protectora deve ter um mínimo de 0,01 m e ser preenchido com mástique ou outro material isolante não higroscópico [N.7], como se observa na Figura 6.9.

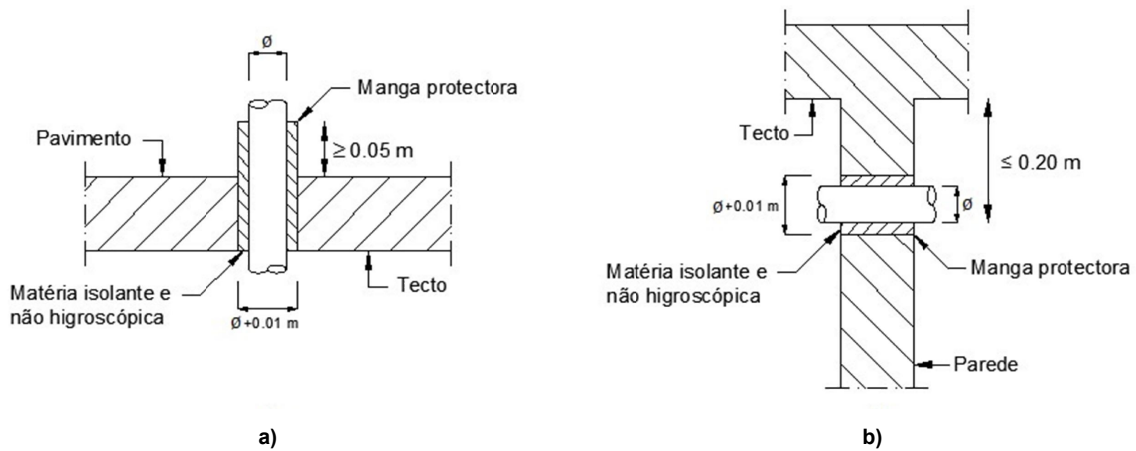


Figura 6.9 – Tubagem de gás que atravessa a) pavimento do edifício b) parede interior.

#### 6.1.4. Tubagens em tectos falsos

É também possível colocar troços de tubagem no espaço entre os tectos falsos e os tectos desde que se cumpram, simultaneamente, os seguintes requisitos, de acordo com as alterações impostas pela portaria n.º 690/2001 [N.8] à portaria n.º 361/1998 [N.7]:

- Os tectos falsos devem apresentar superfície aberta suficiente, de forma a impedir a acumulação de gás. Esta superfície aberta visa promover a circulação de ar e gás de forma a evitar a formação de uma atmosfera potencialmente explosiva devido à concentração elevada de gás;
- As distâncias mínimas entre tubagens de gás e as outras tubagens devem ser as preconizadas no Quadro 6.7;
- O espaço entre o tecto e o tecto falso deve ser visitável em todo o percurso da tubagem;
- A pressão máxima de serviço não exceda 0,4 bar, no caso de as tubagens pertencerem à rede comum do edifício (média pressão).

## 6.2. INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS

Fazem parte de uma instalação de gás diversos dispositivos, tais como, dispositivos de corte, de regulação de pressão, de contagem de gás e de limitação de pressão, entre outros. João Borges, 2011 [13] apresentou uma descrição dos diferentes dispositivos. Na presente dissertação discutem-se apenas os dispositivos de corte, de regulação e de limitação de pressão, uma vez que as concessionárias adoptam requisitos diferentes dos previstos na legislação vigente.

### 6.2.1. Dispositivos de corte

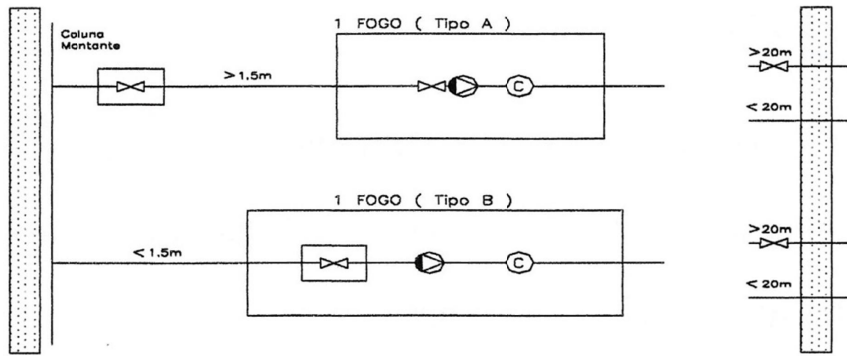
Os dispositivos de corte são dispositivos que se destinam a interromper o fluxo de gás, quando tal for necessário.

Nos dispositivos de corte que tenham marcado o sentido de escoamento do fluido, este sentido deve ser respeitado aquando da montagem do dispositivo, a fim de evitar a criação de condições para possíveis fugas internas.

Uma rede de gás integra diversos dispositivos de corte, os quais devem ser localizados de acordo com o Quadro 6.8 e as Figura 6.10 e Figura 6.11.

Quadro 6.8 – Localização dos dispositivos de corte (adaptado de Laranjo,1995 [12]).

Localização	Tipo de dispositivo	Observações
Entrada do edifício	Válvula de corte (geral) rápido com encravamento que, uma vez accionada, só pode ser rearmada pela concessionária ou pela entidade exploradora	<ul style="list-style-type: none"><li>– Deve ficar instalada, de preferência, junto da entrada, em local de acessibilidade de grau 1, numa caixa fechada embutida ou encastrada na parede do edifício e com acesso pelo exterior do mesmo, com excepção, se necessário, em casos de reconversão ou conversão. A porta da caixa deve conter, de forma indelével, a palavra gás;</li><li>– Nos edifícios unifamiliares que não recebam público, pode ser substituída por um redutor com segurança incorporada, de rearmamento manual por um quarto de volta, existente imediatamente antes do contador;</li><li>– A caixa da válvula pode alojar o redutor de pressão do edifício.</li></ul>
Derivação de piso	Válvula de corte rápido	<ul style="list-style-type: none"><li>– Para isolar o piso, as válvulas de corte devem ser colocadas em caixas de visita seladas pela concessionária ou entidade exploradora.</li></ul>
Derivação de fogo	Válvula de corte rápido	<ul style="list-style-type: none"><li>– Para isolar o fogo, a válvula de corte deve ser manobrável apenas pela concessionária.</li></ul>
Jusante do contador	Válvula de corte rápido	<ul style="list-style-type: none"><li>– Para isolar o fogo, se o redutor for do tipo de rearmamento automático deve existir sempre uma válvula de corte de um quarto de volta.</li></ul>
No ponto de entrada no fogo	Válvula de corte rápido	<ul style="list-style-type: none"><li>– Se o contador se encontrar a mais de 20 m da entrada do fogo.</li></ul>
Antes de cada aparelho	Válvula de corte rápido	<ul style="list-style-type: none"><li>– Colocada a uma altura compreendida entre 1,00 m a 1,40 m, a contar a partir do pavimento, em local com acessibilidade de grau 1.</li></ul>
<b>NOTAS:</b> Se existirem diversos dispositivos de corte na mesma caixa, estes devem estar identificados de forma indelével. Em todos os casos, salvo nas excepções assinaladas, os dispositivos de corte devem estar instalados em locais com acessibilidade de grau 2.		



LEGENDA





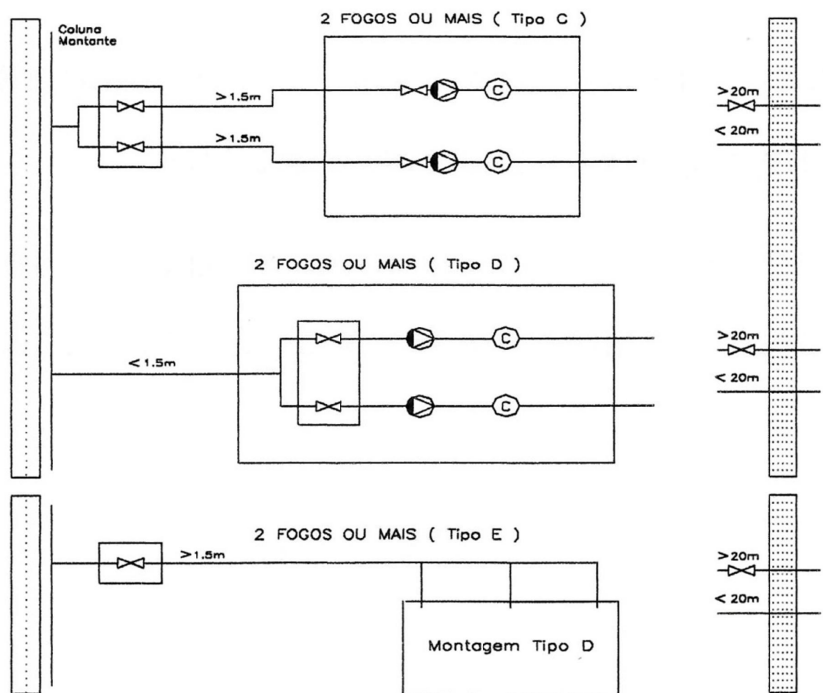
-  Dispositivo de corte
-  Redutor de segurança
-  Dispositivo de corte de fogo ou de piso (selável)
-  Contador

Figura 6.10 – Localização dos dispositivos de corte que abastecem um fogo [6].



LEGENDA





-  Dispositivo de corte
-  Redutor de segurança
-  Dispositivo de corte de fogo ou de piso (selável)
-  Contador

Figura 6.11 – Localização dos dispositivos de corte que abastecem dois fogos [6].

Actualmente, as concessionárias, além de exigirem a colocação dos dispositivos de corte nas localizações anteriormente apresentadas, obrigam a que seja colocado um dispositivo de corte imediatamente a jusante do dispositivo de contagem de gás, vulgarmente designado por contador. Esta exigência pretende facilitar as operações de montagem e de desmontagem do contador, nomeadamente para realização de ensaios da rede ou quando for necessário retirar o contador por falta de cumprimento das obrigações do utilizador para com a concessionária.

As redes de gás, principalmente em países como Portugal, com actividade sísmica, deveriam incluir um dispositivo de seccionamento automático de forma a limitar as quantidades de gás que se podem libertar, caso ocorram roturas causadas por um sismo. A Figura 6.12 mostra um sistema de seccionamento automático deste tipo, o qual pode ser colocado na canalização a seguir ao contador das habitações. Este sistema já é muito utilizado na Califórnia (Lopes,2008 [14]).

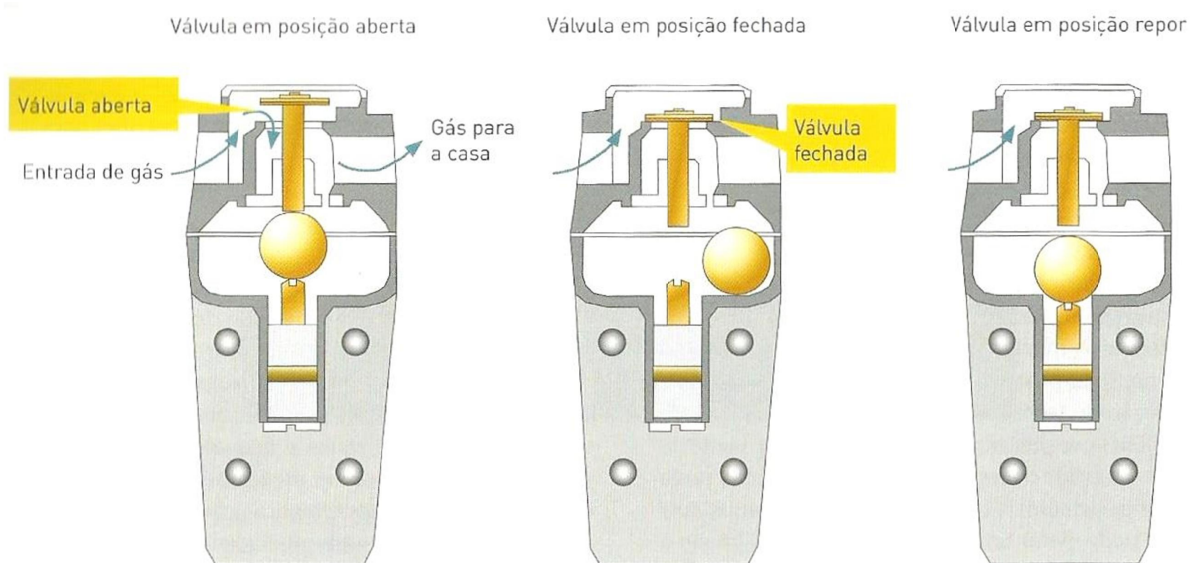


Figura 6.12 – Sistema de seccionamento de canalizações de gás [14].

### 6.2.2. Dispositivos de regulação de pressão

São dispositivos de regulação de pressão os redutores e os reguladores. Estes dispositivos destinam-se, respectivamente, a reduzir a pressão ou a conseguir uma determinada pressão no troço imediatamente a jusante. A sua utilização deve depender da função a desempenhar e das imposições de pressão de serviço regulamentares ou definidas pelas concessionárias, tal como apresentado no Quadro 6.9.

Quadro 6.9 – Características dos dispositivos de regulação de pressão [12].

Dispositivo	Pressão de entrada	Pressão de saída	Caudal garantido
Redutor	Variável ( $P_{m\acute{a}x} \geq P_e \geq P_{m\acute{i}n}$ )	Fixa (Consoante o dispositivo)	O correspondente à menor pressão de entrada no redutor
Regulador	Variável ( $P_{m\acute{a}x} \geq P_e \geq P_{m\acute{i}n}$ )	Variável ( $P_{m\acute{a}x} \geq P_s \geq P_{m\acute{i}n}$ )	O correspondente à menor pressão que se consegue na saída do regulador

**NOTAS:** Estes dispositivos devem ser montados imediatamente antes do contador e alojados na caixa deste. Nos casos em que a pressão de distribuição for inferior a 50 mbar, esta disposição não se aplica.  
Os redutores ou reguladores de pressão devem ser precedidos de um dispositivo de corte.  
O dispositivo de corte pode ser comum a vários redutores ou reguladores instalados em paralelo, devendo ficar montado no troço comum.

Existem redutores que, além de limitarem a pressão no troço a jusante, também incorporam um mecanismo que interrompe automaticamente o fluxo de gás sempre que ocorre uma alteração anormal da pressão de entrada, um excesso de caudal a jusante e/ou destruição do diafragma, podendo o seu rearmamento ser efectuado pelo utilizador (Figura 6.13).

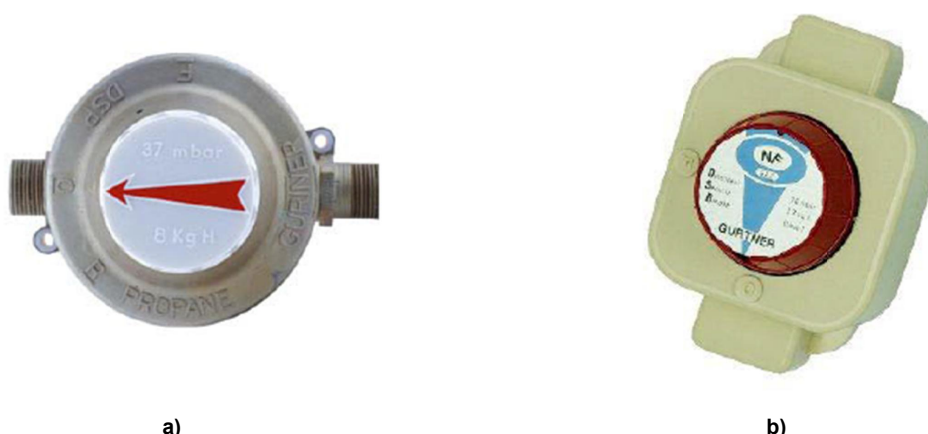


Figura 6.13 – Redutor de pressão com segurança a) propano b) butano.

### 6.2.3. Dispositivos limitadores de pressão

O limitador de pressão é um dispositivo que se destina a proteger as instalações de gás, podendo a sua montagem ser efectuada em diversos pontos das mesmas. Quando a instalação funciona a uma pressão superior a 0,4 bar, como é o caso do GPL, esta necessita de ser protegida por um limitador de pressão que deve ficar imediatamente a jusante da válvula de corte geral, a não ser que a pressão da rede seja inferior a 1,8 bar e esta já esteja protegida com um limitador de pressão.

## 6.3. RESUMO CONCLUSIVO

O projectista deve optar por escolher o tipo de tubagem mais adequado à instalação em causa, devendo atender aos custos de montagem e exploração. Com o objectivo de garantir o adequado funcionamento da instalação de gás, bem como das condições de segurança e durabilidade, o projectista deve observar as exigências anteriormente apresentadas.

## 7. DIMENSIONAMENTO DE REDES E INSTALAÇÕES DE GÁS

Actualmente o dimensionamento de instalações de gás é efectuado através de um processo iterativo, no qual o projectista recorre a diversas equações regras e procedimentos.

A verificação das perdas de pressão e da velocidade de escoamento são critérios fundamentais no dimensionamento de instalações de gás.

Foram criadas diversas tabelas de cálculo que, consoante o tipo de gás, o regime de pressão e o tipo de material adoptados, permitem verificar a perda de carga e a velocidade de escoamento. Estas tabelas baseiam-se nas equações de Renouard [1], as quais são frequentemente usadas para o cálculo das perdas de carga no dimensionamento de instalações de gás em Portugal, apesar de o cálculo com recurso às equações de Nackab [13] ser mais conservativo. O cálculo da velocidade foi efectuado tal como apresentado nos manuais do Instituto Tecnológico do Gás [5] e da Galp Energia [6], em detrimento dos métodos resultantes da aplicação directa da equação de continuidade [13].

De acordo com o Decreto-Lei n.º 521/99 [N.1], o dimensionamento de uma instalação deve ser efectuado para gás natural, garantindo-se assim que a mesma estará sempre preparada para transportar adequadamente aquele gás combustível ainda que, numa fase inicial, ela possa ser abastecida por outro gás, como o butano ou o propano comerciais.

Para ilustrar a aplicação das tabelas recorre-se a um caso de estudo, no qual se considera um edifício colectivo com três pisos elevados. Admite-se que apenas existe necessidade de abastecimento de gás ao 1º e 2º piso, os quais incluem quatro fogos, estando cada um dos fogos equipado com um esquentador de 14 l/min e uma placa de encastrar (ANEXO 1).

Admite-se duas situações de abastecimento nomeadamente com distribuição de gás natural ou com recurso a posto de garrafas de propano, optou-se por não considerar o posto de garrafas de butano devido ao elevado número de garrafas que essa solução daria, como se verá posteriormente.

Nos ANEXO 2 e ANEXO 3, apresentam-se as perspectivas isométricas do traçado da rede predial de gás para as zonas comuns e interiores dos fogos, respectivamente.

### 7.1. CONSUMO

No dimensionamento de uma rede de abastecimento de gás, a primeira etapa consiste em calcular o consumo de gás. O consumo de cada fogo é calculado tendo em atenção os consumos dos aparelhos, os quais dependem da sua potência nominal  $P_n$  (kW).

$$Q_{st} = \frac{P_n}{H_i} \times 860,22 \times 1,055 \quad (7.1)$$

onde  $H_i$  (kcal/m<sup>3</sup><sub>n</sub>) é o poder calorífico inferior do gás utilizado. No caso do gás natural,  $H_i=9054\text{kcal/m}^3_{\text{n}}$ , pelo que  $Q_{st}$  (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h)  $\approx 0,10 P_n$ .

É de referir que a potência total dos aparelhos do fogo não deve ser inferior a 30 kW [4] nem deve exceder os 70 kW [N.7], ao que correspondem caudais de gás natural em condições standard (pressão do ar ao nível do mar e temperatura de 15°C) de 3,0 e 7,0 m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h, respectivamente.

O caudal de consumo de um fogo de habitação pode ser calculado pela equação (7.2),

$$Q_{fogo} = Q_1 + Q_2 + \frac{\sum(Q_i)}{2} \quad (7.2)$$

onde:

- $Q_{fogo}$  – Consumo do fogo (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h);
- $Q_1$  – Consumo do aparelho de maior potência (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h);
- $Q_2$  – Consumo do segundo aparelho de maior potência (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h);
- $Q_i$  – Consumo dos restantes aparelhos (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h).

O caudal de um troço que serve vários fogos é dado pelo somatório do consumo dos fogos afectos ao troço em causa multiplicado por um factor que contempla a utilização simultânea dos aparelhos,

$$Q_{troço} = \sum_{i=1}^n (Q_{fogo i}) \times S_n \quad (7.3)$$

onde:

- $Q_{troço}$  – Consumo do troço (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h);
- $Q_{fogo i}$  – Consumo dos diversos fogos (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h);
- $S_n$  – Factor de simultaneidade para n fogos (ANEXO 4).

No ANEXO 4 apresenta-se uma tabela que resume o cálculo do caudal afecto a cada troço da rede predial.

### 7.1.1. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

Utilizando a tabela presente no ANEXO 4, ao caso de estudo é possível calcular a potência nominal total em kW ou o caudal associado a essa potência em m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h consoante o tipo de gás, tal como se apresenta no Quadro 7.1.

**Quadro 7.1 – Potência e caudal associados aos diversos aparelhos e troços.**

	<b>Potência nominal (kW)</b>	<b>Caudal de gás natural (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h)</b>	<b>Caudal de propano (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h)</b>
Esquentador de 14 l/min	28,0	2,81	1,15
Placa de encastrar	6,0	0,61	0,25
1 fogo	34,0	3,42	1,40
4 fogos	136,0	13,68	5,60
8 fogos	272,0	27,36	11,20
Total (8 fogos)	81,6	8,21	3,36

## 7.2. PRESSÃO DE SERVIÇO

As concessionárias definem as pressões de serviço admissíveis, conforme se indica no Quadro 7.2.

Quadro 7.2 – Pressões de serviço características [6,11].

Regime de pressão	Galp Energia	EDP Gás
Média pressão	100 mbar	300 mbar
Baixa pressão	20 mbar	21 mbar

A solução adoptada pelo projectista vai influenciar directamente as pressões de serviço admissíveis, assim como o dimensionamento dessa solução, uma vez que as equações utilizadas no dimensionamento são diferentes consoante o regime seja em baixa pressão ou em média pressão.

As pressões de serviço características da Galp Energia por apresentarem valores mais baixos são mais condicionantes comparativamente com as da EDP Gás.

### 7.2.1. MÉDIA PRESSÃO

No regime de média pressão têm-se como condicionantes uma perda de carga máxima acumulada de 30 mbar e uma velocidade máxima de 15 m/s [5].

A perda de carga tem uma componente dinâmica e outra estática.

A convenção utilizada na dedução das equações seguintes foi a seguinte “+” e “-” a que corresponde ganho e perda, respectivamente.

A equação de Renouard para avaliação das perdas por atrito em regime de média pressão, é dada pela equação,

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 \times L_{eq} \times d_c \times \frac{Q_{st}^{1,82}}{D^{4,82}} \quad (7.4)$$

onde:

- $P_a$  – Pressão absoluta inicial (bar);
- $P_b$  – Pressão absoluta final (bar);
- $L_{eq}$  – Comprimento equivalente de tubagem (m);
- $d_c$  – Densidade corrigida do gás;
- $Q_{st}$  – Caudal do troço ( $m^3_{st}/h$ );
- $D$  – Diâmetro interior da tubagem (mm).

A perda de carga estática  $\Delta PH$  (mbar) é calculada atendendo à equação

$$\Delta PH = 0,1293 \times (1 - d_r) \times h \quad (7.5)$$

onde:

- $d_r$  – Densidade relativa do gás;
- $h$  – Diferença de cotas vertical (m), a qual se convencionou ser positiva quando o troço sobe do nó inicial para o nó final, assumindo-se o transporte de gás natural.

Resolvendo a equação (7.4) em função do caudal e tendo em consideração que as perdas de carga contínuas por atrito podem corresponder, no máximo, à diferença entre a máxima perda de carga total admissível  $\Delta P_{m\acute{a}x}$  (mbar) e a perda de carga estática  $\Delta PH$  (mbar), e ainda que as perdas de carga localizadas equivalem a um aumento de 20% do comprimento do troço, obtém-se o máximo caudal  $Q_{st\acute{m}ax}$  (m<sup>3</sup><sub>st</sub>/h), dado por

$$Q_{st\acute{m}ax} = \left[ \left( \frac{\Delta P_{m\acute{a}x} - \Delta PH}{1000} \times \frac{2 \times P_a + 2 \times P_{atm} + \Delta P_{m\acute{a}x} - \Delta PH}{1000} \right) \times \left( \frac{D^{4,82}}{48,6 \times 1,2 \times L \times d_c} \right) \right]^{1/1,82} \quad (7.6)$$

onde:

- $P_a$  – Pressão inicial (mbar);
- $P_{atm}$  – Pressão atmosférica (1013,25 mbar);
- $L$  – Comprimento real de tubagem (m);

Para o cálculo da velocidade de escoamento  $u$  (m/s), utiliza-se a equação

$$u = \frac{354 \times Q_{st} \times P_{atm}}{D^2 \times P_m} \quad (7.7)$$

onde:

- $P_{atm}$  – Pressão atmosférica (1,01325 bar);
- $P_m$  – Pressão absoluta média (bar).

Resolvendo a equação (7.7) em função do caudal e tendo em conta os pressupostos anteriormente referidos, nomeadamente de limitação de pressão e velocidade de escoamento, obtém-se também uma estimativa do máximo caudal admissível, dado por

$$Q_{st\acute{m}ax} = \frac{u_{m\acute{a}x} \times \pi \times \frac{D^2}{4} \times 3600 \times 10^{-6}}{P_{atm}} \times \left( \frac{P_a}{1000} + \frac{\Delta P_{m\acute{a}x} - \Delta PH}{2000} + P_{atm} \right) \quad (7.8)$$

Onde:

- $u_{m\acute{a}x}$  – Velocidade máxima (m/s);
- $P_{atm}$  – Pressão atmosférica (1,01325 bar);
- $P_a$  – Pressão inicial (mbar);

O valor do máximo caudal suportado no troço em análise, respeitando as condições atrás impostas, será então o menor dos valores obtidos através das equações (7.6) e (7.8).

Apresentam-se nos ANEXO 5 e ANEXO 6 para tubos de diferentes materiais os valores do máximo caudal suportado sem ter em conta a perda de carga estática. Nos ANEXO 7 e ANEXO 8 considera-se um desnível  $h$  (m) do troço para avaliação da perda de carga estática igual ao comprimento do troço, pelo que o recurso às tabelas de cálculo pode ser muito conservativo.

### 7.2.1.1. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

Atendendo à perspectiva isométrica apresentada no ANEXO 2, conclui-se que o comprimento total entre a caixa de entrada do imóvel e o contador mais distante é de 12,2 m, ao que corresponde uma diferença de cotas altimétricas de 5,9 m no sentido ascendente.

Como o gás natural é um gás menos denso do que o ar, tende a subir, por este motivo devem-se utilizar as tabelas apresentadas no ANEXO 5, e não as tabelas do ANEXO 7 para variações altimétricas com sentido descendente.

Considerando, no Anexo 5.1 (Cobre), um comprimento de 13 m (valor, por excesso, do comprimento real) é necessário encontrar um diâmetro que garanta um caudal máximo de  $8,21 \text{ m}^3_{\text{st}}/\text{h}$  (Quadro 7.1), procedendo-se como ilustrado no Quadro 7.3. Procedendo-se desta forma, obtêm-se um tubo de cobre com 18 mm de diâmetro nominal.

Com recurso a este tipo de dimensionamento, obteve-se para o material cobre um diâmetro de 18 mm.

Quadro 7.3 – Tabela de dimensionamento dos diâmetros dos troços em média pressão – ilustração do procedimento de cálculo.

<b>Gás Natural</b>											
Pressão inicial (mbar)	100			Perda de pressão (mbar)	30			Densidade corrigida do gás	0,62		
<b>Média Pressão</b>				Velocidade máxima (m/s)	15			Densidade relativa do gás	0,65		
<b>Tubo de Cobre</b>											
	Diâmetro do tubo (mm)										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
Comprimento (m)	Caudal suportado ( $\text{m}^3_{\text{st}}/\text{h}$ )										
1	0,89	1,90	3,28	5,03	7,86	11,91	18,62	30,51	47,69	70,84	116,45
2	0,89	1,89	3,27	5,02	7,85	11,90	18,60	30,50	47,66	70,81	116,42
3	0,86	1,89	3,26	5,01	7,84	11,89	18,59	30,48	47,64	70,79	116,39
4	0,73	1,88	3,25	5,00	7,83	11,87	18,57	30,46	47,62	70,76	116,35
5	0,65	1,75	3,25	4,99	7,82	11,86	18,56	30,44	47,60	70,73	116,32
6	0,58	1,58	3,24	4,98	7,81	11,85	18,54	30,42	47,57	70,71	116,28
7	0,53	1,45	2,99	4,97	7,80	11,84	18,53	30,40	47,55	70,68	116,25
8	0,50	1,35	2,77	4,88	7,79	11,82	18,51	30,38	47,53	70,65	116,22
9	0,46	1,26	2,60	4,57	7,77	11,81	18,50	30,36	47,50	70,62	116,18
10	0,44	1,19	2,45	4,31	7,76	11,80	18,48	30,34	47,48	70,60	116,15
11	0,41	1,13	2,32	4,09	7,39	11,79	18,47	30,33	47,46	70,57	116,11
12	0,39	1,07	2,21	3,89	7,04	11,77	18,45	30,31	47,44	70,54	116,08
13	<del>0,38</del>	<del>1,03</del>	<del>2,11</del>	<del>3,72</del>	<del>6,73</del>	11,67	18,44	30,29	47,41	70,52	116,05
14	0,36	0,98	2,03	3,57	6,45	11,19	18,42	30,27	47,39	70,49	116,01
15	0,35	0,95	1,95	3,44	6,21	10,76	18,41	30,25	47,37	70,46	115,98
16	0,34	0,91	1,88	3,31	5,99	10,38	18,39	30,23	47,35	70,43	115,95
17	0,32	0,88	1,82	3,20	5,79	10,03	18,12	30,21	47,32	70,41	115,91
18	0,31	0,85	1,76	3,10	5,60	9,71	17,54	30,20	47,30	70,38	115,88

## 7.2.2. BAIXA PRESSÃO

No regime de baixa pressão têm-se como condicionantes uma perda de carga máxima acumulada de 1,5 mbar e uma velocidade máxima de escoamento 10 m/s [5].

A equação de Renouard para avaliação das perdas de carga por atrito em regime de baixa pressão é dado por,

$$P_a - P_b = 23200 \times L_{eq} \times d_c \times \frac{Q_{st}^{1,82}}{D^{4,82}} \quad (7.9)$$

onde:

- $P_a$  – Pressão relativa inicial (mbar);
- $P_b$  – Pressão relativa final (mbar);

Resolvendo a equação (7.9) em função do caudal e tendo novamente em consideração os mesmos pressupostos já anteriormente considerados a propósito da equação (7.6), obtém-se uma estimativa do caudal máximo admissível, dado por

$$Q_{st\max} = \left[ (\Delta P_{\max} - \Delta PH) \times \left( \frac{D^{4,82}}{23200 \times 1,2 \times L \times d_c} \right) \right]^{1/1,82} \quad (7.10)$$

Tendo em conta que o cálculo da velocidade, atendendo à equação (7.7), continua válido para este regime de pressão, o caudal máximo suportado respeitando as condições atrás impostas será o menor dos valores fornecidos pelas equações (7.8) e (7.10).

Apresentam-se nos ANEXO 9 e ANEXO 10 para tubos de diferentes materiais os valores do máximo caudal suportado sem ter em conta a perda de carga estática. Nos ANEXO 11 e ANEXO 12 ANEXO 8 considera-se um desnível  $h$  (m) do troço para avaliação da perda de carga estática igual ao comprimento do troço, pelo que o recurso às tabelas de cálculo pode ser muito conservativo.

### 7.2.2.1. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

Tendo em consideração as perspectivas isométricas dos fogos apresentadas no ANEXO 3, elaborou-se o Quadro 7.4, tendo-se apresentado no Quadro 7.5 as características mais condicionantes de cada fogo.

Quadro 7.4 – Caudal, comprimento e altimetria associada a cada fogo.

Fogo	$Q_{st}$ (m <sup>3</sup> <sub>st</sub> /h)	L (m)	h (m)	Fogo	$Q_{st}$ (m <sup>3</sup> <sub>st</sub> /h)	L (m)	h (m)
A	3,42	8,8	-1,3	C	3,42	11,1	-1,3
	2,81	1,6	1,3		2,81	1,6	1,3
	0,61	2,0	1,3		0,61	2,0	1,3
B	3,42	11,7	-1,3	D	3,42	14,0	-1,3
	2,81	1,6	1,3		2,81	1,6	1,3
	0,61	2,0	1,3		0,61	2,0	1,3

Quadro 7.5 – Caudal, comprimento e altimetria do troço condicionante de cada fogo.

Fogo	$Q_{st}$ (m <sup>3</sup> <sub>st</sub> /h)	L (m)	h (m)
A	3,42	10,8	0
B	3,42	13,7	0
C	3,42	13,1	0
D	3,42	16,0	0

Mais uma vez, considerando tubagens de cobre, calculam-se os diâmetros de cálculo de acordo com o procedimento ilustrado no Quadro 7.6, recorrendo às tabelas do Anexo 9.1 obtém-se um tubo de cobre com 22 mm de diâmetro nominal.

Quadro 7.6 - Tabela de dimensionamento dos diâmetros dos troços em baixa pressão – ilustração do procedimento de cálculo.

Pressão inicial (mbar)	20	Perda de pressão (mbar)	1,5	Densidade corrigida do gás	0,62						
<b>Gás Natural</b>		Velocidade máxima (m/s)	10	<b>Baixa Pressão</b>							
<b>Tubo de Cobre</b>											
	Diâmetro do tubo (mm)										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> <sub>st</sub> /h)										
1	0,29	0,80	1,64	2,89	4,86	7,37	11,52	18,89	29,51	43,84	72,07
2	0,20	0,54	1,12	1,98	3,57	6,19	11,19	18,88	29,51	43,83	72,06
3	0,16	0,43	0,90	1,58	2,86	4,95	8,95	17,22	29,50	43,83	72,05
4	0,13	0,37	0,76	1,35	2,44	4,23	7,64	14,70	26,54	43,82	72,04
5	0,12	0,33	0,67	1,19	2,16	3,74	6,76	13,00	23,48	39,65	72,03
6	0,11	0,29	0,61	1,08	1,95	3,38	6,11	11,76	21,24	35,87	69,28
7	0,10	0,27	0,56	0,99	1,79	3,11	5,62	10,81	19,52	32,96	63,65
8	0,09	0,25	0,52	0,92	1,66	2,89	5,22	10,04	18,14	30,63	59,15
9	0,08	0,23	0,49	0,86	1,56	2,71	4,89	9,41	17,00	28,71	55,44
10	0,08	0,22	0,46	0,81	1,47	2,55	4,62	8,88	16,04	27,09	52,32
11	<del>0,07</del>	<del>0,21</del>	<del>0,44</del>	<del>0,77</del>	<del>1,40</del>	<del>2,42</del>	<b>4,38</b>	8,43	15,22	25,71	49,65
12	0,07	0,20	0,42	0,73	1,33	2,31	4,18	8,03	14,51	24,51	47,33
13	0,07	0,19	0,40	0,70	1,27	2,21	4,00	7,69	13,89	23,46	45,30
14	<del>0,06</del>	<del>0,18</del>	<del>0,38</del>	<del>0,67</del>	<del>1,22</del>	<del>2,12</del>	<b>3,84</b>	7,38	13,33	22,52	43,49
15	0,06	0,18	0,37	0,65	1,18	2,04	3,69	7,11	12,84	21,68	41,87
16	<del>0,06</del>	<del>0,17</del>	<del>0,35</del>	<del>0,63</del>	<del>1,14</del>	<del>1,97</del>	<b>3,57</b>	6,86	12,39	20,93	40,41
17	0,06	0,16	0,34	0,61	1,10	1,91	3,45	6,63	11,98	20,24	39,09
18	0,06	0,16	0,33	0,59	1,06	1,85	3,34	6,43	11,61	19,61	37,88

### 7.3. FONTES DE ABASTECIMENTO

Nos casos em que não for possível o abastecimento com recurso a gás natural, o projectista terá de dimensionar uma fonte de abastecimento que poderá ser um posto de garrafas GPL ou um reservatório sob pressão (RSP).

#### 7.3.1. POSTO DE GARRAFAS GPL

Com o intuito de facilitar o dimensionamento do posto de garrafas GPL, foram desenvolvidas quatro tabelas com base nas garrafas de butano e propano (G26 e G110), mais usuais as quais se apresentam no ANEXO 13.

O dimensionamento do posto de garrafas GPL é condicionado por diversos parâmetros, tais como: a temperatura ambiente média  $t_1$  (°C) na época fria uma vez que quanto mais baixa for a temperatura menor será o caudal disponível; e a capacidade de vaporização  $Q_m$  (kg/h) da garrafa GPL, a qual depende da superfície molhada  $S$  (m<sup>2</sup>) da garrafa, sendo tanto menor quanto menor for a superfície molhada.

Assim, o caudal mássico de vaporização, em kg/h, é dado por [5]

$$Q_m = 10 \times \frac{S \times (t_1 - t_2)}{H_v} \quad (7.11)$$

onde:

- $t_2$  – Temperatura correspondente à pressão de saída requerida (°C);
- $H_v$  – Calor latente de vaporização, em função da temperatura correspondente à pressão de saída (kcal/kg).

A constante utilizada na equação (7.11) representa a influência de determinados factores externos na capacidade de vaporização, nomeadamente o vento. Atendendo ao tipo de clima em Portugal, o factor correctivo a adoptar é de 10 [5].

É ainda condicionante o regime de funcionamento da instalação a abastecer, uma vez que o consumo em habitações é diferente do consumo em cozinhas profissionais ou em edifícios industriais, não só na quantidade de gás utilizado como também no tempo de utilização, pelo que se torna necessário afectar a capacidade de vaporização das garrafas GPL através de um coeficiente que tenha em conta estas diferenças. No Quadro 7.7 apresentam-se os coeficientes de correcção a adoptar.

**Quadro 7.7 – Coeficientes de multiplicação consoante o regime de funcionamento [5].**

Regime de funcionamento	Coeficiente de multiplicação
Contínuo	1,0
Intermédio	1,5
Ponta	2,0

Da análise do Quadro 7.7 é possível perceber que, nos casos em que o consumo de gás é contínuo, como é o caso das fábricas, a capacidade de vaporização será menor do que no regime intermitente, que é o caso usual das habitações, onde o consumo de gás ocorre maioritariamente nos períodos da manhã, meio do dia e ao final do dia.

Em zonas mais frias (com ocorrência de temperaturas negativas) deve optar-se por garrafas de propano em detrimento das garrafas de butano, de modo a ter pressões de serviço aceitáveis (Figura 7.1). A Figura 7.1 mostra que para garantir uma pressão de serviço de 1,5 bar, é necessária uma temperatura ambiente mínima de  $-24^{\circ}\text{C}$  no propano e de  $12^{\circ}\text{C}$  no butano, sendo esta temperatura sempre superior à do propano. É por esta razão que em geral, se trabalha com garrafas de butano com pressões de serviço mais baixas do que nas garrafas de propano.

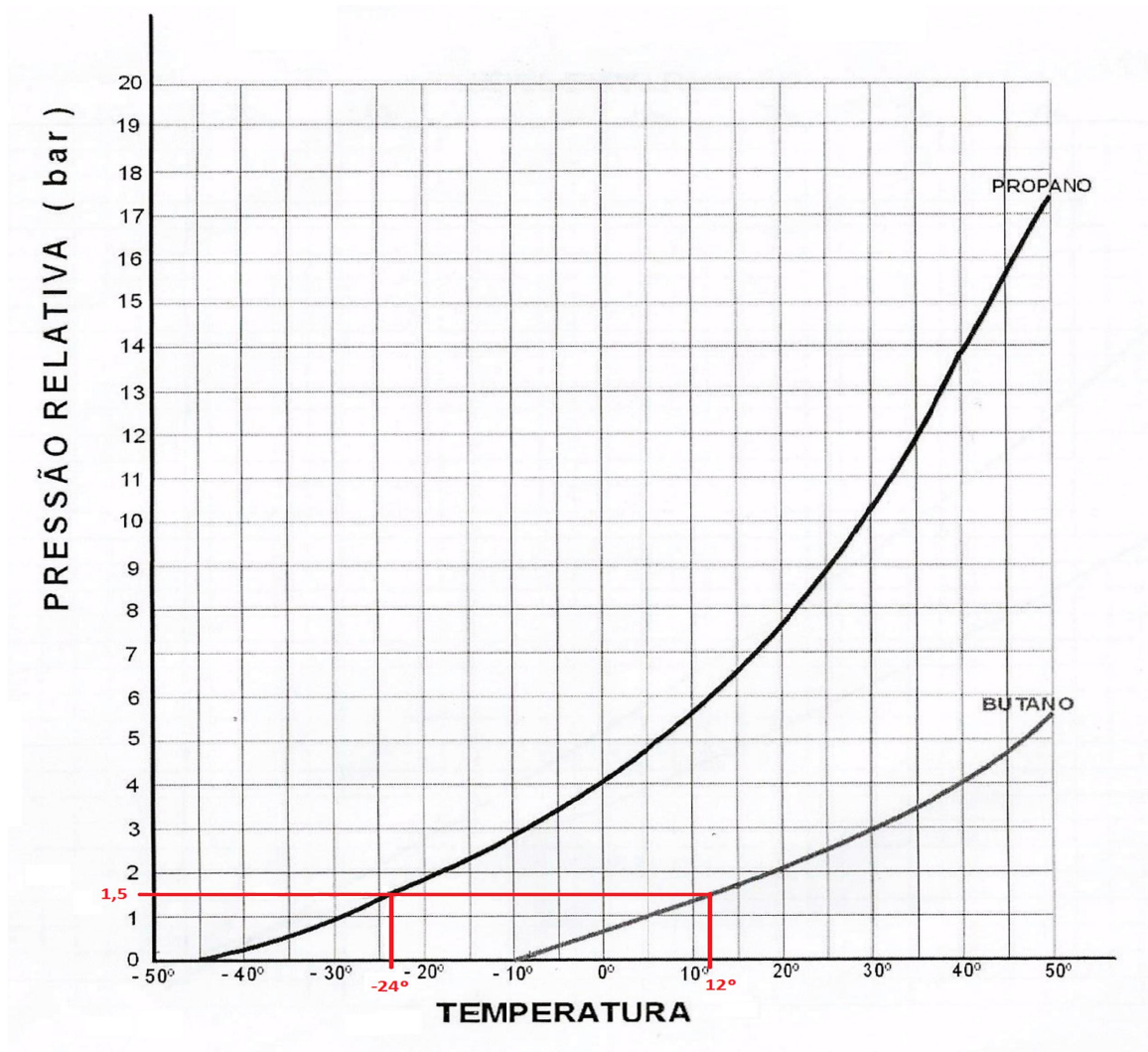


Figura 7.1 – Gráfico da pressão relativa de vaporização do butano e do propano em função da temperatura [5].

O projectista deve ainda ter em atenção o tipo de GPL existente na região. A título de exemplo, na Região Autónoma do Açores não existe GPL do tipo propano, mas apenas butano.

O número de garrafas total do posto deve incluir garrafas de reserva em número igual ao número de garrafas necessárias, resultantes do cálculo, de forma a garantir o funcionamento contínuo da instalação.

O número de garrafas necessário é dado pela comparação do consumo mássico de GPL (em kg/h) com a capacidade de vaporização de uma garrafa.

O consumo mássico de GPL pode ser obtido a partir do consumo volumétrico dado pela equação (7.1), considerando o poder calorífico do GPL, efectuando a multiplicação pela massa volúmica do GPL na fase gasosa ( $\rho_{fase\ gasosa}$ ) em  $kg/m^3_n$ .

$$Q = Q_{st} \times \rho_{fase\ gasosa} \times 0,948 \quad (7.12)$$

Este procedimento está indicado no ANEXO 4.

#### 7.3.1.1. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

Tendo como base o caso de estudo anterior, considera-se agora que a região ainda não é abastecida por gás canalizado, sendo, portanto, necessário dimensionar um posto de garrafas GPL. Admite-se a utilização de garrafas de propano.

Conforme se indica no Quadro 7.1, o caudal de propano para o edifício seria de  $3,36\ m^3_{st}/h$ , pelo que, com base na equação (7.12), se tem um consumo de  $6,40\ kg/h$ .

Assim, adoptando um regime de funcionamento intermitente, por se tratar de um edifício de habitação colectiva, e admitindo que a temperatura ambiente da região, na época fria, é de  $15^\circ C$ , é possível, com recurso às tabelas que se apresentam no ANEXO 13, estimar o número de garrafas necessário abastecer a este edifício colectivo. Seguindo o procedimento ilustrado no Quadro 7.8, conclui-se que o posto de garrafas deverá ser constituído por quatro garrafas de propano G110 (duas em utilização e duas em reserva).

Quadro 7.8 – Tabela de dimensionamento do número de garrafas de propano G110 - Ilustração do procedimento de cálculo.

Garrafas de Propano G110									
Número de garrafas	Regime de funcionamento	Temperatura ambiente (°C)							
		-5	0	5	10	15	20	25	30
		Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)							
1	Contínuo	0,73	0,83	0,94	1,12	1,17	1,30	1,42	1,57
	Intermitente	1,09	1,25	1,42	1,69	1,76	1,96	2,14	2,36
	Ponta	1,46	1,67	1,89	2,25	2,35	2,61	2,85	3,14
2	Contínuo	1,46	1,67	1,89	2,25	2,35	2,61	2,85	3,14
	Intermitente	2,19	2,51	2,84	3,38	3,52	3,92	4,28	4,72
	Ponta	2,92	3,35	3,79	4,51	4,70	5,22	5,71	6,29
3	Contínuo	2,19	2,51	2,84	3,38	3,52	3,92	4,28	4,72
	Intermitente	3,29	3,77	4,27	5,07	5,29	5,88	6,42	7,08
	Ponta	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
4	Contínuo	2,92	3,35	3,79	4,51	4,70	5,22	5,71	6,29
	Intermitente	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
	Ponta	5,85	6,71	7,59	9,02	9,40	10,45	11,42	12,59
5	Contínuo	3,66	4,19	4,74	5,64	5,87	6,53	7,13	7,87
	Intermitente	5,49	6,29	7,12	8,46	8,81	9,80	10,70	11,80
	Ponta	7,32	8,39	9,49	11,28	11,75	13,06	14,27	15,74
6	Contínuo	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
	Intermitente	6,58	7,55	8,54	10,15	10,58	11,76	12,84	14,17
	Ponta	8,78	10,07	11,39	13,54	14,10	15,68	17,13	18,89

Obs.: Temperatura ambiente - é a temperatura média local, na época fria  
 Para uma pressão de saída de 1,5 bar  
 Massa específica 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)

As tabelas de dimensionamento desenvolvidas apresentam valores usuais para o número de garrafas utilizadas nos postos de garrafas. Nos casos em que o caudal a garantir não esteja presente nessas tabelas, o projectista deve procurar outra solução que passará por uma garrafa de maior capacidade ou por outro tipo de gás. No Quadro 7.9 apresenta-se o número de garrafas que seria necessário para as diversas possibilidades. Apenas a solução composta por garrafas de propano G110 está presente nas tabelas do ANEXO 13, observando-se que as outras soluções ultrapassam os valores apresentados nas tabelas.

Quadro 7.9 – Número de garrafas necessárias a garantir um caudal de 3,36 m<sup>3</sup> s/h.

Tipo de GPL		Número de Garrafas
Butano	G26	21
	G110	8

### 7.3.1.2. AUTONOMIA DO POSTO DE GARRAFAS GPL – APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

O cálculo da autonomia  $A$  (dias) depende da solução adoptada para o posto de garrafas GPL e do consumo diário. Este cálculo serve para o proprietário ter uma estimativa de quando terá de proceder à substituição das garrafas e pode ser efectuada através de

$$A = \frac{E_g \times n}{P \times P_f} \quad (7.13)$$

onde:

- $E_g$  – Energia de uma garrafa (kWh);
- $n$  – Número total de garrafas (funcionamento e reserva);
- $P$  – Potência necessária (kW);
- $P_f$  – Período de funcionamento (h/dia).

A  $E_g$  representa a energia armazenada no interior da garrafa, podendo ser calculada através de

$$E_g = \frac{C \times H_i}{\rho_{fase\ gasosa}} \quad (7.14)$$

onde:

- $C$  – Peso de gás no interior da garrafa (kg);
- $H_i$  – Poder calorífico inferior ( $\text{kWh/m}^3_n$ )

No Quadro 7.10 é apresentado o valor de energia consoante os diversos tipos de garrafas.

Quadro 7.10 – Energia das diversas garrafas [S.3] e [S.4].

Tipo de GPL		Carga (kg)	Energia (kWh)
Butano	G26	13	113,98
	G110	55	482,21
Propano	G26	11	113,78
	G110	45	465,45

Utilizando a equação (7.13) e considerando, para o caso de estudo, um período de funcionamento de três horas por dia (uma para banhos e duas para refeições), para o caso em estudo, obtêm-se uma autonomia de sete dias.

### 7.3.2. RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO

Nos casos em que os consumos são demasiado elevados, originando um número excessivo de garrafas, poderá, caso exista viabilidade técnico-económica ser concebido um reservatório superficial ou enterrado em vez de um posto de garrafas GPL.

De um modo geral, somente o propano é fornecido a granel, isto é, transvazado para reservatórios de armazenagem [12].

Em geral, o dimensionamento dos reservatórios é efectuado com base em tabelas que relacionam directamente a capacidade dos reservatórios comerciais, a temperatura média ambiente na época fria e a pressão de saída necessária com a sua capacidade de vaporização.

As tabelas existentes apresentam caudais mássicos (kg/h). De forma a simplificar o processo de dimensionamento, desenvolveram-se as tabelas já existentes para que apresentassem potência admissível (kW) ao invés de caudal mássico. Esta passagem obteve-se através do quociente entre a multiplicação do caudal mássico (kg/h) com o  $H_i$  (kWh/m<sup>3</sup>(n)) e a densidade (kg/m<sup>3</sup>(n)) do propano, gerando assim as tabelas presentes no ANEXO 14, atendendo a que a primeira etapa no dimensionamento é o cálculo da potência a garantir, o dimensionamento dos reservatórios comerciais passa a ser directo.

O enchimento dos reservatórios dá-se essencialmente a 30%, ou seja, abastece-se sempre que o nível de gás líquido no reservatório se reduz a 30% da sua capacidade total, embora existam casos em que o enchimento ocorre a 60% dessa capacidade. É de salientar que o enchimento dos reservatórios nunca será efectuado a 100%, podendo ser, no máximo, a 85% da sua capacidade total [4].

O enchimento a 60% obriga a que o reservatório seja reabastecido quando o nível de gás, no estado líquido, atingir os 60% da capacidade total, fazendo com que tenhamos apenas 25% de gás disponível no estado gasoso (85% – 60%), ou seja, menor autonomia face ao enchimento a 30% que tem 55% de gás disponível no estado gasoso Figura 7.2. No entanto, apesar da menor autonomia, tem-se uma superfície molhada maior e, conseqüentemente, um caudal mássico de vaporização maior, como se pode observar pela equação (7.11), o que permite um consumo admissível maior.

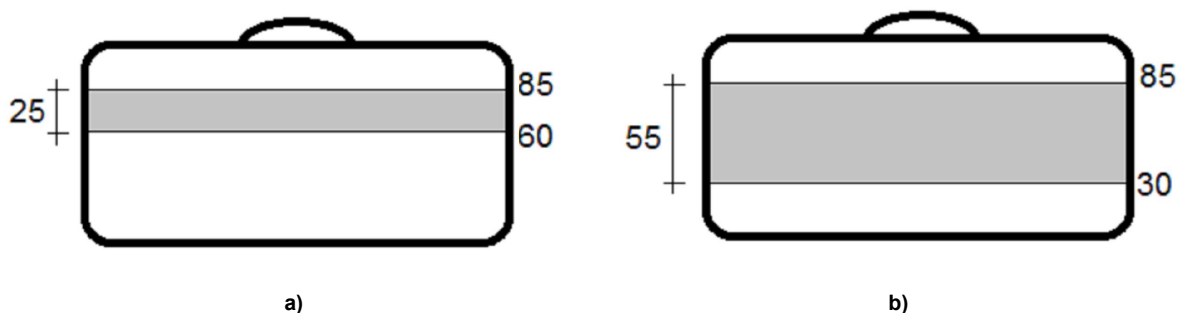


Figura 7.2 – Enchimento de reservatório a) 60% b) 30%.

### 7.3.2.1. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO

Tendo como base o caso de estudo anterior, considera-se agora um reservatório sob pressão como fonte de abastecimento em vez do posto de garrafas dimensionado anteriormente.

Conforme calculado em 7.1.1 a potência nominal necessária para abastecer todos os pisos é de 81,6 kW, adoptando um regime de funcionamento intermitente de 4h/dia, por se tratar de um edifício colectivo, considerando que a temperatura ambiente da região, na época fria, é de 15°C e

pretendendo garantir uma pressão de saída de 1,5 bar. Com recurso às tabelas criadas (ANEXO 14), verifica-se que o reservatório a utilizar deverá ter uma capacidade nominal de 2,5 m<sup>3</sup> independentemente do enchimento ser a 30% ou a 60% (Quadro 7.11).

Quadro 7.11 – Tabela de dimensionamento do reservatório – Ilustração do procedimento de cálculo.

Reservatório de GPL em regime intermitente 4 h/dia												
Capacidade nominal (m <sup>3</sup> )	Conteúdo máximo (Ton)	Potência admissível (kW)										Pressão de saída (bar)
		Enchimento a 30%					Enchimento a 60%					
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	
2,50	1,00	450,64	553,65	656,65	778,97	901,29	618,02	766,09	914,16	1087,99	1261,81	1,0
		341,20	447,42	553,65	669,53	785,41	469,96	618,02	766,09	930,26	1094,42	1,5
		231,76	341,20	450,64	560,08	669,53	321,89	469,96	618,02	772,53	927,04	2,0
		90,12	180,25	270,38	373,39	476,39	128,75	251,07	373,39	521,46	669,53	3,0
4,48	1,90	733,91	907,73	1081,55	1281,12	1480,69	1017,17	1261,81	1506,44	1783,27	2060,09	1,0
		560,08	733,91	907,73	1097,64	1287,56	778,97	1020,39	1261,81	1528,98	1796,14	1,5
		386,26	560,08	733,91	914,16	1094,42	540,77	778,97	1017,17	1274,68	1532,19	2,0
7,48	3,14	154,50	296,13	437,77	611,59	785,41	218,88	418,45	618,02	856,22	1094,42	3,0
		1042,92	1287,56	1532,19	1821,90	2111,60	1454,94	1796,14	2137,35	2542,93	2948,51	1,0
		798,28	1042,92	1287,56	1561,16	1834,77	1107,30	1451,72	1796,14	2179,19	2562,24	1,5
11,10	4,67	553,65	798,28	1042,92	1300,43	1557,95	759,66	1107,30	1454,94	1815,46	2175,98	2,0
		218,88	424,89	630,90	875,54	1120,17	309,01	592,27	875,54	1216,74	1557,95	3,0
		1506,44	1866,96	2227,48	2645,94	3064,39	2111,60	2607,31	3103,02	3688,86	4274,70	1,0
22,2	9,35	1152,36	1509,66	1866,96	2266,10	2665,25	1609,45	2108,38	2607,31	3164,18	3721,05	1,5
		798,28	1152,36	1506,44	1886,27	2266,10	1107,30	1609,45	2111,60	2639,50	3167,40	2,0
		321,89	618,02	914,16	1274,68	1635,20	437,77	856,22	1274,68	1776,83	2278,98	3,0
50,00	21,00	2884,13	3566,54	4248,95	5040,80	5832,65	4017,19	4969,99	5922,78	7030,08	8137,39	1,0
		2201,73	2884,13	3566,54	4322,99	5079,43	3064,39	4017,19	4969,99	6025,79	7081,59	1,5
		1519,32	2201,73	2884,13	3605,17	4326,20	2111,60	3064,39	4017,19	5021,49	6025,79	2,0
965,67	1866,96	605,15	1171,68	1738,20	2420,61	3103,02	849,79	1641,64	2433,49	3386,28	4339,08	3,0
		4583,72	5671,71	6759,70	8021,51	9283,32	6386,30	7905,63	9424,95	11188,91	12952,87	1,0
		3495,73	4583,72	5671,71	6875,58	8079,45	4873,42	6389,52	7905,63	9589,11	11272,60	1,5
2407,74	3495,73	4583,72	5729,65	6875,58	3360,53	4873,42	6386,30	7989,32	9592,33	2,0		
965,67	1866,96	2768,25	3856,24	4944,23	1351,94	2607,31	3862,68	5382,00	6901,33	3,0		

Obs.: Poder calorífico inferior do propano 25,88 kWh/m<sup>3</sup>(n)  
Densidade do propano 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)  
As temperaturas acima indicadas, referem-se à temperatura ambiente

### 7.3.2.2. AUTONOMIA DE UM RESERVATÓRIO

A autonomia *A* (dias) de um reservatório pode ser calculada através de

$$A = \frac{m - (V \times C_e \times \rho_l)}{P_f \times Q \times \rho_g} \quad (7.15)$$

onde:

- *m* – Conteúdo máximo do reservatório (kg);
- *V* – Capacidade nominal do reservatório (m<sup>3</sup>);
- *C<sub>e</sub>* – Tipo de enchimento (0,30 ou 0,60 para enchimento a 30% ou 60%, respectivamente);
- *ρ<sub>l</sub>* – Densidade do gás na fase líquida (kg/m<sup>3</sup>) a 15 °C (ver Quadro 7.12);
- *P<sub>f</sub>* – Período de funcionamento (h/dia);
- *Q* – Caudal de gás necessário (m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h);
- *ρ<sub>g</sub>* – Densidade do gás na fase gasosa (kg/m<sup>3</sup><sub>n</sub>).

Quadro 7.12 – Variáveis para o cálculo da autonomia.

	Propano	Butano
$\rho_l$ (kg/m <sup>3</sup> ) [S.5]	511	578

A equação (7.15) permite calcular a autonomia do reservatório do caso de estudo, obtendo-se os valores apresentados no Quadro 7.13 para enchimento a 30% e 60%.

Quadro 7.13 – Autonomia do reservatório referente ao caso de estudo.

	Enchimento a 30%	Enchimento a 60%
Autonomia (dias)	24	9

Deve dimensionar-se sempre que possível o reservatório para uma autonomia mínima de 15 dias, de forma a reduzir os custos de sucessivos abastecimentos [15].

## 7.4. MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO ADOPTADOS NOUTROS PAÍSES

Tal como se referiu no primeiro capítulo, interessa comparar o método de cálculo de redes prediais de distribuição de gás usualmente aplicadas em Portugal com métodos de cálculo utilizados noutros países, nomeadamente Espanha, dada a proximidade, e Brasil, por ser um destino frequente de profissionais de engenharia portugueses, onde a legislação e normalização segue por vezes um modelo americano diferente do europeu.

### 7.4.1. ESPANHA

Em Espanha o método de cálculo adoptado é em tudo semelhante ao do nosso país, diferindo apenas nas propriedades dos gases combustíveis. Em Espanha utiliza-se o valor do poder calorífico superior  $H_s$  e não o do poder calorífico inferior  $H_i$  que é utilizado a nível nacional [8].

O factor de simultaneidade utilizado no dimensionamento de redes prediais de gás também é diferente, tal como se pode observar no Quadro 7.14.

O restante processo de cálculo é igual ao utilizado no nosso país (inclusive no que se refere à utilização das equações de Renouard), diferindo apenas nos valores das verificações.

Quadro 7.14 – Factor de simultaneidade utilizado em Espanha (adaptado de [8]).

Nº de Fogos	Factor de Simultaneidade		Nº de Fogos	Factor de Simultaneidade	
	Sem aquecimento central	Com aquecimento central		Sem aquecimento central	Com aquecimento central
1	1,00	1,00	8	0,30	0,45
2	0,50	0,70	9	0,25	0,45
3	0,40	0,60	10	0,25	0,45
4	0,40	0,55	15	0,20	0,40
5	0,40	0,50	25	0,20	0,40
6	0,30	0,50	40	0,15	0,40
7	0,30	0,50	50	0,15	0,35

**NOTA:** Nas zonas climáticas frias, recomenda-se a utilização do factor de simultaneidade com aquecimento central, podendo ser desprezado caso exista um sistema de aquecimento colectivo.

#### 7.4.2. BRASIL

O cálculo das instalações prediais de gás é efectuado com recurso às equações de Renouard, diferindo apenas no factor de simultaneidade  $F$  (%), sendo este determinado em percentagem, de acordo com a Norma NBR 15526 [N.15], através das seguintes equações:

$$P < 24,43 \quad F = 100 \quad (7.16.a)$$

$$24,43 < P < 670,9 \quad F = \frac{100}{1 + 0,01016 \times (P - 24,37)^{0,8712}} \quad (7.16.b)$$

$$670,9 < P < 1396 \quad F = \frac{100}{1 + 0,7997 \times (P - 73,67)^{0,1993}} \quad (7.16.c)$$

$$P > 1396 \quad F = 23 \quad (7.16.d)$$

onde:

- $P$  – Potência total instalada (kW);

#### 7.5. DISCUSSÃO

O cálculo do diâmetro das tubagens com recurso às tabelas de dimensionamento desenvolvidas neste trabalho e apresentadas nos Anexos é conservativo face ao cálculo tradicional com aplicação directa das expressões a cada troço da rede, em geral, com recurso a uma folha de cálculo. No Quadro 7.15 é apresentada uma comparação entre a aplicação das tabelas de dimensionamento e o cálculo detalhado (ANEXO 15) para o caso de estudo e confirma-se que, por vezes, as tabelas de dimensionamento podem conduzir à utilização de diâmetro nominal superior.

Quadro 7.15 – Diâmetros associados aos diversos métodos de dimensionamento.

Diâmetros (mm)			
Baixa Pressão		Média Pressão	
Tabelas de dimensionamento	Folha de cálculo	Tabelas de dimensionamento	Folha de cálculo
22	22	18	18
			15

As tabelas de dimensionamento têm o objectivo de permitir ao projectista um dimensionamento rápido do diâmetro a utilizar em determinada instalação e, de simultaneamente, verificar se uma instalação já existente consegue comportar um aumento de potência (mudança de aparelhos ou utilização de mais aparelhos por fogo).

No que se refere à comparação dos métodos de dimensionamento nos países considerados no estudo (Portugal, Espanha e Brasil), conclui-se que a principal diferença está na determinação do factor de simultaneidade, o qual, de acordo com a Figura 7.3 é claramente mais conservativo para o Brasil quando comparado com os países ibéricos sem aquecimento central (climatização).

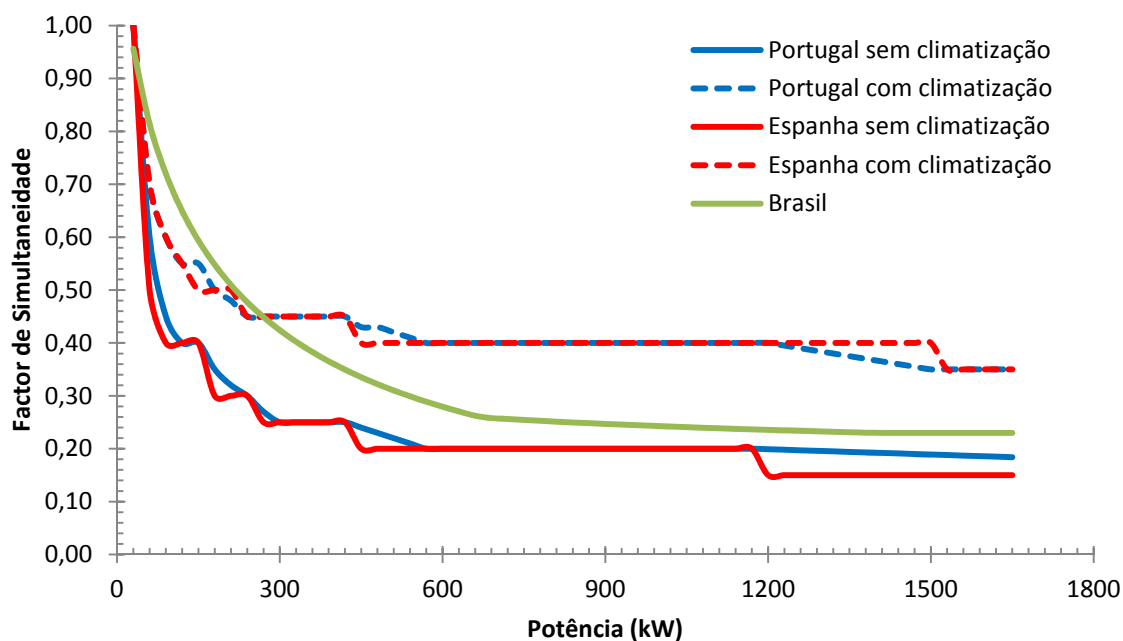


Figura 7.3 – Gráfico do factor de simultaneidade em função da potência.

Tendo em conta que em Espanha se utiliza o poder calorífico superior na determinação do caudal de cálculo, conclui-se que o método espanhol será o menos conservativo. Ainda assim, a experiência mostra que os valores adoptados em Espanha são aceitáveis.

Quadro 7.16 – Propriedades físicas do gás natural nos diversos países em estudo.

Propriedades		Portugal	Espanha	Brasil
Densidade relativa (adimensional)		0,65	0,55 a 0,65	0,61
Poder calorífico (kcal/m <sup>3</sup> (n))	Superior	10032	9953	9549
	Inferior	9054	8958	8621

## 8. INSPECÇÕES E ENSAIOS

A realização de inspecções à instalação de gás tem como principal objectivo a verificação do cumprimento das normas e da legislação vigente, de forma a aumentar a segurança das instalações e consequentemente a confiança dos seus utilizadores.

De acordo com a Portaria n.º 362/2000 [N.18], as redes abastecidas por gás devem ser sujeitas a inspecções antes de entrarem em funcionamento, periodicamente (Quadro 8.1) e ainda quando ocorra uma das seguintes situações:

- Alteração no traçado, na secção ou na natureza da tubagem, nas partes comuns ou no interior dos fogos;
- Fuga de gás combustível;
- Novo contrato de fornecimento de gás combustível.

Quadro 8.1 – Periodicidade das inspecções [N.18].

Periodicidade	Tipo
Dois anos	Instalações de gás afectas à indústria turística e de restauração, a escolas, a hospitais e outros serviços de saúde, a quartéis e a quaisquer estabelecimentos públicos ou particulares com capacidade superior a 250 pessoas.
Três anos	Instalações industriais com consumos anuais superiores a 50.000 m <sup>3</sup> de gás natural, ou equivalente noutro gás combustível.
Cinco anos	Instalações de gás executadas há mais de 20 anos e que não tenham sido objecto de remodelação.

De acordo com o Decreto-lei n.º 521/99 [N.1], os proprietários ou senhorios são responsáveis por solicitar as inspecções.

### 8.1. INSTALAÇÃO

Uma vez que nesta etapa estão envolvidas diversas entidades, optou-se por fazer uma breve descrição acerca das mesmas.

Entidade distribuidora são as entidades concessionárias, as entidades exploradoras ou quaisquer outras que estejam legalmente autorizadas a comercializar gases combustíveis [N.1].

Entidade concessionária é a entidade titular de um contrato de concessão para o transporte ou distribuição de gás natural [N.18].

Entidade exploradora é a entidade que, sendo ou não proprietária das instalações de armazenagem e das redes e ramais de distribuição de gás, procedem à exploração técnica das mesmas [N.18].

Entidades inspectoras igualmente designadas por organismos de inspecção são de acordo com a norma NP EN 45 004 as pessoas colectivas que procedem [N.18]:

- À apreciação dos projectos das instalações de gás;

- À inspecção das redes e ramais de distribuição e instalações de gás;
- À inspecção de equipamentos e outros sistemas de utilização de gases combustíveis em redes e ramais de distribuição e em instalações de gás;
- À verificação das condições de funcionamento dos aparelhos de gás e das condições de ventilação e evacuação.

Entidade instaladora é a empresa que se encontre legalmente constituída e se dedique à instalação de redes de gás.

Entidade montadora é a empresa legalmente constituída que se dedique à montagem ou reparação de aparelhos a gás

Sempre que sejam executadas novas instalações de gás, ou que as existentes sofram alteração, a entidade instaladora emite, em triplicado, um termo de responsabilidade, cujo original se destina ao proprietário, o duplicado à empresa distribuidora e o triplicado à empresa instaladora [N.1].

A entidade distribuidora só pode iniciar o abastecimento de gás quando estiver na posse do termo de responsabilidade emitido pela entidade instaladora, e depois de a entidade inspectora ter procedido a uma inspecção das partes visíveis, aos ensaios da instalação e à verificação das condições de ventilação e de evacuação dos produtos de combustão, por forma a garantir a regular utilização do gás em condições de segurança [N.18].

A entidade inspectora, após proceder aos ensaios e verificações indicadas no Quadro 8.2, e caso considere que a instalação não apresenta deficiências emite, em duplicado, um certificado de inspecção, destinando-se o original ao proprietário e o duplicado à empresa distribuidora.

As entidades inspectoras, juntamente com representantes da concessionária, procedem à inspecção quando esta é solicitada pelos utilizadores de instalações que nunca tenham sido alvo de inspecções. Os representantes da concessionária poderão executar inspecções em fogos que não tenham pedido a realização de inspecção, de modo a garantir a segurança do utilizador.

**Quadro 8.2 – Ensaios e verificações a efectuar pela entidade inspectora [N.7].**

<b>Requisito</b>	<b>Determinação</b>
Ensaio de resistência mecânica	Em todos os troços cuja pressão de serviço seja superior a 0,4 bar.
Ensaio de estanquidade	Em todas as tubagens fixas, nos troços cuja pressão de serviço seja igual ou inferior a 0,4 bar.
Verificações	Da estanquidade, da boa montagem e ligação dos aparelhos (Quadro 8.7), e da validade e qualidade das ligações flexíveis (se for o caso). Das condições de ventilação e exaustão de acordo com as normas técnicas aplicáveis na NP EN 1037 [N.22].
<b>NOTAS:</b> Os ensaios de resistência mecânica e de estanquidade devem ser executados por esta ordem, sejam ou não consecutivas as respectivas operações. A pesquisa de fugas deve ser feita com o auxílio de um líquido ou uma solução espumífera, é interdito o uso de chamas.	

Todas as tubagens devem ser submetidas, em todo o seu comprimento, de uma só vez ou por troços, aos ensaios indicados no Quadro 8.2. No caso existam troços de tubagem a colocar dentro de mangas de protecção, estes devem ser ensaiados separadamente, com o tubo fora da manga, antes da montagem no local, não dispensando, no entanto, do ensaio final do conjunto da rede [N.11].

### 8.1.1. Ensaio de resistência mecânica

O ensaio de resistência mecânica só terá lugar nos troços cuja pressão de serviço seja superior a 0,4 bar (Quadro 8.2), valor acima do usualmente utilizado pelas concessionárias para instalações de gás em edifícios (no máximo, 300 mbar), a menos que se trate do abastecimento a equipamentos especiais que requeiram pressões de serviço elevadas.

Este ensaio é aplicável às tubagens e seus acessórios com excepção dos dispositivos de regulação e limitação de pressão, dos dispositivos de corte geral ou corte automático e dos contadores. Para este tipo de ensaio, as tubagens devem estar à vista, com excepção dos troços contidos no interior das mangas que devem ser ensaiados antes da sua instalação [N.7].

O ensaio deve ser executado com o auxílio de ar ou de azoto, ou hidraulicamente no caso da pressão de ensaio exceder 6,0 bar [N.7].

A pressão de ensaio, medida com um manómetro do tipo *Bourdon* (Figura 8.1) ou equivalente com divisões de 0,1 bar, deve ser indicada no Quadro 8.3, a qual deve ser mantida durante o tempo necessário à inspecção e detecção de eventuais fugas [N.7].



Figura 8.1 – Manómetro do tipo *Bourdon*.

De acordo com os Quadro 8.2 e no Quadro 8.3, a PERM mínima é de 0,7 bar para uma PMS de 0,4 bar.

Quadro 8.3 – Pressão de ensaio de resistência mecânica (PERM) em função da pressão máxima de serviço (PMS) (adaptado de [N.19]).

PMS (bar)	PERM (bar)
$2,0 < PMS \leq 5,0$	$> 1,40 \times PMS$
$0,1 < PMS \leq 2,0$	$> 1,75 \times PMS$
$PMS \leq 0,1$	$\geq 2,50 \times PMS$

Este tipo de ensaio, geralmente não é efectuado nas redes domésticas, uma vez que as concessionárias limitam a pressão de saída, do primeiro nível de redução para um máximo de 300 mbar.

### 8.1.2. Ensaio de estanquidade

O ensaio de estanquidade aplica-se a todas as tubagens fixas, nos troços cuja pressão de serviço seja igual ou inferior a 0,4 bar (Quadro 8.2).

Este ensaio é executado com ar, azoto ou com o gás que vai abastecer a rede a ensaiar. Sempre que se utilize ar ou azoto, deve proceder-se à purga da instalação no fim dos ensaios [N.7].

O ensaio de estanquidade deve ser executado em duas fases distintas que correspondem ao ensaio dos troços situados a montante do contador e dos troços a jusante do mesmo. Cada uma destas duas fases pode ser ensaiada na sua totalidade ou em fracções desde que se respeitem os valores apresentados para Portugal no Quadro 8.4. No ANEXO 16, são apresentados, para diversas soluções técnicas, os valores de pressão de ensaio de estanquidade (PEE) a adoptar em cada troço.

Em Espanha realiza-se apenas este ensaio, o qual não depende da posição do último andar de redução, como se pode observar no Quadro 8.4.

Quadro 8.4 – PEE em função do regime e da posição [8] e [N.7].

	Regime	Posição	PEE
<b>PORTUGAL [N.7]</b>	Média pressão	A montante do último andar de redução	1,5 × PMS (mínimo 1,0 bar)
		A jusante do último andar de redução	150 mbar
	Baixa pressão	n/a	50 mbar ou PMS*
	*Caso o ensaio seja feito com o gás distribuído.		
<b>ESPAÑA [8]</b>	Média pressão	n/a	mínimo de 1,0 bar
	Baixa pressão	n/a	mínimo 50 mbar

Mais uma vez o ensaio deve ser efectuado durante o tempo adequado (Quadro 8.5). A duração efectiva deve ser registada na folha de inspecção.

Em Portugal, a duração dos ensaios é especificada em Galp, 2005 [6]. No Quadro 8.5 apresenta-se a duração dos ensaios de estanquidade.

Quadro 8.5 – Duração dos ensaios de estanquidade em Portugal [6].

Posição	Período de condicionamento/estabilização (minutos)	Período mínimo (minutos)
Montante do contador	10	30
Jusante do contador	5	10
<b>NOTA:</b> Recomenda-se que o primeiro registo de pressão só ocorra ao fim do período de condicionamento/estabilização.		

No caso dos ensaios prolongados, em que as diferenças de temperatura entre o início e o final do ensaio são relevantes, as leituras de pressão poderão variar acima dos limites exigidos, pelo que é necessário proceder-se à correcção desses valores através de [6].

$$P_2 = \left[ (P_1 + 1,01325) \times \frac{t_2 + 273,15}{t_1 + 273,15} \right] - 1,01325 \quad (7.1)$$

onde:

- $P_2$  – Leitura de pressão relativa no instante 2 (mbar);
- $P_1$  – Leitura de pressão relativa no instante 1 (mbar);
- $t_2$  – Temperatura no instante 2 (°C);
- $t_1$  – Temperatura no instante 1 (°C).

Os valores de duração mínima deste ensaio em Espanha são ligeiramente diferentes, como se observa no Quadro 8.6.

**Quadro 8.6 – Duração dos ensaios de estanquidade em Espanha [8].**

Regime	Duração Mínima (minutos.)	
	L ≤ 10 m	L > 10 m
Média pressão	15	
Baixa pressão	10	15

A pesquisa de fugas indicadas pelos ensaios de estanquidade deve ser feita nas junções e ligações através de uma análise visual com o auxílio de meios apropriados, nomeadamente com recurso a um líquido ou uma solução espumífera. É interdito o uso de chamas [N.7].

## 8.2. LIGAÇÃO AOS APARELHOS

Além dos ensaios anteriormente referidos, é ainda necessário verificar se o tipo de ligação dos aparelhos a gás à instalação está de acordo com a Portaria n.º 361/98. As diversas ligações admissíveis estão apresentadas no Quadro 8.7.

Quadro 8.7 – Tipos de ligações admissíveis [16] e [N.7].

Tipo de Aparelhos a Gás	Distribuição de gás			
	Rede			Recipientes individuais
	Tubos metálicos		Tubos não metálicos flexíveis	Tubos não metálicos flexíveis
	Rígidos	Flexíveis		
Fornos independentes e mesas de trabalho independentes	✓	✓	n/a	✓
Aparelhos de aquecimento de água, instantâneos ou de acumulação	✓	✓	n/a	✓
Aparelhos de aquecimento de ambiente, do tipo fixo	✓	✓	n/a	n/a
Fogareiros e fogões	n/a	✓	✓	✓
Aparelhos amovíveis de aquecimento de ambiente	n/a	✓	✓	✓
Máquinas de lavar e/ou secar roupa	n/a	✓	✓	n/a
Máquinas de lavar louça	n/a	✓	✓	n/a

**NOTAS:** Sempre que a distância entre o ponto de abastecimento de gás e o aparelho exceda 80 cm ou quando se pretenda alimentar mais de um aparelho, devem ser utilizados tubos metálicos rígidos nestas ligações.

A utilização de tubos flexíveis deve fazer-se à vista, num comprimento inferior a 1,50 m, e no caso dos tubos não metálicos, com a aplicação de abraçadeiras ou reforços nos seus extremos.

Não é permitida a ligação de gás a aparelhos de mistura oxigénio/gás e ar comprimido/gás.

Na Figura 8.2 são apresentados exemplos de tubos flexíveis metálicos e não metálicos.



a) ligação não metálica flexível b) ligação metálica flexível

### 8.2.1. Tubos metálicos rígidos

Os tubos metálicos rígidos, também denominados por tubagens rígidas, servem para a ligação de todos os aparelhos fixos. Apesar de o seu uso não ser muito frequente, devido à sua menor adaptabilidade às diferentes posições dos aparelhos comparativamente com outros tipos de ligações existentes. Estes tubos podem ser de aço, cobre ou aço galvanizado.

### 8.2.2. Tubos metálicos flexíveis

Os tubos metálicos flexíveis são tubos de aço inox também designados por semi-rígidos e têm este nome devido à sua forma em “fole” que permite adaptá-los a várias posições e até variar o seu comprimento [16].

### 8.2.3. Tubos não metálicos flexíveis

Os tubos não metálicos flexíveis são tubos de borracha vulcanizada ou termoplásticos, que apresentam uma resistência considerável. A legislação vigente obriga ainda que estes tubos contenham diversas informações (Quadro 8.8) contidas em marcas indeléveis dispostas em intervalos não superiores a um metro.

**Quadro 8.8 – Informação a conter nos tubos não metálicos flexíveis [N.20 e 21].**

	<b>Características</b>
Butano/Propano [N.20]	O nome/marca registada do fabricante, ex. XXXX O número da especificação, neste caso ET IPQ 107-1 O diâmetro interior nominal, ex. 12 mm A pressão máxima de serviço em bar, ex. 30 mbar O tipo de gás, ex. Butano Válido até ano/mês EXEMPLO: XXXX – ET IPQ 107-1 – 12 mm – 30 mbar – Butano – Válido até 2013/09
Gás Natural [N.21]	O nome/marca registada do fabricante, ex. XXXX Referência à norma, neste caso NP 4436 O diâmetro interior nominal, ex. 12 mm A pressão máxima de serviço em bar, ex. 50 mbar O tipo de gás, Gás Natural Válido até ano/mês O número do lote, ex. 300A EXEMPLO: XXXX – NP 4436 – 12 mm – 50 mbar – Gás Natural – Válido até 2013/09 – Lote nº 300 <sup>a</sup>

## 8.3. CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO

Além das verificações efectuadas no capítulo anterior, é também necessário proceder à verificação e inspecção dos aparelhos e das condições de ventilação das zonas onde estão instalados os aparelhos de combustão, de acordo com os parâmetros prescritos na NP EN 1037 [N.22].

A NP EN 1037, com o título genérico “Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás”, subdivide-se nas seguintes quatro partes [N.22]:

- Parte 1: Edifício de habitação – Ventilação natural;
- Parte 2: Edifício de habitação – Ventilação mecânica;
- Parte 3: Volume dos locais – Posicionamento dos aparelhos a gás;
- Parte 4: Instalação e ventilação de cozinhas profissionais.

A utilização de aparelhos de extracção mecânica conjuntamente com aparelhos de ventilação mecânica origina um estrangulamento dos produtos de combustão na conduta de evacuação, podendo levar à má evacuação dos produtos de combustão (monóxido de carbono) levando à sua acumulação no interior de habitação.

Devido à cada vez maior, utilização simultânea destes dois tipos de ventilação (natural e mecânica) na mesma conduta de evacuação, irá ser criada uma parte 5 na NP EN 1037, que contemple a ventilação mista.

No decorrer da realização desta dissertação, foi possível acompanhar diversas inspecções, nas quais pude observar os problemas originados pela existência dos dois tipos de ventilação. A evacuação para uma mesma conduta dos produtos de combustão destes dois sistemas, pode originar uma concentração de monóxido de carbono superior à permitida no interior da habitação, levando assim à não aprovação da inspecção. Este facto é predominante nos edifícios mais antigos, que são compostos apenas por uma conduta geral de evacuação, os edifícios mais recentes já contemplam duas condutas de evacuação distintas, uma para os produtos de combustão resultantes da ventilação natural e outra para os resultantes da ventilação mecânica.

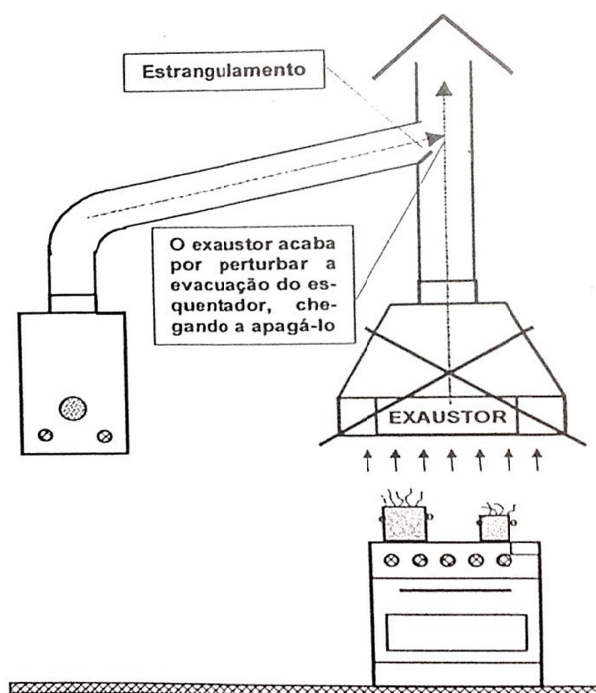


Figura 8.3 – Impossibilidade de combinação de ventilação mecânica com ventilação natural (adaptado [12]).

## 8.4. RELATÓRIOS DE INSPECÇÃO

Durante a realização de uma inspecção, a entidade inspectora deverá produzir relatórios de inspecção com indicação de um conjunto de verificações a efectuar, sendo dada particular atenção à existência de defeitos críticos. Defeitos críticos são as não conformidades devidas ao incumprimento do estabelecido nos regulamentos e normas técnicas aplicáveis que, pela sua natureza, determinam, após detecção, a sua reparação imediata ou a interrupção do fornecimento de gás [N.18]. Defeitos não críticos são as não conformidades devidas ao incumprimento do estabelecido nos regulamentos e normas técnicas aplicáveis que, pela sua natureza, não necessitam de reparação imediata após a sua detecção, nem obrigam à interrupção do fornecimento do gás [N.18]. No ANEXO 17.é apresentada uma ficha de inspecção tipo.

(página em branco)

## 9. CONCLUSOES E TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação, que resulta da continuação e desenvolvimento de uma dissertação de mestrado anterior [13], na qual se discutiram os métodos de dimensionamento de instalações de gás em edifícios, constitui, em conjunto com essa mesma dissertação, um elemento de apoio às diversas etapas da concepção e projecto de redes prediais de gás.

A compilação destas duas dissertações de mestrado permite produzir um documento técnico e científico no qual são abordadas as diferentes soluções existentes, bem como as limitações associadas a cada uma delas.

Em particular, a presente dissertação discute e organiza as recomendações, normas e regulamentos aplicáveis e fornece ainda tabelas que permitem o cálculo simplificado de uma rede predial de gás.

A principal legislação utilizada actualmente nas instalações de gás é expressa no Quadro 9.1 e Quadro 9.2.

**Quadro 9.1 – Legislação aplicável às instalações de gás.**

<b>Gases Combustíveis</b>
Portaria 867/89, de 7 de Outubro – Determina quais devem ser os parâmetros para caracterizar os gases combustíveis
Decreto-Lei n.º 374/89, de 25 de Outubro – Aprova o regime de serviço público de importação de gás natural liquefeito (GPL) e gás natural (GN)
Portaria n.º 348/96, de 8 de Agosto – Estabelece as especificações a que devem obedecer os gases de petróleo liquefeitos, propano e butano
Portaria n.º 658/00, de 29 de Agosto – Fixa as características do gás natural a transportar através da rede de alta pressão e a distribuir
<b>Tubagens</b>
Condições de instalação
Decreto-Lei n.º 263/89, de 17 de Agosto – Aprova o estatuto das entidades instaladoras e montadoras e define os grupos profissionais associados à indústria dos gases combustíveis
Portaria n.º 163-A/90, de 28 de Fevereiro – Define os elementos que constituem as instalações de gás combustível em imóveis
Decreto-Lei n.º 232/90, de 16 de Julho – Estabelece os princípios a que deve obedecer o projecto, a construção, a exploração e a manutenção do sistema de abastecimento dos gases combustíveis
Portaria n.º 386/94, de 16 de Junho – Aprova o regulamento técnico relativo ao projecto, construção, exploração e manutenção de redes de gases combustíveis.
Portaria n.º 361/98, de 26 de Junho – Aprova o regulamento técnico relativo ao projecto, construção, exploração e manutenção das instalações de gás combustível canalizado
Decreto-lei n.º 521/99, de 10 de Dezembro – Estabelece as normas a que ficam sujeitos os projectos de instalações de gás a incluir nos projectos de construção, ampliação ou reconstrução de edifícios, bem como o regime aplicável à execução da inspecção das instalações
NP EN 4271:1994 – Redes, ramais de distribuição e utilização dos gases combustíveis da 1ª, 2ª e 3ª família
NP EN 1775:2010 – Alimentação de gás – Tubagens de gás para os edifícios – Pressão máxima de serviço inferior ou igual a 5 bar – Recomendações funcionais

**Quadro 9.2 – Legislação aplicável às instalações de gás (continuação).**

<b>Cobre</b>
EN 1057:2006 – Copper and copper alloys – Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications
<b>Aço</b>
NP EN 10208-1:2011 – Tubos de aço para redes de fluidos combustíveis. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1: Tubos de classe A
<b>Polietileno</b>
NP EN 1555-1:2011 – Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte 1: Aspectos gerais NP EN 1555-2:2011 – Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte 2: Tubos
<b>Borracha</b>
NP 4436:2005 – Tubos de borracha e plástico para utilização com gás combustível. Requisitos para os tubos de borracha e plástico para ligação dos aparelhos que utilizam combustíveis gasosos da 2ª família. ET IPQ 107-1:1999 – Tubos flexíveis de borracha e plástico para utilização com gases da 3ª família. Parte 1 – Requisitos para tubos de borracha e plástico para utilização com gases da 3ª família
<b>Inspecção</b>
Portaria n.º 362/2000, de 20 de Junho – Aprova os procedimentos relativos às inspecções e à manutenção das redes e ramais de distribuição e instalações de gás

A correcta ventilação e exaustão dos produtos de combustão das dependências com aparelhos a gás é fundamental por questões de segurança e de conforto.

É por isto que, as condições de ventilação e exaustão dos produtos de combustão devem ser cuidadosamente definidas logo no projecto de arquitectura de cada edifício.

No futuro, apenas se terá de ter em atenção a actualização das normas e legislação, nomeadamente na actualização da portaria n.º 521/99 que, estará para breve.

Em termos de trabalhos futuros, pretende-se produzir uma publicação integrando os dois trabalhos desenvolvidos, a qual deverá ser ainda reforçada com mais exemplos de cálculo e com mais imagens e figuras de apoio.

# BIBLIOGRAFIA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIVROS, DISSERTAÇÕES E ARTIGOS CIENTÍFICOS

- [1] MONTEIRO, Victor; *Instalações de Gás na Restauração, Hotelaria e Catering*, Lidel – Edições Técnicas, Lisboa, 2006.
- [2] ERSE; *Caracterização do Sector do Gás Natural em Portugal*, Relatório Técnico, Janeiro de 2007.
- [3] GOMES, M. Glória e Outros; *Redes Internas de Gás*, IST, Novembro 2001.
- [4] GDP S.A.; *Manual Técnico de Instalações de Gás*, Gás de Portugal S.A., Lisboa, Junho 1996.
- [5] ITG; *Manual do curso de Projectistas de Redes de Gás*, Janeiro 2012.
- [6] GALP ENERGIA; *Manual Técnico, Instalações de utilização de gás natural para clientes domésticos*, Lisboa 2005.
- [7] GOMES, Paulo; *Manual do Instalador – 3.ª Edição*, APTA, Outubro 2001.
- [8] GAS CASTILLA Y LEON; *Manual de Instalaciones Receptoras*, 2013.
- [9] CEIC; *O Tubo de Cobre, Nas instalações da edificação*, Centro Espanol de Informacion del cobre, 1995.
- [10] BEIRAGÁS; *Manual Técnico de Instalações de Gás*, Fevereiro 2000.
- [11] EDP; *Manual de Especificações Técnicas – 7.ª Edição*, Setembro 2008.
- [12] LARANJO, Gregório; *Manual de Formação de Técnicos de Gás*, ITG, Fevereiro 1995.
- [13] BORGES, João; *Instalações de Gás em Edifícios, Uma análise de métodos de dimensionamento*, IST, UTL, Lisboa, 2011.
- [14] LOPES, Mário; *Sismos e Edifícios*, Edições Orion, Julho de 2008, 1.ª Edição
- [15] MESQUITA, Luís; *Redes de Gás*, Universidade de Coimbra, 2007.
- [16] MENDES, Augusto e MORENO, Carlos; *Mecânico de Aparelhos de Gás*, IEFP, Lisboa, Março 2002.

### NORMAS, REGULAMENTOS, DECRETOS-LEI E PORTARIAS

- [N.1] Decreto-Lei n.º 521/99 de 10 de Dezembro – Normas relativas ao projecto, execução, abastecimento e manutenção das instalações de gás combustível em imóveis.
- [N.2] Portaria n.º 867/89 de 7 de Outubro – Define os parâmetros caracterizadores dos gases combustíveis.
- [N.3] NP EN 437: *Gases de ensaio. Pressões de ensaio. Categorias dos aparelhos*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2007.

[N.4] Decreto-lei n.º 4/2002 de 4 de Janeiro – Aprova o novo enquadramento jurídico do Sistema Português da Qualidade (SPQ).

[N.5] NP EN 45020: *Normalização e actividades correlacionadas. Vocabulário geral*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2009.

[N.6] NP EN 10204

[N.7] Portaria n.º 361/98 de 26 de Junho – Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios.

[N.8] Portaria n.º 690/2001 de 10 de Julho – Alterações ao Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios.

[N.9] NP EN 1555: *Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte1*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2010.

[N.10] NP EN 1555: *Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos Polietileno (PE) Parte2*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2010.

[N.11] Portaria n.º 386/94 de 16 de Junho – Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, exploração e Manutenção de Gases Combustíveis.

[N.12] NP EN 10208-1: *Tubos de aço para redes de fluidos combustíveis. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1, tubos de classe A*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1999.

[N.13] NP EN 1057: *Cobre e ligas de cobre. Tubos de cobre sem soldadura para sistemas de distribuição de água e de gás em aplicações sanitárias e de aquecimento*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2008.

[N.14] Portaria n.º 460/2001 de 8 de Maio – Regulamento de Segurança das Instalações de Armazenagem de Gases de Petróleo Liquefeitos (GPL) com Capacidade até 200m<sup>3</sup> por Recipiente.

[N.15] Decreto-lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro – Estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios.

[N.16] NBR 15526: *Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projecto e execução*, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil, Outubro de 2007.

[N.17] NP 182: *Identificação de fluidos. Cores e sinais para canalizações*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1966.

[N.18] Portaria 362/2000 de 20 de Junho – Procedimentos Relativos às Inspeções e à Manutenção das Redes e Ramais de Distribuição e Instalações de Gás.

[N.19] NP EN 1775: *Alimentação de gás. Tubagens de gás para os edifícios. Pressão máxima de serviço inferior ou igual a 5 bar – Recomendações funcionais*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2010.

[N.20] ET IPQ 107-1: *Tubos flexíveis de borracha e plástico para utilização com gás combustível*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1999.

[N.21] NP 4436: *Tubos flexíveis de borracha e de plástico para utilização com gás combustível. Requisitos para os tubos de borracha e de plástico para ligação dos aparelhos que utilizam combustíveis gasosos da 2.ª família*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2005.

[N.22] NP 1037-1: *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão com aparelhos a gás. Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural*, Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Março de 2003.

## SITES

[S.1] [www.dgeg.pt](http://www.dgeg.pt)

[S.2] [www.ipq.pt](http://www.ipq.pt)

[S.3] [www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/lpg/bp\\_lpg\\_portugal/STAGING/local\\_assets/downloads\\_pdfs/g/Garrafas\\_Tara\\_Dimensoes\\_Carga.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/lpg/bp_lpg_portugal/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/g/Garrafas_Tara_Dimensoes_Carga.pdf)

[S.4] [www.galpenenergia.com](http://www.galpenenergia.com)

[S.5] [www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/lpg/bp\\_lpg\\_portugal/STAGING/local\\_assets/downloads\\_pdfs/f/ficha\\_caracteristicas\\_gpl\\_pt.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/lpg/bp_lpg_portugal/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/f/ficha_caracteristicas_gpl_pt.pdf)

## OUTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

### LIVROS, DISSERTAÇÕES E ARTIGOS CIENTÍFICOS

ISQ; *Manual do curso de Projectistas de Redes de Gás*, Janeiro 2012.

Cuff, David J.; Young, William J., “United States Energy Atlas”, Macmillan Publishing Company, 2.ª Edição, 1980.

MONTEIRO, Victor; *Instalações de Gás na Restauração, Hotelaria e Catering*, Lidel – Edições Técnicas, Lisboa, 2006.

APTA, *Revisão do Regulamento de Gás para Edifícios*, Publicação Técnica APTitude n.º 38, Maio 2011.

LISBOAGÁS, *Comunicação privada*, 2010.

EDP Gás; *Manual de especificações técnicas – 7.ª Edição*, EDP Gás Distribuição, Porto, Setembro 2008.

PEDROSO, V. M. R., *Regras de Dimensionamento das Redes Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais*. LNEC, Lisboa, 1996.

GOMES, José Ferreira; MALAFYA-BAPTISTA, Manuel; “*Manual do Curso de Projectista de Redes de Gás*”. DEC – FCTUC, Coimbra, 2009.

LIU, Henry, *Pipeline Engineering*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 2003.

QUINTELA, António de Carvalho, *Hidráulica*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2007.

WHITE, Frank M., *Fluid Mechanics*, McGraw-Hill, Sixth Edition, New York, 2008.

BRUCART, E.B., *Natural Gás*, Editores Técnicos Associados, S.A., Barcelona, 1987.

REN-Gasodutos, S.A., *Gas Properties*, Rede Nacional de Gás Natural, Portugal, Março de 2008.

Dirección Técnica de CEG, *Manual de instalaciones de GLP*, CEPESA ELF GAS, S.A., España, 2001.

KATZ, Donald L.; CORNELL, David; KOBAYASHI, Riki; POETTMANN, Fred H.; VARY, John A.; ELENBAAS, Jack R.; WEINAUG, Charles F.; *Handbook of Natural Gas Engineering*, McGraw-Hill, New York, 1959.

## NORMAS, REGULAMENTOS, DECRETOS-LEI E PORTARIAS

NP EN 1440: *Garrafas para gases de petróleo liquefeitos (GPL) em aço soldado transportáveis e recarregáveis. Requalificação periódica.*

NP EN 1442: *Garrafas para gases de petróleo liquefeitos (GPL) de aço soldado transportáveis e recarregáveis. Projecto e construção.*

Portaria 451/2001 de 5 de Maio – Regulamento de Segurança Relativo à Construção, Exploração e Manutenção das Instalações dos Parques de Garrafas de Gases de Petróleo Liquefeitos (GPL).

NP EN 10208-1: *Tubos de aço para redes de fluidos combustíveis. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1, tubos de classe A*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1999.

ISO 4437: *Tubos de polietileno (PE enterrados para abastecimento de gases combustíveis. Especificações*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1997.

NP 1037-4: *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão com aparelhos a gás. Parte 4: Instalação e ventilação das cozinhas profissionais*, Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Junho de 2002.

DIN 14301: *Qualidade de aço inox standard*, 1985.

NP EN 331: *Válvulas de macho esférico e válvulas de macho cónico de fundo plano destinadas a ser manobradas manualmente e a ser utilizadas nas instalações de gás dos edifícios*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Junho de 2002.

EN ISO 228: *Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2003.

EN 334 + A1: *Reguladores de pressão de gás para pressões de entrada até 100 bar*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2009.

NP 1037-2: *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão com aparelhos a gás. Parte 2: Edifícios de habitação. Ventilação mecânica centralizada (VMC) de fluxo simples*, Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Junho de 2009.

NP 1037-3: *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão com aparelhos a gás. Parte 3: Volume dos locais. Posicionamento dos aparelhos a gás*, Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Janeiro de 2003.

Directiva 2009/142/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Novembro de 2009 relativa aos aparelhos a gás.

Decreto-Lei n.º 25/2011 de 14 de Fevereiro – Protecção da segurança e saúde das pessoas, dos animais domésticos e dos bens, contra os riscos decorrentes da utilização de aparelhos a gás e respectivos dispositivos de segurança.

NP4368: *Indicações gerais para a marcação dos aparelhos a gás*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, Março de 1999.

NP EN 1442: *Garrafas para gases de petróleo liquefeitos (GPL) de aço soldado transportáveis e recarregáveis. Projecto e construção*.

DNP CEN/TR 1749:2011: *Modelo Europeu para a classificação dos aparelhos que utilizam os combustíveis gasosos segundo o modo de evacuação dos produtos da combustão (tipos)*. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 2006.

NBR 13932: *Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projecto e execução*, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil, Agosto de 1997.

NBR 13933: *Instalações internas de gás natural (GN) – Projecto e execução*, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro Brasil, Agosto de 1997.

NBR 14570: *Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP – Projecto e execução*, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil, Agosto de 2000.

NP 407:1989/Emenda 1:1991: *Garrafas de butano e propano comerciais. Características, construção e ensaio*; Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica, Portugal, 1991;

Decreto-Lei n.º 89/2008 de 30 de Maio – Estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários.

## SITES

[www.agnatural.pt](http://www.agnatural.pt)

[www.ren.pt](http://www.ren.pt)

[www.edp.pt](http://www.edp.pt)

[www.apta.pt](http://www.apta.pt)

[www.pipelife.com](http://www.pipelife.com)

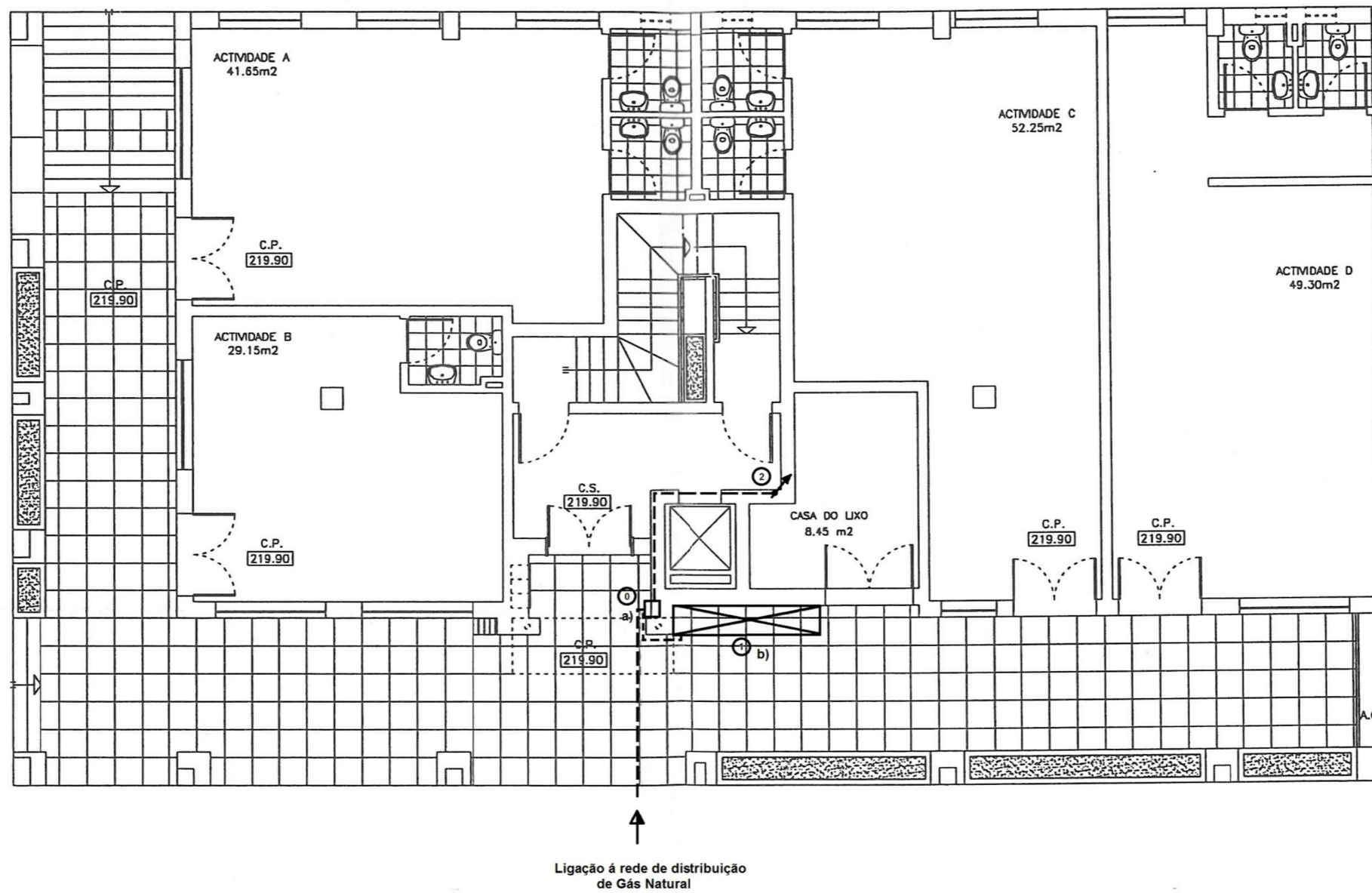
**ANEXOS**

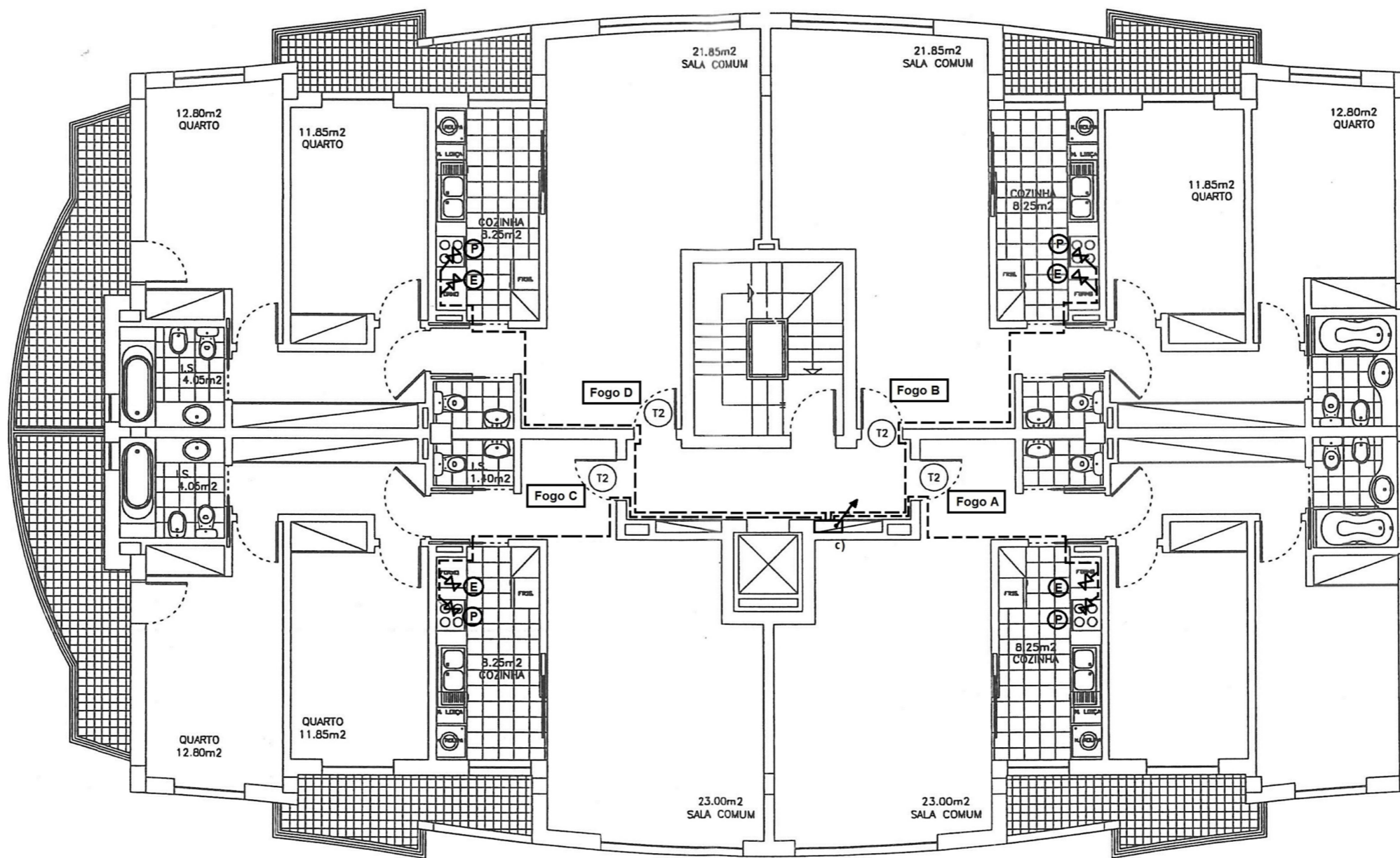
(página em branco)

ANEXO 1

PLANTAS DO EDIFÍCIO DO CASO DE ESTUDO

(página em branco)





Título: Planta do Piso 1 e 2

Escala: 1/100

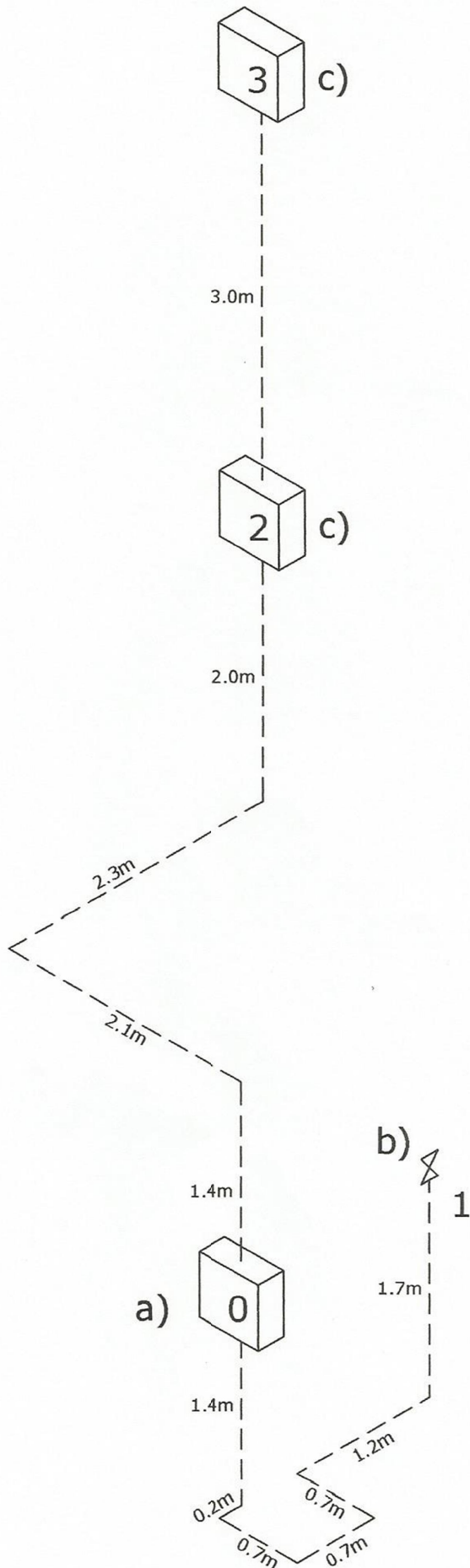
## ANEXO 2

### ISOMETRIA DO EDIFÍCIO DO CASO DE ESTUDO (MÉDIA PRESSÃO)

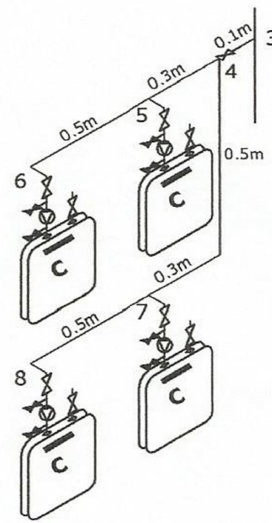
(página em branco)

## Legenda

- a) Caixa de entrada do imóvel e de transição de alimentação Propano/Gás natural
- b) Válvula de ¼ volta no posto de garrafas
- c) Caixa com quatro contadores
- Tubagem embebida
- Tubagem à vista



## INTRODUÇÕES



(página em branco)

## ANEXO 3

### ISOMETRIA DO PISO TIPO DO CASO DE ESTUDO (BAIXA PRESSÃO)

(página em branco)



(página em branco)

## ANEXO 4

### TABELA DE DIMENSIONAMENTO DO CONSUMO/CAUDAL NECESSÁRIO

(página em branco)

Equipamento	Potência Nominal (kW)	Caudal Gás Natural (m <sup>3</sup> (st)/h)	Caudal Propano (m <sup>3</sup> (st)/h)	Caudal Propano (kg/h)	Caudal Butano (m <sup>3</sup> (st)/h)	Caudal Butano (kg/h)
Fogareiro	3,5	0,36	0,15	0,28	0,11	0,28
Fogão:						
- pequeno c/ forno	9,0	0,91	0,37	0,70	0,28	0,71
- médio c/ forno	12,0	1,21	0,49	0,94	0,37	0,95
- industrial	60,0	6,02	2,45	4,66	1,84	4,73
Placa de encastrar	6,0	0,61	0,25	0,47	0,19	0,48
Forno independente	6,0	0,61	0,25	0,47	0,19	0,48
Grelhador / Frigideira	16,0	1,61	0,66	1,25	0,50	1,26
Fritadeira	27,0	2,71	1,11	2,10	0,83	2,13
Esquentador instantâneo água:						
- 5 l/min	12,0	1,21	0,49	0,94	0,37	0,95
- 11 l/min	23,0	2,31	0,94	1,79	0,71	1,82
- 14 l/min	28,0	2,81	1,15	2,18	0,86	2,21
- 16 l/min	32,0	3,21	1,31	2,49	0,99	2,52
Termoacumulador:						
- normal	3,0	0,31	0,13	0,24	0,10	0,24
- rápido	8,0	0,81	0,33	0,63	0,25	0,63
- ultra-rápido	18,0	1,81	0,74	1,40	0,56	1,42
Caldeira mural de:						
- 20.000 Kcal/h	29,0	2,91	1,19	2,26	0,89	2,29
- 24.000 Kcal/h	35,0	3,51	1,43	2,72	1,08	2,76
Termoconvector a gás	4,0	0,41	0,17	0,32	0,13	0,32
Secador de roupa a gás	5,0	0,51	0,21	0,39	0,16	0,40
Lareira a gás	9,0	0,91	0,37	0,70	0,28	0,71
Aquecimento ambiente	26,0	2,61	1,06	2,02	0,80	2,05
Q <sub>fogo mínimo</sub>	30	3,01	1,23	2,33	0,92	2,37

**NOTAS:**

a) Troços que abastecem dois aparelhos de queima no interior de um fogo

$$Q_{\text{fogo}} = Q_1 + Q_2 \quad Q_{\text{fogo}} \geq 30 \text{ kW}$$

b) Troços que abastecem três ou mais aparelhos de queima no interior de um fogo

$$Q_{\text{fogo}} = Q_1 + Q_2 + \Sigma(Q_i) / 2 \quad Q_{\text{fogo}} \geq 30 \text{ kW}$$

c) Troço de alimentação a vários fogos

$$Q_{\text{troço}} = \Sigma(Q_{\text{fogo } i}) \times S_n \quad S_n - \text{factor de simultaneidade}$$

d) O caudal em m<sup>3</sup>(st)/h (GN) é aproximadamente igual à divisão por 10 da potência nominal (em kW)

e) Valores adoptados:

$$H_i (\text{GN}) = 9054 \text{ kcal/m}^3(\text{n}) \quad \rho_{(\text{GN})} = 0,84 \text{ kg/m}^3(\text{n})$$

$$H_i (\text{Propano}) = 22254 \text{ kcal/m}^3(\text{n}) \quad \rho_{(\text{Propano})} = 2,01 \text{ kg/m}^3(\text{n})$$

$$H_i (\text{Butano}) = 29605 \text{ kcal/m}^3(\text{n}) \quad \rho_{(\text{Butano})} = 2,71 \text{ kg/m}^3(\text{n})$$

$$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ}$$

Nº de fogos	Factor de Simultaneidade		Nº de fogos	Factor de Simultaneidade		Nº de fogos	Factor de Simultaneidade	
	S/aquecimento	C/ aquecimento		S/aquecimento	C/ aquecimento		S/aquecimento	C/ aquecimento
1	1,00	1,00	16	0,23	0,43	46	0,193	0,370
2	0,60	0,70	17	0,22	0,42	47	0,192	0,365
3	0,45	0,60	18	0,21	0,41	48	0,191	0,360
4 e 5	0,40	0,55	19 a 39	0,20	0,40	49	0,190	0,355
6	0,35	0,50	40	0,199	0,400	50	0,189	0,350
7	0,32	0,48	41	0,198	0,395	51	0,188	0,350
8	0,30	0,45	42	0,197	0,390	52	0,187	0,350
9	0,27	0,45	43	0,196	0,385	53	0,186	0,350
10 a 14	0,25	0,45	44	0,195	0,380	54	0,185	0,350
15	0,24	0,43	45	0,194	0,375	55	0,184	0,350

(página em branco)

## ANEXO 5

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS  
PARA REDES DE GÁS NATURAL EM MÉDIA PRESSÃO, DESPREZANDO A  
PERDA DE CARGA ESTÁTICA

(página em branco)

Pressão inicial (mbar)	100		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	0,62				
<b>Gás Natural</b>			Velocidade máxima (m/s)	15		<b>Média Pressão</b>					
<b>Tubo de Cobre</b>											
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	0,89	1,90	3,28	5,03	7,86	11,91	18,62	30,51	47,69	70,84	116,46
2	0,89	1,89	3,27	5,02	7,85	11,90	18,60	30,50	47,67	70,82	116,42
3	0,86	1,89	3,26	5,01	7,84	11,89	18,59	30,48	47,64	70,79	116,39
4	0,73	1,88	3,25	5,00	7,83	11,87	18,57	30,46	47,62	70,77	116,36
5	0,65	1,76	3,25	4,99	7,82	11,86	18,56	30,44	47,60	70,74	116,33
6	0,59	1,59	3,24	4,98	7,81	11,85	18,54	30,42	47,58	70,71	116,30
7	0,54	1,46	3,00	4,97	7,80	11,84	18,53	30,41	47,56	70,69	116,27
8	0,50	1,36	2,79	4,92	7,79	11,82	18,51	30,39	47,54	70,66	116,23
9	0,47	1,27	2,62	4,61	7,78	11,81	18,50	30,37	47,51	70,64	116,20
10	0,44	1,20	2,47	4,35	7,77	11,80	18,49	30,35	47,49	70,61	116,17
11	0,42	1,14	2,34	4,13	7,46	11,79	18,47	30,33	47,47	70,59	116,14
12	0,40	1,08	2,23	3,93	7,11	11,78	18,46	30,31	47,45	70,56	116,11
13	0,38	1,04	2,14	3,76	6,80	11,76	18,44	30,30	47,43	70,53	116,08
14	0,37	1,00	2,05	3,61	6,53	11,32	18,43	30,28	47,40	70,51	116,05
15	0,35	0,96	1,97	3,48	6,29	10,90	18,41	30,26	47,38	70,48	116,01
16	0,34	0,92	1,91	3,36	6,07	10,52	18,40	30,24	47,36	70,46	115,98
17	0,33	0,89	1,84	3,25	5,87	10,17	18,38	30,22	47,34	70,43	115,95
18	0,32	0,87	1,79	3,15	5,69	9,86	17,81	30,21	47,32	70,41	115,92
19	0,31	0,84	1,73	3,05	5,52	9,57	17,29	30,19	47,30	70,38	115,89
20	0,30	0,82	1,68	2,97	5,37	9,30	16,81	30,17	47,27	70,36	115,86
21	0,29	0,80	1,64	2,89	5,22	9,06	16,36	30,15	47,25	70,33	115,83
22	0,28	0,78	1,60	2,82	5,09	8,83	15,95	30,13	47,23	70,30	115,79
23	0,28	0,76	1,56	2,75	4,97	8,62	15,56	29,93	47,21	70,28	115,76
24	0,27	0,74	1,52	2,69	4,85	8,42	15,20	29,24	47,19	70,25	115,73
25	0,26	0,72	1,49	2,63	4,75	8,23	14,87	28,59	47,17	70,23	115,70
26	0,26	0,71	1,46	2,57	4,65	8,05	14,55	27,98	47,14	70,20	115,67
27	0,25	0,69	1,43	2,52	4,55	7,89	14,25	27,41	47,12	70,18	115,64
28	0,25	0,68	1,40	2,47	4,46	7,73	13,97	26,86	47,10	70,15	115,61
29	0,24	0,67	1,37	2,42	4,37	7,59	13,70	26,35	47,08	70,13	115,57
30	0,24	0,65	1,35	2,38	4,29	7,45	13,45	25,86	46,71	70,10	115,54
31	0,23	0,64	1,32	2,33	4,22	7,31	13,21	25,40	45,87	70,08	115,51
32	0,23	0,63	1,30	2,29	4,14	7,19	12,98	24,96	45,08	70,05	115,48
33	0,23	0,62	1,28	2,25	4,07	7,07	12,76	24,54	44,32	70,02	115,45
34	0,22	0,61	1,26	2,22	4,01	6,95	12,55	24,14	43,60	70,00	115,42
35	0,22	0,60	1,24	2,18	3,94	6,84	12,36	23,76	42,91	69,97	115,39
36	0,22	0,59	1,22	2,15	3,88	6,74	12,17	23,40	42,25	69,95	115,36
37	0,21	0,58	1,20	2,12	3,83	6,63	11,98	23,05	41,62	69,92	115,33
38	0,21	0,57	1,18	2,09	3,77	6,54	11,81	22,71	41,02	69,26	115,29
39	0,21	0,56	1,17	2,06	3,72	6,45	11,64	22,39	40,44	68,28	115,26
40	0,20	0,56	1,15	2,03	3,67	6,36	11,48	22,08	39,88	67,34	115,23
41	0,20	0,55	1,13	2,00	3,62	6,27	11,33	21,78	39,34	66,43	115,20
42	0,20	0,54	1,12	1,97	3,57	6,19	11,18	21,50	38,82	65,56	115,17
43	0,20	0,54	1,10	1,95	3,52	6,11	11,03	21,22	38,32	64,72	115,14
44	0,19	0,53	1,09	1,92	3,48	6,03	10,90	20,95	37,84	63,90	115,11
45	0,19	0,52	1,08	1,90	3,44	5,96	10,76	20,70	37,38	63,12	115,08
46	0,19	0,52	1,06	1,88	3,39	5,89	10,63	20,45	36,93	62,36	115,05
47	0,19	0,51	1,05	1,86	3,35	5,82	10,51	20,21	36,49	61,63	115,01
48	0,18	0,50	1,04	1,83	3,32	5,75	10,39	19,98	36,07	60,92	114,98
49	0,18	0,50	1,03	1,81	3,28	5,69	10,27	19,75	35,67	60,23	114,95
50	0,18	0,49	1,02	1,79	3,24	5,62	10,16	19,53	35,27	59,57	114,92

Pressão inicial (mbar)	100	Perda de pressão (mbar)	30	Densidade corrigida do gás	0,62						
<b><i>Gás Natural</i></b>		Velocidade máxima (m/s)	15	<b><i>Média Pressão</i></b>							
<b><i>Tubo de Aço</i></b>											
	<b>Diâmetro do tubo</b>										
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	2,14	3,93	7,27	11,62	20,53	32,95	57,38	77,92	128,40	183,14	282,72
2	2,14	3,92	7,26	11,60	20,51	32,93	57,36	77,89	128,36	183,11	282,67
3	2,13	3,92	7,25	11,59	20,50	32,91	57,33	77,86	128,33	183,07	282,63
4	2,13	3,91	7,24	11,58	20,48	32,89	57,31	77,84	128,30	183,03	282,58
5	2,06	3,90	7,23	11,57	20,47	32,87	57,28	77,81	128,26	182,99	282,54
6	1,87	3,89	7,22	11,55	20,45	32,85	57,26	77,78	128,23	182,95	282,49
7	1,71	3,82	7,21	11,54	20,44	32,83	57,24	77,76	128,20	182,92	282,45
8	1,59	3,55	7,20	11,53	20,42	32,81	57,21	77,73	128,17	182,88	282,40
9	1,49	3,33	7,19	11,52	20,41	32,80	57,19	77,70	128,13	182,84	282,36
10	1,41	3,14	7,08	11,51	20,39	32,78	57,17	77,68	128,10	182,80	282,31
11	1,34	2,98	6,72	11,49	20,37	32,76	57,14	77,65	128,07	182,76	282,27
12	1,27	2,84	6,41	11,48	20,36	32,74	57,12	77,62	128,03	182,73	282,22
13	1,22	2,72	6,13	11,40	20,34	32,72	57,10	77,60	128,00	182,69	282,17
14	1,17	2,61	5,89	10,95	20,33	32,70	57,07	77,57	127,97	182,65	282,13
15	1,13	2,51	5,67	10,54	20,31	32,68	57,05	77,54	127,94	182,61	282,08
16	1,09	2,43	5,47	10,17	20,30	32,67	57,03	77,52	127,90	182,57	282,04
17	1,05	2,35	5,29	9,84	20,28	32,65	57,00	77,49	127,87	182,54	281,99
18	1,02	2,27	5,13	9,54	20,26	32,63	56,98	77,46	127,84	182,50	281,95
19	0,99	2,21	4,98	9,26	19,67	32,61	56,96	77,44	127,80	182,46	281,90
20	0,96	2,15	4,84	9,00	19,12	32,59	56,93	77,41	127,77	182,42	281,86
21	0,94	2,09	4,71	8,76	18,62	32,57	56,91	77,38	127,74	182,38	281,81
22	0,91	2,04	4,59	8,54	18,15	32,55	56,89	77,36	127,71	182,35	281,77
23	0,89	1,99	4,48	8,33	17,71	32,54	56,86	77,33	127,67	182,31	281,72
24	0,87	1,94	4,38	8,14	17,30	32,36	56,84	77,30	127,64	182,27	281,68
25	0,85	1,90	4,28	7,96	16,92	31,64	56,82	77,28	127,61	182,23	281,63
26	0,83	1,86	4,19	7,79	16,56	30,97	56,79	77,25	127,58	182,19	281,58
27	0,81	1,82	4,10	7,63	16,22	30,33	56,77	77,22	127,54	182,16	281,54
28	0,80	1,78	4,02	7,48	15,90	29,73	56,75	77,20	127,51	182,12	281,49
29	0,78	1,75	3,94	7,34	15,59	29,16	56,72	77,17	127,48	182,08	281,45
30	0,77	1,72	3,87	7,20	15,30	28,63	56,70	77,14	127,45	182,04	281,40
31	0,75	1,68	3,80	7,07	15,03	28,12	56,68	77,12	127,41	182,01	281,36
32	0,74	1,66	3,73	6,95	14,77	27,63	56,65	77,09	127,38	181,97	281,31
33	0,73	1,63	3,67	6,83	14,52	27,17	56,62	77,06	127,35	181,93	281,27
34	0,72	1,60	3,61	6,72	14,29	26,72	55,70	77,04	127,32	181,89	281,22
35	0,70	1,58	3,56	6,62	14,06	26,30	54,82	77,01	127,28	181,85	281,18
36	0,69	1,55	3,50	6,51	13,84	25,90	53,98	76,99	127,25	181,82	281,13
37	0,68	1,53	3,45	6,42	13,64	25,51	53,17	76,96	127,22	181,78	281,09
38	0,67	1,51	3,40	6,32	13,44	25,14	52,40	76,93	127,19	181,74	281,04
39	0,66	1,48	3,35	6,23	13,25	24,78	51,66	76,91	127,15	181,70	281,00
40	0,65	1,46	3,30	6,15	13,07	24,44	50,94	76,38	127,12	181,67	280,95
41	0,65	1,44	3,26	6,06	12,89	24,11	50,26	75,35	127,09	181,63	280,91
42	0,64	1,43	3,22	5,99	12,72	23,79	49,59	74,36	127,06	181,59	280,86
43	0,63	1,41	3,17	5,91	12,56	23,49	48,96	73,41	127,02	181,55	280,82
44	0,62	1,39	3,13	5,83	12,40	23,19	48,34	72,48	126,99	181,52	280,77
45	0,61	1,37	3,10	5,76	12,25	22,91	47,75	71,59	126,96	181,48	280,73
46	0,61	1,36	3,06	5,69	12,10	22,63	47,18	70,74	126,93	181,44	280,68
47	0,60	1,34	3,02	5,63	11,96	22,37	46,62	69,90	126,89	181,40	280,64
48	0,59	1,32	2,99	5,56	11,82	22,11	46,09	69,10	126,86	181,37	280,59
49	0,59	1,31	2,95	5,50	11,69	21,86	45,57	68,32	126,83	181,33	280,55
50	0,58	1,29	2,92	5,44	11,56	21,62	45,06	67,57	126,80	181,29	280,50

Pressão inicial (mbar)	100		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	0,62		
<b>Gás Natural</b>			Velocidade máxima (m/s)		15		<b>Média Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	9,12	31,48	49,49	123,07	252,37	377,38	486,64	797,14	1247,08
2	9,11	31,46	49,47	123,04	252,32	377,33	486,58	797,07	1247,00
3	9,09	31,44	49,45	123,01	252,28	377,28	486,52	797,00	1246,92
4	9,08	31,42	49,43	122,97	252,24	377,23	486,47	796,93	1246,83
5	9,07	31,40	49,41	122,94	252,19	377,18	486,41	796,86	1246,75
6	9,06	31,38	49,38	122,91	252,15	377,12	486,35	796,79	1246,66
7	9,05	31,37	49,36	122,88	252,11	377,07	486,30	796,72	1246,58
8	9,04	31,35	49,34	122,84	252,06	377,02	486,24	796,65	1246,50
9	9,03	31,33	49,32	122,81	252,02	376,97	486,18	796,58	1246,41
10	9,02	31,31	49,29	122,78	251,98	376,92	486,13	796,51	1246,33
11	9,01	31,29	49,27	122,75	251,93	376,87	486,07	796,44	1246,25
12	8,65	31,27	49,25	122,71	251,89	376,82	486,01	796,37	1246,16
13	8,28	31,26	49,23	122,68	251,85	376,77	485,96	796,30	1246,08
14	7,95	31,24	49,21	122,65	251,80	376,71	485,90	796,23	1246,00
15	7,65	31,22	49,18	122,62	251,76	376,66	485,84	796,16	1245,91
16	7,38	31,20	49,16	122,59	251,72	376,61	485,79	796,10	1245,83
17	7,14	31,18	49,14	122,55	251,67	376,56	485,73	796,03	1245,74
18	6,92	31,16	49,12	122,52	251,63	376,51	485,67	795,96	1245,66
19	6,72	31,15	49,10	122,49	251,59	376,46	485,62	795,89	1245,58
20	6,53	31,13	49,07	122,46	251,54	376,41	485,56	795,82	1245,49
21	6,36	31,11	49,05	122,43	251,50	376,36	485,50	795,75	1245,41
22	6,20	31,09	49,03	122,39	251,46	376,31	485,44	795,68	1245,33
23	6,05	31,07	49,01	122,36	251,41	376,25	485,39	795,61	1245,24
24	5,91	30,46	48,99	122,33	251,37	376,20	485,33	795,54	1245,16
25	5,78	29,79	48,96	122,30	251,33	376,15	485,27	795,47	1245,08
26	5,65	29,15	48,94	122,26	251,28	376,10	485,22	795,40	1244,99
27	5,54	28,55	48,92	122,23	251,24	376,05	485,16	795,33	1244,91
28	5,43	27,99	48,90	122,20	251,20	376,00	485,10	795,26	1244,83
29	5,32	27,45	48,88	122,17	251,15	375,95	485,05	795,19	1244,74
30	5,23	26,95	48,85	122,14	251,11	375,90	484,99	795,12	1244,66
31	5,13	26,47	48,19	122,10	251,07	375,85	484,93	795,05	1244,57
32	5,04	26,01	47,35	122,07	251,02	375,80	484,88	794,98	1244,49
33	4,96	25,57	46,56	122,04	250,98	375,75	484,82	794,91	1244,41
34	4,88	25,16	45,80	122,01	250,94	375,69	484,77	794,84	1244,32
35	4,80	24,76	45,08	121,98	250,89	375,64	484,71	794,78	1244,24
36	4,73	24,38	44,38	121,94	250,85	375,59	484,65	794,71	1244,16
37	4,66	24,01	43,72	121,91	250,81	375,54	484,60	794,64	1244,07
38	4,59	23,66	43,09	121,88	250,77	375,49	484,54	794,57	1243,99
39	4,52	23,33	42,47	121,85	250,72	375,44	484,48	794,50	1243,91
40	4,46	23,01	41,89	121,82	250,68	375,39	484,43	794,43	1243,82
41	4,40	22,70	41,32	121,79	250,64	375,34	484,37	794,36	1243,74
42	4,34	22,40	40,78	121,75	250,59	375,29	484,31	794,29	1243,66
43	4,29	22,11	40,26	121,72	250,55	375,24	484,26	794,22	1243,57
44	4,23	21,83	39,75	121,69	250,51	375,19	484,20	794,15	1243,49
45	4,18	21,56	39,26	121,66	250,46	375,13	484,14	794,08	1243,41
46	4,13	21,31	38,79	121,63	250,42	375,08	484,09	794,01	1243,32
47	4,08	21,06	38,34	121,59	250,38	375,03	484,03	793,94	1243,24
48	4,04	20,81	37,89	121,56	250,34	374,98	483,97	793,87	1243,16
49	3,99	20,58	37,47	121,53	250,29	374,93	483,92	793,80	1243,07
50	3,95	20,35	37,05	121,50	250,25	374,88	483,86	793,74	1242,99

Pressão inicial (mbar)	100		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	0,62		
<b>Gás Natural</b>			Velocidade máxima (m/s)		15		<b>Média Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	11,03	34,96	58,36	145,05	295,20	442,00	571,99	936,86	1463,05
2	11,02	34,94	58,34	145,01	295,15	441,94	571,93	936,79	1462,96
3	11,01	34,92	58,32	144,98	295,10	441,89	571,87	936,71	1462,87
4	11,00	34,90	58,29	144,94	295,06	441,83	571,81	936,64	1462,78
5	10,99	34,88	58,27	144,91	295,01	441,78	571,75	936,56	1462,69
6	10,97	34,86	58,25	144,87	294,96	441,72	571,69	936,49	1462,60
7	10,96	34,84	58,22	144,84	294,92	441,67	571,63	936,41	1462,51
8	10,95	34,82	58,20	144,80	294,87	441,61	571,57	936,34	1462,42
9	10,94	34,80	58,17	144,77	294,83	441,56	571,50	936,27	1462,33
10	10,93	34,79	58,15	144,74	294,78	441,50	571,44	936,19	1462,25
11	10,91	34,77	58,13	144,70	294,73	441,45	571,38	936,12	1462,16
12	10,90	34,75	58,10	144,67	294,69	441,40	571,32	936,04	1462,07
13	10,66	34,73	58,08	144,63	294,64	441,34	571,26	935,97	1461,98
14	10,23	34,71	58,06	144,60	294,59	441,29	571,20	935,89	1461,89
15	9,85	34,69	58,03	144,56	294,55	441,23	571,14	935,82	1461,80
16	9,51	34,67	58,01	144,53	294,50	441,18	571,08	935,75	1461,71
17	9,19	34,65	57,99	144,49	294,46	441,12	571,02	935,67	1461,62
18	8,91	34,63	57,96	144,46	294,41	441,07	570,96	935,60	1461,53
19	8,65	34,61	57,94	144,43	294,36	441,01	570,90	935,52	1461,44
20	8,41	34,59	57,91	144,39	294,32	440,96	570,84	935,45	1461,35
21	8,19	34,58	57,89	144,36	294,27	440,90	570,78	935,37	1461,26
22	7,98	34,56	57,87	144,32	294,22	440,85	570,72	935,30	1461,17
23	7,79	34,54	57,84	144,29	294,18	440,80	570,66	935,23	1461,08
24	7,61	34,52	57,82	144,25	294,13	440,74	570,59	935,15	1461,00
25	7,44	34,23	57,80	144,22	294,09	440,69	570,53	935,08	1460,91
26	7,28	33,50	57,77	144,18	294,04	440,63	570,47	935,00	1460,82
27	7,13	32,81	57,75	144,15	293,99	440,58	570,41	934,93	1460,73
28	6,99	32,16	57,73	144,12	293,95	440,52	570,35	934,85	1460,64
29	6,85	31,55	57,70	144,08	293,90	440,47	570,29	934,78	1460,55
30	6,73	30,96	57,68	144,05	293,86	440,41	570,23	934,71	1460,46
31	6,61	30,41	57,66	144,01	293,81	440,36	570,17	934,63	1460,37
32	6,49	29,88	57,63	143,98	293,76	440,31	570,11	934,56	1460,28
33	6,38	29,38	57,61	143,95	293,72	440,25	570,05	934,48	1460,19
34	6,28	28,91	56,97	143,91	293,67	440,20	569,99	934,41	1460,10
35	6,18	28,45	56,07	143,88	293,63	440,14	569,93	934,33	1460,01
36	6,09	28,01	55,21	143,84	293,58	440,09	569,87	934,26	1459,93
37	6,00	27,59	54,38	143,81	293,53	440,03	569,81	934,19	1459,84
38	5,91	27,19	53,59	143,77	293,49	439,98	569,75	934,11	1459,75
39	5,82	26,81	52,83	143,74	293,44	439,92	569,69	934,04	1459,66
40	5,74	26,44	52,10	143,71	293,40	439,87	569,63	933,96	1459,57
41	5,67	26,08	51,40	143,67	293,35	439,82	569,57	933,89	1459,48
42	5,59	25,74	50,73	143,64	293,30	439,76	569,51	933,82	1459,39
43	5,52	25,41	50,07	143,60	293,26	439,71	569,45	933,74	1459,30
44	5,45	25,09	49,45	143,57	293,21	439,65	569,38	933,67	1459,21
45	5,38	24,78	48,84	143,54	293,17	439,60	569,32	933,59	1459,12
46	5,32	24,48	48,25	143,50	293,12	439,54	569,26	933,52	1459,04
47	5,26	24,19	47,69	143,47	293,07	439,49	569,20	933,45	1458,95
48	5,20	23,92	47,14	143,43	293,03	439,44	569,14	933,37	1458,86
49	5,14	23,65	46,61	143,40	292,98	439,38	569,08	933,30	1457,80
50	5,08	23,38	46,09	143,37	292,94	439,33	569,02	933,22	1458,68

## ANEXO 6

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS  
PARA REDES DE PROPANO EM MÉDIA PRESSÃO, DESPREZANDO A PERDA  
DE CARGA ESTÁTICA

(página em branco)

Pressão inicial (mbar)	1500		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	1,16				
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)	15		<b>Média Pressão</b>					
<b>Tubo de Cobre</b>											
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	1,76	4,28	7,39	11,34	17,74	26,88	42,02	68,87	107,64	159,91	262,87
2	1,20	3,24	6,66	11,31	17,70	26,83	41,96	68,80	107,56	159,81	262,76
3	0,96	2,59	5,33	9,39	16,96	26,79	41,91	68,74	107,48	159,72	262,64
4	0,82	2,21	4,55	8,01	14,48	25,09	41,86	68,67	107,40	159,62	262,53
5	0,72	1,96	4,02	7,09	12,81	22,20	40,08	68,60	107,32	159,53	262,41
6	0,65	1,77	3,64	6,41	11,58	20,08	36,26	68,54	107,24	159,44	262,29
7	0,60	1,63	3,34	5,89	10,64	18,45	33,32	64,07	107,16	159,34	262,18
8	0,56	1,51	3,11	5,47	9,89	17,14	30,96	59,53	107,08	159,25	262,06
9	0,52	1,41	2,91	5,13	9,27	16,07	29,02	55,80	100,77	159,15	261,95
10	0,49	1,33	2,75	4,84	8,75	15,16	27,39	52,66	95,10	159,06	261,84
11	0,47	1,27	2,61	4,60	8,30	14,39	25,99	49,98	90,25	152,40	261,72
12	0,44	1,21	2,49	4,38	7,91	13,72	24,78	47,64	86,03	145,28	261,61
13	0,43	1,16	2,38	4,19	7,57	13,13	23,71	45,59	82,33	139,03	261,49
14	0,41	1,11	2,28	4,02	7,27	12,60	22,76	43,77	79,05	133,48	257,76
15	0,39	1,07	2,20	3,87	7,00	12,14	21,92	42,15	76,11	128,52	248,17
16	0,38	1,03	2,12	3,74	6,76	11,71	21,15	40,68	73,46	124,04	239,52
17	0,37	1,00	2,05	3,62	6,53	11,33	20,46	39,34	71,05	119,98	231,68
18	0,35	0,97	1,99	3,50	6,33	10,98	19,83	38,13	68,85	116,27	224,51
19	0,34	0,94	1,93	3,40	6,15	10,66	19,25	37,01	66,84	112,86	217,94
20	0,33	0,91	1,88	3,31	5,98	10,36	18,71	35,98	64,98	109,73	211,88
21	0,33	0,89	1,83	3,22	5,82	10,09	18,22	35,03	63,26	106,83	206,28
22	0,32	0,86	1,78	3,14	5,67	9,83	17,76	34,15	61,66	104,13	201,07
23	0,31	0,84	1,74	3,06	5,53	9,59	17,33	33,32	60,18	101,62	196,22
24	0,30	0,82	1,70	2,99	5,41	9,37	16,93	32,55	58,78	99,27	191,69
25	0,30	0,80	1,66	2,92	5,29	9,16	16,55	31,83	57,48	97,07	187,43
26	0,29	0,79	1,62	2,86	5,17	8,97	16,20	31,15	56,25	95,00	183,44
27	0,28	0,77	1,59	2,80	5,07	8,78	15,87	30,51	55,10	93,05	179,67
28	0,28	0,76	1,56	2,75	4,97	8,61	15,55	29,91	54,01	91,21	176,12
29	0,27	0,74	1,53	2,70	4,87	8,45	15,26	29,34	52,98	89,46	172,76
30	0,27	0,73	1,50	2,65	4,78	8,29	14,97	28,80	52,00	87,81	169,57
31	0,26	0,71	1,47	2,60	4,70	8,14	14,71	28,28	51,07	86,24	166,54
32	0,26	0,70	1,45	2,55	4,61	8,00	14,45	27,79	50,19	84,75	163,66
33	0,25	0,69	1,42	2,51	4,54	7,87	14,21	27,33	49,35	83,33	160,92
34	0,25	0,68	1,40	2,47	4,46	7,74	13,98	26,88	48,54	81,98	158,30
35	0,24	0,67	1,38	2,43	4,39	7,62	13,76	26,46	47,78	80,68	155,80
36	0,24	0,66	1,36	2,39	4,33	7,50	13,55	26,05	47,04	79,44	153,40
37	0,24	0,65	1,34	2,36	4,26	7,39	13,34	25,66	46,34	78,25	151,11
38	0,23	0,64	1,32	2,32	4,20	7,28	13,15	25,29	45,67	77,12	148,91
39	0,23	0,63	1,30	2,29	4,14	7,18	12,96	24,93	45,02	76,02	146,80
40	0,23	0,62	1,28	2,26	4,08	7,08	12,78	24,58	44,40	74,97	144,77
41	0,22	0,61	1,26	2,23	4,03	6,98	12,61	24,25	43,80	73,96	142,82
42	0,22	0,60	1,25	2,20	3,97	6,89	12,45	23,93	43,22	72,99	140,94
43	0,22	0,60	1,23	2,17	3,92	6,80	12,29	23,63	42,67	72,05	139,13
44	0,22	0,59	1,21	2,14	3,87	6,72	12,13	23,33	42,13	71,15	137,39
45	0,21	0,58	1,20	2,12	3,83	6,63	11,98	23,04	41,61	70,27	135,70
46	0,21	0,57	1,19	2,09	3,78	6,55	11,84	22,77	41,12	69,43	134,07
47	0,21	0,57	1,17	2,07	3,73	6,48	11,70	22,50	40,63	68,62	132,50
48	0,20	0,56	1,16	2,04	3,69	6,40	11,56	22,24	40,16	67,83	130,97
49	0,20	0,55	1,14	2,02	3,65	6,33	11,43	21,99	39,71	67,06	129,50
50	0,20	0,55	1,13	2,00	3,61	6,26	11,31	21,75	39,27	66,32	128,07

Pressão inicial (mbar)	1500			Perda de pressão (mbar)	30			Densidade corrigida do gás	1,16			
<b>Propano</b>				Velocidade máxima (m/s)			15			<b>Média Pressão</b>		
<b>Tubo de Aço</b>												
<b>Diâmetro do tubo</b>												
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9	
Interior	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9	
Comprimento (m)	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>											
1	4,84	8,87	16,39	26,21	46,33	74,36	129,51	175,87	289,82	413,42	638,21	
2	3,80	8,48	16,36	26,17	46,27	74,29	129,43	175,77	289,70	413,28	638,04	
3	3,04	6,78	15,28	26,12	46,22	74,22	129,34	175,68	289,58	413,14	637,87	
4	2,60	5,79	13,05	24,27	46,16	74,15	129,25	175,58	289,46	413,00	637,71	
5	2,30	5,12	11,54	21,47	45,61	74,08	129,17	175,48	289,34	412,86	637,54	
6	2,08	4,63	10,44	19,42	41,27	74,02	129,08	175,38	289,22	412,72	637,38	
7	1,91	4,26	9,59	17,84	37,91	70,91	129,00	175,29	289,10	412,58	637,21	
8	1,77	3,96	8,91	16,58	35,23	65,89	128,91	175,19	288,98	412,44	637,04	
9	1,66	3,71	8,35	15,54	33,02	61,76	128,73	175,09	288,86	412,30	636,88	
10	1,57	3,50	7,88	14,67	31,17	58,29	121,49	174,99	288,74	412,17	636,71	
11	1,49	3,32	7,48	13,92	29,57	55,32	115,29	172,86	288,63	412,03	636,55	
12	1,42	3,16	7,13	13,27	28,19	52,73	109,91	164,79	288,51	411,89	636,38	
13	1,36	3,03	6,83	12,70	26,98	50,46	105,18	157,70	288,39	411,75	636,22	
14	1,30	2,91	6,55	12,19	25,90	48,45	100,98	151,41	288,27	411,61	636,05	
15	1,25	2,80	6,31	11,74	24,94	46,65	97,23	145,77	282,40	411,48	635,89	
16	1,21	2,70	6,09	11,33	24,07	45,02	93,84	140,70	272,56	411,34	635,72	
17	1,17	2,61	5,89	10,96	23,28	43,55	90,76	136,09	263,63	411,20	635,56	
18	1,13	2,53	5,71	10,62	22,56	42,20	87,96	131,88	255,48	408,86	635,39	
19	1,10	2,46	5,54	10,31	21,90	40,96	85,38	128,02	248,00	396,89	635,23	
20	1,07	2,39	5,39	10,02	21,29	39,83	83,01	124,46	241,11	385,86	635,06	
21	1,04	2,33	5,24	9,76	20,73	38,77	80,81	121,17	234,73	375,65	634,90	
22	1,02	2,27	5,11	9,51	20,21	37,79	78,77	118,11	228,81	366,17	634,73	
23	0,99	2,21	4,99	9,28	19,72	36,88	76,87	115,26	223,29	357,34	634,57	
24	0,97	2,16	4,87	9,06	19,26	36,03	75,10	112,60	218,13	349,08	620,28	
25	0,95	2,11	4,76	8,86	18,84	35,23	73,43	110,10	213,29	341,34	606,52	
26	0,93	2,07	4,66	8,67	18,43	34,48	71,87	107,75	208,74	334,06	593,59	
27	0,91	2,02	4,57	8,50	18,06	33,77	70,39	105,54	204,46	327,20	581,41	
28	0,89	1,98	4,48	8,33	17,70	33,10	69,00	103,45	200,41	320,73	569,90	
29	0,87	1,95	4,39	8,17	17,36	32,47	67,68	101,48	196,58	314,60	559,02	
30	0,86	1,91	4,31	8,02	17,04	31,87	66,43	99,60	192,96	308,80	548,70	
31	0,84	1,88	4,23	7,87	16,74	31,30	65,24	97,82	189,51	303,28	538,91	
32	0,83	1,84	4,16	7,74	16,45	30,76	64,12	96,13	186,23	298,04	529,59	
33	0,81	1,81	4,09	7,61	16,17	30,25	63,04	94,52	183,11	293,04	520,71	
34	0,80	1,78	4,02	7,49	15,91	29,75	62,02	92,98	180,13	288,27	512,24	
35	0,79	1,76	3,96	7,37	15,66	29,28	61,04	91,51	177,29	283,72	504,14	
36	0,77	1,73	3,90	7,25	15,41	28,83	60,10	90,11	174,56	279,36	496,40	
37	0,76	1,70	3,84	7,15	15,18	28,40	59,20	88,76	171,95	275,19	488,98	
38	0,75	1,68	3,78	7,04	14,96	27,99	58,34	87,47	169,45	271,18	481,87	
39	0,74	1,65	3,73	6,94	14,75	27,59	57,51	86,23	167,05	267,34	475,04	
40	0,73	1,63	3,68	6,85	14,55	27,21	56,72	85,04	164,74	263,65	468,48	
41	0,72	1,61	3,63	6,75	14,35	26,84	55,95	83,89	162,52	260,10	462,16	
42	0,71	1,59	3,58	6,66	14,16	26,49	55,22	82,79	160,39	256,67	456,09	
43	0,70	1,57	3,53	6,58	13,98	26,15	54,51	81,73	158,33	253,38	450,23	
44	0,69	1,55	3,49	6,50	13,81	25,82	53,82	80,70	156,34	250,20	444,58	
45	0,68	1,53	3,45	6,42	13,64	25,51	53,16	79,71	154,42	247,13	439,12	
46	0,68	1,51	3,41	6,34	13,47	25,20	52,52	78,75	152,57	244,16	433,85	
47	0,67	1,49	3,37	6,26	13,31	24,90	51,91	77,83	150,77	241,29	428,75	
48	0,66	1,47	3,33	6,19	13,16	24,62	51,31	76,93	149,04	238,52	423,82	
49	0,65	1,46	3,29	6,12	13,01	24,34	50,73	76,07	147,36	235,83	419,05	
50	0,64	1,44	3,25	6,05	12,87	24,07	50,17	75,23	145,73	233,23	414,42	

Pressão inicial (mbar)	1500		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)		15		<b>Média Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	20,57	71,04	111,71	277,80	569,68	851,90	1098,55	1799,52	2815,28
2	20,53	70,97	111,63	277,68	569,52	851,72	1098,34	1799,26	2814,97
3	20,49	70,91	111,55	277,57	569,37	851,53	1098,14	1799,01	2814,67
4	17,62	70,84	111,47	277,45	569,21	851,34	1097,93	1798,75	2814,36
5	15,58	70,77	111,39	277,33	569,05	851,15	1097,72	1798,50	2814,06
6	14,10	70,70	111,31	277,21	568,89	850,97	1097,51	1798,24	2813,75
7	12,95	66,75	111,23	277,10	568,73	850,78	1097,31	1797,99	2813,45
8	12,04	62,03	111,15	276,98	568,57	850,59	1097,10	1797,74	2813,14
9	11,28	58,14	105,85	276,86	568,42	850,41	1096,89	1797,48	2812,84
10	10,65	54,87	99,90	276,74	568,26	850,22	1096,68	1797,23	2812,53
11	10,10	52,07	94,80	276,63	568,10	850,03	1096,48	1796,98	2812,23
12	9,63	49,64	90,37	276,51	567,94	849,85	1096,27	1796,72	2811,92
13	9,22	47,50	86,48	276,39	567,78	849,66	1096,06	1796,47	2811,62
14	8,85	45,61	83,03	276,27	567,63	849,48	1095,86	1796,21	2811,31
15	8,52	43,91	79,94	267,00	567,47	849,29	1095,65	1795,96	2811,01
16	8,22	42,38	77,16	257,70	567,31	849,10	1095,44	1795,71	2810,70
17	7,95	40,99	74,63	249,25	567,15	848,92	1095,24	1795,45	2810,40
18	7,71	39,73	72,32	241,55	567,00	848,73	1095,03	1795,20	2810,09
19	7,48	38,56	70,21	234,48	566,84	848,55	1094,82	1794,95	2809,79
20	7,27	37,49	68,26	227,96	566,68	848,36	1094,62	1794,69	2809,48
21	7,08	36,50	66,45	221,93	566,52	848,17	1094,41	1794,44	2809,18
22	6,90	35,58	64,77	216,33	559,81	847,99	1094,20	1794,19	2808,88
23	6,73	34,72	63,21	211,11	546,30	847,80	1094,00	1793,94	2808,57
24	6,58	33,92	61,75	206,23	533,68	847,62	1093,79	1793,68	2808,27
25	6,43	33,16	60,38	201,66	521,84	847,43	1093,59	1793,43	2807,96
26	6,30	32,46	59,09	197,36	510,71	847,25	1093,38	1793,18	2807,66
27	6,17	31,79	57,88	193,31	500,23	847,06	1093,17	1792,92	2807,35
28	6,04	31,16	56,73	189,48	490,33	835,35	1092,97	1792,67	2807,05
29	5,93	30,57	55,65	185,86	480,97	819,39	1092,76	1792,42	2806,75
30	5,82	30,00	54,62	182,43	472,09	804,27	1092,56	1792,17	2806,44
31	5,72	29,47	53,65	179,18	463,67	789,91	1092,35	1791,91	2806,14
32	5,62	28,96	52,72	176,08	455,65	776,25	1086,96	1791,66	2805,83
33	5,52	28,47	51,84	173,13	448,01	763,24	1068,74	1791,41	2805,53
34	5,43	28,01	50,99	170,31	440,72	750,82	1051,35	1791,16	2805,23
35	5,35	27,57	50,19	167,62	433,76	738,96	1034,74	1790,90	2804,92
36	5,26	27,14	49,42	165,04	427,09	727,61	1018,85	1790,65	2804,62
37	5,19	26,74	48,68	162,58	420,71	716,74	1003,62	1790,40	2804,32
38	5,11	26,35	47,97	160,21	414,59	706,31	989,03	1790,15	2804,01
39	5,04	25,97	47,29	157,94	408,72	696,30	975,01	1789,90	2803,71
40	4,97	25,62	46,64	155,76	403,07	686,68	961,54	1789,64	2803,41
41	4,90	25,27	46,01	153,66	397,64	677,43	948,58	1789,39	2803,10
42	4,84	24,94	45,40	151,64	392,41	668,52	936,11	1789,14	2802,80
43	4,77	24,62	44,82	149,69	387,37	659,93	924,08	1776,23	2802,50
44	4,71	24,31	44,26	147,81	382,51	651,65	912,48	1753,94	2802,19
45	4,66	24,01	43,71	146,00	377,81	643,65	901,28	1732,41	2801,89
46	4,60	23,72	43,19	144,25	373,28	635,92	890,47	1711,62	2801,59
47	4,55	23,44	42,68	142,55	368,89	628,45	880,00	1691,51	2801,28
48	4,49	23,17	42,19	140,91	364,65	621,22	869,88	1672,06	2800,98
49	4,44	22,91	41,71	139,32	360,54	614,23	860,08	1653,22	2800,68
50	4,39	22,66	41,25	137,79	356,56	607,45	850,59	1634,97	2800,37

Pressão inicial (mbar)	1500		Perda de pressão (mbar)	30		Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)		15		<b>Média Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	24,90	78,90	131,74	327,41	666,37	997,77	1291,24	2114,94	3302,83
2	24,86	78,83	131,65	327,29	666,20	997,57	1291,01	2114,67	3302,51
3	24,81	78,76	131,56	327,16	666,03	997,37	1290,79	2114,40	3302,18
4	22,68	78,69	131,48	327,03	665,86	997,17	1290,57	2114,13	3301,85
5	20,06	78,62	131,39	326,91	665,69	996,97	1290,35	2113,86	3301,53
6	18,15	78,55	131,30	326,78	665,52	996,78	1290,13	2113,58	3301,20
7	16,67	76,70	131,22	326,66	665,36	996,58	1289,91	2113,31	3300,88
8	15,49	71,27	131,13	326,53	665,19	996,38	1289,68	2113,04	3300,55
9	14,52	66,81	131,04	326,40	665,02	996,18	1289,46	2112,77	3300,23
10	13,70	63,05	124,26	326,28	664,85	995,98	1289,24	2112,50	3299,90
11	13,00	59,83	117,92	326,15	664,68	995,78	1289,02	2112,23	3299,57
12	12,40	57,04	112,41	326,03	664,51	995,58	1288,80	2111,96	3299,25
13	11,86	54,58	107,58	325,90	664,34	995,38	1288,58	2111,69	3298,92
14	11,39	52,41	103,28	325,78	664,18	995,18	1288,36	2111,41	3298,60
15	10,97	50,46	99,44	325,65	664,01	994,98	1288,14	2111,00	3298,27
16	10,58	48,70	95,98	320,32	663,84	994,79	1287,92	2110,87	3297,95
17	10,24	47,10	92,83	309,82	663,67	994,59	1287,69	2110,60	3297,62
18	9,92	45,65	89,96	300,24	663,50	994,39	1287,47	2110,33	3297,30
19	9,63	44,31	87,33	291,46	663,34	994,19	1287,25	2110,06	3296,97
20	9,36	43,08	84,90	283,36	663,17	993,99	1287,03	2109,79	3296,64
21	9,11	41,94	82,66	275,86	663,00	993,79	1286,81	2109,52	3296,32
22	8,88	40,88	80,57	268,90	662,83	993,59	1286,59	2109,25	3295,99
23	8,67	39,89	78,63	262,41	662,66	993,40	1286,37	2108,98	3295,67
24	8,47	38,97	76,81	256,35	656,77	993,20	1286,15	2108,71	3295,34
25	8,28	38,11	75,10	250,66	642,21	993,00	1285,93	2108,44	3295,02
26	8,10	37,29	73,50	245,32	628,51	992,80	1285,71	2108,17	3294,69
27	7,94	36,53	71,99	240,28	615,61	992,60	1285,49	2107,90	3294,37
28	7,78	35,81	70,57	235,53	603,44	992,41	1285,27	2107,63	3294,05
29	7,63	35,12	69,22	231,03	591,91	992,21	1285,05	2107,36	3293,72
30	7,49	34,47	67,95	226,77	580,99	991,48	1284,83	2107,09	3293,40
31	7,36	33,86	66,73	222,72	570,61	973,78	1284,61	2106,82	3293,07
32	7,23	33,27	65,58	218,86	560,75	956,94	1284,39	2106,55	3292,75
33	7,11	32,71	64,48	215,20	551,35	940,90	1284,17	2106,28	3292,42
34	6,99	32,18	63,43	211,69	542,38	925,59	1283,95	2106,01	3292,10
35	6,88	31,67	62,43	208,35	533,81	910,97	1281,62	2105,74	3291,77
36	6,78	31,19	61,47	205,15	525,61	896,97	1261,94	2105,47	3291,45
37	6,68	30,72	60,55	202,08	517,75	883,57	1243,08	2105,20	3291,12
38	6,58	30,27	59,67	199,14	510,22	870,72	1225,00	2104,93	3290,80
39	6,49	29,85	58,82	196,32	502,99	858,38	1207,64	2104,66	3290,48
40	6,40	29,43	58,01	193,61	496,04	846,52	1190,96	2104,39	3290,15
41	6,31	29,04	57,23	191,00	489,36	835,11	1174,91	2104,12	3289,83
42	6,23	28,65	56,48	188,49	482,92	824,13	1159,45	2103,85	3289,50
43	6,15	28,29	55,75	186,07	476,72	813,54	1144,56	2103,58	3289,18
44	6,07	27,93	55,05	183,73	470,73	803,33	1130,19	2103,31	3288,86
45	5,99	27,59	54,37	181,48	464,96	793,47	1116,32	2103,04	3288,53
46	5,92	27,26	53,72	179,30	459,38	783,95	1102,92	2102,77	3288,21
47	5,85	26,94	53,09	177,19	453,98	774,74	1089,97	2094,83	3287,88
48	5,79	26,63	52,48	175,15	448,76	765,83	1077,43	2070,74	3287,56
49	5,72	26,33	51,89	173,18	443,70	757,20	1065,29	2047,41	3287,24
50	5,66	26,04	51,32	171,27	438,80	748,84	1053,53	2024,81	3286,91

## ANEXO 7

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS PARA REDES DE GÁS NATURAL EM MÉDIA PRESSÃO, CONSIDERANDO A PERDA DE CARGA ESTÁTICA NO SENTIDO MAIS DESFAVORÁVEL (DESCENDENTE)

(página em branco)

<b>Gás Natural</b>											
Pressão inicial (mbar)	100			Perda de pressão (mbar)	30			Densidade corrigida do gás	0,62		
<b>Média Pressão</b>				Velocidade máxima (m/s)	15			Densidade relativa do gás	0,65		
<b>Tubo de Cobre</b>											
	Diâmetro do tubo (mm)										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
<b>Comprimento (m)</b>	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	0,89	1,90	3,28	5,03	7,86	11,91	18,62	30,51	47,69	70,84	116,45
2	0,89	1,89	3,27	5,02	7,85	11,90	18,60	30,50	47,66	70,81	116,42
3	0,86	1,89	3,26	5,01	7,84	11,89	18,59	30,48	47,64	70,79	116,39
4	0,73	1,88	3,25	5,00	7,83	11,87	18,57	30,46	47,62	70,76	116,35
5	0,65	1,75	3,25	4,99	7,82	11,86	18,56	30,44	47,60	70,73	116,32
6	0,58	1,58	3,24	4,98	7,81	11,85	18,54	30,42	47,57	70,71	116,28
7	0,53	1,45	2,99	4,97	7,80	11,84	18,53	30,40	47,55	70,68	116,25
8	0,50	1,35	2,77	4,88	7,79	11,82	18,51	30,38	47,53	70,65	116,22
9	0,46	1,26	2,60	4,57	7,77	11,81	18,50	30,36	47,50	70,62	116,18
10	0,44	1,19	2,45	4,31	7,76	11,80	18,48	30,34	47,48	70,60	116,15
11	0,41	1,13	2,32	4,09	7,39	11,79	18,47	30,33	47,46	70,57	116,11
12	0,39	1,07	2,21	3,89	7,04	11,77	18,45	30,31	47,44	70,54	116,08
13	0,38	1,03	2,11	3,72	6,73	11,67	18,44	30,29	47,41	70,52	116,05
14	0,36	0,98	2,03	3,57	6,45	11,19	18,42	30,27	47,39	70,49	116,01
15	0,35	0,95	1,95	3,44	6,21	10,76	18,41	30,25	47,37	70,46	115,98
16	0,34	0,91	1,88	3,31	5,99	10,38	18,39	30,23	47,35	70,43	115,95
17	0,32	0,88	1,82	3,20	5,79	10,03	18,12	30,21	47,32	70,41	115,91
18	0,31	0,85	1,76	3,10	5,60	9,71	17,54	30,20	47,30	70,38	115,88
19	0,30	0,83	1,71	3,01	5,43	9,42	17,02	30,18	47,28	70,35	115,84
20	0,29	0,80	1,66	2,92	5,28	9,15	16,53	30,16	47,26	70,33	115,81
21	0,29	0,78	1,61	2,84	5,13	8,90	16,08	30,14	47,23	70,30	115,78
22	0,28	0,76	1,57	2,77	5,00	8,67	15,66	30,11	47,21	70,27	115,74
23	0,27	0,74	1,53	2,70	4,88	8,45	15,27	29,36	47,19	70,25	115,71
24	0,27	0,72	1,49	2,63	4,76	8,25	14,90	28,66	47,17	70,22	115,68
25	0,26	0,71	1,46	2,57	4,65	8,06	14,56	28,00	47,14	70,19	115,64
26	0,25	0,69	1,43	2,52	4,55	7,88	14,24	27,38	47,12	70,17	115,61
27	0,25	0,68	1,40	2,46	4,45	7,71	13,93	26,79	47,10	70,14	115,57
28	0,24	0,66	1,37	2,41	4,36	7,55	13,65	26,24	47,08	70,11	115,54
29	0,24	0,65	1,34	2,36	4,27	7,40	13,37	25,72	46,44	70,09	115,51
30	0,23	0,64	1,31	2,32	4,19	7,26	13,12	25,22	45,55	70,06	115,47
31	0,23	0,62	1,29	2,27	4,11	7,12	12,87	24,75	44,70	70,03	115,44
32	0,22	0,61	1,27	2,23	4,03	7,00	12,64	24,30	43,89	70,00	115,41
33	0,22	0,60	1,24	2,19	3,96	6,87	12,41	23,87	43,11	69,98	115,37
34	0,22	0,59	1,22	2,15	3,90	6,75	12,20	23,46	42,37	69,95	115,34
35	0,21	0,58	1,20	2,12	3,83	6,64	12,00	23,07	41,67	69,92	115,31
36	0,21	0,57	1,18	2,08	3,77	6,53	11,80	22,70	40,99	69,23	115,27
37	0,21	0,56	1,16	2,05	3,71	6,43	11,62	22,34	40,35	68,13	115,24
38	0,20	0,55	1,15	2,02	3,65	6,33	11,44	22,00	39,72	67,08	115,21
39	0,20	0,55	1,13	1,99	3,60	6,24	11,27	21,67	39,13	66,07	115,17
40	0,20	0,54	1,11	1,96	3,54	6,15	11,10	21,35	38,55	65,11	115,14
41	0,19	0,53	1,10	1,93	3,49	6,06	10,94	21,04	38,00	64,17	115,11
42	0,19	0,52	1,08	1,90	3,44	5,97	10,79	20,75	37,47	63,27	115,07
43	0,19	0,52	1,06	1,88	3,40	5,89	10,64	20,46	36,95	62,41	115,04
44	0,19	0,51	1,05	1,85	3,35	5,81	10,50	20,19	36,46	61,57	115,01
45	0,18	0,50	1,04	1,83	3,31	5,73	10,36	19,92	35,98	60,76	114,97
46	0,18	0,50	1,02	1,81	3,26	5,66	10,23	19,67	35,52	59,98	114,94
47	0,18	0,49	1,01	1,78	3,22	5,59	10,10	19,42	35,07	59,22	114,36
48	0,18	0,48	1,00	1,76	3,18	5,52	9,97	19,18	34,63	58,49	112,94
49	0,17	0,48	0,99	1,74	3,14	5,45	9,85	18,95	34,21	57,78	111,57
50	0,17	0,47	0,97	1,72	3,11	5,39	9,73	18,72	33,81	57,09	110,24

<b>Gás Natural</b>											
Pressão inicial (mbar)	100	Perda de pressão (mbar)	30	Densidade corrigida do gás	0,62						
<b>Média Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)	15	Densidade relativa do gás	0,65						
<b>Tubo de Aço</b>											
	Diâmetro do tubo										
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	2,14	3,93	7,27	11,61	20,53	32,95	57,38	77,91	128,39	183,14	282,71
2	2,14	3,92	7,26	11,60	20,51	32,93	57,35	77,89	128,36	183,10	282,66
3	2,13	3,92	7,24	11,59	20,50	32,91	57,33	77,86	128,32	183,06	282,61
4	2,13	3,91	7,23	11,58	20,48	32,89	57,30	77,83	128,29	183,01	282,56
5	2,05	3,90	7,22	11,57	20,46	32,87	57,28	77,80	128,25	182,97	282,51
6	1,86	3,89	7,21	11,55	20,45	32,85	57,25	77,77	128,22	182,93	282,46
7	1,70	3,80	7,20	11,54	20,43	32,83	57,23	77,74	128,18	182,89	282,41
8	1,58	3,53	7,19	11,53	20,42	32,81	57,20	77,72	128,14	182,85	282,36
9	1,48	3,30	7,18	11,52	20,40	32,79	57,18	77,69	128,11	182,81	282,30
10	1,40	3,12	7,02	11,50	20,39	32,77	57,16	77,66	128,07	182,76	282,25
11	1,32	2,95	6,66	11,49	20,37	32,75	57,13	77,63	128,04	182,72	282,20
12	1,26	2,81	6,34	11,48	20,35	32,73	57,11	77,60	128,00	182,68	282,15
13	1,21	2,69	6,06	11,28	20,34	32,71	57,08	77,57	127,97	182,64	282,10
14	1,16	2,58	5,82	10,82	20,32	32,69	57,06	77,55	127,93	182,60	282,05
15	1,11	2,48	5,60	10,41	20,31	32,67	57,03	77,52	127,90	182,56	282,00
16	1,07	2,39	5,40	10,04	20,29	32,65	57,01	77,49	127,86	182,51	281,95
17	1,04	2,31	5,22	9,70	20,28	32,64	56,98	77,46	127,83	182,47	281,90
18	1,00	2,24	5,05	9,40	19,96	32,62	56,96	77,43	127,79	182,43	281,84
19	0,97	2,17	4,90	9,11	19,36	32,60	56,93	77,41	127,76	182,39	281,79
20	0,94	2,11	4,76	8,85	18,81	32,58	56,91	77,38	127,72	182,35	281,74
21	0,92	2,05	4,63	8,61	18,30	32,56	56,88	77,35	127,68	182,31	281,69
22	0,89	2,00	4,51	8,39	17,82	32,54	56,86	77,32	127,65	182,26	281,64
23	0,87	1,95	4,39	8,18	17,37	32,50	56,84	77,29	127,61	182,22	281,59
24	0,85	1,90	4,29	7,98	16,96	31,72	56,81	77,27	127,58	182,18	281,54
25	0,83	1,86	4,19	7,80	16,57	30,99	56,79	77,24	127,54	182,14	281,49
26	0,81	1,82	4,10	7,62	16,20	30,30	56,76	77,21	127,51	182,10	281,44
27	0,80	1,78	4,01	7,46	15,86	29,66	56,74	77,18	127,47	182,06	281,39
28	0,78	1,74	3,93	7,31	15,53	29,04	56,71	77,15	127,44	182,02	281,33
29	0,76	1,71	3,85	7,16	15,22	28,47	56,69	77,13	127,40	181,97	281,28
30	0,75	1,67	3,77	7,02	14,92	27,92	56,66	77,10	127,37	181,93	281,23
31	0,73	1,64	3,70	6,89	14,65	27,39	56,64	77,07	127,33	181,89	281,18
32	0,72	1,61	3,64	6,77	14,38	26,90	56,06	77,04	127,30	181,85	281,13
33	0,71	1,58	3,57	6,65	14,13	26,42	55,08	77,01	127,26	181,81	281,08
34	0,70	1,56	3,51	6,53	13,88	25,97	54,13	76,99	127,23	181,77	281,03
35	0,68	1,53	3,45	6,42	13,65	25,54	53,23	76,96	127,19	181,73	280,98
36	0,67	1,51	3,40	6,32	13,43	25,12	52,37	76,93	127,16	181,68	280,93
37	0,66	1,48	3,34	6,22	13,22	24,73	51,54	76,90	127,12	181,64	280,88
38	0,65	1,46	3,29	6,12	13,02	24,35	50,75	76,09	127,09	181,60	280,83
39	0,64	1,44	3,24	6,03	12,82	23,98	49,99	74,95	127,05	181,56	280,78
40	0,63	1,42	3,19	5,94	12,63	23,63	49,25	73,85	127,02	181,52	280,72
41	0,62	1,40	3,15	5,86	12,45	23,29	48,55	72,79	126,98	181,48	280,67
42	0,61	1,38	3,10	5,78	12,28	22,96	47,87	71,77	126,95	181,44	280,62
43	0,61	1,36	3,06	5,70	12,11	22,65	47,21	70,78	126,91	181,40	280,57
44	0,60	1,34	3,02	5,62	11,95	22,35	46,58	69,83	126,88	181,35	280,52
45	0,59	1,32	2,98	5,55	11,79	22,05	45,96	68,92	126,84	181,31	280,47
46	0,58	1,30	2,94	5,48	11,64	21,77	45,37	68,03	126,81	181,27	280,42
47	0,58	1,29	2,90	5,41	11,49	21,49	44,80	67,17	126,77	181,23	280,37
48	0,57	1,27	2,87	5,34	11,35	21,23	44,25	66,34	126,74	181,19	280,32
49	0,56	1,26	2,83	5,27	11,21	20,97	43,71	65,54	126,70	181,15	280,27
50	0,55	1,24	2,80	5,21	11,08	20,72	43,19	64,75	125,45	181,11	280,22

<b>Gás Natural</b>									
Pressão inicial (mbar)	100	Perda de pressão (mbar)			30	Densidade corrigida do gás			0,62
<b>Média Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			15	Densidade relativa do gás			0,65
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)								
1	9,12	31,48	49,49	123,07	252,36	377,37	486,63	797,12	1247,06
2	9,11	31,46	49,47	123,03	252,31	377,31	486,56	797,04	1246,95
3	9,09	31,44	49,45	123,00	252,26	377,26	486,49	796,95	1246,84
4	9,08	31,42	49,42	122,96	252,22	377,20	486,43	796,87	1246,73
5	9,07	31,40	49,40	122,93	252,17	377,14	486,36	796,78	1246,62
6	9,06	31,38	49,38	122,89	252,12	377,08	486,29	796,69	1246,51
7	9,05	31,36	49,35	122,86	252,07	377,02	486,23	796,61	1246,40
8	9,04	31,34	49,33	122,82	252,02	376,96	486,16	796,52	1246,29
9	9,03	31,32	49,31	122,79	251,97	376,90	486,09	796,44	1246,19
10	9,02	31,30	49,28	122,75	251,92	376,84	486,03	796,35	1246,08
11	8,99	31,28	49,26	122,72	251,88	376,78	485,96	796,27	1245,97
12	8,56	31,27	49,24	122,69	251,83	376,73	485,89	796,18	1245,86
13	8,19	31,25	49,21	122,65	251,78	376,67	485,83	796,09	1245,75
14	7,86	31,23	49,19	122,62	251,73	376,61	485,76	796,01	1245,64
15	7,56	31,21	49,17	122,58	251,68	376,55	485,69	795,92	1245,53
16	7,29	31,19	49,15	122,55	251,63	376,49	485,63	795,84	1245,42
17	7,04	31,17	49,12	122,51	251,59	376,43	485,56	795,75	1245,31
18	6,82	31,15	49,10	122,48	251,54	376,37	485,49	795,67	1245,21
19	6,61	31,13	49,08	122,44	251,49	376,31	485,43	795,58	1245,10
20	6,42	31,11	49,05	122,41	251,44	376,26	485,36	795,49	1244,99
21	6,25	31,10	49,03	122,37	251,39	376,20	485,29	795,41	1244,88
22	6,09	31,08	49,01	122,34	251,34	376,14	485,23	795,32	1244,77
23	5,93	30,59	48,99	122,30	251,30	376,08	485,16	795,24	1244,66
24	5,79	29,86	48,96	122,27	251,25	376,02	485,10	795,15	1244,55
25	5,66	29,17	48,94	122,24	251,20	375,96	485,03	795,07	1244,44
26	5,53	28,53	48,92	122,20	251,15	375,90	484,96	794,98	1244,34
27	5,41	27,92	48,89	122,17	251,10	375,85	484,90	794,90	1244,23
28	5,30	27,34	48,87	122,13	251,05	375,79	484,83	794,81	1244,12
29	5,20	26,80	48,79	122,10	251,01	375,73	484,76	794,72	1244,01
30	5,10	26,28	47,85	122,06	250,96	375,67	484,70	794,64	1243,90
31	5,00	25,79	46,95	122,03	250,91	375,61	484,63	794,55	1243,79
32	4,91	25,32	46,10	121,99	250,86	375,55	484,56	794,47	1243,68
33	4,82	24,87	45,29	121,96	250,81	375,49	484,50	794,38	1243,57
34	4,74	24,45	44,51	121,93	250,77	375,44	484,43	794,30	1243,47
35	4,66	24,04	43,77	121,89	250,72	375,38	484,36	794,21	1243,36
36	4,59	23,65	43,06	121,86	250,67	375,32	484,30	794,13	1243,25
37	4,51	23,28	42,38	121,82	250,62	375,26	484,23	794,04	1243,14
38	4,44	22,92	41,73	121,79	250,57	375,20	484,17	793,96	1243,03
39	4,38	22,57	41,10	121,75	250,52	375,14	484,10	793,87	1242,92
40	4,31	22,24	40,50	121,72	250,48	375,09	484,03	793,78	1242,81
41	4,25	21,92	39,92	121,69	250,43	375,03	483,97	793,70	1242,71
42	4,19	21,62	39,36	121,65	250,38	374,97	483,90	793,61	1242,60
43	4,13	21,32	38,82	121,62	250,33	374,91	483,83	793,53	1242,49
44	4,08	21,03	38,30	121,58	250,28	374,85	483,77	793,44	1242,38
45	4,02	20,76	37,79	121,55	250,24	374,79	483,70	793,36	1242,27
46	3,97	20,49	37,31	121,51	250,19	374,74	483,64	793,27	1242,16
47	3,92	20,23	36,84	121,48	250,14	374,68	483,57	793,19	1242,06
48	3,87	19,98	36,38	121,45	250,09	374,62	483,50	793,10	1241,95
49	3,83	19,74	35,94	120,04	250,05	374,56	483,44	793,02	1241,84
50	3,78	19,50	35,51	118,61	250,00	374,50	483,37	792,93	1241,73

<b>Gás Natural</b>									
Pressão inicial (mbar)	100	Perda de pressão (mbar)			30	Densidade corrigida do gás			0,62
<b>Média Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			15	Densidade relativa do gás			0,65
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	11,03	34,96	58,36	145,04	295,19	441,99	571,98	936,84	1463,02
2	11,02	34,94	58,34	145,01	295,14	441,92	571,91	936,75	1462,90
3	11,01	34,92	58,31	144,97	295,09	441,86	571,83	936,66	1462,78
4	11,00	34,90	58,29	144,93	295,03	441,80	571,76	936,56	1462,66
5	10,98	34,88	58,26	144,89	294,98	441,73	571,69	936,47	1462,54
6	10,97	34,86	58,24	144,86	294,93	441,67	571,62	936,37	1462,42
7	10,96	34,84	58,21	144,82	294,88	441,61	571,54	936,28	1462,31
8	10,95	34,82	58,19	144,78	294,82	441,54	571,47	936,19	1462,19
9	10,94	34,80	58,16	144,74	294,77	441,48	571,40	936,09	1462,07
10	10,92	34,78	58,14	144,71	294,72	441,41	571,33	936,00	1461,95
11	10,91	34,76	58,11	144,67	294,67	441,35	571,26	935,91	1461,83
12	10,90	34,74	58,09	144,63	294,61	441,29	571,18	935,81	1461,71
13	10,54	34,72	58,06	144,59	294,56	441,22	571,11	935,72	1461,59
14	10,11	34,70	58,04	144,56	294,51	441,16	571,04	935,63	1461,47
15	9,73	34,68	58,01	144,52	294,46	441,10	570,97	935,53	1461,35
16	9,38	34,66	57,99	144,48	294,41	441,03	570,89	935,44	1461,23
17	9,07	34,64	57,97	144,44	294,35	440,97	570,82	935,35	1461,12
18	8,78	34,62	57,94	144,41	294,30	440,91	570,75	935,25	1461,00
19	8,51	34,60	57,92	144,37	294,25	440,84	570,68	935,16	1460,88
20	8,27	34,58	57,89	144,33	294,20	440,78	570,61	935,07	1460,76
21	8,04	34,56	57,87	144,30	294,15	440,72	570,53	934,97	1460,64
22	7,83	34,54	57,84	144,26	294,09	440,65	570,46	934,88	1460,52
23	7,64	34,52	57,82	144,22	294,04	440,59	570,39	934,79	1460,40
24	7,46	34,31	57,79	144,18	293,99	440,53	570,32	934,70	1460,28
25	7,28	33,52	57,77	144,15	293,94	440,46	570,24	934,60	1460,16
26	7,12	32,78	57,74	144,11	293,89	440,40	570,17	934,51	1460,05
27	6,97	32,08	57,72	144,07	293,83	440,34	570,10	934,42	1459,93
28	6,83	31,42	57,69	144,03	293,78	440,27	570,03	934,32	1459,81
29	6,69	30,79	57,67	144,00	293,73	440,21	569,96	934,23	1459,69
30	6,56	30,20	57,64	143,96	293,68	440,15	569,88	934,14	1459,57
31	6,44	29,63	57,62	143,92	293,63	440,08	569,81	934,04	1459,45
32	6,32	29,09	57,34	143,89	293,57	440,02	569,74	933,95	1459,33
33	6,21	28,58	56,33	143,85	293,52	439,96	569,67	933,86	1459,22
34	6,10	28,09	55,37	143,81	293,47	439,89	569,60	933,76	1459,10
35	6,00	27,62	54,45	143,77	293,42	439,83	569,52	933,67	1458,98
36	5,90	27,18	53,56	143,74	293,37	439,77	569,45	933,58	1458,86
37	5,81	26,75	52,72	143,70	293,31	439,70	569,38	933,49	1458,74
38	5,72	26,33	51,91	143,66	293,26	439,64	569,31	933,39	1458,62
39	5,64	25,94	51,13	143,63	293,21	439,58	569,24	933,30	1458,50
40	5,55	25,56	50,37	143,59	293,16	439,51	569,16	933,21	1458,39
41	5,47	25,19	49,65	143,55	293,11	439,45	569,09	933,11	1458,27
42	5,40	24,84	48,96	143,52	293,06	439,39	569,02	933,02	1458,15
43	5,32	24,50	48,29	143,48	293,00	439,32	568,95	932,93	1458,03
44	5,25	24,17	47,64	143,44	292,95	439,26	568,88	932,83	1457,91
45	5,18	23,85	47,01	143,41	292,90	439,20	568,81	932,74	1457,79
46	5,12	23,54	46,41	143,37	292,85	439,14	568,73	932,65	1457,67
47	5,05	23,25	45,82	143,33	292,80	439,07	568,66	932,56	1457,56
48	4,99	22,96	45,25	143,29	292,74	439,01	568,59	932,46	1457,44
49	4,93	22,68	44,70	143,26	292,69	438,95	568,52	932,37	1457,32
50	4,87	22,41	44,17	143,22	292,64	438,88	568,45	932,28	1457,20

## ANEXO 8

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS PARA REDES DE PROPANO EM MÉDIA PRESSÃO, CONSIDERANDO A PERDA DE CARGA ESTÁTICA NO SENTIDO MAIS DESFAVORÁVEL (ASCENDENTE)

(página em branco)

<b>Propano</b>												
Pressão inicial (mbar)	1500			Perda de pressão (mbar)	30			Densidade corrigida do gás			1,16	
<b>Média Pressão</b>				Velocidade máxima (m/s)			15			Densidade relativa do gás		1,55
<b>Tubo de Cobre</b>												
	Diâmetro do tubo (mm)											
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54	
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50	
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)											
1	1,75	4,28	7,39	11,34	17,73	26,88	42,02	68,87	107,63	159,90	262,87	
2	1,19	3,23	6,64	11,31	17,70	26,83	41,96	68,80	107,55	159,81	262,75	
3	0,95	2,58	5,31	9,35	16,89	26,79	41,91	68,73	107,47	159,71	262,63	
4	0,81	2,20	4,53	7,97	14,40	24,96	41,85	68,67	107,39	159,61	262,51	
5	0,72	1,94	4,00	7,04	12,72	22,05	39,82	68,60	107,31	159,52	262,39	
6	0,65	1,76	3,61	6,36	11,49	19,92	35,98	68,53	107,23	159,42	262,27	
7	0,59	1,61	3,31	5,84	10,55	18,28	33,01	63,48	107,15	159,33	262,15	
8	0,55	1,49	3,08	5,42	9,79	16,96	30,64	58,91	106,39	159,23	262,04	
9	0,52	1,40	2,88	5,07	9,16	15,88	28,68	55,15	99,59	159,13	261,92	
10	0,49	1,32	2,71	4,78	8,63	14,97	27,03	51,98	93,86	158,50	261,80	
11	0,46	1,25	2,57	4,53	8,18	14,18	25,62	49,26	88,96	150,21	261,68	
12	0,44	1,19	2,45	4,31	7,79	13,50	24,39	46,90	84,69	143,01	261,56	
13	0,42	1,14	2,34	4,12	7,44	12,91	23,31	44,82	80,94	136,68	261,44	
14	0,40	1,09	2,24	3,95	7,14	12,37	22,35	42,97	77,60	131,05	253,05	
15	0,38	1,05	2,16	3,80	6,86	11,90	21,49	41,32	74,62	126,00	243,31	
16	0,37	1,01	2,08	3,66	6,61	11,47	20,71	39,83	71,92	121,45	234,52	
17	0,36	0,97	2,01	3,54	6,39	11,08	20,00	38,47	69,47	117,31	226,53	
18	0,35	0,94	1,94	3,42	6,18	10,72	19,36	37,23	67,23	113,53	219,23	
19	0,34	0,91	1,88	3,32	5,99	10,39	18,77	36,09	65,17	110,06	212,52	
20	0,33	0,89	1,83	3,22	5,82	10,09	18,22	35,04	63,28	106,85	206,34	
21	0,32	0,86	1,78	3,13	5,66	9,81	17,72	34,07	61,52	103,89	200,60	
22	0,31	0,84	1,73	3,05	5,51	9,55	17,24	33,16	59,89	101,13	195,28	
23	0,30	0,82	1,68	2,97	5,37	9,30	16,81	32,32	58,36	98,55	190,30	
24	0,29	0,80	1,64	2,90	5,24	9,08	16,39	31,53	56,93	96,14	185,65	
25	0,29	0,78	1,60	2,83	5,11	8,86	16,01	30,79	55,59	93,88	181,28	
26	0,28	0,76	1,57	2,76	5,00	8,66	15,65	30,09	54,33	91,75	177,17	
27	0,27	0,74	1,53	2,70	4,89	8,47	15,30	29,43	53,14	89,74	173,30	
28	0,27	0,73	1,50	2,65	4,78	8,29	14,98	28,81	52,02	87,85	169,63	
29	0,26	0,71	1,47	2,59	4,69	8,12	14,67	28,22	50,96	86,05	166,16	
30	0,26	0,70	1,44	2,54	4,59	7,96	14,38	27,66	49,95	84,34	162,87	
31	0,25	0,69	1,41	2,49	4,50	7,81	14,11	27,13	48,99	82,72	159,74	
32	0,25	0,67	1,39	2,45	4,42	7,66	13,84	26,62	48,07	81,18	156,76	
33	0,24	0,66	1,36	2,40	4,34	7,52	13,59	26,14	47,20	79,71	153,91	
34	0,24	0,65	1,34	2,36	4,26	7,39	13,35	25,68	46,37	78,30	151,19	
35	0,23	0,64	1,31	2,32	4,19	7,26	13,12	25,23	45,57	76,95	148,60	
36	0,23	0,63	1,29	2,28	4,12	7,14	12,90	24,81	44,81	75,66	146,11	
37	0,23	0,62	1,27	2,24	4,05	7,03	12,69	24,41	44,07	74,43	143,72	
38	0,22	0,61	1,25	2,21	3,99	6,91	12,49	24,02	43,37	73,24	141,43	
39	0,22	0,60	1,23	2,17	3,92	6,81	12,29	23,64	42,70	72,10	139,23	
40	0,21	0,59	1,21	2,14	3,87	6,70	12,11	23,28	42,05	71,00	137,11	
41	0,21	0,58	1,19	2,11	3,81	6,60	11,93	22,94	41,42	69,94	135,06	
42	0,21	0,57	1,18	2,08	3,75	6,51	11,75	22,60	40,82	68,93	133,10	
43	0,21	0,56	1,16	2,05	3,70	6,41	11,58	22,28	40,23	67,94	131,20	
44	0,20	0,55	1,14	2,02	3,65	6,32	11,42	21,97	39,67	66,99	129,36	
45	0,20	0,55	1,13	1,99	3,60	6,24	11,27	21,67	39,13	66,07	127,59	
46	0,20	0,54	1,11	1,96	3,55	6,15	11,11	21,37	38,60	65,19	125,88	
47	0,19	0,53	1,10	1,94	3,50	6,07	10,97	21,09	38,09	64,33	124,22	
48	0,19	0,52	1,08	1,91	3,46	5,99	10,83	20,82	37,60	63,49	122,61	
49	0,19	0,52	1,07	1,89	3,41	5,92	10,69	20,56	37,12	62,69	121,05	
50	0,19	0,51	1,06	1,86	3,37	5,84	10,55	20,30	36,66	61,90	119,54	

<b>Propano</b>											
Pressão inicial (mbar)	1500			Perda de pressão (mbar)	30			Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Média Pressão</b>				Velocidade máxima (m/s)	15			Densidade relativa do gás	1,55		
<b>Tubo de Aço</b>											
	<b>Diâmetro do tubo</b>										
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	4,84	8,87	16,39	26,21	46,33	74,36	129,51	175,87	289,82	413,41	638,20
2	3,79	8,46	16,36	26,17	46,27	74,29	129,42	175,77	289,70	413,26	638,02
3	3,03	6,76	15,22	26,12	46,22	74,22	129,33	175,67	289,57	413,12	637,85
4	2,58	5,76	12,98	24,14	46,16	74,15	129,25	175,57	289,45	412,97	637,67
5	2,28	5,09	11,47	21,33	45,32	74,08	129,16	175,47	289,32	412,83	637,50
6	2,06	4,60	10,36	19,27	40,94	74,01	129,07	175,37	289,20	412,69	637,32
7	1,89	4,22	9,51	17,68	37,57	70,26	128,98	175,27	289,08	412,54	637,15
8	1,76	3,91	8,82	16,41	34,86	65,21	128,90	175,17	288,95	412,40	636,97
9	1,64	3,66	8,26	15,36	32,64	61,04	127,22	175,07	288,83	412,25	636,80
10	1,55	3,45	7,78	14,48	30,76	57,53	119,91	174,97	288,70	412,11	636,62
11	1,47	3,27	7,37	13,72	29,15	54,52	113,64	170,38	288,58	411,96	636,45
12	1,40	3,11	7,02	13,06	27,75	51,91	108,19	162,21	288,46	411,82	636,27
13	1,33	2,98	6,71	12,48	26,52	49,61	103,40	155,03	288,33	411,68	636,10
14	1,28	2,85	6,43	11,97	25,43	47,56	99,14	148,64	287,95	411,53	635,93
15	1,23	2,74	6,19	11,51	24,45	45,73	95,32	142,92	276,87	411,39	635,75
16	1,18	2,64	5,96	11,09	23,57	44,08	91,88	137,76	266,87	411,24	635,58
17	1,14	2,55	5,76	10,71	22,77	42,58	88,75	133,06	257,77	411,10	635,40
18	1,11	2,47	5,57	10,37	22,03	41,21	85,89	128,77	249,47	399,23	635,23
19	1,07	2,40	5,40	10,05	21,36	39,95	83,26	124,84	241,84	387,02	635,06
20	1,04	2,33	5,24	9,76	20,74	38,78	80,84	121,20	234,80	375,76	634,88
21	1,01	2,26	5,10	9,49	20,16	37,71	78,59	117,83	228,28	365,32	634,71
22	0,99	2,20	4,96	9,23	19,62	36,70	76,50	114,70	222,21	355,61	631,89
23	0,96	2,14	4,84	9,00	19,12	35,77	74,55	111,78	216,55	346,56	615,80
24	0,94	2,09	4,72	8,78	18,66	34,89	72,73	109,05	211,26	338,09	600,74
25	0,91	2,04	4,61	8,57	18,22	34,07	71,02	106,48	206,29	330,13	586,61
26	0,89	2,00	4,50	8,38	17,80	33,30	69,41	104,07	201,61	322,65	573,31
27	0,87	1,95	4,40	8,19	17,41	32,57	67,89	101,79	197,20	315,59	560,77
28	0,86	1,91	4,31	8,02	17,05	31,88	66,46	99,64	193,03	308,92	548,92
29	0,84	1,87	4,22	7,86	16,70	31,23	65,10	97,60	189,08	302,60	537,69
30	0,82	1,84	4,14	7,70	16,37	30,61	63,81	95,67	185,34	296,60	527,03
31	0,81	1,80	4,06	7,55	16,05	30,02	62,58	93,83	181,77	290,90	516,90
32	0,79	1,77	3,98	7,41	15,75	29,46	61,41	92,08	178,38	285,47	507,25
33	0,78	1,73	3,91	7,28	15,47	28,93	60,30	90,41	175,14	280,29	498,04
34	0,76	1,70	3,84	7,15	15,19	28,42	59,23	88,81	172,05	275,34	489,25
35	0,75	1,67	3,78	7,03	14,93	27,93	58,21	87,28	169,09	270,61	480,84
36	0,74	1,65	3,71	6,91	14,68	27,46	57,24	85,82	166,26	266,07	472,79
37	0,72	1,62	3,65	6,80	14,44	27,01	56,30	84,42	163,54	261,73	465,06
38	0,71	1,59	3,59	6,69	14,21	26,58	55,41	83,07	160,94	257,55	457,65
39	0,70	1,57	3,54	6,58	13,99	26,17	54,54	81,78	158,43	253,54	450,52
40	0,69	1,54	3,48	6,48	13,78	25,77	53,71	80,53	156,02	249,68	443,66
41	0,68	1,52	3,43	6,39	13,57	25,39	52,91	79,34	153,69	245,97	437,06
42	0,67	1,50	3,38	6,29	13,37	25,02	52,14	78,18	151,46	242,38	430,69
43	0,66	1,48	3,33	6,20	13,18	24,66	51,40	77,06	149,29	238,92	424,54
44	0,65	1,46	3,29	6,12	13,00	24,31	50,68	75,99	147,21	235,58	418,61
45	0,64	1,44	3,24	6,03	12,82	23,98	49,99	74,95	145,19	232,36	412,87
46	0,63	1,42	3,20	5,95	12,65	23,66	49,31	73,94	143,24	229,23	407,33
47	0,63	1,40	3,16	5,87	12,48	23,35	48,66	72,96	141,35	226,21	401,96
48	0,62	1,38	3,11	5,80	12,32	23,04	48,03	72,02	139,52	223,28	396,75
49	0,61	1,36	3,07	5,72	12,16	22,75	47,42	71,10	137,75	220,44	391,71
50	0,60	1,35	3,04	5,65	12,01	22,47	46,83	70,22	136,03	217,69	386,82

<b>Propano</b>									
Pressão inicial (mbar)	1500	Perda de pressão (mbar)			30	Densidade corrigida do gás			1,16
<b>Média Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			15	Densidade relativa do gás			1,55
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	20,57	71,04	111,71	277,80	569,68	851,89	1098,54	1799,49	2815,24
2	20,53	70,97	111,63	277,68	569,51	851,69	1098,31	1799,21	2814,89
3	20,49	70,90	111,55	277,55	569,34	851,49	1098,09	1798,93	2814,55
4	17,52	70,83	111,46	277,43	569,18	851,29	1097,87	1798,53	2814,20
5	15,48	70,77	111,38	277,31	569,01	851,09	1097,64	1798,37	2813,86
6	13,99	70,70	111,30	277,19	568,84	850,90	1097,42	1798,09	2813,51
7	12,83	66,14	111,22	277,07	568,68	850,70	1097,20	1797,81	2813,17
8	11,91	61,38	111,13	276,95	568,51	850,50	1096,98	1797,53	2812,82
9	11,15	57,46	104,61	276,82	568,34	850,30	1096,75	1797,25	2812,48
10	10,51	54,16	98,60	276,70	568,18	850,10	1096,53	1796,98	2812,13
11	9,96	51,33	93,44	276,58	568,01	849,90	1096,31	1796,70	2811,79
12	9,48	48,86	88,96	276,46	567,85	849,70	1096,09	1796,42	2811,44
13	9,06	46,70	85,02	276,34	567,68	849,51	1095,86	1796,14	2811,10
14	8,69	44,78	81,52	272,25	567,52	849,31	1095,64	1795,86	2810,76
15	8,35	43,05	78,38	261,77	567,35	849,11	1095,42	1795,58	2810,41
16	8,05	41,50	75,55	252,31	567,18	848,91	1095,20	1795,30	2810,07
17	7,78	40,08	72,97	243,72	567,02	848,71	1094,97	1795,02	2809,72
18	7,52	38,79	70,62	235,86	566,85	848,52	1094,75	1794,75	2809,38
19	7,29	37,60	68,46	228,65	566,69	848,32	1094,53	1794,47	2809,03
20	7,08	36,51	66,47	221,99	566,52	848,12	1094,31	1794,19	2808,69
21	6,89	35,50	64,62	215,83	558,51	847,92	1094,09	1793,91	2808,35
22	6,70	34,55	62,91	210,09	543,67	847,72	1093,86	1793,63	2808,00
23	6,53	33,67	61,30	204,74	529,83	847,53	1093,64	1793,35	2807,66
24	6,37	32,85	59,80	199,74	516,87	847,33	1093,42	1793,08	2807,32
25	6,22	32,08	58,40	195,04	504,71	847,13	1093,20	1792,80	2806,97
26	6,08	31,35	57,07	190,62	493,27	840,35	1092,98	1792,52	2806,63
27	5,95	30,66	55,82	186,45	482,48	821,97	1092,76	1792,24	2806,28
28	5,82	30,01	54,64	182,51	472,28	804,59	1092,54	1791,96	2805,94
29	5,70	29,40	53,53	178,77	462,62	788,13	1092,32	1791,69	2805,60
30	5,59	28,82	52,47	175,23	453,45	772,51	1081,72	1791,41	2805,25
31	5,48	28,26	51,46	171,86	444,73	757,65	1060,92	1791,13	2804,91
32	5,38	27,74	50,50	168,65	436,43	743,51	1041,12	1790,85	2804,57
33	5,28	27,23	49,58	165,59	428,51	730,02	1022,23	1790,58	2804,22
34	5,19	26,75	48,70	162,67	420,95	717,13	1004,18	1790,30	2803,88
35	5,10	26,29	47,87	159,87	413,71	704,81	986,92	1790,02	2803,54
36	5,01	25,85	47,07	157,19	406,78	693,00	970,39	1789,74	2803,20
37	4,93	25,43	46,30	154,62	400,13	681,68	954,54	1789,47	2802,85
38	4,85	25,02	45,56	152,16	393,75	670,81	939,31	1789,19	2802,51
39	4,78	24,63	44,85	149,79	387,62	660,36	924,68	1777,39	2802,17
40	4,70	24,26	44,17	147,51	381,72	650,31	910,61	1750,34	2801,82
41	4,63	23,90	43,51	145,31	376,04	640,63	897,05	1724,28	2801,48
42	4,57	23,55	42,87	143,20	370,56	631,29	883,98	1699,15	2801,14
43	4,50	23,21	42,26	141,15	365,27	622,29	871,37	1674,91	2800,80
44	4,44	22,89	41,67	139,18	360,16	613,59	859,19	1651,50	2800,45
45	4,38	22,57	41,10	137,27	355,23	605,18	847,42	1628,87	2800,11
46	4,32	22,27	40,55	135,43	350,46	597,05	836,03	1606,99	2799,77
47	4,26	21,98	40,01	133,64	345,84	589,18	825,01	1585,80	2799,43
48	4,21	21,69	39,50	131,91	341,36	581,55	814,33	1565,27	2799,09
49	4,15	21,42	38,99	130,24	337,02	574,16	803,98	1545,37	2795,05
50	4,10	21,15	38,51	128,61	332,81	566,99	793,94	1526,07	2760,14

<b>Propano</b>									
Pressão inicial (mbar)	1500	Perda de pressão (mbar)			30	Densidade corrigida do gás			1,16
<b>Média Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			15	Densidade relativa do gás			1,55
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	24,90	78,90	131,73	327,41	666,36	997,76	1291,22	2114,91	3302,79
2	24,86	78,83	131,65	327,28	666,18	997,54	1290,98	2114,61	3302,41
3	24,81	78,76	131,56	327,15	666,00	997,33	1290,74	2114,31	3302,04
4	22,56	78,69	131,47	327,02	665,82	997,12	1290,50	2114,01	3301,67
5	19,93	78,62	131,38	326,89	665,65	996,90	1290,26	2113,71	3301,30
6	18,00	78,54	131,29	326,75	665,47	996,69	1290,02	2113,40	3300,92
7	16,52	76,00	131,20	326,62	665,29	996,48	1289,78	2113,10	3300,55
8	15,33	70,53	131,11	326,49	665,11	996,26	1289,54	2112,80	3300,18
9	14,35	66,02	130,12	326,36	664,93	996,05	1289,30	2112,50	3299,81
10	13,53	62,23	122,64	326,23	664,76	995,84	1289,06	2112,20	3299,43
11	12,82	58,97	116,23	326,10	664,58	995,62	1288,82	2111,90	3299,06
12	12,20	56,15	110,66	325,97	664,40	995,41	1288,58	2111,60	3298,69
13	11,66	53,66	105,75	325,84	664,22	995,20	1288,34	2111,30	3298,32
14	11,18	51,45	101,40	325,71	664,05	994,99	1288,10	2111,00	3297,94
15	10,75	49,47	97,49	325,58	663,87	994,77	1287,86	2110,70	3297,57
16	10,36	47,68	93,97	313,62	663,69	994,56	1287,62	2110,40	3297,20
17	10,01	46,06	90,77	302,94	663,51	994,35	1287,39	2110,10	3296,83
18	9,69	44,57	87,84	293,18	663,34	994,14	1287,15	2109,79	3296,46
19	9,39	43,21	85,16	284,21	663,16	993,92	1286,91	2109,49	3296,09
20	9,12	41,95	82,68	275,94	662,98	993,71	1286,67	2109,19	3295,71
21	8,86	40,78	80,38	268,27	662,80	993,50	1286,43	2108,89	3295,34
22	8,63	39,70	78,25	261,15	662,63	993,29	1286,19	2108,59	3294,97
23	8,41	38,69	76,25	254,50	652,03	993,07	1285,95	2108,29	3294,60
24	8,20	37,74	74,39	248,27	636,09	992,86	1285,71	2107,99	3294,23
25	8,01	36,86	72,64	242,43	621,13	992,65	1285,48	2107,69	3293,86
26	7,83	36,02	70,99	236,94	607,05	992,44	1285,24	2107,39	3293,49
27	7,66	35,23	69,44	231,75	593,77	992,23	1285,00	2107,09	3293,11
28	7,49	34,49	67,97	226,85	581,22	991,87	1284,76	2106,79	3292,74
29	7,34	33,78	66,58	222,21	569,33	971,58	1284,52	2106,49	3292,37
30	7,20	33,11	65,26	217,81	558,04	952,32	1284,28	2106,19	3292,00
31	7,06	32,48	64,01	213,62	547,31	934,01	1284,05	2105,90	3291,63
32	6,93	31,87	62,81	209,63	537,09	916,58	1283,81	2105,60	3291,26
33	6,80	31,29	61,67	205,83	527,35	899,95	1266,12	2105,30	3290,89
34	6,68	30,74	60,58	202,20	518,04	884,06	1243,77	2105,00	3290,52
35	6,56	30,21	59,54	198,72	509,14	868,87	1222,39	2104,70	3290,15
36	6,45	29,70	58,54	195,39	500,61	854,31	1201,92	2104,40	3289,78
37	6,35	29,22	57,59	192,20	492,43	840,35	1182,28	2104,10	3289,41
38	6,25	28,75	56,67	189,13	484,58	826,95	1163,43	2103,80	3289,04
39	6,15	28,30	55,79	186,19	477,03	814,07	1145,31	2103,50	3288,67
40	6,06	27,87	54,94	183,35	469,77	801,68	1127,87	2103,20	3288,30
41	5,97	27,46	54,12	180,62	462,77	789,75	1111,08	2102,90	3287,93
42	5,88	27,06	53,33	177,99	456,03	778,24	1094,89	2102,61	3287,56
43	5,80	26,67	52,57	175,45	449,52	767,14	1079,27	2074,27	3287,19
44	5,71	26,30	51,83	173,00	443,24	756,41	1064,18	2045,28	3286,82
45	5,64	25,94	51,12	170,63	437,17	746,05	1049,60	2017,26	3286,45
46	5,56	25,59	50,44	168,34	431,29	736,02	1035,50	1990,15	3286,08
47	5,49	25,25	49,77	166,12	425,61	726,32	1021,85	1963,91	3285,71
48	5,42	24,93	49,13	163,97	420,10	716,92	1008,62	1938,49	3285,34
49	5,35	24,61	48,50	161,88	414,76	707,81	995,80	1913,85	3284,97
50	5,28	24,30	47,90	159,86	409,58	698,97	983,36	1889,95	3284,60

## ANEXO 9

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS PARA REDES DE GÁS NATURAL EM BAIXA PRESSÃO, DESPREZANDO A PERDA DE CARGA ESTÁTICA

(página em branco)

Pressão inicial (mbar)	20		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	0,62					
<b><i>Gás Natural</i></b>			Velocidade máxima (m/s)			10		<b><i>Baixa Pressão</i></b>				
<b><i>Tubo de Cobre</i></b>												
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>											
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54	
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50	
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>											
1	0,29	0,80	1,64	2,89	4,86	7,37	11,52	18,89	29,51	43,84	72,07	
2	0,20	0,54	1,12	1,98	3,57	6,19	11,19	18,88	29,51	43,83	72,06	
3	0,16	0,43	0,90	1,58	2,86	4,95	8,95	17,22	29,50	43,83	72,05	
4	0,13	0,37	0,76	1,35	2,44	4,23	7,64	14,70	26,54	43,82	72,04	
5	0,12	0,33	0,67	1,19	2,16	3,74	6,76	13,00	23,48	39,65	72,03	
6	0,11	0,29	0,61	1,08	1,95	3,38	6,11	11,76	21,24	35,87	69,28	
7	0,10	0,27	0,56	0,99	1,79	3,11	5,62	10,81	19,52	32,96	63,65	
8	0,09	0,25	0,52	0,92	1,66	2,89	5,22	10,04	18,14	30,63	59,15	
9	0,08	0,23	0,49	0,86	1,56	2,71	4,89	9,41	17,00	28,71	55,44	
10	0,08	0,22	0,46	0,81	1,47	2,55	4,62	8,88	16,04	27,09	52,32	
11	0,07	0,21	0,44	0,77	1,40	2,42	4,38	8,43	15,22	25,71	49,65	
12	0,07	0,20	0,42	0,73	1,33	2,31	4,18	8,03	14,51	24,51	47,33	
13	0,07	0,19	0,40	0,70	1,27	2,21	4,00	7,69	13,89	23,46	45,30	
14	0,06	0,18	0,38	0,67	1,22	2,12	3,84	7,38	13,33	22,52	43,49	
15	0,06	0,18	0,37	0,65	1,18	2,04	3,69	7,11	12,84	21,68	41,87	
16	0,06	0,17	0,35	0,63	1,14	1,97	3,57	6,86	12,39	20,93	40,41	
17	0,06	0,16	0,34	0,61	1,10	1,91	3,45	6,63	11,98	20,24	39,09	
18	0,06	0,16	0,33	0,59	1,06	1,85	3,34	6,43	11,61	19,61	37,88	
19	0,05	0,15	0,32	0,57	1,03	1,79	3,24	6,24	11,27	19,04	36,77	
20	0,05	0,15	0,31	0,55	1,00	1,74	3,15	6,07	10,96	18,51	35,75	
21	0,05	0,15	0,30	0,54	0,98	1,70	3,07	5,91	10,67	18,02	34,80	
22	0,05	0,14	0,30	0,53	0,95	1,65	2,99	5,76	10,40	17,57	33,92	
23	0,05	0,14	0,29	0,51	0,93	1,61	2,92	5,62	10,15	17,14	33,11	
24	0,05	0,13	0,28	0,50	0,91	1,58	2,85	5,49	9,91	16,75	32,34	
25	0,05	0,13	0,28	0,49	0,89	1,54	2,79	5,37	9,69	16,37	31,62	
26	0,04	0,13	0,27	0,48	0,87	1,51	2,73	5,25	9,49	16,03	30,95	
27	0,04	0,13	0,26	0,47	0,85	1,48	2,67	5,14	9,29	15,70	30,31	
28	0,04	0,12	0,26	0,46	0,83	1,45	2,62	5,04	9,11	15,39	29,71	
29	0,04	0,12	0,25	0,45	0,82	1,42	2,57	4,95	8,94	15,09	29,15	
30	0,04	0,12	0,25	0,44	0,80	1,39	2,52	4,85	8,77	14,81	28,61	
31	0,04	0,12	0,24	0,43	0,79	1,37	2,48	4,77	8,61	14,55	28,10	
32	0,04	0,11	0,24	0,43	0,77	1,35	2,43	4,69	8,46	14,30	27,61	
33	0,04	0,11	0,24	0,42	0,76	1,32	2,39	4,61	8,32	14,06	27,15	
34	0,04	0,11	0,23	0,41	0,75	1,30	2,35	4,53	8,19	13,83	26,71	
35	0,04	0,11	0,23	0,41	0,74	1,28	2,32	4,46	8,06	13,61	26,28	
36	0,04	0,11	0,22	0,40	0,73	1,26	2,28	4,39	7,93	13,40	25,88	
37	0,04	0,11	0,22	0,39	0,71	1,24	2,25	4,33	7,82	13,20	25,49	
38	0,04	0,10	0,22	0,39	0,70	1,22	2,21	4,26	7,70	13,01	25,12	
39	0,03	0,10	0,21	0,38	0,69	1,21	2,18	4,20	7,59	12,82	24,77	
40	0,03	0,10	0,21	0,38	0,68	1,19	2,15	4,14	7,49	12,65	24,42	
41	0,03	0,10	0,21	0,37	0,68	1,17	2,12	4,09	7,39	12,48	24,10	
42	0,03	0,10	0,21	0,37	0,67	1,16	2,10	4,03	7,29	12,31	23,78	
43	0,03	0,10	0,20	0,36	0,66	1,14	2,07	3,98	7,20	12,15	23,47	
44	0,03	0,10	0,20	0,36	0,65	1,13	2,04	3,93	7,10	12,00	23,18	
45	0,03	0,09	0,20	0,35	0,64	1,12	2,02	3,88	7,02	11,85	22,89	
46	0,03	0,09	0,20	0,35	0,63	1,10	1,99	3,84	6,93	11,71	22,62	
47	0,03	0,09	0,19	0,34	0,63	1,09	1,97	3,79	6,85	11,57	22,35	
48	0,03	0,09	0,19	0,34	0,62	1,08	1,95	3,75	6,77	11,44	22,10	
49	0,03	0,09	0,19	0,34	0,61	1,06	1,93	3,71	6,70	11,31	21,85	
50	0,03	0,09	0,19	0,33	0,60	1,05	1,90	3,67	6,62	11,19	21,61	

Pressão inicial (mbar)	20			Perda de pressão (mbar)	1,5			Densidade corrigida do gás	0,62			
<b><u>Gás Natural</u></b>				Velocidade máxima (m/s)			10			<b><u>Baixa Pressão</u></b>		
<b><i>Tubo de Aço</i></b>												
	<b>Dímetro do tubo</b>											
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9	
Interior (mm)	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9	
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>											
1	0,94	2,09	4,50	7,19	12,71	20,39	35,51	48,22	79,45	113,33	174,95	
2	0,64	1,43	3,22	5,99	12,70	20,38	35,50	48,21	79,44	113,32	174,94	
3	0,51	1,14	2,57	4,79	10,19	19,06	35,50	48,20	79,44	113,31	174,92	
4	0,43	0,97	2,20	4,09	8,70	16,27	33,91	48,19	79,43	113,30	174,91	
5	0,38	0,86	1,94	3,62	7,69	14,39	30,00	44,98	79,42	113,29	174,89	
6	0,35	0,78	1,76	3,27	6,96	13,02	27,14	40,69	78,83	113,28	174,88	
7	0,32	0,71	1,61	3,01	6,39	11,96	24,93	37,39	72,43	113,26	174,87	
8	0,30	0,66	1,50	2,79	5,94	11,11	23,17	34,74	67,31	107,71	174,85	
9	0,28	0,62	1,41	2,62	5,57	10,42	21,72	32,56	63,09	100,96	174,84	
10	0,26	0,59	1,33	2,47	5,25	9,83	20,50	30,73	59,54	95,28	169,31	
11	0,25	0,56	1,26	2,34	4,99	9,33	19,45	29,16	56,50	90,42	160,67	
12	0,24	0,53	1,20	2,23	4,75	8,89	18,54	27,80	53,86	86,20	153,17	
13	0,22	0,51	1,15	2,14	4,55	8,51	17,74	26,61	51,54	82,49	146,58	
14	0,22	0,49	1,10	2,05	4,37	8,17	17,04	25,54	49,49	79,20	140,73	
15	0,21	0,47	1,06	1,98	4,20	7,87	16,40	24,59	47,65	76,25	135,50	
16	0,20	0,45	1,02	1,91	4,06	7,59	15,83	23,74	45,99	73,60	130,78	
17	0,19	0,44	0,99	1,84	3,92	7,34	15,31	22,96	44,48	71,19	126,49	
18	0,19	0,42	0,96	1,79	3,80	7,12	14,84	22,25	43,10	68,98	122,58	
19	0,18	0,41	0,93	1,74	3,69	6,91	14,40	21,60	41,84	66,97	118,99	
20	0,18	0,40	0,90	1,69	3,59	6,72	14,00	21,00	40,68	65,10	115,69	
21	0,17	0,39	0,88	1,64	3,49	6,54	13,63	20,44	39,60	63,38	112,63	
22	0,17	0,38	0,86	1,60	3,41	6,37	13,29	19,93	38,60	61,78	109,78	
23	0,16	0,37	0,84	1,56	3,32	6,22	12,97	19,44	37,67	60,29	107,14	
24	0,16	0,36	0,82	1,53	3,25	6,08	12,67	18,99	36,80	58,90	104,66	
25	0,16	0,35	0,80	1,49	3,17	5,94	12,39	18,57	35,99	57,59	102,34	
26	0,15	0,34	0,78	1,46	3,11	5,81	12,12	18,18	35,22	56,36	100,16	
27	0,15	0,34	0,77	1,43	3,04	5,69	11,87	17,80	34,50	55,21	98,10	
28	0,15	0,33	0,75	1,40	2,98	5,58	11,64	17,45	33,81	54,11	96,16	
29	0,14	0,32	0,74	1,37	2,93	5,47	11,42	17,12	33,17	53,08	94,32	
30	0,14	0,32	0,72	1,35	2,87	5,37	11,21	16,80	32,55	52,10	92,58	
31	0,14	0,31	0,71	1,32	2,82	5,28	11,00	16,50	31,97	51,17	90,93	
32	0,14	0,31	0,70	1,30	2,77	5,19	10,81	16,22	31,42	50,29	89,36	
33	0,13	0,30	0,69	1,28	2,72	5,10	10,63	15,94	30,89	49,44	87,86	
34	0,13	0,30	0,67	1,26	2,68	5,02	10,46	15,69	30,39	48,64	86,43	
35	0,13	0,29	0,66	1,24	2,64	4,94	10,29	15,44	29,91	47,87	85,06	
36	0,13	0,29	0,65	1,22	2,60	4,86	10,14	15,20	29,45	47,13	83,76	
37	0,12	0,28	0,64	1,20	2,56	4,79	9,98	14,97	29,01	46,43	82,50	
38	0,12	0,28	0,63	1,18	2,52	4,72	9,84	14,76	28,59	45,75	81,30	
39	0,12	0,27	0,63	1,17	2,48	4,65	9,70	14,55	28,18	45,11	80,15	
40	0,12	0,27	0,62	1,15	2,45	4,59	9,57	14,35	27,79	44,48	79,04	
41	0,12	0,27	0,61	1,14	2,42	4,53	9,44	14,15	27,42	43,88	77,98	
42	0,12	0,26	0,60	1,12	2,39	4,47	9,31	13,97	27,06	43,31	76,95	
43	0,11	0,26	0,59	1,11	2,35	4,41	9,19	13,79	26,71	42,75	75,97	
44	0,11	0,26	0,58	1,09	2,33	4,35	9,08	13,61	26,38	42,21	75,01	
45	0,11	0,25	0,58	1,08	2,30	4,30	8,97	13,45	26,05	41,69	74,09	
46	0,11	0,25	0,57	1,07	2,27	4,25	8,86	13,28	25,74	41,19	73,20	
47	0,11	0,25	0,56	1,05	2,24	4,20	8,75	13,13	25,44	40,71	72,34	
48	0,11	0,24	0,56	1,04	2,22	4,15	8,65	12,98	25,14	40,24	71,51	
49	0,11	0,24	0,55	1,03	2,19	4,10	8,56	12,83	24,86	39,79	70,70	
50	0,10	0,24	0,54	1,02	2,17	4,06	8,46	12,69	24,59	39,35	69,92	

Pressão inicial (mbar)	20		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	0,62		
<b><i>Gás Natural</i></b>			Velocidade máxima (m/s)		10		<b><i>Baixa Pressão</i></b>		
<b><i>Tubo de Polietileno - SDR 11</i></b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	5,64	19,48	30,63	76,16	156,17	233,52	301,13	493,26	771,67
2	4,35	19,47	30,62	76,15	156,15	233,51	301,11	493,24	771,64
3	3,48	17,94	30,62	76,14	156,14	233,49	301,09	493,22	771,62
4	2,97	15,31	27,88	76,13	156,13	233,48	301,08	493,20	771,59
5	2,63	13,55	24,67	76,12	156,11	233,46	301,06	493,18	771,57
6	2,37	12,25	22,31	74,53	156,10	233,45	301,04	493,15	771,55
7	2,18	11,26	20,50	68,48	156,09	233,43	301,03	493,13	771,52
8	2,03	10,46	19,05	63,63	156,08	233,42	301,01	493,11	771,50
9	1,90	9,81	17,86	59,65	154,36	233,40	300,99	493,09	771,47
10	1,79	9,25	16,85	56,29	145,67	233,39	300,98	493,07	771,45
11	1,70	8,78	15,99	53,42	138,24	233,37	300,96	493,05	771,42
12	1,62	8,37	15,25	50,92	131,79	224,52	300,94	493,03	771,40
13	1,55	8,01	14,59	48,73	126,12	214,86	300,86	493,01	771,37
14	1,49	7,69	14,01	46,79	121,08	206,29	288,86	492,99	771,35
15	1,43	7,41	13,49	45,05	116,58	198,61	278,11	492,97	771,32
16	1,38	7,15	13,02	43,48	112,52	191,69	268,42	492,95	771,30
17	1,34	6,91	12,59	42,05	108,83	185,41	259,63	492,93	771,27
18	1,30	6,70	12,20	40,75	105,47	179,68	251,60	483,62	771,25
19	1,26	6,50	11,84	39,56	102,38	174,42	244,24	469,46	771,22
20	1,22	6,32	11,51	38,46	99,53	169,57	237,45	456,42	771,20
21	1,19	6,15	11,21	37,44	96,90	165,09	231,17	444,35	771,17
22	1,16	6,00	10,93	36,50	94,46	160,92	225,33	433,13	771,15
23	1,13	5,85	10,66	35,62	92,18	157,04	219,90	422,68	764,49
24	1,11	5,72	10,42	34,79	90,05	153,41	214,81	412,91	746,82
25	1,08	5,59	10,18	34,02	88,05	150,01	210,05	403,75	730,25
26	1,06	5,47	9,97	33,30	86,17	146,81	205,57	395,14	714,68
27	1,04	5,36	9,76	32,61	84,40	143,79	201,35	387,04	700,02
28	1,02	5,25	9,57	31,97	82,73	140,95	197,37	379,38	686,17
29	1,00	5,15	9,39	31,36	81,15	138,26	193,60	372,13	673,06
30	0,98	5,06	9,21	30,78	79,66	135,71	190,03	365,27	660,64
31	0,96	4,97	9,05	30,23	78,23	133,28	186,63	358,74	648,85
32	0,94	4,88	8,89	29,71	76,88	130,98	183,41	352,54	637,63
33	0,93	4,80	8,74	29,21	75,59	128,78	180,33	346,63	626,94
34	0,91	4,72	8,60	28,73	74,36	126,69	177,40	340,99	616,74
35	0,90	4,65	8,46	28,28	73,19	124,68	174,59	335,60	606,99
36	0,88	4,58	8,33	27,84	72,06	122,77	171,91	330,45	597,67
37	0,87	4,51	8,21	27,43	70,99	120,94	169,34	325,51	588,74
38	0,86	4,44	8,09	27,03	69,95	119,18	166,88	320,77	580,17
39	0,85	4,38	7,98	26,65	68,96	117,49	164,52	316,23	571,95
40	0,83	4,32	7,87	26,28	68,01	115,86	162,24	311,86	564,05
41	0,82	4,26	7,76	25,92	67,09	114,30	160,06	307,66	556,45
42	0,81	4,20	7,66	25,58	66,21	112,80	157,95	303,61	549,13
43	0,80	4,15	7,56	25,25	65,36	111,35	155,92	299,71	542,08
44	0,79	4,10	7,46	24,94	64,54	109,95	153,96	295,95	535,27
45	0,78	4,05	7,37	24,63	63,75	108,60	152,07	292,32	528,70
46	0,77	4,00	7,28	24,34	62,98	107,30	150,25	288,81	522,36
47	0,76	3,95	7,20	24,05	62,24	106,04	148,48	285,42	516,22
48	0,75	3,91	7,11	23,77	61,53	104,82	146,78	282,13	510,28
49	0,75	3,86	7,03	23,50	60,83	103,64	145,12	278,95	504,53
50	0,74	3,82	6,96	23,25	60,16	102,49	143,52	275,87	498,97

Pressão inicial (mbar)	20		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	0,62		
<b>Gás Natural</b>			Velocidade máxima (m/s)		10		<b>Baixa Pressão</b>		
<b>Tube de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	6,83	21,64	36,12	89,76	182,67	273,51	353,94	579,71	905,30
2	5,60	21,63	36,11	89,75	182,65	273,49	353,92	579,69	905,28
3	4,48	20,61	36,11	89,74	182,64	273,47	353,91	579,67	905,25
4	3,82	17,60	34,68	89,73	182,63	273,46	353,89	579,65	905,22
5	3,38	15,57	30,68	89,72	182,61	273,44	353,87	579,63	905,20
6	3,06	14,08	27,76	89,71	182,60	273,42	353,85	579,60	905,17
7	2,81	12,94	25,50	85,12	182,59	273,41	353,83	579,58	905,14
8	2,61	12,02	23,70	79,10	182,57	273,39	353,82	579,56	905,12
9	2,45	11,27	22,21	74,14	182,56	273,38	353,80	579,54	905,09
10	2,31	10,63	20,96	69,97	179,28	273,36	353,78	579,52	905,06
11	2,19	10,09	19,89	66,40	170,13	273,34	353,76	579,49	905,04
12	2,09	9,62	18,96	63,30	162,19	273,33	353,74	579,47	905,01
13	2,00	9,21	18,15	60,58	155,21	264,87	353,73	579,45	904,98
14	1,92	8,84	17,42	58,16	149,01	254,30	353,71	579,43	904,96
15	1,85	8,51	16,78	56,00	143,47	244,84	344,47	579,41	904,93
16	1,78	8,21	16,19	54,04	138,47	236,31	332,47	579,38	904,91
17	1,72	7,94	15,66	52,27	133,94	228,57	321,57	579,36	904,88
18	1,67	7,70	15,18	50,66	129,79	221,50	311,63	579,34	904,85
19	1,62	7,47	14,73	49,17	126,00	215,02	302,51	579,32	904,83
20	1,58	7,26	14,32	47,81	122,49	209,04	294,10	565,25	904,80
21	1,53	7,07	13,94	46,54	119,25	203,52	286,32	550,29	904,77
22	1,49	6,89	13,59	45,37	116,24	198,38	279,10	536,41	904,75
23	1,46	6,73	13,26	44,27	113,44	193,59	272,36	523,46	904,72
24	1,42	6,57	12,96	43,25	110,82	189,12	266,07	511,37	904,69
25	1,39	6,43	12,67	42,29	108,36	184,92	260,17	500,02	902,23
26	1,36	6,29	12,40	41,39	106,05	180,98	254,62	489,36	883,00
27	1,34	6,16	12,14	40,54	103,87	177,27	249,39	479,32	864,88
28	1,31	6,04	11,90	39,74	101,82	173,76	244,46	469,84	847,77
29	1,28	5,92	11,68	38,98	99,87	170,44	239,79	460,86	831,58
30	1,26	5,81	11,46	38,26	98,03	167,30	235,37	452,36	816,23
31	1,24	5,71	11,26	37,58	96,28	164,31	231,16	444,28	801,66
32	1,22	5,61	11,06	36,93	94,61	161,47	227,17	436,60	787,79
33	1,20	5,52	10,88	36,31	93,03	158,76	223,36	429,28	774,59
34	1,18	5,43	10,70	35,72	91,51	156,18	219,72	422,30	761,98
35	1,16	5,34	10,53	35,15	90,07	153,71	216,25	415,62	749,94
36	1,14	5,26	10,37	34,61	88,68	151,35	212,93	409,24	738,42
37	1,12	5,18	10,21	34,09	87,36	149,09	209,75	403,12	727,39
38	1,11	5,10	10,06	33,60	86,09	146,92	206,70	397,26	716,81
39	1,09	5,03	9,92	33,12	84,87	144,84	203,77	391,63	706,65
40	1,07	4,96	9,78	32,66	83,70	142,83	200,95	386,22	696,89
41	1,06	4,90	9,65	32,22	82,57	140,91	198,25	381,02	687,50
42	1,05	4,83	9,53	31,80	81,48	139,06	195,64	376,00	678,46
43	1,03	4,77	9,40	31,39	80,44	137,27	193,12	371,17	669,74
44	1,02	4,71	9,28	31,00	79,43	135,55	190,70	366,51	661,33
45	1,01	4,65	9,17	30,62	78,45	133,88	188,36	362,02	653,22
46	1,00	4,60	9,06	30,25	77,51	132,28	186,10	357,67	645,38
47	0,98	4,54	8,95	29,89	76,60	130,72	183,91	353,47	637,80
48	0,97	4,49	8,85	29,55	75,72	129,22	181,80	349,40	630,46
49	0,96	4,44	8,75	29,22	74,86	127,76	179,75	345,47	623,36
50	0,95	4,39	8,65	28,90	74,04	126,35	177,76	341,65	616,48

## ANEXO 10

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS  
PARA REDES DE PROPANO EM BAIXA PRESSÃO, DESPREZANDO A PERDA  
DE CARGA ESTÁTICA

(página em branco)

Pressão inicial (mbar)	37		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	1,16				
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)	10		<b>Baixa Pressão</b>					
<b>Tubo de Cobre</b>											
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	0,21	0,56	1,16	2,05	3,70	6,42	11,60	19,19	29,99	44,56	73,24
2	0,14	0,38	0,79	1,40	2,53	4,39	7,93	15,25	27,54	44,54	73,23
3	0,11	0,31	0,63	1,12	2,02	3,51	6,34	12,20	22,04	37,21	71,86
4	0,09	0,26	0,54	0,95	1,73	3,00	5,41	10,42	18,81	31,77	61,35
5	0,08	0,23	0,48	0,84	1,53	2,65	4,79	9,21	16,64	28,10	54,27
6	0,07	0,21	0,43	0,76	1,38	2,40	4,33	8,34	15,05	25,43	49,10
7	0,07	0,19	0,40	0,70	1,27	2,20	3,98	7,66	13,83	23,36	45,11
8	0,06	0,18	0,37	0,65	1,18	2,05	3,70	7,12	12,85	21,71	41,92
9	0,06	0,16	0,34	0,61	1,10	1,92	3,47	6,67	12,05	20,35	39,29
10	0,05	0,16	0,32	0,57	1,04	1,81	3,27	6,29	11,37	19,20	37,08
11	0,05	0,15	0,31	0,55	0,99	1,72	3,10	5,97	10,79	18,22	35,19
12	0,05	0,14	0,29	0,52	0,94	1,64	2,96	5,69	10,29	17,37	33,55
13	0,05	0,13	0,28	0,50	0,90	1,57	2,83	5,45	9,84	16,62	32,10
14	0,04	0,13	0,27	0,48	0,87	1,50	2,72	5,23	9,45	15,96	30,82
15	0,04	0,12	0,26	0,46	0,83	1,45	2,62	5,04	9,10	15,37	29,68
16	0,04	0,12	0,25	0,44	0,80	1,40	2,53	4,86	8,78	14,83	28,64
17	0,04	0,11	0,24	0,43	0,78	1,35	2,44	4,70	8,49	14,34	27,70
18	0,04	0,11	0,23	0,41	0,75	1,31	2,37	4,56	8,23	13,90	26,85
19	0,04	0,11	0,23	0,40	0,73	1,27	2,30	4,42	7,99	13,49	26,06
20	0,04	0,10	0,22	0,39	0,71	1,23	2,23	4,30	7,77	13,12	25,34
21	0,03	0,10	0,21	0,38	0,69	1,20	2,17	4,19	7,56	12,77	24,67
22	0,03	0,10	0,21	0,37	0,67	1,17	2,12	4,08	7,37	12,45	24,04
23	0,03	0,10	0,20	0,36	0,66	1,14	2,07	3,98	7,19	12,15	23,46
24	0,03	0,09	0,20	0,35	0,64	1,12	2,02	3,89	7,03	11,87	22,92
25	0,03	0,09	0,19	0,35	0,63	1,09	1,98	3,80	6,87	11,60	22,41
26	0,03	0,09	0,19	0,34	0,61	1,07	1,93	3,72	6,72	11,36	21,93
27	0,03	0,09	0,19	0,33	0,60	1,05	1,89	3,64	6,59	11,12	21,48
28	0,03	0,09	0,18	0,32	0,59	1,03	1,86	3,57	6,46	10,90	21,06
29	0,03	0,08	0,18	0,32	0,58	1,01	1,82	3,50	6,33	10,70	20,66
30	0,03	0,08	0,18	0,31	0,57	0,99	1,79	3,44	6,21	10,50	20,28
31	0,03	0,08	0,17	0,31	0,56	0,97	1,75	3,38	6,10	10,31	19,91
32	0,03	0,08	0,17	0,30	0,55	0,95	1,72	3,32	6,00	10,13	19,57
33	0,03	0,08	0,17	0,30	0,54	0,94	1,69	3,26	5,90	9,96	19,24
34	0,03	0,08	0,16	0,29	0,53	0,92	1,67	3,21	5,80	9,80	18,93
35	0,02	0,08	0,16	0,29	0,52	0,91	1,64	3,16	5,71	9,64	18,63
36	0,02	0,07	0,16	0,28	0,51	0,89	1,62	3,11	5,62	9,50	18,34
37	0,02	0,07	0,16	0,28	0,51	0,88	1,59	3,06	5,54	9,35	18,07
38	0,02	0,07	0,15	0,27	0,50	0,87	1,57	3,02	5,46	9,22	17,81
39	0,02	0,07	0,15	0,27	0,49	0,85	1,55	2,98	5,38	9,09	17,55
40	0,02	0,07	0,15	0,27	0,48	0,84	1,52	2,94	5,31	8,96	17,31
41	0,02	0,07	0,15	0,26	0,48	0,83	1,50	2,90	5,23	8,84	17,08
42	0,02	0,07	0,14	0,26	0,47	0,82	1,48	2,86	5,16	8,73	16,85
43	0,02	0,07	0,14	0,26	0,46	0,81	1,46	2,82	5,10	8,61	16,64
44	0,02	0,07	0,14	0,25	0,46	0,80	1,45	2,79	5,03	8,50	16,43
45	0,02	0,07	0,14	0,25	0,45	0,79	1,43	2,75	4,97	8,40	16,23
46	0,02	0,06	0,14	0,25	0,45	0,78	1,41	2,72	4,91	8,30	16,03
47	0,02	0,06	0,14	0,24	0,44	0,77	1,39	2,69	4,86	8,20	15,84
48	0,02	0,06	0,13	0,24	0,44	0,76	1,38	2,66	4,80	8,11	15,66
49	0,02	0,06	0,13	0,24	0,43	0,75	1,36	2,63	4,75	8,02	15,48
50	0,02	0,06	0,13	0,23	0,43	0,74	1,35	2,60	4,69	7,93	15,31

Pressão inicial (mbar)	37	Perda de pressão (mbar)	1,5	Densidade corrigida do gás	1,16						
<b>Propano</b>		Velocidade máxima (m/s)	10	<b>Baixa Pressão</b>							
<b>Tubo de Aço</b>											
<b>Diâmetro do tubo</b>											
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior (mm)	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>										
1	0,66	1,48	3,34	6,21	12,91	20,72	36,09	49,00	80,75	115,19	177,81
2	0,45	1,01	2,28	4,24	9,02	16,88	35,18	48,99	80,73	115,17	177,79
3	0,36	0,81	1,82	3,40	7,22	13,50	28,15	42,21	80,72	115,14	177,76
4	0,31	0,69	1,56	2,90	6,16	11,53	24,03	36,04	69,82	111,73	177,74
5	0,27	0,61	1,38	2,56	5,45	10,20	21,26	31,88	61,76	98,84	175,63
6	0,24	0,55	1,24	2,32	4,93	9,23	19,23	28,84	55,87	89,42	158,89
7	0,22	0,50	1,14	2,13	4,53	8,48	17,67	26,50	51,34	82,16	145,99
8	0,21	0,47	1,06	1,98	4,21	7,88	16,42	24,62	47,70	76,34	135,66
9	0,19	0,44	0,99	1,85	3,95	7,38	15,39	23,08	44,71	71,56	127,16
10	0,18	0,41	0,94	1,75	3,72	6,97	14,53	21,78	42,20	67,53	120,00
11	0,17	0,39	0,89	1,66	3,53	6,61	13,78	20,67	40,05	64,09	113,88
12	0,17	0,37	0,85	1,58	3,37	6,30	13,14	19,70	38,18	61,10	108,57
13	0,16	0,36	0,81	1,51	3,22	6,03	12,57	18,86	36,53	58,47	103,89
14	0,15	0,34	0,78	1,45	3,09	5,79	12,07	18,10	35,07	56,13	99,75
15	0,15	0,33	0,75	1,40	2,98	5,57	11,62	17,43	33,77	54,05	96,04
16	0,14	0,32	0,72	1,35	2,87	5,38	11,22	16,82	32,59	52,16	92,69
17	0,14	0,31	0,70	1,31	2,78	5,20	10,85	16,27	31,53	50,45	89,65
18	0,13	0,30	0,68	1,27	2,69	5,04	10,52	15,77	30,55	48,89	86,88
19	0,13	0,29	0,66	1,23	2,61	4,89	10,21	15,31	29,66	47,46	84,34
20	0,12	0,28	0,64	1,19	2,54	4,76	9,92	14,88	28,83	46,14	82,00
21	0,12	0,27	0,62	1,16	2,47	4,63	9,66	14,49	28,07	44,92	79,83
22	0,12	0,27	0,61	1,13	2,41	4,52	9,42	14,12	27,36	43,79	77,81
23	0,11	0,26	0,59	1,11	2,35	4,41	9,19	13,78	26,70	42,73	75,93
24	0,11	0,25	0,58	1,08	2,30	4,30	8,98	13,46	26,08	41,74	74,18
25	0,11	0,25	0,57	1,06	2,25	4,21	8,78	13,16	25,50	40,82	72,53
26	0,11	0,24	0,55	1,03	2,20	4,12	8,59	12,88	24,96	39,95	70,99
27	0,10	0,24	0,54	1,01	2,15	4,03	8,41	12,62	24,45	39,13	69,53
28	0,10	0,23	0,53	0,99	2,11	3,95	8,25	12,37	23,96	38,35	68,15
29	0,10	0,23	0,52	0,97	2,07	3,88	8,09	12,13	23,51	37,62	66,85
30	0,10	0,22	0,51	0,95	2,03	3,81	7,94	11,91	23,07	36,93	65,62
31	0,10	0,22	0,50	0,94	2,00	3,74	7,80	11,70	22,66	36,27	64,45
32	0,09	0,22	0,49	0,92	1,96	3,67	7,66	11,49	22,27	35,64	63,33
33	0,09	0,21	0,48	0,91	1,93	3,61	7,54	11,30	21,90	35,04	62,27
34	0,09	0,21	0,48	0,89	1,90	3,55	7,41	11,12	21,54	34,47	61,26
35	0,09	0,21	0,47	0,88	1,87	3,50	7,30	10,94	21,20	33,93	60,29
36	0,09	0,20	0,46	0,86	1,84	3,44	7,18	10,77	20,87	33,41	59,36
37	0,09	0,20	0,45	0,85	1,81	3,39	7,08	10,61	20,56	32,91	58,48
38	0,09	0,20	0,45	0,84	1,79	3,34	6,97	10,46	20,26	32,43	57,63
39	0,08	0,19	0,44	0,83	1,76	3,30	6,87	10,31	19,97	31,97	56,81
40	0,08	0,19	0,44	0,81	1,74	3,25	6,78	10,17	19,70	31,53	56,02
41	0,08	0,19	0,43	0,80	1,71	3,21	6,69	10,03	19,43	31,10	55,27
42	0,08	0,19	0,42	0,79	1,69	3,16	6,60	9,90	19,18	30,69	54,54
43	0,08	0,18	0,42	0,78	1,67	3,12	6,51	9,77	18,93	30,30	53,84
44	0,08	0,18	0,41	0,77	1,65	3,08	6,43	9,65	18,69	29,92	53,17
45	0,08	0,18	0,41	0,76	1,63	3,05	6,35	9,53	18,46	29,55	52,51
46	0,08	0,18	0,40	0,75	1,61	3,01	6,28	9,41	18,24	29,20	51,88
47	0,08	0,17	0,40	0,74	1,59	2,97	6,20	9,30	18,03	28,85	51,27
48	0,07	0,17	0,39	0,74	1,57	2,94	6,13	9,20	17,82	28,52	50,68
49	0,07	0,17	0,39	0,73	1,55	2,91	6,06	9,09	17,62	28,20	50,11
50	0,07	0,17	0,38	0,72	1,53	2,87	6,00	8,99	17,43	27,89	49,56

Pressão inicial (mbar)	37		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)		10		<b>Baixa Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	4,51	19,80	31,13	77,40	158,72	237,35	306,07	501,35	784,34
2	3,08	15,89	28,92	77,39	158,70	237,32	306,03	501,32	784,29
3	2,46	12,71	23,15	77,31	158,67	237,29	306,00	501,28	784,25
4	2,10	10,85	19,76	66,01	158,65	237,26	305,97	501,24	784,20
5	1,86	9,60	17,48	58,39	151,11	237,23	305,94	501,20	784,15
6	1,68	8,68	15,81	52,83	136,71	232,90	305,91	501,16	784,10
7	1,54	7,98	14,53	48,54	125,60	213,98	299,64	501,12	784,06
8	1,43	7,41	13,50	45,10	116,72	198,85	278,44	501,08	784,01
9	1,34	6,95	12,66	42,27	109,40	186,39	260,99	501,04	783,96
10	1,27	6,56	11,94	39,90	103,25	175,90	246,31	473,45	783,91
11	1,20	6,22	11,33	37,86	97,98	166,93	233,74	449,30	783,87
12	1,15	5,93	10,80	36,09	93,41	159,13	222,83	428,32	774,69
13	1,10	5,68	10,34	34,54	89,39	152,29	213,24	409,89	741,36
14	1,05	5,45	9,93	33,16	85,82	146,21	204,74	393,54	711,78
15	1,01	5,25	9,56	31,93	82,63	140,77	197,12	378,90	685,30
16	0,98	5,06	9,22	30,82	79,75	135,87	190,25	365,70	661,42
17	0,95	4,90	8,92	29,81	77,14	131,42	184,02	353,72	639,75
18	0,92	4,75	8,65	28,88	74,75	127,35	178,33	342,78	619,97
19	0,89	4,61	8,39	28,04	72,56	123,62	173,11	332,75	601,83
20	0,87	4,48	8,16	27,26	70,55	120,19	168,30	323,50	585,10
21	0,84	4,36	7,94	26,54	68,68	117,01	163,85	314,94	569,63
22	0,82	4,25	7,74	25,87	66,95	114,06	159,71	306,99	555,25
23	0,80	4,15	7,56	25,24	65,33	111,30	155,86	299,59	541,85
24	0,78	4,05	7,38	24,66	63,82	108,73	152,25	292,66	529,33
25	0,76	3,96	7,22	24,11	62,41	106,32	148,88	286,17	517,59
26	0,75	3,88	7,06	23,60	61,08	104,05	145,70	280,07	506,55
27	0,73	3,80	6,92	23,11	59,82	101,92	142,71	274,32	496,16
28	0,72	3,72	6,78	22,66	58,64	99,90	139,89	268,90	486,34
29	0,70	3,65	6,65	22,22	57,52	97,99	137,22	263,76	477,05
30	0,69	3,58	6,53	21,81	56,46	96,18	134,69	258,89	468,25
31	0,68	3,52	6,41	21,42	55,45	94,47	132,28	254,27	459,89
32	0,67	3,46	6,30	21,05	54,49	92,83	129,99	249,87	451,94
33	0,66	3,40	6,20	20,70	53,58	91,28	127,81	245,68	444,36
34	0,65	3,35	6,09	20,36	52,70	89,79	125,73	241,69	437,13
35	0,63	3,29	6,00	20,04	51,87	88,37	123,75	237,87	430,22
36	0,63	3,24	5,91	19,73	51,07	87,02	121,85	234,21	423,61
37	0,62	3,19	5,82	19,44	50,31	85,72	120,03	230,71	417,29
38	0,61	3,15	5,73	19,16	49,58	84,47	118,28	227,36	411,22
39	0,60	3,10	5,65	18,88	48,88	83,27	116,60	224,14	405,39
40	0,59	3,06	5,57	18,62	48,20	82,12	114,99	221,04	399,79
41	0,58	3,02	5,50	18,37	47,55	81,01	113,44	218,06	394,40
42	0,57	2,98	5,43	18,13	46,93	79,95	111,95	215,19	389,21
43	0,57	2,94	5,36	17,90	46,32	78,92	110,51	212,43	384,21
44	0,56	2,90	5,29	17,67	45,74	77,93	109,13	209,76	379,39
45	0,55	2,87	5,22	17,46	45,18	76,97	107,79	207,19	374,73
46	0,55	2,83	5,16	17,25	44,64	76,05	106,49	204,70	370,24
47	0,54	2,80	5,10	17,04	44,11	75,16	105,24	202,30	365,89
48	0,53	2,77	5,04	16,85	43,61	74,29	104,03	199,97	361,68
49	0,53	2,74	4,98	16,66	43,12	73,46	102,86	197,72	357,60
50	0,52	2,71	4,93	16,47	42,64	72,64	101,72	195,53	353,66

Pressão inicial (mbar)	37		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Propano</b>			Velocidade máxima (m/s)		10		<b>Baixa Pressão</b>		
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup>(st)/h)</b>								
1	5,81	21,99	36,71	91,23	185,66	277,99	359,75	589,23	920,17
2	3,96	18,25	35,98	91,21	185,63	277,96	359,71	589,19	920,12
3	3,17	14,61	28,79	91,19	185,61	277,93	359,68	589,15	920,07
4	2,71	12,47	24,58	82,05	185,58	277,90	359,65	589,10	920,02
5	2,39	11,03	21,75	72,58	185,56	277,87	359,61	589,06	919,97
6	2,17	9,98	19,67	65,66	168,24	277,83	359,58	589,02	919,92
7	1,99	9,17	18,07	60,33	154,58	263,80	359,54	588,98	919,87
8	1,85	8,52	16,80	56,06	143,64	245,13	344,87	588,93	919,82
9	1,73	7,99	15,74	52,55	134,64	229,77	323,26	588,89	919,77
10	1,63	7,54	14,86	49,59	127,07	216,85	305,08	586,34	919,71
11	1,55	7,15	14,10	47,06	120,58	205,78	289,51	556,43	919,66
12	1,48	6,82	13,44	44,86	114,95	196,18	276,00	530,45	919,61
13	1,41	6,52	12,86	42,93	110,01	187,74	264,12	507,63	915,96
14	1,36	6,26	12,35	41,22	105,62	180,24	253,58	487,37	879,41
15	1,31	6,03	11,89	39,69	101,69	173,54	244,15	469,24	846,70
16	1,26	5,82	11,47	38,30	98,15	167,49	235,64	452,89	817,20
17	1,22	5,63	11,10	37,05	94,93	162,01	227,92	438,06	790,42
18	1,18	5,45	10,75	35,90	91,99	157,00	220,88	424,51	765,99
19	1,15	5,29	10,44	34,85	89,30	152,40	214,41	412,09	743,56
20	1,12	5,15	10,15	33,88	86,82	148,17	208,45	400,64	722,90
21	1,09	5,01	9,88	32,99	84,52	144,25	202,94	390,04	703,78
22	1,06	4,88	9,63	32,16	82,39	140,61	197,82	380,19	686,02
23	1,03	4,77	9,40	31,38	80,40	137,21	193,04	371,02	669,47
24	1,01	4,66	9,18	30,65	78,54	134,04	188,58	362,45	653,99
25	0,99	4,55	8,98	29,97	76,80	131,07	184,40	354,41	639,49
26	0,96	4,46	8,79	29,33	75,16	128,27	180,47	346,85	625,85
27	0,94	4,36	8,61	28,73	73,62	125,64	176,76	339,73	613,01
28	0,93	4,28	8,44	28,16	72,16	123,16	173,27	333,01	600,88
29	0,91	4,20	8,27	27,63	70,79	120,80	169,96	326,65	589,41
30	0,89	4,12	8,12	27,12	69,48	118,57	166,82	320,62	578,53
31	0,88	4,04	7,98	26,63	68,24	116,46	163,84	314,90	568,20
32	0,86	3,97	7,84	26,17	67,06	114,44	161,01	309,45	558,37
33	0,85	3,91	7,71	25,73	65,94	112,52	158,31	304,26	549,01
34	0,83	3,84	7,58	25,31	64,86	110,69	155,73	299,31	540,08
35	0,82	3,78	7,46	24,91	63,84	108,94	153,27	294,58	531,55
36	0,81	3,73	7,35	24,53	62,86	107,27	150,92	290,06	523,38
37	0,79	3,67	7,24	24,16	61,92	105,67	148,66	285,73	515,56
38	0,78	3,62	7,13	23,81	61,02	104,13	146,50	281,57	508,06
39	0,77	3,57	7,03	23,48	60,15	102,66	144,43	277,58	500,86
40	0,76	3,52	6,93	23,15	59,32	101,24	142,43	273,74	493,94
41	0,75	3,47	6,84	22,84	58,52	99,87	140,51	270,06	487,29
42	0,74	3,42	6,75	22,54	57,75	98,56	138,66	266,50	480,88
43	0,73	3,38	6,66	22,25	57,01	97,29	136,88	263,08	474,70
44	0,72	3,34	6,58	21,97	56,29	96,07	135,16	259,78	468,74
45	0,71	3,30	6,50	21,70	55,60	94,89	133,50	256,59	462,99
46	0,70	3,26	6,42	21,44	54,94	93,75	131,90	253,51	457,43
47	0,70	3,22	6,35	21,19	54,29	92,65	130,35	250,53	452,06
48	0,69	3,18	6,27	20,94	53,67	91,59	128,85	247,65	446,86
49	0,68	3,14	6,20	20,71	53,06	90,55	127,40	244,86	441,82
50	0,67	3,11	6,13	20,48	52,48	89,56	126,00	242,16	436,95

## ANEXO 11

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS PARA REDES DE GÁS NATURAL EM BAIXA PRESSÃO, CONSIDERANDO A PERDA DE CARGA ESTÁTICA NO SENTIDO MAIS DESFAVORÁVEL (DESCENDENTE)

(página em branco)

<b>Gás Natural</b>											
Pressão inicial (mbar)	20		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	0,62				
<b>Baixa Pressão</b>			Velocidade máxima (m/s)	10		Densidade relativa do gás	0,65				
<b>Tubo de Cobre</b>											
	Diâmetro do tubo (mm)										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	0,29	0,78	1,61	2,85	4,86	7,37	11,52	18,88	29,51	43,84	72,07
2	0,19	0,52	1,08	1,91	3,45	5,98	10,81	18,88	29,51	43,83	72,05
3	0,15	0,41	0,85	1,50	2,71	4,70	8,50	16,34	29,50	43,82	72,04
4	0,12	0,34	0,71	1,26	2,27	3,94	7,12	13,70	24,73	41,77	72,03
5	0,11	0,30	0,62	1,09	1,97	3,42	6,18	11,88	21,46	36,25	70,00
6	0,09	0,26	0,55	0,97	1,75	3,03	5,48	10,54	19,03	32,15	62,08
7	0,08	0,24	0,49	0,87	1,57	2,73	4,93	9,48	17,13	28,93	55,87
8	0,08	0,21	0,45	0,79	1,43	2,48	4,48	8,63	15,58	26,31	50,82
9	0,07	0,20	0,41	0,72	1,31	2,27	4,11	7,91	14,28	24,12	46,58
10	0,06	0,18	0,38	0,67	1,21	2,10	3,79	7,29	13,17	22,24	42,95
11	0,06	0,17	0,35	0,62	1,12	1,94	3,51	6,75	12,20	20,60	39,78
12	0,05	0,15	0,32	0,57	1,04	1,80	3,26	6,28	11,34	19,15	36,97
13	0,05	0,14	0,30	0,53	0,97	1,68	3,04	5,85	10,56	17,84	34,45
14	0,05	0,13	0,28	0,50	0,90	1,57	2,84	5,46	9,86	16,66	32,17
15	0,04	0,12	0,26	0,47	0,84	1,47	2,65	5,10	9,22	15,57	30,07
16	0,04	0,12	0,24	0,43	0,79	1,37	2,48	4,77	8,62	14,57	28,13
17	0,04	0,11	0,23	0,41	0,74	1,28	2,32	4,47	8,07	13,63	26,33
18	0,03	0,10	0,21	0,38	0,69	1,20	2,17	4,18	7,55	12,75	24,63
19	0,03	0,09	0,20	0,36	0,65	1,12	2,03	3,91	7,06	11,92	23,03
20	0,03	0,09	0,19	0,33	0,60	1,05	1,89	3,65	6,59	11,13	21,50
21	0,03	0,08	0,17	0,31	0,56	0,98	1,77	3,40	6,14	10,38	20,04
22	0,02	0,08	0,16	0,29	0,52	0,91	1,64	3,16	5,71	9,65	18,64
23	0,02	0,07	0,15	0,27	0,48	0,84	1,52	2,93	5,29	8,94	17,27
24	0,02	0,06	0,14	0,24	0,44	0,77	1,40	2,70	4,88	8,25	15,94
25	0,02	0,06	0,12	0,22	0,41	0,71	1,29	2,48	4,48	7,57	14,62
26	0,02	0,05	0,11	0,20	0,37	0,65	1,17	2,26	4,08	6,89	13,32
27	0,01	0,05	0,10	0,18	0,33	0,58	1,06	2,03	3,68	6,22	12,01
28	0,01	0,04	0,09	0,16	0,30	0,52	0,94	1,81	3,27	5,53	10,67
29	0,01	0,04	0,08	0,14	0,26	0,45	0,82	1,57	2,85	4,81	9,30
30	0,01	0,03	0,06	0,12	0,22	0,38	0,69	1,33	2,40	4,06	7,84
31	0,01	0,02	0,05	0,09	0,17	0,30	0,55	1,06	1,91	3,23	6,24
32	0,00	0,01	0,03	0,06	0,12	0,21	0,38	0,73	1,33	2,25	4,34
33	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,42	0,71	1,37
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Gás Natural</b>											
Pressão inicial (mbar)	20	Perda de pressão (mbar)		1,5	Densidade corrigida do gás		0,62				
<b>Baixa Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)		10	Densidade relativa do gás		0,65				
<b>Tubo de Aço</b>											
	Diâmetro do tubo										
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior (mm)	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	0,92	2,05	4,50	7,19	12,71	20,39	35,51	48,22	79,45	113,33	174,94
2	0,62	1,38	3,11	5,79	12,30	20,38	35,50	48,21	79,44	113,32	174,93
3	0,48	1,08	2,44	4,55	9,67	18,09	35,49	48,20	79,43	113,30	174,91
4	0,40	0,91	2,05	3,81	8,10	15,16	31,60	47,38	79,42	113,29	174,89
5	0,35	0,79	1,78	3,31	7,03	13,15	27,42	41,11	79,41	113,27	174,88
6	0,31	0,70	1,57	2,93	6,24	11,67	24,32	36,46	70,64	113,05	174,86
7	0,28	0,63	1,42	2,64	5,61	10,50	21,89	32,82	63,58	101,75	174,84
8	0,25	0,57	1,29	2,40	5,10	9,55	19,91	29,85	57,83	92,55	164,45
9	0,23	0,52	1,18	2,20	4,68	8,75	18,25	27,36	53,01	84,83	150,74
10	0,21	0,48	1,09	2,03	4,31	8,07	16,82	25,23	48,88	78,22	138,99
11	0,20	0,44	1,01	1,88	3,99	7,47	15,58	23,37	45,27	72,45	128,74
12	0,18	0,41	0,94	1,74	3,71	6,95	14,48	21,72	42,07	67,34	119,65
13	0,17	0,38	0,87	1,63	3,46	6,47	13,50	20,24	39,21	62,75	111,50
14	0,16	0,36	0,81	1,52	3,23	6,04	12,60	18,89	36,60	58,58	104,09
15	0,15	0,33	0,76	1,42	3,02	5,65	11,78	17,66	34,22	54,76	97,31
16	0,14	0,31	0,71	1,33	2,82	5,28	11,02	16,52	32,01	51,23	91,04
17	0,13	0,29	0,66	1,24	2,64	4,94	10,31	15,46	29,96	47,95	85,20
18	0,12	0,27	0,62	1,16	2,47	4,63	9,65	14,47	28,03	44,86	79,71
19	0,11	0,26	0,58	1,08	2,31	4,32	9,02	13,53	26,21	41,94	74,53
20	0,10	0,24	0,54	1,01	2,16	4,04	8,42	12,63	24,47	39,17	69,60
21	0,10	0,22	0,51	0,94	2,01	3,76	7,85	11,77	22,81	36,51	64,87
22	0,09	0,21	0,47	0,88	1,87	3,50	7,30	10,95	21,21	33,94	60,32
23	0,08	0,19	0,43	0,81	1,73	3,24	6,76	10,14	19,65	31,46	55,90
24	0,08	0,18	0,40	0,75	1,60	2,99	6,24	9,36	18,14	29,03	51,58
25	0,07	0,16	0,37	0,69	1,47	2,74	5,73	8,59	16,64	26,63	47,33
26	0,06	0,15	0,33	0,63	1,33	2,50	5,21	7,82	15,15	24,25	43,10
27	0,06	0,13	0,30	0,56	1,20	2,25	4,70	7,05	13,66	21,87	38,86
28	0,05	0,12	0,27	0,50	1,07	2,00	4,18	6,27	12,15	19,44	34,55
29	0,04	0,10	0,23	0,44	0,93	1,74	3,64	5,46	10,58	16,93	30,10
30	0,03	0,08	0,19	0,37	0,78	1,47	3,07	4,60	8,92	14,28	25,38
31	0,03	0,07	0,15	0,29	0,62	1,17	2,44	3,66	7,10	11,37	20,20
32	0,02	0,04	0,11	0,20	0,43	0,81	1,70	2,55	4,94	7,91	14,06
33	0,00	0,01	0,03	0,06	0,13	0,25	0,53	0,80	1,56	2,50	4,45
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Gás Natural</b>									
Pressão inicial (mbar)	20	Perda de pressão (mbar)			1,5	Densidade corrigida do gás			0,62
<b>Baixa Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			10	Densidade relativa do gás			0,65
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)								
1	5,64	19,48	30,63	76,16	156,16	233,52	301,12	493,25	771,65
2	4,20	19,47	30,62	76,15	156,15	233,50	301,10	493,22	771,61
3	3,30	17,03	30,62	76,14	156,13	233,48	301,07	493,18	771,57
4	2,77	14,27	25,98	76,12	156,11	233,46	301,05	493,15	771,53
5	2,40	12,38	22,55	75,31	156,10	233,44	301,03	493,12	771,49
6	2,13	10,98	19,99	66,79	156,08	233,42	301,00	493,09	771,44
7	1,91	9,88	18,00	60,11	155,56	233,40	300,98	493,06	771,40
8	1,74	8,99	16,37	54,67	141,49	233,38	300,96	493,03	771,36
9	1,60	8,24	15,00	50,12	129,69	220,95	300,93	493,00	771,32
10	1,47	7,60	13,83	46,21	119,59	203,74	285,29	492,96	771,28
11	1,36	7,04	12,81	42,80	110,77	188,71	264,24	492,93	771,24
12	1,27	6,54	11,91	39,78	102,95	175,39	245,59	472,07	771,19
13	1,18	6,09	11,10	37,07	95,93	163,43	228,85	439,89	771,15
14	1,10	5,69	10,36	34,61	89,56	152,58	213,66	410,68	742,79
15	1,03	5,32	9,68	32,35	83,72	142,64	199,73	383,92	694,39
16	0,96	4,97	9,06	30,27	78,33	133,45	186,86	359,18	649,64
17	0,90	4,65	8,48	28,32	73,30	124,88	174,87	336,13	607,95
18	0,84	4,35	7,93	26,50	68,58	116,84	163,61	314,49	568,81
19	0,79	4,07	7,42	24,78	64,12	109,24	152,97	294,04	531,82
20	0,73	3,80	6,92	23,14	59,88	102,01	142,85	274,58	496,63
21	0,68	3,54	6,45	21,57	55,81	95,09	133,15	255,95	462,92
22	0,64	3,29	6,00	20,05	51,90	88,42	123,81	237,98	430,43
23	0,59	3,05	5,56	18,58	48,09	81,94	114,74	220,55	398,90
24	0,54	2,82	5,13	17,15	44,38	75,61	105,87	203,51	368,09
25	0,50	2,58	4,71	15,73	40,72	69,37	97,14	186,73	337,73
26	0,45	2,35	4,29	14,33	37,08	63,18	88,47	170,06	307,58
27	0,41	2,12	3,86	12,92	33,43	56,96	79,77	153,33	277,32
28	0,36	1,88	3,44	11,48	29,73	50,64	70,92	136,32	246,56
29	0,31	1,64	2,99	10,00	25,89	44,11	61,77	118,75	214,77
30	0,26	1,38	2,52	8,44	21,84	37,21	52,10	100,15	181,14
31	0,21	1,10	2,01	6,71	17,38	29,61	41,47	79,71	144,18
32	0,14	0,76	1,40	4,67	12,10	20,61	28,86	55,49	100,36
33	0,04	0,24	0,44	1,47	3,82	6,52	9,13	17,55	31,75
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Gás Natural</b>									
Pressão inicial (mbar)	20	Perda de pressão (mbar)			1,5	Densidade corrigida do gás			0,62
<b>Baixa Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)			10	Densidade relativa do gás			0,65
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)								
1	6,83	21,64	36,12	89,76	182,66	273,50	353,93	579,70	905,28
2	5,41	21,63	36,11	89,74	182,65	273,48	353,91	579,67	905,24
3	4,25	19,56	36,10	89,73	182,63	273,45	353,88	579,63	905,19
4	3,56	16,40	32,32	89,72	182,61	273,43	353,86	579,60	905,14
5	3,09	14,23	28,05	89,71	182,59	273,41	353,83	579,56	905,10
6	2,74	12,62	24,87	83,02	182,58	273,39	353,81	579,53	905,05
7	2,47	11,36	22,39	74,72	182,56	273,37	353,78	579,49	905,00
8	2,24	10,33	20,36	67,96	174,12	273,34	353,75	579,46	904,96
9	2,05	9,47	18,66	62,30	159,61	272,39	353,73	579,42	904,91
10	1,89	8,73	17,21	57,44	147,17	251,16	353,35	579,39	904,87
11	1,75	8,08	15,94	53,20	136,32	232,63	327,29	579,35	904,82
12	1,63	7,51	14,81	49,45	126,69	216,21	304,19	579,32	904,77
13	1,52	7,00	13,80	46,08	118,06	201,47	283,45	544,77	904,73
14	1,42	6,54	12,89	43,02	110,22	188,10	264,63	508,61	904,68
15	1,32	6,11	12,05	40,21	103,04	175,84	247,39	475,46	857,92
16	1,24	5,72	11,27	37,62	96,40	164,51	231,45	444,83	802,64
17	1,16	5,35	10,55	35,21	90,21	153,95	216,59	416,28	751,13
18	1,08	5,00	9,87	32,94	84,40	144,04	202,65	389,48	702,78
19	1,01	4,68	9,22	30,80	78,91	134,67	189,47	364,15	657,08
20	0,95	4,37	8,61	28,76	73,69	125,76	176,93	340,06	613,59
21	0,88	4,07	8,03	26,81	68,69	117,23	164,92	316,98	571,95
22	0,82	3,79	7,47	24,93	63,87	109,00	153,35	294,73	531,81
23	0,76	3,51	6,92	23,10	59,19	101,01	142,12	273,14	492,85
24	0,70	3,24	6,38	21,31	54,62	93,21	131,14	252,04	454,77
25	0,64	2,97	5,86	19,56	50,11	85,52	120,32	231,26	417,28
26	0,58	2,70	5,33	17,81	45,64	77,89	109,58	210,61	380,02
27	0,53	2,44	4,81	16,06	41,15	70,22	98,80	189,89	342,63
28	0,47	2,17	4,27	14,28	36,58	62,43	87,84	168,82	304,63
29	0,41	1,89	3,72	12,43	31,87	54,38	76,51	147,06	265,36
30	0,34	1,59	3,14	10,49	26,88	45,87	64,53	124,03	223,80
31	0,27	1,26	2,50	8,35	21,39	36,51	51,36	98,72	178,13
32	0,19	0,88	1,74	5,81	14,89	25,41	35,75	68,72	124,00
33	0,06	0,27	0,55	1,83	4,71	8,04	11,31	21,74	39,23
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## ANEXO 12

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO DE DIVERSOS MATERIAIS PARA REDES DE PROPANO EM BAIXA PRESSÃO, CONSIDERANDO A PERDA DE CARGA ESTÁTICA NO SENTIDO MAIS DESFAVORÁVEL (ASCENDENTE)

(página em branco)

<b>Propano</b>											
Pressão inicial (mbar)	37			Perda de pressão (mbar)	1,5			Densidade corrigida do gás	1,16		
<b>Baixa Pressão</b>				Velocidade máxima (m/s)	10			Densidade relativa do gás	1,55		
<b>Tubo de Cobre</b>											
	Diâmetro do tubo (mm)										
Exterior	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	54
Interior	4,4	6,4	8,4	10,4	13	16	20	25,6	32	39	50
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	0,20	0,55	1,13	2,00	3,61	6,25	11,30	19,19	29,99	44,55	73,24
2	0,13	0,36	0,75	1,32	2,39	4,15	7,50	14,43	26,07	44,02	73,22
3	0,10	0,28	0,58	1,03	1,86	3,23	5,83	11,21	20,25	34,20	66,05
4	0,08	0,23	0,48	0,85	1,54	2,67	4,82	9,28	16,76	28,30	54,66
5	0,07	0,20	0,41	0,73	1,32	2,28	4,13	7,94	14,34	24,22	46,78
6	0,06	0,17	0,36	0,63	1,15	1,99	3,60	6,93	12,52	21,15	40,85
7	0,05	0,15	0,32	0,56	1,02	1,76	3,19	6,13	11,08	18,72	36,15
8	0,05	0,13	0,28	0,50	0,91	1,57	2,84	5,47	9,89	16,70	32,26
9	0,04	0,12	0,25	0,45	0,81	1,41	2,55	4,91	8,87	14,99	28,94
10	0,04	0,11	0,23	0,40	0,73	1,27	2,30	4,42	7,99	13,49	26,05
11	0,03	0,10	0,20	0,36	0,66	1,14	2,07	3,98	7,19	12,15	23,47
12	0,03	0,09	0,18	0,33	0,59	1,03	1,86	3,58	6,48	10,94	21,13
13	0,03	0,08	0,16	0,29	0,53	0,92	1,67	3,22	5,81	9,82	18,96
14	0,02	0,07	0,15	0,26	0,47	0,82	1,49	2,87	5,19	8,77	16,93
15	0,02	0,06	0,13	0,23	0,42	0,73	1,32	2,54	4,60	7,76	15,00
16	0,02	0,05	0,11	0,20	0,37	0,64	1,15	2,22	4,02	6,79	13,12
17	0,01	0,04	0,09	0,17	0,31	0,55	0,99	1,91	3,45	5,82	11,25
18	0,01	0,04	0,08	0,14	0,26	0,45	0,82	1,58	2,86	4,84	9,35
19	0,01	0,03	0,06	0,11	0,20	0,35	0,64	1,24	2,24	3,79	7,32
20	0,00	0,02	0,04	0,07	0,14	0,24	0,44	0,84	1,52	2,58	4,98
21	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,06	0,11	0,21	0,38	0,64	1,24
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Propano</b>											
Pressão inicial (mbar)	37		Perda de pressão (mbar)	1,5		Densidade corrigida do gás	1,16				
<b>Baixa Pressão</b>			Velocidade máxima (m/s)	10		Densidade relativa do gás	1,55				
<b>Tubo de Aço</b>											
	Diâmetro do tubo										
Corrente (poleg.)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Exterior (mm)	10,3	13,7	17,1	21,3	26,7	33,4	42,2	48,3	60,3	73	88,9
Interior (mm)	6,8	9,2	12,5	15,8	21	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9
<b>Comprimento (m)</b>	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)										
1	0,64	1,44	3,25	6,05	12,86	20,72	36,09	49,00	80,75	115,18	177,81
2	0,43	0,96	2,16	4,02	8,54	15,98	33,30	48,99	80,73	115,16	177,78
3	0,33	0,74	1,68	3,12	6,63	12,41	25,87	38,80	75,16	115,13	177,74
4	0,27	0,61	1,39	2,58	5,49	10,27	21,41	32,11	62,20	99,54	176,88
5	0,23	0,52	1,19	2,21	4,70	8,79	18,32	27,47	53,23	85,19	151,37
6	0,20	0,46	1,03	1,93	4,10	7,68	16,00	23,99	46,49	74,40	132,20
7	0,18	0,40	0,91	1,71	3,63	6,79	14,16	21,23	41,13	65,83	116,97
8	0,16	0,36	0,82	1,52	3,24	6,06	12,63	18,95	36,71	58,75	104,39
9	0,14	0,32	0,73	1,36	2,90	5,44	11,34	17,00	32,94	52,71	93,67
10	0,13	0,29	0,66	1,23	2,61	4,89	10,20	15,30	29,64	47,44	84,30
11	0,11	0,26	0,59	1,11	2,35	4,41	9,19	13,78	26,71	42,74	75,95
12	0,10	0,23	0,53	0,99	2,12	3,97	8,27	12,41	24,04	38,48	68,37
13	0,09	0,21	0,48	0,89	1,90	3,56	7,43	11,14	21,58	34,54	61,37
14	0,08	0,19	0,43	0,80	1,70	3,18	6,63	9,94	19,27	30,84	54,80
15	0,07	0,16	0,38	0,70	1,50	2,82	5,87	8,81	17,07	27,31	48,54
16	0,06	0,14	0,33	0,62	1,31	2,46	5,14	7,70	14,93	23,89	42,45
17	0,05	0,12	0,28	0,53	1,13	2,11	4,40	6,61	12,80	20,49	36,41
18	0,04	0,10	0,23	0,44	0,93	1,75	3,66	5,49	10,64	17,02	30,25
19	0,03	0,08	0,18	0,34	0,73	1,37	2,86	4,30	8,33	13,33	23,69
20	0,02	0,05	0,12	0,23	0,50	0,93	1,95	2,92	5,66	9,07	16,12
21	0,00	0,01	0,03	0,05	0,12	0,23	0,48	0,73	1,42	2,27	4,04
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Propano</b>									
Pressão inicial (mbar)	37	Perda de pressão (mbar)	1,5	Densidade corrigida do gás	1,16				
<b>Baixa Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)	10	Densidade relativa do gás	1,55				
<b>Tubo de Polietileno - SDR 11</b>									
	Diâmetro do tubo (mm)								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	14	26	32,6	51,4	73,6	90	102,2	130,8	163,6
Comprimento (m)	Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)								
1	4,39	19,80	31,13	77,40	158,72	237,34	306,06	501,34	784,32
2	2,92	15,04	27,38	77,38	158,69	237,31	306,01	501,28	784,24
3	2,26	11,68	21,28	71,06	158,66	237,27	305,97	501,22	784,17
4	1,87	9,67	17,61	58,81	152,18	237,23	305,93	501,17	784,09
5	1,60	8,27	15,07	50,33	130,24	221,88	305,89	501,11	784,02
6	1,40	7,22	13,16	43,95	113,74	193,77	271,34	501,05	783,94
7	1,24	6,39	11,64	38,89	100,64	171,45	240,08	461,49	783,87
8	1,10	5,70	10,39	34,70	89,81	153,01	214,26	411,84	744,88
9	0,99	5,12	9,32	31,14	80,59	137,29	192,25	369,54	668,38
10	0,89	4,61	8,39	28,03	72,53	123,57	173,03	332,60	601,57
11	0,80	4,15	7,56	25,25	65,35	111,33	155,90	299,67	542,00
12	0,72	3,73	6,80	22,73	58,83	100,22	140,34	269,76	487,90
13	0,65	3,35	6,11	20,40	52,80	89,96	125,97	242,14	437,96
14	0,58	2,99	5,45	18,22	47,15	80,33	112,49	216,23	391,09
15	0,51	2,65	4,83	16,14	41,76	71,15	99,63	191,51	346,37
16	0,45	2,32	4,22	14,11	36,52	62,23	87,14	167,49	302,94
17	0,38	1,99	3,62	12,10	31,33	53,38	74,74	143,67	259,85
18	0,32	1,65	3,01	10,05	26,03	44,34	62,10	119,36	215,89
19	0,25	1,29	2,35	7,87	20,38	34,73	48,63	93,49	169,09
20	0,17	0,88	1,60	5,36	13,87	23,63	33,08	63,60	115,03
21	0,04	0,22	0,40	1,34	3,47	5,92	8,30	15,95	28,85
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Propano</b>									
Pressão inicial (mbar)	37	Perda de pressão (mbar)	1,5	Densidade corrigida do gás	1,16				
<b>Baixa Pressão</b>		Velocidade máxima (m/s)	10	Densidade relativa do gás	1,55				
<b>Tubo de Polietileno - SDR 17,6</b>									
	<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>								
Exterior	20	32	40	63	90	110	125	160	200
Interior	15,4	27,4	35,4	55,8	79,6	97,4	110,8	141,8	177,2
<b>Comprimento (m)</b>	<b>Caudal suportado (m<sup>3</sup> (st)/h)</b>								
1	5,65	21,99	36,71	91,22	185,65	277,98	359,74	589,21	920,14
2	3,75	17,28	34,06	91,20	185,62	277,94	359,69	589,15	920,06
3	2,92	13,43	26,46	88,33	185,59	277,90	359,64	589,09	919,98
4	2,41	11,11	21,90	73,10	185,56	277,86	359,60	589,02	919,90
5	2,06	9,51	18,74	62,56	160,28	273,52	359,55	588,96	919,81
6	1,80	8,30	16,37	54,63	139,98	238,88	336,08	588,90	919,73
7	1,59	7,35	14,48	48,34	123,85	211,37	297,37	571,52	919,65
8	1,42	6,55	12,92	43,14	110,53	188,63	265,38	510,04	919,57
9	1,27	5,88	11,59	38,71	99,18	169,25	238,12	457,66	825,79
10	1,15	5,29	10,44	34,84	89,26	152,33	214,32	411,91	743,24
11	1,03	4,77	9,40	31,39	80,42	137,25	193,10	371,12	669,64
12	0,93	4,29	8,46	28,25	72,40	123,55	173,82	334,08	602,81
13	0,83	3,85	7,60	25,36	64,98	110,90	156,03	299,88	541,10
14	0,74	3,44	6,78	22,65	58,03	99,03	139,33	267,79	483,19
15	0,66	3,05	6,01	20,06	51,39	87,71	123,40	237,17	427,95
16	0,58	2,66	5,25	17,54	44,95	76,71	107,93	207,43	374,29
17	0,49	2,28	4,50	15,05	38,56	65,80	92,58	177,93	321,05
18	0,41	1,90	3,74	12,50	32,03	54,67	76,91	147,82	266,73
19	0,32	1,48	2,93	9,79	25,09	42,82	60,24	115,78	208,91
20	0,22	1,01	1,99	6,66	17,06	29,13	40,98	78,76	142,12
21	0,05	0,25	0,50	1,67	4,28	7,30	10,28	19,75	35,65
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## ANEXO 13

### TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DE POSTOS DE GARRAFAS GPL

(página em branco)

<b>Garrafas de Butano G26</b>									
Número de garrafas	Regime de funcionamento	Temperatura ambiente (°C)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
		Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)							
1	Contínuo	0,02	0,05	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,24
	Intermitente	0,04	0,08	0,12	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37
	Ponta	0,05	0,11	0,16	0,22	0,28	0,35	0,41	0,49
2	Contínuo	0,05	0,11	0,16	0,22	0,28	0,35	0,41	0,49
	Intermitente	0,08	0,16	0,24	0,33	0,42	0,53	0,62	0,74
	Ponta	0,11	0,22	0,33	0,44	0,56	0,71	0,83	0,99
3	Contínuo	0,08	0,16	0,24	0,33	0,42	0,53	0,62	0,74
	Intermitente	0,12	0,24	0,37	0,49	0,64	0,80	0,94	1,11
	Ponta	0,16	0,33	0,49	0,66	0,85	1,07	1,25	1,48
4	Contínuo	0,11	0,22	0,33	0,44	0,56	0,71	0,83	0,99
	Intermitente	0,16	0,33	0,49	0,66	0,85	1,07	1,25	1,48
	Ponta	0,22	0,44	0,66	0,88	1,13	1,42	1,67	1,98

Obs.: Temperatura ambiente - é a temperatura média local, na época fria  
 Para uma pressão de saída de 30 mbar  
 Massa específica 2,71 kg/m<sup>3</sup>(n)

<b>Garrafas de Butano G110</b>									
Número de garrafas	Regime de funcionamento	Temperatura ambiente (°C)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
		Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)							
1	Contínuo	0,07	0,14	0,22	0,29	0,38	0,47	0,56	0,65
	Intermitente	0,11	0,22	0,33	0,44	0,57	0,70	0,84	0,98
	Ponta	0,14	0,29	0,44	0,59	0,76	0,94	1,12	1,30
2	Contínuo	0,14	0,29	0,44	0,59	0,76	0,94	1,12	1,30
	Intermitente	0,22	0,44	0,66	0,88	1,15	1,41	1,68	1,96
	Ponta	0,29	0,59	0,88	1,18	1,53	1,88	2,24	2,61
3	Contínuo	0,22	0,44	0,66	0,88	1,15	1,41	1,68	1,96
	Intermitente	0,33	0,66	0,99	1,33	1,72	2,11	2,52	2,94
	Ponta	0,44	0,88	1,33	1,77	2,30	2,82	3,36	3,92
4	Contínuo	0,29	0,59	0,88	1,18	1,53	1,88	2,24	2,61
	Intermitente	0,44	0,88	1,33	1,77	2,30	2,82	3,36	3,92
	Ponta	0,59	1,18	1,77	2,37	3,06	3,76	4,48	5,23
5	Contínuo	0,36	0,74	1,10	1,48	1,91	2,35	2,80	3,26
	Intermitente	0,55	1,11	1,66	2,22	2,87	3,53	4,20	4,90
	Ponta	0,73	1,48	2,21	2,96	3,83	4,71	5,60	6,53
6	Contínuo	0,44	0,88	1,33	1,77	2,30	2,82	3,36	3,92
	Intermitente	0,66	1,33	1,99	2,66	3,45	4,23	5,04	5,88
	Ponta	0,88	1,77	2,66	3,55	4,60	5,65	6,72	7,84

Obs.: Temperatura ambiente - é a temperatura média local, na época fria  
 Para uma pressão de saída de 30 mbar  
 Massa específica 2,71 kg/m<sup>3</sup>(n)

<b>Garrafas de Propano G110</b>									
Número de garrafas	Regime de funcionamento	Temperatura ambiente (°C)							
		-5	0	5	10	15	20	25	30
		Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)							
1	Contínuo	0,73	0,83	0,94	1,12	1,17	1,30	1,42	1,57
	Intermitente	1,09	1,25	1,42	1,69	1,76	1,96	2,14	2,36
	Ponta	1,46	1,67	1,89	2,25	2,35	2,61	2,85	3,14
2	Contínuo	1,46	1,67	1,89	2,25	2,35	2,61	2,85	3,14
	Intermitente	2,19	2,51	2,84	3,38	3,52	3,92	4,28	4,72
	Ponta	2,92	3,35	3,79	4,51	4,70	5,22	5,71	6,29
3	Contínuo	2,19	2,51	2,84	3,38	3,52	3,92	4,28	4,72
	Intermitente	3,29	3,77	4,27	5,07	5,29	5,88	6,42	7,08
	Ponta	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
4	Contínuo	2,92	3,35	3,79	4,51	4,70	5,22	5,71	6,29
	Intermitente	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
	Ponta	5,85	6,71	7,59	9,02	9,40	10,45	11,42	12,59
5	Contínuo	3,66	4,19	4,74	5,64	5,87	6,53	7,13	7,87
	Intermitente	5,49	6,29	7,12	8,46	8,81	9,80	10,70	11,80
	Ponta	7,32	8,39	9,49	11,28	11,75	13,06	14,27	15,74
6	Contínuo	4,39	5,03	5,69	6,77	7,05	7,84	8,56	9,44
	Intermitente	6,58	7,55	8,54	10,15	10,58	11,76	12,84	14,17
	Ponta	8,78	10,07	11,39	13,54	14,10	15,68	17,13	18,89

Obs.: Temperatura ambiente - é a temperatura média local, na época fria  
Para uma pressão de saída de 1,5 bar  
Massa específica 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)

<b>Garrafas de Propano G26</b>									
Número de garrafas	Regime de funcionamento	Temperatura ambiente (°C)							
		-5	0	5	10	15	20	25	30
		Caudal suportado (m <sup>3</sup> (st)/h)							
1	Contínuo	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,48	0,53	0,58
	Intermitente	0,40	0,46	0,52	0,59	0,65	0,72	0,80	0,88
	Ponta	0,54	0,62	0,70	0,79	0,87	0,97	1,07	1,17
2	Contínuo	0,54	0,62	0,70	0,79	0,87	0,97	1,07	1,17
	Intermitente	0,81	0,93	1,05	1,18	1,30	1,45	1,60	1,76
	Ponta	1,09	1,24	1,40	1,58	1,74	1,94	2,14	2,35
3	Contínuo	0,81	0,93	1,05	1,18	1,30	1,45	1,60	1,76
	Intermitente	1,22	1,40	1,58	1,78	1,96	2,18	2,40	2,64
	Ponta	1,63	1,87	2,10	2,37	2,61	2,91	3,21	3,52
4	Contínuo	1,09	1,24	1,40	1,58	1,74	1,94	2,14	2,35
	Intermitente	1,63	1,87	2,10	2,37	2,61	2,91	3,21	3,52
	Ponta	2,18	2,49	2,81	3,17	3,48	3,88	4,28	4,70

Obs.: Temperatura ambiente - é a temperatura média local, na época fria  
Para uma pressão de saída de 1,5 bar  
Massa específica 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)

ANEXO 14

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO

(página em branco)

Reservatório de Propano em regime intermitente 4 h/dia												
Capacidade nominal (m <sup>3</sup> )	Conteúdo máximo (Ton)	Potência admissível (kW)										Pressão de saída (bar)
		Enchimento a 30%					Enchimento a 60%					
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	
2,50	1,00	450,64	553,65	656,65	778,97	901,29	618,02	766,09	914,16	1087,99	1261,81	1,0
		341,20	447,42	553,65	669,53	785,41	469,96	618,02	766,09	930,26	1094,42	1,5
		231,76	341,20	450,64	560,08	669,53	321,89	469,96	618,02	772,53	927,04	2,0
		90,12	180,25	270,38	373,39	476,39	128,75	251,07	373,39	521,46	669,53	3,0
4,48	1,90	733,91	907,73	1081,55	1281,12	1480,69	1017,17	1261,81	1506,44	1783,27	2060,09	1,0
		560,08	733,91	907,73	1097,64	1287,56	778,97	1020,39	1261,81	1528,98	1796,14	1,5
		386,26	560,08	733,91	914,16	1094,42	540,77	778,97	1017,17	1274,68	1532,19	2,0
		154,50	296,13	437,77	611,59	785,41	218,88	418,45	618,02	856,22	1094,42	3,0
7,48	3,14	1042,92	1287,56	1532,19	1821,90	2111,60	1454,94	1796,14	2137,35	2542,93	2948,51	1,0
		798,28	1042,92	1287,56	1561,16	1834,77	1107,30	1451,72	1796,14	2179,19	2562,24	1,5
		553,65	798,28	1042,92	1300,43	1557,95	759,66	1107,30	1454,94	1815,46	2175,98	2,0
		218,88	424,89	630,90	875,54	1120,17	309,01	592,27	875,54	1216,74	1557,95	3,0
11,10	4,67	1506,44	1866,96	2227,48	2645,94	3064,39	2111,60	2607,31	3103,02	3688,86	4274,70	1,0
		1152,36	1509,66	1866,96	2266,10	2665,25	1609,45	2108,38	2607,31	3164,18	3721,05	1,5
		798,28	1152,36	1506,44	1886,27	2266,10	1107,30	1609,45	2111,60	2639,50	3167,40	2,0
		321,89	618,02	914,16	1274,68	1635,20	437,77	856,22	1274,68	1776,83	2278,98	3,0
22,2	9,35	2884,13	3566,54	4248,95	5040,80	5832,65	4017,19	4969,99	5922,78	7030,08	8137,39	1,0
		2201,73	2884,13	3566,54	4322,99	5079,43	3064,39	4017,19	4969,99	6025,79	7081,59	1,5
		1519,32	2201,73	2884,13	3605,17	4326,20	2111,60	3064,39	4017,19	5021,49	6025,79	2,0
		605,15	1171,68	1738,20	2420,61	3103,02	849,79	1641,64	2433,49	3386,28	4339,08	3,0
50,00	21,00	4583,72	5671,71	6759,70	8021,51	9283,32	6386,30	7905,63	9424,95	11188,91	12952,87	1,0
		3495,73	4583,72	5671,71	6875,58	8079,45	4873,42	6389,52	7905,63	9589,11	11272,60	1,5
		2407,74	3495,73	4583,72	5729,65	6875,58	3360,53	4873,42	6386,30	7989,32	9592,33	2,0
		965,67	1866,96	2768,25	3856,24	4944,23	1351,94	2607,31	3862,68	5382,00	6901,33	3,0

Obs.: Poder calorífico inferior do propano 25,88 kWh/m<sup>3</sup>(n)

Massa específica do propano 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)

As temperaturas acima indicadas, referem-se à temperatura ambiente

Reservatório de GPL em regime intermitente 8 h/dia												
Capacidade nominal (m <sup>3</sup> )	Conteúdo máximo (Ton)	Potência admissível (kW)										Pressão de saída (bar)
		Enchimento a 30%					Enchimento a 60%					
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	
2,50	1,00	218,88	276,82	334,76	392,70	450,64	309,01	386,26	463,52	547,21	630,90	1,0
		167,38	222,10	276,82	334,76	392,70	238,19	312,23	386,26	466,74	547,21	1,5
		115,88	167,38	218,88	276,82	334,76	167,38	238,19	309,01	386,26	463,52	2,0
		51,50	90,12	128,75	186,69	244,63	64,37	128,75	193,13	263,95	334,76	3,0
4,48	1,90	360,51	450,64	540,77	637,34	733,91	515,02	630,90	746,78	888,41	1030,04	1,0
		276,82	363,73	450,64	547,21	643,78	392,70	511,80	630,90	762,88	894,85	1,5
		193,13	276,82	360,51	457,08	553,65	270,38	392,70	515,02	637,34	759,66	2,0
		77,25	148,06	218,88	309,01	399,14	103,00	206,00	309,01	431,33	553,65	3,0
7,48	3,14	515,02	643,78	772,53	914,16	1055,80	721,03	894,85	1068,67	1268,24	1467,82	1,0
		392,70	518,24	643,78	782,19	920,60	553,65	724,25	894,85	1087,99	1281,12	1,5
		270,38	392,70	515,02	650,21	785,41	386,26	553,65	721,03	907,73	1094,42	2,0
		115,88	218,88	321,89	444,20	566,52	154,50	296,13	437,77	611,59	785,41	3,0
11,10	4,67	759,66	933,48	1107,30	1319,75	1532,19	1055,80	1306,87	1557,95	1847,65	2137,35	1,0
		579,40	756,44	933,48	1133,05	1332,62	804,72	1055,80	1306,87	1583,70	1860,52	1,5
		399,14	579,40	759,66	946,35	1133,05	553,65	804,72	1055,80	1319,75	1583,70	2,0
		154,50	309,01	463,52	643,78	824,03	218,88	431,33	643,78	888,41	1133,05	3,0
22,2	9,35	1442,06	1783,27	2124,47	2523,62	2922,76	2008,59	2484,99	2961,39	3515,04	4068,69	1,0
		1100,86	1442,06	1783,27	2163,10	2542,93	1532,19	2008,59	2484,99	3012,89	3540,79	1,5
		759,66	1100,86	1442,06	1802,58	2163,10	1055,80	1532,19	2008,59	2510,74	3012,89	2,0
		309,01	592,27	875,54	1216,74	1557,95	424,89	817,60	1210,30	1686,70	2163,10	3,0
50,00	21,00	2291,86	2832,63	3373,41	4010,75	4648,09	3193,15	3952,81	4712,47	5594,45	6476,43	1,0
		1751,08	2291,86	2832,63	3437,79	4042,94	2439,93	3196,37	3952,81	4792,95	5633,08	1,5
		1210,30	1751,08	2291,86	2864,82	3437,79	1686,70	2439,93	3193,15	3991,44	4789,73	2,0
		476,39	933,48	1390,56	1931,34	2472,11	669,53	1300,43	1931,34	2691,00	3450,66	3,0

Obs.: Poder calorífico inferior do propano 25,88 kWh/m<sup>3</sup>(n)  
 Massa específica do propano 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)  
 As temperaturas acima indicadas, referem-se à temperatura ambiente

Reservatório de Propano em regime contínuo 24 h/dia												
Capacidade nominal (m <sup>3</sup> )	Conteúdo máximo (Ton)	Potência admissível (kW)										Pressão de saída (bar)
		Enchimento a 30%					Enchimento a 60%					
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	
2,50	1,00	128,75	160,94	193,13	218,88	244,63	180,25	218,88	257,51	296,13	334,76	1,0
		103,00	131,97	160,94	189,91	218,88	141,63	180,25	218,88	257,51	296,13	1,5
		77,25	103,00	128,75	160,94	193,13	103,00	141,63	180,25	218,88	257,51	2,0
		25,75	57,94	90,12	115,88	141,63	38,62	77,25	115,88	154,50	193,13	3,0
4,48	1,90	218,88	263,95	309,01	354,07	399,14	296,13	360,51	424,89	489,27	553,65	1,0
		173,82	218,88	263,95	309,01	354,07	238,19	299,35	360,51	424,89	489,27	1,5
		128,75	173,82	218,88	263,95	309,01	180,25	238,19	296,13	360,51	424,89	2,0
		51,50	96,56	141,63	186,69	231,76	64,37	128,75	193,13	257,51	321,89	3,0
7,48	3,14	309,01	373,39	437,77	502,14	566,52	424,89	521,46	618,02	708,15	798,28	1,0
		244,63	309,01	373,39	437,77	502,14	341,20	431,33	521,46	614,81	708,15	1,5
		180,25	244,63	309,01	373,39	437,77	257,51	341,20	424,89	521,46	618,02	2,0
		64,37	128,75	193,13	263,95	334,76	90,12	180,25	270,38	360,51	450,64	3,0
11,10	4,67	450,64	540,77	630,90	727,47	824,03	618,02	753,22	888,41	1023,61	1158,80	1,0
		354,07	447,42	540,77	637,34	733,91	489,27	621,24	753,22	888,41	1023,61	1,5
		257,51	354,07	450,64	547,21	643,78	360,51	489,27	618,02	753,22	888,41	2,0
		90,12	186,69	283,26	379,83	476,39	128,75	263,95	399,14	534,33	669,53	3,0
22,2	9,35	849,79	1030,04	1210,30	1390,56	1570,82	1184,55	1442,06	1699,58	1950,65	2201,73	1,0
		675,97	853,00	1030,04	1210,30	1390,56	939,92	1190,99	1442,06	1693,14	1944,21	1,5
		502,14	675,97	849,79	1030,04	1210,30	695,28	939,92	1184,55	1435,63	1686,70	2,0
		180,25	360,51	540,77	727,47	914,16	257,51	508,58	759,66	1017,17	1274,68	3,0
50,00	21,00	1351,94	1641,64	1931,34	2221,04	2510,74	1879,84	2285,42	2691,00	3096,58	3502,16	1,0
		1075,11	1358,37	1641,64	1931,34	2221,04	1493,57	1889,49	2285,42	2691,00	3096,58	1,5
		798,28	1075,11	1351,94	1641,64	1931,34	1107,30	1493,57	1879,84	2285,42	2691,00	2,0
		283,26	572,96	862,66	1152,36	1442,06	399,14	804,72	1210,30	1615,89	2021,47	3,0

Obs.: Poder calorífico inferior do propano 25,88 kWh/m<sup>3</sup>(n)

Massa específica do propano 2,01 kg/m<sup>3</sup>(n)

As temperaturas acima indicadas, referem-se à temperatura ambiente

(página em branco)

## ANEXO 15

### DIMENSIONAMENTO COM RECURSO A FOLHA DE CÁLCULO DO CASO DE ESTUDO

(página em branco)

### Cálculo da Rede de Gás – Gás Natural

(Conduta do Edifício, Coluna Montante e Derivação de Piso)

TROÇO	N	S	Qmax (st)	L (m)	Leq (m)	h (m)	Di (mm)	Pa (bar)	Pb (bar)	Aph (mbar)	Pbcorr (mbar)	APacum (mbar)	v (m/s)
0-2	8	0,30	8,42	7,80	9,36	3,40	16,00	0,1000	0,09035	0,1539	90,4998	9,50	10,64
2-3	4	0,40	5,61	3,00	3,60	3,00	16,00	0,0905	0,08872	0,1358	88,8514	11,15	7,13
3-4	4	0,40	5,61	0,10	0,12	0,00	13,00	0,0889	0,08869	0,0000	88,6894	11,31	10,81
4-5	2	0,60	4,21	0,30	0,36	0,00	13,00	0,0887	0,08840	0,0000	88,4016	11,60	8,11
5-6	1	1,00	3,51	0,50	0,60	0,00	13,00	0,0884	0,08806	0,0000	88,0573	11,94	6,76
4-7	2	0,60	4,21	0,80	0,96	-0,50	13,00	0,0887	0,08792	-0,0226	87,8991	12,10	8,11
7-8	1	1,00	3,51	0,50	0,60	0,00	13,00	0,0879	0,08755	0,0000	87,5546	12,45	6,76

### Cálculo da Rede de Gás – Gás Natural

(Fogos)

Fogo A													
TROÇO	N	S	Qmax (st)	L (m)	Leq (m)	h (m)	Di (mm)	Pa (mbar)	Pb (mbar)	Aph (mbar)	Pbcorr (mbar)	APacum (mbar)	v (m/s)
0-1	1	1	3,51	8,8	10,56	-1,3	20	20,00	19,20	-0,06	19,14	0,86	3,05
1-E	1	1	2,91	1,6	1,92	1,3	20	19,14	19,04	0,06	19,10	0,90	2,52
1-P	1	1	0,60	2	2,4	1,3	20	19,14	19,13	0,06	19,19	0,81	0,52

Fogo B													
TROÇO	N	S	Qmax (st)	L (m)	Leq (m)	h (m)	Di (mm)	Pa (mbar)	Pb (mbar)	Aph (mbar)	Pbcorr (mbar)	APacum (mbar)	v (m/s)
0-1	1	1	3,51	11,7	14,04	-1,3	20	20,00	18,94	-0,06	18,88	1,12	3,05
1-E	1	1	2,91	1,6	1,92	1,3	20	18,88	18,78	0,06	18,83	0,90	2,53
1-P	1	1	0,60	2	2,4	1,3	20	18,88	18,87	0,06	18,93	0,81	0,52

Fogo C													
TROÇO	N	S	Qmax (st)	L (m)	Leq (m)	h (m)	Di (mm)	Pa (mbar)	Pb (mbar)	Aph (mbar)	Pbcorr (mbar)	APacum (mbar)	v (m/s)
0-1	1	1	3,51	11,1	13,32	-1,3	20	20,00	18,99	-0,06	18,93	1,07	3,05
1-E	1	1	2,91	1,6	1,92	1,3	20	18,93	18,83	0,06	18,89	0,90	2,53
1-P	1	1	0,60	2	2,4	1,3	20	18,93	18,93	0,06	18,98	0,81	0,52

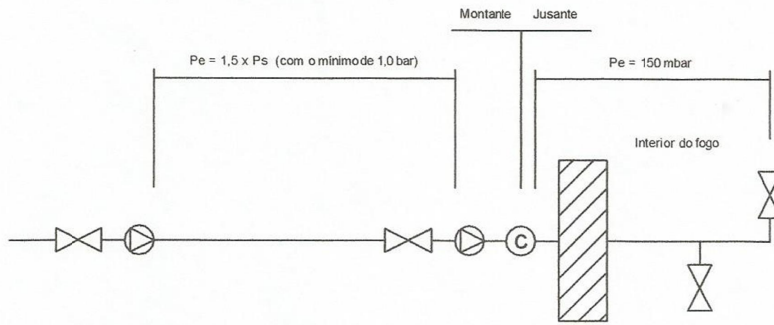
Fogo D													
TROÇO	N	S	Qmax (st)	L (m)	Leq (m)	h (m)	Di (mm)	Pa (mbar)	Pb (mbar)	Aph (mbar)	Pbcorr (mbar)	APacum (mbar)	v (m/s)
0-1	1	1	3,51	14	16,8	-1,3	20	20,00	18,73	-0,06	18,67	1,33	3,05
1-E	1	1	2,91	1,6	1,92	1,3	20	18,67	18,57	0,06	18,63	0,90	2,53
1-P	1	1	0,60	2	2,4	1,3	20	18,67	18,66	0,06	18,72	0,81	0,52

## ANEXO 16

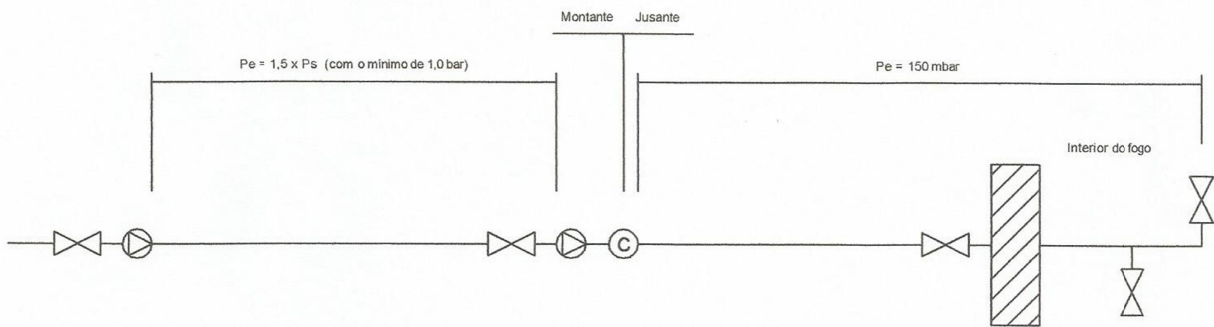
### PRESSÃO DE ENSAIO DE ESTANQUIDADE PARA DIVERSAS SOLUÇÕES TÉCNICAS

(página em branco)

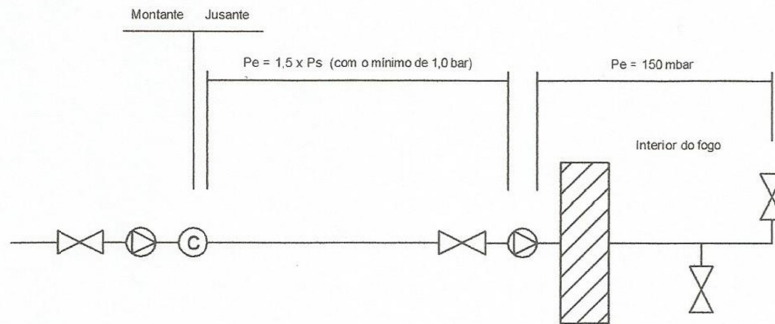
Edifício Colectivo - Média Pressão  
 4bar/150mbar(300mbar) - coluna montante - 150mbar(300mbar)/25mbar



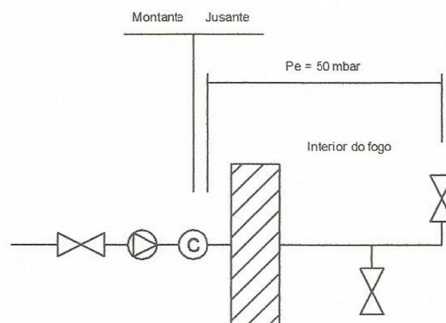
Edifício Colectivo - Média Pressão  
 4bar/150mbar(300mbar) - alvéolo técnico - 150mbar(300mbar)/25mbar



Edifício Unifamiliar - Média Pressão  
 4bar/150mbar(300mbar) - troço enterrado - 150mbar(300mbar)/25mbar



Edifício Unifamiliar - Baixa Pressão



(página em branco)

## ANEXO 17

### VERIFICAÇÕES A REALIZAR PELA ENTIDADE INSPECTORA AQUANDO DE UMA INSPECÇÃO

(página em branco)

<b>Entidades Inspectoras</b>		
<b>Verificações</b>	<b>Cumpre</b>	<b>Não Cumpre</b>
O cumprimento do projecto da instalação de gás e, subsidiariamente, dos regulamentos e procedimentos técnicos aplicáveis.		
Os termos de responsabilidade exigíveis nos termos da legislação aplicável.		
A estanquidade das instalações, a existência, o posicionamento, a acessibilidade, o funcionamento e a estanquidade dos dispositivos de corte e dos reguladores de pressão, com ou sem segurança incluída.		
A protecção anticorrosiva, no caso das tubagens à vista, e o isolamento eléctrico da tubagem.		
A natureza dos materiais no âmbito da sua classificação de resistência ao fogo e a localização e tipo de iluminação dos locais sensíveis devido à eventual existência de fugas de gás.		
O funcionamento e lubrificação dos dispositivos de corte.		
O livre escape das descargas de gás, caso exista, o valor das pressões a jusante, com ou sem consumo de gás, os reguladores de pressão e os limitadores de pressão ou de caudal.		
A ventilação, a limpeza, a iluminação, os avisos de informação e o estado de materiais utilizados nos locais técnicos.		
A limpeza das redes de ventilação, na base e no topo das caleiras, e a purga da drenagem inferior das colunas montantes.		
A ventilação, a limpeza, a iluminação, os avisos de informação e os materiais de construção da caixa dos contadores.		
O funcionamento dos contadores.		
O estado, o prazo de validade, a estanquidade, o comprimento das ligações dos aparelhos a gás e a acessibilidade dos respectivos dispositivos de corte.		
A estabilidade das chamas dos aparelhos a gás, incluindo o retorno, o descolamento, as pontas amarelas e o caudal mínimo.		
A ventilação dos locais e a exaustão dos produtos de combustão.		

<b>Defeitos Críticos</b>
<b>(implica o corte imediato do abastecimento de gás)</b>
a) Fuga de gás que pela sua natureza ou localização ponha em causa as condições de segurança da utilização e que tenha sido detectada mediante água sabonosa, detectores de gás, leitura de contador ou outros métodos adequados.
b) Tubo flexível não metálico não conforme com as normas técnicas aplicáveis ou que apresente sinais visíveis de deterioração, ou fora do prazo de validade, ou, ainda, sem abraçadeiras de aperto nas extremidades.
c) Tubo flexível metálico não conforme às normas técnicas aplicáveis ou com sinais visíveis de deterioração.
d) Aparelhos a gás do tipo A (não ligados) ou do tipo B (ligados não estanques) em locais destinados a quartos de dormir e a casas de banho.
e) Aparelhos a gás do tipo A (não ligados) ou do tipo B (ligados não estanques), sem conduta de evacuação dos produtos de combustão, em locais com o volume total inferior a 8 m <sup>3</sup> .

<b>Defeitos Não Críticos</b>
<b>(a eliminar no prazo máximo de três meses)</b>
a) Tubagens de gás em contacto com cabos eléctricos.
b) Tubagens de gás que sejam utilizadas como circuito de terra de instalações eléctricas.
c) Falta dos dispositivos de corte dos aparelhos.
d) Aparelho a gás com funcionamento deficiente relativamente ao comportamento da chama, incluindo retorno, descolamento ou pontas amarelas.
e) Falta de válvula de corte geral do edifício ou válvula com a acessibilidade de grau 3.
f) Falta de válvula de corte do fogo ou válvula com a acessibilidade de grau 3.
g) Utilização de tubagens, acessórios e equipamento não permitidos no Regulamento, à data da sua instalação.
h) Tubagens de gás em lugares não permitidos na legislação ou que não satisfaçam as disposições regulamentares.
i) Não conformidade da válvula de corte geral.
j) Não conformidade da válvula de corte do fogo.
k) Contador de gás com <i>by-pass</i> , quando este não satisfizer as condições regulamentares.
l) Contador de gás danificado, parado ou não cumprindo o especificado no Regulamento.
m) Não conformidade das válvulas de corte aos aparelhos.
n) Inadequada iluminação interior e exterior dos locais técnicos e das caixas dos contadores.
o) Caixas de contadores com portas sem orifícios de ventilação e que não obedeçam ao Regulamento.
p) Aparelhos a gás do tipo B (ligados não estanques), sem conduta de evacuação dos produtos de combustão, em locais com o volume total igual ou superior a 8 m <sup>3</sup> , exceptuando-se os aparelhos de aquecimento instantâneo de água quente sanitária de potência útil não superior a 8,7 kW e com caudal máximo de 5 l/min de água quente, bem como os aparelhos de aquecimento de água de acumulação com potência útil não superior a 4,65 kW e cuja capacidade útil não seja superior a 50 L, que estejam instalados antes da data de entrada em vigor do presente Regulamento.
q) Aparelhos a gás do tipo A (não ligados), em local sem chaminé ou sem abertura permanente para evacuação dos produtos de combustão, sendo o volume total do local igual ou superior a 8 m <sup>3</sup> .
r) Não conformidades da ventilação dos locais onde estão montados e a funcionar os aparelhos a gás.
s) Não conformidades da exaustão dos produtos de combustão, ou da altura mínima da tubagem de saída dos gases de combustão dos aparelhos de aquecimento instantâneo de água sanitária, ou, ainda, da sua inclinação em relação à horizontal.
A simultaneidade de dois ou mais defeitos não críticos referidos nas alíneas c), k) e p) deve ser considerada como um defeito crítico.
A simultaneidade de três ou mais defeitos não críticos referidos nas alíneas a), e), f), l), n), o) e q) deve ser considerada como um defeito crítico.