
DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL DE UM EDIFÍCIO

NELSON DE SOUZA MANHÃES FILHO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CCT / LECIV

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO DE 2006

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL DE UM EDÍFICIO

NELSON DE SOUZA MANHÃES FILHO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO DE 2006

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL DE UM EDÍFICIO

NELSON DE SOUZA MANHÃES FILHO

“Projeto de final de curso apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil”.

Orientador: Prof. Jonas Alexandre, D. Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO DE 2006

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL DE UM EDÍFICIO

NELSON DE SOUZA MANHÃES FILHO

“Projeto de final de curso apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil”.

Comissão examinadora:

Prof. Frederico Terra de Almeida, D. Sc. – UENF

Prof. Paulo César de Almeida Maia, D. Sc. - UENF

Prof. Jonas Alexandre, D. Sc. – UENF
(orientador)

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto a toda minha família que tanto me apoiou durante toda vida e principalmente nesta etapa.

À minha mãe Kátia Valéria da Costa Freitas Manhães, ao meu pai Nelson de Souza Manhães, ao meu irmão Antônio Freitas Netto, aos meus avós Antônio Freitas Sobrinho e Carolina Garcez da Costa Freitas.

À minha noiva Viviane Rangel Ribeiro, pelo companheirismo, dedicação, apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos.

Dedico este trabalho também aos meus tios Gilberto de Souza Manhães, João Carlos de Souza Manhães e Paulo José de Souza Manhães por seu apoio, suporte e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por permitir que tudo se concretizasse.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e seus professores, pela formação propiciada.

À turma de Engenharia Civil de 2001 por terem participado desta importante etapa que está se concretizando e pelo apoio e companheirismo nesta longa caminhada.

Ao Prof. Jonas Alexandre, pelos conhecimentos transmitidos ao longo do projeto.

*Não basta sermos apenas morais,
apegados a valores da tradição.
Isso nos faria moralistas e tradicionalistas,
fechados sobre o nosso sistema de valores.
Cumpra também sermos éticos,
abertos a valores que ultrapassam aqueles do
sistema tradicional ou de alguma cultura determinada.*

(Leonardo Boff)

RESUMO

O tema escolhido para o Projeto Final do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil foi o projeto de instalações de Gás Natural para um edifício residencial.

Para tal fim, foi utilizado o projeto de um edifício residencial multifamiliar em construção no Município de Campos dos Goytacazes no Estado do Rio de Janeiro que utilizará o sistema de Gás Natural canalizado.

O edifício é composto por doze pavimentos assim distribuídos: Subsolo, Térreo, Garagem I, Pavimento tipo I e Pavimento tipo II, totalizando 12 pavimentos. Porém, o subsolo não será abastecido pelo Gás Natural.

Aqui serão apresentadas todas as considerações, dados, memórias de cálculo utilizadas no projeto e dimensionamento, assim como todos os respectivos memoriais descritivos e detalhes, desenhos contendo cortes, detalhamentos e vistas, que sejam necessários ao bom entendimento do mesmo como um todo.

Palavras Chave: Dimensionamento, Engenharia Civil, Gás Natural, Instalação.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo	1
1.2. Softwares Utilizados	1
1.3. História do Gás Natural.....	1
CAPÍTULO II – CENÁRIO ATUAL, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES	4
2.1. Produção	4
2.2. Estimativas das Reservas da Petrobrás.....	4
2.3. Balanço Energético.....	6
2.4. Definição, Composição e Propriedades	7
2.5. Benefícios e Aplicações.....	9
2.6. Meio Ambiente.....	11
CAPÍTULO III – REGULAMENTAÇÕES.....	13
3.1 Generalidades	13
3.2 Proteção	13
3.3 Localização.....	14
3.3.1 Locais Impróprios.....	14
3.3.2 Requisitos das tubulações	15
3.3.3 Tubo Luva.....	15
3.4 Instalação da Tubulação – Rede de distribuição interna	15
3.5 Ensaio de Estanqueidade	16
3.6 Purga.....	17
3.7 Abrigo de Medidores e Reguladores.....	18
3.8 Responsabilidade Técnica.....	20
3.9 Tubos e Conexões.....	20
3.10 Acoplamentos	20
3.11 Acessórios para Interligações	20
3.11.1 Tubos Flexíveis.....	20
3.11.2 Medidores	20
3.11.3 Reguladores de Pressão.....	21
3.11.4 Válvulas	22
3.11.5 Chaminés Individuais.....	22
3.11.6 Aquecedores.....	23
3.12 Dispositivo de Segurança	26
3.13 Instalação do aparelhos de utilização	27
CAPÍTULO IV – DIMENSIONAMENTO	28

4.1	Passos para o dimensionamento	28
4.2	Dimensionamento do Edifício	30
4.2.1	Pavimento Tipo I e II	31
4.2.1.1	Divisão da instalação em trechos.....	31
4.2.1.2	Potência Computada.....	31
4.2.1.3	Fator de Simultaneidade	32
4.2.1.4	Potência Adotada.....	33
4.2.1.5	Vazão	34
4.2.1.6	Comprimento das Tubulações (Total)	35
4.2.1.7	Planilha de Cálculo	39
4.2.2	Pavimento Garagem (G1)	40
4.2.2.1	Divisão da instalação em trechos.....	40
4.2.2.2	Potência Computada.....	40
4.2.2.2.1	Fator de Simultaneidade	40
4.2.2.3	Potência Adotada.....	41
4.2.2.4	Vazão	41
4.2.2.5	Comprimento das Tubulações (Total)	42
4.2.2.6	Planilha de Cálculo	44
4.2.3	Pavimento Térreo e Prumada	45
4.2.3.1	Divisão da instalação em trechos.....	45
4.2.3.2	Potência Computada.....	45
4.2.3.3	Fator de Simultaneidade	46
4.2.3.4	Potência Adotada.....	46
4.2.3.5	Vazão	46
4.2.3.6	Comprimento das Tubulações (Total)	47
4.2.3.7	Planilha de Cálculo	49
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		50
BIBLIOGRAFIA		51
ANEXO A1 – TIPOS DE VENTILAÇÃO PERMANENTE MÍNIMA		52
ANEXO A2 – TIPOS DE VENTILAÇÃO PERMANENTE MÍNIMA		53
ANEXO B – DUTO PARA VENTILAÇÃO COLETIVA DE ABRIGOS		54
ANEXO C – TABELA DE POTÊNCIA E VAZÃO DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO		55
.....		
ANEXO D – FATOR DE SIMULTANEIDADE		56
ANEXO E – TABELA DE COMPRIMENTOS EQUIVALENTES.....		58
ANEXO F – DIÂMETROS DO TUBOS DE COBRE.....		59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Balanco Energético Nacional.	6
Figura 2.	Matriz Energética da Argentina. Fonte: www.naturalenergy.com.ar	7
Figura 3.	Utilização do Gás Natural no Brasil.	7
Figura 4.	Esquema do gás associado.	8
Figura 5.	Esquema do gás não-associado.	8
Figura 6.	Ensaio de Estanqueidade.	17
Figura 7.	Abrigo para medidores.	19
Figura 8.	Foto real de um abrigo para medidores.	19
Figura 9.	Foto de um tipo de medidor.	21
Figura 10.	Esquema do regulador de pressão.	22
Figura 11.	Representação da chaminé individual.	23
Figura 12.	Foto de um aquecedor de passagem com chaminé individual.	25
Figura 13.	Foto de um aquecedor de acumulação.	25
Figura 14.	Válvula de segurança instalada antes do regulador de pressão.	27
Figura 15.	Tipos de ventilação permanente mínima.	52
Figura 16.	Tipos de ventilação permanente mínima.	53
Figura 17.	Duto para ventilação coletiva de abrigos.	54
Figura 18.	Fator de Simultaneidade.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Produção por localização segundo as unidades da federação (1999-2004).	4
Tabela 2.	Reservas provadas da Petrobras segundo a SEC.	5
Tabela 3.	Reservas provadas da Petrobras segundo a SPE.	5
Tabela 4.	Potência Computada do Pavimento Tipo I e II.	31
Tabela 5.	Potência Adotada do Pavimento Tipo I e II.	33
Tabela 6.	Vazão do Pavimento Tipo I e II.	34
Tabela 7.	Comprimento das tubulações do Pavimento Tipo I e II.	35
Tabela 8.	Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Tipo I e II.	39
Tabela 9.	Potência Computada do Pavimento Garagem (G1).	40
Tabela 10.	Potência Adotada do Pavimento Garagem (G1).	41
Tabela 11.	Vazão do Pavimento Garagem (G1).	41
Tabela 12.	Comprimento das tubulações do Pavimento Garagem (G1).	42
Tabela 13.	Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Garagem (G1).	44
Tabela 14.	Potência Computada do Pavimento Térreo e Prumada.	45
Tabela 15.	Potência adotada do Pavimento Térreo e Prumada.	46
Tabela 16.	Vazão do Pavimento Térreo e Prumada.	46
Tabela 17.	Comprimento da tubulação do Pavimento Térreo e Prumada.	47
Tabela 18.	Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Térreo e Prumada.	49

ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E SINAIS

\pm	Mais ou menos, aproximadamente
\leq	Menor ou igual que
$<$	Menor que
\geq	Maior ou igual que
$>$	Maior que
A	Potência Adotada
C	Potência Computada
F	Fator de Simultaneidade
GN	Gás Natural
MC	Medidor Coletivo
MI	Medidor Individual
PCI	Poder Calorífico Inferior do gás
PCS	Poder Calorífico Superior do gás
RP	Regulador de Pressão

GLOSSÁRIO

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abrigo de Medidores	Construção destinada à proteção de um ou mais medidores com seus complementos.
Alinhamento	Linha de divisa entre o imóvel e o logradouro público, geralmente definida por muro ou gradil.
ANP	Agência Nacional de Petróleo.
Aparelhos de Utilização	São aparelhos destinados à utilização do gás combustível.
Aquecedor de Acumulação	Aquecedor de acumulação: aparelho com reservatório de água que se mantém aquecida em contato com o calor gerado na combustão de gás, onde a temperatura da água é controlada por meio de um termostato instalado no aquecedor, sendo a circulação da água forçada ou por gravidade. Recomendado para instalações residenciais e comerciais com alto fator de simultaneidade ou com diversos pontos de consumo de água quente.
Aquecedor Instantâneo	Aparelho no qual a água é aquecida à medida que passa através do mesmo, fluindo diretamente ao ponto de utilização.
Autoridade Competente	Órgão, repartição pública ou privada, pessoa jurídica ou física investida de autoridade pela legislação vigente, para examinar, aprovar, autorizar ou fiscalizar as instalações de gás, baseada em legislação específica local. Na ausência de legislação específica, a autoridade
Bainha	Tubulação destinada a envolver canalização. Quando essas atravessam estruturas de concreto, quando se situam sob pisos com acabamento especial, quando há necessidade de prever uma passagem futura de tubulações de gás ou quando a boa técnica recomendar.
Baixa Pressão	Toda pressão abaixo de 5 KPa (0,05 kgf/cm ²).

Cabine	Compartimento do prédio destinado às caixas de proteção.
Caixas de Proteção	Construção destinada exclusivamente ao abrigo de um ou mais medidores de gás.
Capacidade Nominal dos Aparelhos de Utilização	Calor fornecido na queima do gás para o qual o equipamento foi projetado para funcionar em sua capacidade máxima.
Capacidade Volumétrica	Capacidade total em volume de água que o recipiente pode suportar.
Chama Piloto	Pequena chama que acende um queimador ou conjunto de queimadores quando o gás é admitido.
Chaminé Coletiva	É o duto destinado a conduzir para o exterior os gases provenientes de aquecedores a gás através das respectivas chaminés individuais.
Chaminé Individual	É o duto destinado a conduzir para o exterior, para prisma de ventilação ou para chaminés coletivas os gases provenientes de um aparelho de utilização.
Coletor	Peça que, colocada no ponto mais baixo da canalização, se destina a receber e permitir a retirada de produtos condensados do gás.
Concessionária	Entidade pública ou particular responsável pelo fornecimento, abastecimento, distribuição e venda de gás canalizado.
Consumidor	Pessoa física ou jurídica responsável pelo consumo do gás.
Defletor	Parte da chaminé provida de dispositivo destinado a evitar que a combustão no aparelho de utilização sofra efeitos de condições adversas, tais como ventos que sopram para o interior da chaminé, existência de elevada pressão estática em volta do terminal, obstrução parcial da chaminé ou outros fatores que possam prejudicar a combustão do gás.
Demanda	Quantidade de gás utilizada por um consumidor num dado período de tempo. Expresso normalmente em m ³ /h, por dia ou por ano.

Densidade Relativa do Gás	Relação entre a densidade absoluta do gás e a densidade absoluta do ar seco, na mesma pressão e temperatura.
Derivação	Tubulação no recinto ou abrigo interno, destinada a alimentação de um grupo de medidores.
Duto	Conjunto de tubos interligados; denominado poliduto quando transporta líquidos diversos; oleoduto quando transporta petróleo e seus derivados líquidos; e gasoduto quando transporta gases.
Economia	É a propriedade, servindo de habitação ou ocupação para qualquer outra finalidade, podendo ser utilizada independentemente das demais. Podem constituir economias: prédio ou residência isolada; pavimentos de um mesmo prédio; loja ou subdivisão da loja de um prédio, com numeração própria; apartamento de um prédio; sala ou grupo de salas constituindo escritórios; casa de conjunto habitacional; casa com numeração própria, quando construída em terreno comum a outras, embora do mesmo proprietário; indústria de qualquer natureza; fazenda, sítio, chácara.
Fator de Simultaneidade	Relação percentual entre a potência verificada praticamente, com que trabalha simultaneamente um grupo de aparelhos, servidos por um determinado trecho de tubulação, e a soma da capacidade máxima de consumo desses mesmos aparelhos.
Gás Natural (GN)	Hidrocarbonetos combustíveis gasosos, essencialmente metano, cuja produção pode ser associada ou não na produção de petróleo.
Gasoduto	Tubulação destinada à transferência de gás. Na forma mais ampla, pode ser entendido como sistema de gás.
Instalação Predial	Conjunto de canalização, medidores, registros, coletores e aparelhos de utilização, com os necessários complementos, a partir da rede geral, destinado à condução e ao uso do gás combustível.

Instalação Interna	Conjunto de tubulações, medidores, reguladores, registros e aparelhos de utilização de gás, com os necessários complementos, e destinados à condução e ao uso do gás no interior de uma edificação.
Limite da Propriedade	Linha que separa a propriedade do logradouro público, ou do futuro alinhamento já previsto pela Prefeitura.
Local dos Medidores	Lugar destinado à construção das cabines ou caixas de proteção obedecendo às exigências das normas e regulamentos.
Logradouro Público	Designa todas as vias de uso público, oficialmente reconhecidas pelas prefeituras.
Matriz Energética Nacional	Participação relativa das diversas fontes energéticas de um país no consumo de energia primária. Essas fontes podem ser renováveis ou não renováveis.
Média Pressão	Pressão compreendida entre 5 kPa (0,05 kg/cm ²) e 400 kPa (4,08 kgf/cm ²).
Medida ao Alto	Denominação usual das cotas das canalizações existentes no interior das caixas de proteção dos medidores, em relação às paredes dessas caixas.
Medidor	Termo genérico designativo do aparelho destinado à medição do consumo de gás.
Medidor Coletivo	Aparelho destinado à medição do consumo total de gás de um conjunto de economias.
Medidor Individual	Aparelho destinado à medição do consumo total de gás de uma economia.
Normas de Serviço	Todas as regras que tem por objeto a normatização dos serviços, sejam tais regras de natureza legal, regulamentar ou contratual.
Perda de carga	Perda da pressão do fluido (água, ar ou gás), devido ao atrito

	ou obstrução em tubos, válvulas, conexões, reguladores e queimadores.
Perda de carga localizada	Perda da pressão do fluido (água, ar ou gás) devido a atritos nos acessórios.
Plug (bujão)	Elemento roscado destinado à vedação em extremidades de tubulação.
Poder Calorífico (PC)	Quantidade de calor (energia sob a forma de calor) que se desprende na combustão (queima) completa de uma unidade de volume de gás. O poder calorífico é expresso em Kcal/m ³ . Cada combustível possui seu próprio poder calorífico que corresponde à capacidade do combustível de gerar calor.
Poder Calorífico Inferior (PCI)	Quantidade de calor liberada pela combustão completa de uma unidade em volume ou massa de um combustível, quando queimado completamente em uma certa temperatura, permanecendo os produtos de combustão em fase gasosa (sem condensação do vapor d'água).
Poder Calorífico Superior (PCS)	Quantidade de calor liberada pela combustão completa de uma unidade em volume ou massa de um combustível, quando queimado completamente em uma determinada temperatura, levando-se os produtos da combustão, por resfriamento, à temperatura da mistura inicial (o vapor d'água é condensado e o calor recuperado).
Ponto de Instalação	Extremidade da tubulação interna destinada a receber o medidor.
Ponto de Utilização	Extremidade da canalização de gás destinada a receber um aparelho de utilização, incluindo, no caso de aquecimento de água, também os pontos de água fria e quente.
Ponto Inicial das Ramificações	Extremidade(s) inicial(ais) das ramificações deixada(s) aparente(s) no pavimento térreo, no local dos medidores gerais ou individuais, destinada(s), nas ruas onde ainda não houver rede geral, à ligação futura dos medidores de gás e à(às)

	interligação(coes) com as instalações individuais ou centralizadas de gás líquidofeito de petróleo.
Potência Adotada	Potência expressa em KW ou Kcal/min, utilizada para o dimensionamento do trecho em questão.
Potência Computada	Somatório das potências máximas dos aparelhos de utilização de gás, expressos em KW ou Kcal/min, que potencialmente podem ser instalados a jusante do trecho.
Potência Nominal	Quantidade de calor na unidade de tempo, contida no combustível consumido, expressa em KW ou Kcal/min, referida ao poder calorífico superior, para o qual o aparelho de utilização deve ser regulado.
Pressão	Unidade empregada para designar os diversos níveis em que trabalham as redes de gás. Esses níveis podem ser: baixa, média pressão e alta pressão.
Pressão Absoluta	Soma da pressão manométrica com a pressão atmosférica.
Pressão Atmosférica	Pressão do peso do ar e do vapor de água na superfície da terra. Aproximadamente 101kPa ou 760 mmHg, ao nível do mar.
Prisma de Ventilação	Abertura situada no interior da edificação, em comunicação direta com o exterior pela parte superior destinado a realizar a ventilação dos locais que possuem aparelhos a gás.
Produtos de Combustão	Produtos, no estado gasoso, resultantes da combustão do gás.
Projeto de Instalação	Conjunto de documentos que definem e esclarecem todos os detalhes da instalação de gás canalizado, prevista para uma ou várias economias.
Propriedade	Imóvel, edificado ou não, com seu título de aquisição devidamente formalizado.
Prumada	Tubulação vertical, interna ou externa à edificação, constituindo parte da rede de distribuição interna, que conduz o gás para

	um ou mais pavimentos.
Prumada Coletiva	Prumada que abastece um grupo de economias sobrepostas.
Prumada Individual	Prumada que abastece uma única economia.
Purga	Limpeza total de tubulação ou parte de um equipamento, de forma que todo material nele contido seja removido. É também a expulsão do ar contido no mesmo, tendo em vista a admissão de gás combustível, de forma a evitar uma combinação, combustível/ar, indesejada.
Queda máxima de pressão	Queda de pressão admissível causada pela soma da perda de carga nas tubulações e acessórios e pela variação de pressão com o desnível, devido à densidade relativa do gás.
Ramal	Termo genérico, para designar uma canalização que, partindo da rede geral, conduz o gás até o medidor, ou local do medidor.
Ramal Externo	Trecho do ramal, desde o ponto de sua inserção na rede geral até o limite da propriedade.
Ramal Geral	Canalização derivada da rede geral e destinada ao abastecimento de um conjunto de economias.
Ramal Individual	Canalização derivada da rede ou do ramo geral, desde o logradouro público até o medidor destinado ao abastecimento de uma economia.
Ramal Interno	Trecho do ramal compreendido entre o limite da propriedade e o medidor ou local de sua instalação.
Ramificação Primária	Trecho da instalação compreendido entre o medidor coletivo (ou local do medidor coletivo) e o medidor individual (ou local do medidor individual).
Ramificação Secundária	Trecho da instalação compreendido entre o medidor individual (ou local do medidor individual) e os aparelhos de utilização.

Rede de Alimentação	Trecho de tubulação que antecede a rede de distribuição interna, interligando-a com a fonte de abastecimento que pode ser a rede de rua ou de central de gás.
Rede de Distribuição Interna	Conjunto de tubulações e acessórios situada dentro do limite da propriedade dos consumidores, após o regulador de pressão de GN.
Rede Geral	Canalização existente nos logradouros públicos, da qual derivam os ramais.
Rede Primária	Trecho da instalação operando no valor máximo 150 kPa (1,53 kgf/cm ²).
Rede Secundária	Trecho da instalação operando no valor máximo de 5 kPa (0,05 kgf/cm ²) até o ponto de utilização do gás.
Registro de Corte de Fornecimento	Dispositivo destinado a interromper o fornecimento de gás para uma economia.
Registro Geral de Corte	Dispositivo destinado a interromper o fornecimento de gás para toda a edificação.
Regulador de Pressão de Primeiro Estágio	Dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás, antes de sua entrada na rede primária, para o valor de no máximo 150 kPa (1,53 kgf/cm ²).
Regulador de Segundo Estágio ou Estágio Único	Dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás, antes de sua entrada na rede secundária, para um valor adequado ao funcionamento do aparelho de utilização de gás, abaixo de 5 kPa (0,05 kgf/cm ²).
Reservas Provadas	Reservas de petróleo e Gás Natural que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, estima-se recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais, usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pelas legislações petrolífera e tributária brasileiras.
Terminal	Peça a ser colocada na extremidade exterior da chaminé primária, destinada a impedir a entrada de água de chuva e minimizar os efeitos dos ventos na seção de saída da chaminé. Instalação de despacho ou recebimento de Gás Natural

	liquefeito (GNL).
Tubo Luva	Tubo no interior do qual a tubulação de gás é montada e cuja finalidade é não permitir o confinamento de gás em locais não ventilados, na hipótese de vazamento, e atuar como proteção mecânica.
Tubulação Flexível	Tubos de material metálico, facilmente articulável, com características comprovadas e aceitas em conformidade com as normas NBR 7541 e NBR 14177.
Válvula de Alívio	Válvula projetada para reduzir rapidamente a pressão, a jusante dela, quando tal pressão excede o máximo pré-estabelecido.
Válvula de Bloqueio Automático (shut off):	Válvula instalada com a finalidade de interromper o fluxo de gás sempre que a sua pressão exceder o valor pré-ajustado. O desbloqueio deve ser feito manualmente.
Válvula de Bloqueio Manual	Válvula instalada estrategicamente junto a dispositivos da rede de distribuição interna de gás, em meio a trechos da tubulação da mesma, como registro geral do medidor e ainda, na entrada dos aparelhos de utilização, tendo a finalidade de interromper o fluxo de gás mediante acionamento manual e dimensionada para suportar, sem vazar, no mínimo, a pressão de 6,0 Kgf/cm ² .
Vazão Nominal	É a vazão volumétrica máxima de gás que pode ser consumido por um aparelho de utilização, determinada nas condições de 20º C de temperatura e pressão de 1 atm, ao nível do mar.
Ventilação Permanente	É um dos principais itens de segurança para ambientes que contenham aparelhos a gás. Existem vários modos de se obter ventilação permanente: janelas com bsculas fixas, portas com grades de ventilação e outros.
Vistoria	Diligência técnica efetuada por funcionários da concessionária tendo por fim verificar as condições de uma instalação quanto à regularidade e segurança, para fins de aceitação da instalação.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

O objetivo deste projeto é obter e empregar dentro da boa técnica todos os parâmetros necessários à confecção de um projeto de instalações de Gás Natural de um edifício multifamiliar.

Devido à construção deste edifício, o presente projeto se propõe a apresentar uma forma de dimensionamento diferente da adotada pela CEG – Companhia Estadual de Gás, e demonstrar que é possível se obter um resultado satisfatório.

Serão verificados os dados disponíveis e executados passo a passo todas as etapas necessárias, desde a escolha do caminho da tubulação até o dimensionamento das mesmas levando em consideração que o projeto deve oferecer:

- segurança das pessoas, do prédio, utensílios e equipamentos localizados onde existam instalações de gás;
- bom funcionamento e utilização das instalações;
- conveniência de localização e facilidade de operações dos componentes e instalações.

1.2. Softwares Utilizados

Os softwares utilizados no desenvolvimento deste trabalho foram os seguintes:

- AutoCAD 2000 – Utilizado para confecção da parte gráfica do projeto de instalações;
- EXCEL – Utilizado para o cálculo e montagem de planilhas e tabelas;

1.3. História do Gás Natural

Registros antigos mostram que a descoberta do Gás Natural ocorreu no Irã entre 6000 e 2000 AC e que, na Pérsia, utilizavam o combustível para manter aceso o "fogo eterno", símbolo de adoração de uma das seitas locais. O GN já era conhecido na China desde 900 AC, mas foi em 211 AC que o país começou a extrair a matéria-prima com o objetivo de secar pedras de sal. Utilizavam varas de bambu para retirar o GN de poços com profundidade aproximada de 1000 metros.

Na Europa, o Gás Natural só foi descoberto em 1659, não despertando interesse por causa da grande aceitação do gás resultante do carvão carbonizado (town gas), que foi o primeiro combustível responsável pela iluminação de casas e ruas desde 1790. Já nos Estados Unidos, o primeiro gasoduto com fins comerciais entrou em operação na cidade de

Fredonia, no Estado de Nova York, em 1821, fornecendo energia aos consumidores para iluminação e preparação de alimentos.

O Gás Natural passou a ser utilizado em maior escala na Europa no final do século XIX, devido à invenção do queimador Bunsen, em 1885 (por Robert Bunsen) - que misturava ar com Gás Natural -, e a criação de um gasoduto à prova de vazamentos, em 1890. Mesmo assim, as técnicas de construção eram modestas e os gasodutos tinham no máximo 160km de extensão, impedindo o transporte de grandes volumes a longas distâncias, e, conseqüentemente, reduzindo a participação do GN no desenvolvimento industrial, marcado pela presença de óleo e carvão.

No final de 1930, os avanços na tecnologia de construção de gasodutos viabilizaram o transporte do GN para longos percursos. O mercado industrial do Gás Natural era relativamente pequeno até a II Guerra Mundial, quando então o GN tornou-se extremamente disponível. Entre 1927 e 1931, já existiam mais de 10 linhas de transmissão de grande porte nos Estados Unidos, mas sem alcance interestadual. A descoberta de vastas reservas também contribuiu para reduzir o preço do GN, que o tornou uma opção mais atraente que o "town gas".

O boom de construções pós-guerra durou até o ano de 1960 e foi responsável pela instalação de milhares de quilômetros de dutos, proporcionado pelos avanços em metalurgia, técnicas de soldagem e construção de tubos. Desde então, o Gás Natural passou a ser utilizado em grande escala por vários países, devido às inúmeras vantagens econômicas e ambientais.

As perspectivas atuais de utilização do GN são extremamente positivas, já que a demanda por combustíveis não poluentes para a indústria, comércio e transportes, bem como, para geração termelétrica aumenta expressivamente.

A utilização do Gás Natural no Brasil começou modestamente por volta de 1940, com as descobertas de óleo e gás na Bahia, atendendo a indústrias localizadas no Recôncavo Baiano. Depois de alguns anos, as bacias do Recôncavo, Sergipe e Alagoas eram destinadas quase em sua totalidade para a fabricação de insumos industriais e combustíveis para a refinaria Landolfo Alves e o Pólo Petroquímico de Camaçari.

O grande marco do GN ocorreu com a exploração da Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, na década de 80. O desenvolvimento da bacia proporcionou um aumento no uso da matéria-prima, elevando em 2,7% a participação do GN na matriz energética nacional.

O Governo Federal tem como meta elevar a participação do GN dos atuais 7,7% para 12% até 2010. Para isso, diversos esforços estão sendo feitos, como a privatização do setor elétrico e a promulgação da lei 9.478, que, entre outras determinações, redefiniu a

política energética nacional e instituiu o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP).

O término do gasoduto Bolívia-Brasil representa um grande avanço no fornecimento de Gás Natural no país, com capacidade máxima de transportar até 30 milhões m³ diariamente. A implantação de 56 usinas do Programa Prioritário de Termelétricidade 2000-2003, do Ministério de Minas e Energia, também contribuirá para o crescimento da oferta de energia, assegurando o fornecimento aproximado de 20 mil MW a várias regiões do território nacional. Além disso, alguns projetos já estão em estudo para a exploração da Bacia do Solimões, na região Norte do país.

O Gás Natural é a solução energética para o novo século e já faz parte da vida da maioria dos países.

CAPÍTULO II – CENÁRIO ATUAL, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

2.1. Produção

Atualmente a produção de gás no Brasil, dividida segundo as unidades da Federação, são:

Tabela 1. Produção por localização segundo as unidades da federação (1999-2004).

LEGENDA: --- TERRA | --- MAR

PRODUÇÃO POR LOCALIZAÇÃO SEGUNDO UNIDADES DA FEDERAÇÃO (1999-2004)								
UNIDADES DA FEDERAÇÃO		PRODUÇÃO DE GN (MILHÕES M ³)						04/03 %
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	
TOTAL		11.855,18	13.282,88	13.998,80	15.525,15	15.792,064	16.971,156	7,47
SUBTOTAL	---	3.896,87	5.232,58	5.827,55	6.168,64	6.708,65	7.765,50	15,75
	---	7.958,31	8.050,30	8.171,25	9.356,51	9.083,42	9.205,66	1,35
AMAZONAS	---	734,15	2.000,20	2.427,33	2.743,18	2.992,56	3.620,76	20,99
CERRÁ	---	0,97	0,76	0,73	0,67	0,78	0,64	-17,54
	---	122,35	99,34	92,23	109,57	99,35	125,45	26,27
RIO GRANDE DO NORTE	---	350,38	390,31	394,52	356,82	301,60	333,46	10,56
	---	699,55	874,94	803,14	1.003,47	967,31	1.032,12	6,70
ALAGOAS	---	588,29	571,59	599,71	632,55	783,30	1.042,29	33,06
	---	161,72	166,74	163,21	149,20	134,62	144,99	7,66
SERGIPE	---	59,68	58,59	59,33	59,56	66,25	76,26	15,11
	---	806,36	814,38	752,53	741,89	666,26	601,17	-9,77
BAHIA	---	1.860,27	1.895,90	1.958,07	1.964,18	2.115,72	2.218,41	4,85
	---	--	0,02	8,48	52,64	50,15	38,20	-23,84
ESPIRITO SANTO	---	303,12	315,23	387,85	411,68	448,43	473,73	5,64
	---	2,68	1,95	1,10	9,82	60,95	36,10	-40,78
RIO DE JANEIRO	---	5.528,26	5.721,03	5.968,33	6.886,34	6.660,15	6.779,08	1,79
SÃO PAULO	---	558,98	324,10	343,98	394,19	388,23	383,40	-1,24
PARANÁ	---	78,43	47,21	38,25	9,39	56,40	65,22	15,65
SANTA CATARINA	---	--	--	--	--	--	--	--

Nota-se ver que o estado do Rio de Janeiro é o maior produtor de Gás Natural do país, sendo seguido de longe pelos estados Amazonas e Bahia.

2.2. Estimativas das Reservas da Petrobrás

Para se ter uma estimativa de qual é a quantidade de Gás Natural existente no país, um ponto importante a ser avaliado são os dados das estimativas das Reservas Provadas da Petrobras no Brasil e no Exterior, abaixo apresentadas.

Estas tabelas seguem os critérios da SEC (Securities and Exchange Commission) e SPE (Society of Petroleum Engineers).

Tabela 2. Reservas provadas da Petrobras segundo a SEC.

	BILHÕES DE PÉS CÚBICOS*					
	2004	2003	2002	2001	2000	1999
BRASIL						
EM MAR						
BACIA DE CAMPOS	4.039,2	4.096,2	4.144,3	3.644,3	2.504,7	3.202,3
OUTRAS	1.337,5	1.291,2	1.372,8	1.214,8	1.218,8	1.472,9
TOTAL EM MAR	5.376,8	5.387,4	5.517,1	4.859,1	3.723,5	4.675,2
EM TERRA	2.577,5	2.724,0	1.807,8	2.026,2	2.543,3	2.285,6
TOTAL BRASIL	7.954,3	8.111,4	7.324,9	6.885,3	6.266,8	6.960,8
INTERNACIONAL						
OUTRAS NA AMÉRICA DO SUL (1)	3.162,2	3.058,3	2.092,0	2.104,7	2.081,4	527,8
COSTA OCIDENTAL DA AFRICA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	--
GOLFO DO MÉXICO	130,6	32,7	53,1	57,6	56,8	66,3
MAR DO NORTE	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	43,6
TOTAL INTERNACIONAL	3.292,8	3.091,0	2.145,1	2.162,3	2.173,2	637,6
TOTAL	10.736,0	11.202,4	9.469,9	9.047,6	8.440,0	7.598,4

(1) Inclui Argentina, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela. Inclui as reservas da Petrobras Energia (ex-Perez Companc) a partir de 2003. **Última atualização:** Março de 2004

Tabela 3. Reservas provadas da Petrobras segundo a SPE.

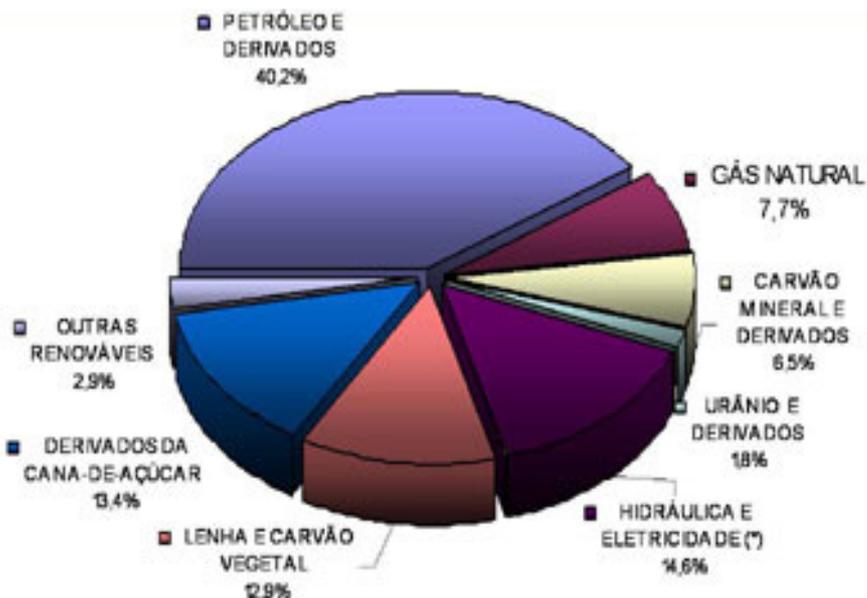
	BILHÕES DE PÉS CÚBICOS*					
	2004	2003	2002	2001	2000	1999
BRASIL						
EM MAR						
BACIA DE CAMPOS	4.746,5	4.737,8	4.423,9	3.939,3	3.584,4	3.697,4
OUTRAS	4.303,8	4.320,4	1.428,8	1.256,4	1.274,9	1.373,7
TOTAL EM MAR	9.050,4	9.058,3	5.852,7	5.195,7	4.859,3	5.071,1
EM TERRA	2.764,4	2.874,2	2.858,1	2.895,8	2.772,2	3.005,2
TOTAL BRASIL	11.814,8	11.932,6	8.710,8	8.091,5	7.631,5	8.076,3
INTERNACIONAL						
OUTRAS NA AMÉRICA DO SUL (1)	5.046,4	5.297,9	4.748,3	4.442,7	3.132,2	2.274,4
COSTA OCIDENTAL DA AFRICA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GOLFO DO MÉXICO	141,5	44,4	69,3	76,2	73,6	79,0
MAR DO NORTE	0,0	0,0	--	0,0	35,1	43,6
TOTAL INTERNACIONAL	5.187,9	5.342,3	4.817,6	4.518,8	3.240,9	2.397,0
TOTAL	16.243,6	17.274,9	13.528,4	12.610,3	10.872,4	10.473,3

(1) Inclui Argentina, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela. Inclui as reservas da Petrobras Energia (ex-Perez Companc) a partir de 2003. **Última atualização:** Março de 2004

2.3. Balanço Energético

O balanço energético representa as formas de combustível que são utilizadas no país e suas respectivas porcentagens.

Na figura, tem-se o Balanço Energético Nacional (BEN). Pode-se ver que o uso do Gás Natural é pequeno quando comparado a outras formas de combustíveis e outros países.



Fonte: MME - Balanço Energético Nacional - 2004

Figura 1. Balanço Energético Nacional.

Na próxima figura, apenas para ilustrar o que foi comentado acima, tem-se a matriz energética da Argentina, onde o consumo de Gás Natural é bem maior.

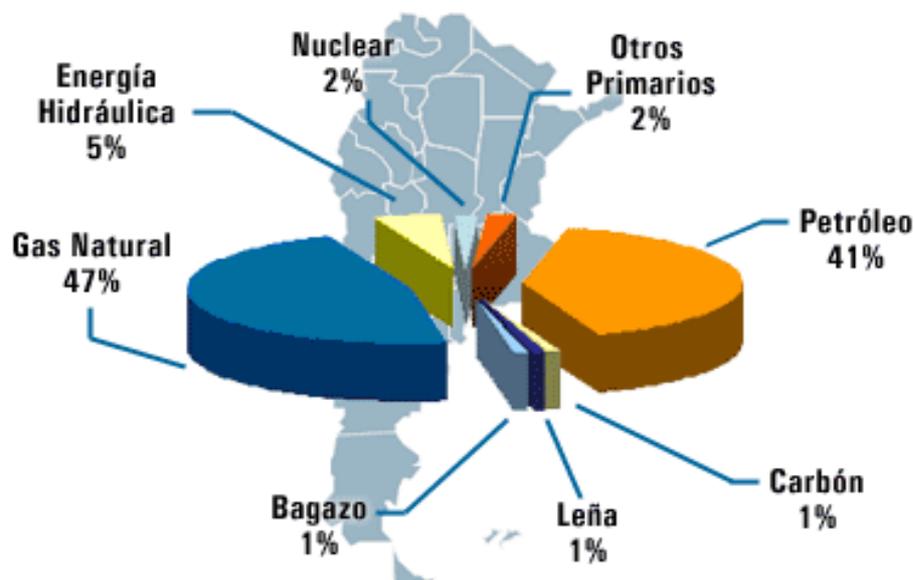


Figura 2. Matriz Energética da Argentina. Fonte: www.naturalenergy.com.ar

A figura mostra o uso do Gás Natural no Brasil dividido por áreas de utilização.

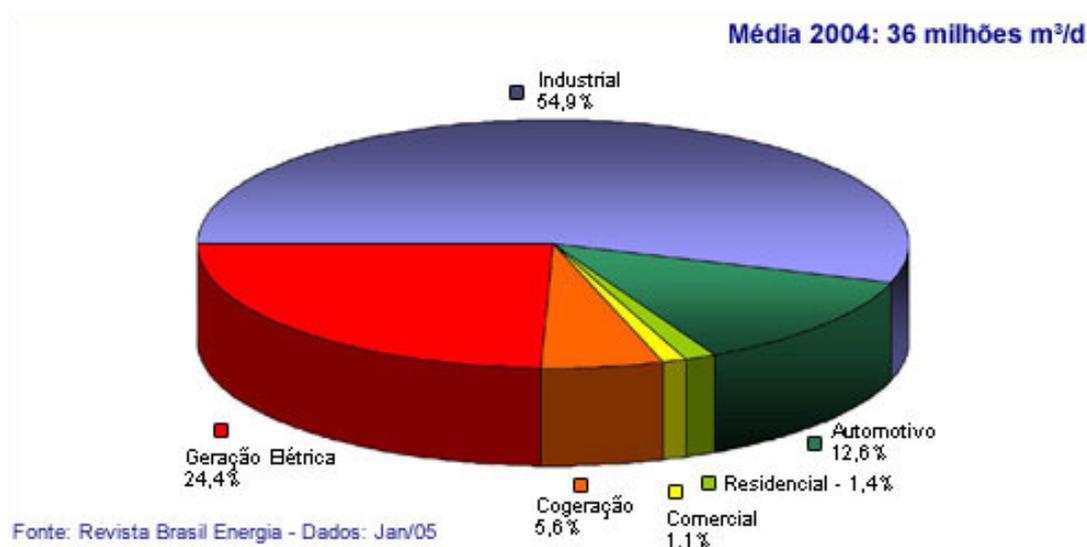


Figura 3. Utilização do Gás Natural no Brasil.

2.4. Definição, Composição e Propriedades

Definição: O Gás Natural é uma energia de origem fóssil, mistura de hidrocarbonetos leves entre os quais se destaca o metano (CH₄), que se localiza no subsolo da terra e é procedente da decomposição da matéria orgânica espalhada entre os extratos rochosos. Tal e como é extraído das jazidas, o Gás Natural é um produto incolor e inodoro, não é tóxico e é mais leve que o ar. Além disso, o Gás Natural é uma energia carente de enxofre e a sua combustão é completa, liberando como produtos da mesma, o dióxido de carbono (CO₂) e vapor de água, sendo os dois componentes não tóxicos, o que faz do Gás Natural uma energia ecológica e não poluente.

Composição: Sua composição pode variar, dependendo do fato do gás estar associado ou não ao óleo, ou de ter sido ou não processado em unidades industriais. A composição básica inclui metano, etano, propano e hidrocarbonetos de maior peso molecular (em menores proporções). Normalmente ele apresenta baixos teores de contaminantes como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre. Quando menciona-se que a composição e propriedades do Gás Natural dependem deste ser associado ou não, está se referindo ao reservatório produtor de gás, e são explicadas as diferenças entre eles abaixo.

Gás Associado: É aquele que, no reservatório, está dissolvido no óleo ou sob a forma de capa de gás. Neste caso, a produção de gás é determinada diretamente pela produção do óleo. Caso não haja condições econômicas para a extração, o Gás Natural é reinjetado na jazida ou queimado, a fim de evitar o acúmulo de gases combustíveis próximos aos poços de petróleo. O Gás Natural não associado é mais interessante do ponto de vista econômico, devido ao grande acúmulo de propano e de hidrocarbonetos mais pesados.

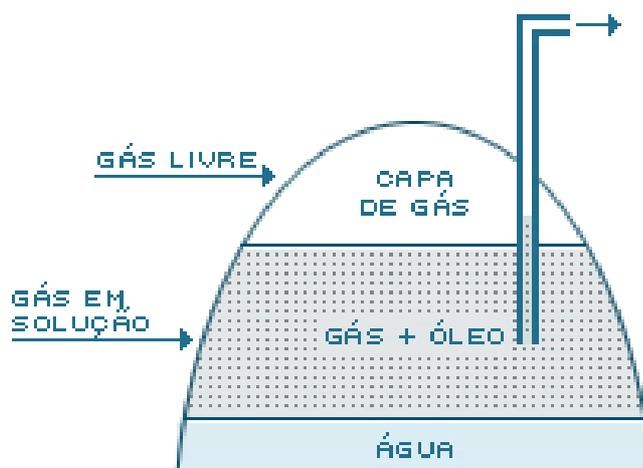


Figura 4. Esquema do gás associado.

Gás Não-Associado: É aquele que, no reservatório, está livre ou junto a pequenas quantidades de óleo. Neste caso, só se justifica comercialmente produzir o gás. As maiores ocorrências de Gás Natural no mundo são de gás não associado.

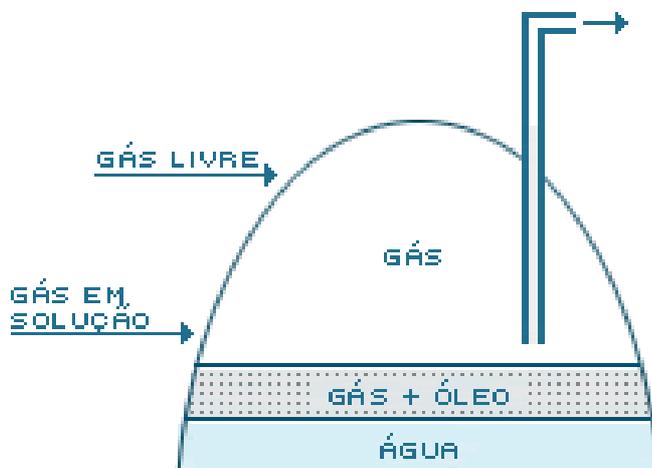


Figura 5. Esquema do gás não-associado.

Propriedades: O gás para consumo deve atender às seguintes exigências técnicas editadas pela resolução N^o 17/87 da ANP:

- Poder Calorífero Superior (PCS) a 20° C e 1 atm : 8.500 a 12.500 kcal/ m³;
- Poder Calorífero Inferior (PCI) a 20° C e 1 atm: 7.600 a 11.500 kcal/ m³;
- Densidade Relativa do Ar a 20° C: 0,55 a 0,69;
- Enxofre Total : 80 mg/m³ (máximo);
- H₂S : 20mg/m³ (máximo);
- CO₂: 2 % em volume máximo;
- Inertes: 4 % em volume máximo;
- O₂: 0,5 % em volume máximo;
- Ponto de Orvalho da Água a 1 atm: -45°C máximo;
- Isento de poeira, água condensada, odores objetáveis, gomas, elementos formadores de goma, hidrocarbonetos condensáveis, compostos aromáticos, metanol ou outros elementos sólidos ou líquidos.

Fonte: GasPetro

2.5. Benefícios e Aplicações

Benefícios: Dentre os muitos benefícios que existem do Gás Natural em relação às outras formas de combustível, podemos citar:

- Fornecimento estável e contínuo;
- Instalação fácil e rápida;
- Evita a necessidade de armazenamento e troca de recipientes pesados, liberando área útil da edificação;
- Custo baixo na manutenção;
- Equipamentos compactos;
- Dispositivos de segurança que monitoram a passagem do gás;
- O Gás Natural é uma energia limpa, que não produz resíduos tóxicos (Produz muito menos dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrogênio (NO) e emissão quase nula de dióxido de enxofre (SO₂), particulados e compostos orgânicos que contribuem para a chuva ácida);
- Maior segurança, pois, em caso de vazamento, devido à menor densidade do Gás Natural em relação ao ar, este combustível dissipa-se rapidamente na atmosfera;
- Economia significativa quando substituto da energia elétrica (40% considerando os valores atuais);
- É a mais barata energia de fornecimento contínuo.

Aplicações: As aplicações podem ser nas áreas:

- Industrial
- Automotiva
- Residencial
- Comercial
- Geração de Energia (Termelétrica, Distribuída e Cogeração)

O Gás Natural é usado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade e de força motriz; como matéria-prima nas indústrias siderúrgica, química, petroquímica e de fertilizantes. Na área de transportes é utilizado como substituto do óleo diesel, gasolina e álcool.

Tais fatores permitem a utilização quase irrestrita do produto em vários segmentos, atendendo as determinações ambientais e contribuindo de forma eficaz e eficiente no controle dos processos, segurança e qualidade. Desta forma, o Gás Natural participa direta ou indiretamente da vida de toda a população.

Entre as principais vantagens destaca-se a econômica: para obter o mesmo desempenho de qualquer quantidade de gás, o gasto em dólares é 10% maior com óleo combustível e 85% maior com óleo diesel industrial, desconsiderando nesses valores os custos de transporte, estocagem e distribuição, que no caso do Gás Natural são bem mais baixos.

Industrial

Utilizado como combustível, o Gás Natural proporciona uma combustão limpa, isenta de agentes poluidores, ideal para processos que exigem a queima em contato direto com o produto final, como, por exemplo, a indústria de cerâmica e a fabricação de vidro e cimento. O Gás Natural também pode ser utilizado como redutor siderúrgico na fabricação de aço e, de formas variadas, como matéria-prima: na indústria petroquímica, principalmente para a produção de metanol, e na indústria de fertilizantes, para a produção de amônia e uréia.

Automotivo

No uso em automóveis, ônibus e caminhões, o Gás Natural recebe o nome de "Gás Natural Veicular - GNV", oferecendo vantagem no custo por quilômetro rodado.

Como é seco, o Gás Natural não provoca resíduos de carbono nas partes internas do motor, aumentando sua vida útil e o intervalo de troca de óleo, além de reduzir significativamente os custos de manutenção.

Residencial

É um mercado em franca expansão, especialmente nos grandes centros urbanos de todo País. As companhias distribuidoras estaduais têm planos de grande ampliação de suas redes, com investimentos expressivos em conversões e adaptações nas residências.

O Gás Natural pode ser usado não só em chuveiros e fogões, mas também em saunas, aquecedores de piscina, lavadoras/secadoras de roupa, sistemas de refrigeração, lareiras, aquecedores de ambiente e até em churrasqueiras.

Comercial

Com aplicação semelhante ao setor residencial, o Gás Natural pode ser usado para climatização de ambientes, produção de água quente e cocção. Por isso, a variedade de usuários abrange desde hotéis a restaurantes, passando por hospitais, creches, lavanderias e escolas.

Alguns edifícios comerciais de grande porte, como shopping centers, hospitais e universidades também podem adotar o ar condicionado central a Gás Natural. O energético também encontra aplicação em sistemas de refrigeração para obtenção de baixas temperaturas, adaptados para câmaras frigoríficas ou geladeiras. Com isso, as instalações comerciais ganham flexibilidade e competitividade energética.

Geração de Energia (Termelétrica, Distribuída e Cogeração)

A disponibilidade de Gás Natural favorece seu uso para a geração de energia elétrica, cogeração e refrigeração, em processos complementares às demandas energéticas das indústrias, residências e estabelecimentos comerciais. Em algumas situações, a geração distribuída de energia pode representar não apenas "energia complementar", mas sim a fonte única para suprir as demandas dos segmentos mencionados, localizados distantes das redes de transmissão ou que precisem de energia própria.

A partir dos anos 80, ocorreu uma grande transformação nos processos de geração de eletricidade. Grandes termelétricas operadas a Gás Natural foram construídas para adaptar o segmento a regulamentações ambientais cada vez mais rigorosas e suprir a demanda nacional. O Gás Natural pode substituir o óleo, lenha, energia nuclear, entre outros, utilizando turbinas para gerar eletricidade. Em determinados casos, utiliza-se a geração simultânea de energia e calor, processo conhecido como cogeração. Menos poluente e mais eficiente que os demais combustíveis fósseis, o Gás Natural ganha cada vez mais espaço no setor elétrico.

2.6. Meio Ambiente

O Combustível Ecologicamente Correto

São inúmeras as vantagens econômicas do uso do Gás Natural, mas sua maior contribuição está ligada diretamente na melhoria dos padrões ambientais.

Devido à sua pureza, produz uma queima limpa e uniforme, sem a presença de fuligem e de outras substâncias que possam prejudicar o meio ambiente. Ao substituir, por exemplo, a lenha, o gás reduz o desmatamento. Nos grandes centros, diminui consideravelmente a emissão de compostos de enxofre e particulados, sem gerar cinzas ou

detrimentos poluentes oriundos da utilização de outros combustíveis, seja no uso industrial ou no automotivo. O uso do GN assegura a melhoria da qualidade do ar que se respira, baixando os índices de poluição e, conseqüentemente, de doenças respiratórias.

Numa época em que as atenções estão cada vez mais voltadas para o meio ambiente, o Gás Natural se apresenta como a melhor alternativa energética de hoje – um combustível versátil, econômico e limpo que será disponibilizado em escala compatível com a demanda nacional.

Considerações relativas ao meio ambiente:

- Não apresenta restrições ambientais;
- Reduz a emissão de particulados;
- Redução do desmatamento;
- Composição química constante, sem compostos pesados;
- Dispensa a manipulação de produtos químicos perigosos;
- Elimina o tratamento de efluentes dos produtos da queima;
- Melhoria da qualidade do ar nas grandes cidades;
- Baixíssima presença de contaminantes;
- Não emissão de particulares (cinzas);
- Não exige tratamento dos gases de combustão;
- Rápida dispersão de vazamentos;
- Emprego em veículos automotivos, diminuindo a poluição urbana;
- Melhor rendimento térmico, o que possibilita redução de despesas com a manutenção e melhor qualidade de vida para a população.

CAPÍTULO III – REGULAMENTAÇÕES

Para que o projeto atenda a todas as exigências e tenha um bom funcionamento, ele deve seguir algumas regulamentações.

3.1 Generalidades

As tubulações, após instaladas, devem ser estanques e desobstruídas.

A instalação de gás deve ser provida de válvulas de fechamento manual em cada ponto em que sejam necessários para a segurança, a operação e a manutenção.

A tubulação não pode ser considerada como elemento estrutural nem ser instalada interna a ele.

As tubulações não devem passar por pontos que a sujeitem a tensões inerentes à estrutura da edificação.

Na travessia de elementos estruturais, deve ser utilizado um tubo luva, vedando-se o espaço entre ele e o tubo de gás.

Nas ramificações não será permitido o uso de tubos com diâmetro interno inferior a 12,7mm, quando construídas em aço, e a 13,6mm, quando construídas em cobre ou latão.

As ramificações deverão obedecer às seguintes características:

- Ter declividade de forma a dirigir a condensação para os coletores;
- Ser totalmente estanques e firmemente fixadas;
- Ter um afastamento mínimo de 20cm das canalizações de outra natureza;
- As tubulações de gás próximas umas das outras devem guardar entre si um espaçamento pelo menos igual ao diâmetro da maior tubulação.

Os coletores devem ser colocados em áreas de servidão comum, a menos que se trate de coletor da ramificação da própria economia.

No caso de superposição de tubulações diversas, as de gás deverão ficar acima das demais.

As canalizações que forem instaladas, para uso futuro, deverão ser fechadas nas extremidades com plug (bujão) ou tampa rosqueada de metal.

Deve ser prevista tubulação que permita, em caso de falha do regulador de pressão, descarregar todo o gás para o ar livre.

É proibida a utilização de tubulações de gás como aterramento elétrico.

3.2 Proteção

Em locais que possam ocorrer choques mecânicos, as tubulações, quando aparentes, devem ser protegidas contra os mesmos.

Os registros, as válvulas e os reguladores de pressão devem ser instalados de modo a permanecer protegidos contra danos físicos e a permitir fácil acesso, conservação e substituição a qualquer tempo.

Os materiais metálicos utilizados para conduzir gás combustível, podem sofrer corrosão (tendência natural dos materiais voltarem ao seu estado encontrado na natureza desprendendo energia), e por este motivo devem ser instalados adequadamente para minimizar este fenômeno.

Para minimizar os efeitos da corrosão deve-se levar em consideração se a tubulação está:

- enterrada em solo ou em áreas molhadas da edificação: revesti-la adequadamente com um material que garanta a sua integridade tais como, revestimento asfáltico, revestimento plástico, com fitas pintura epóxi, ou realizar um sistema de proteção catódica à rede (este processo exige os conhecimentos de um especialista).
- aparente: deve-se analisar as condições atmosféricas e ambientais locais para se definir a proteção necessária, podendo se utilizar até mesmo a proteção a plicada em tubulações enterradas ou pintura. O acabamento, independente do tipo de proteção anticorrosiva que seja utilizada, deve estar de acordo com o item 4.5 da NBR 14570 que diz: “Toda tubulação aparente deve ser pintada na cor amarela conforme padrão 5Y8/12 do Sistema Munsell”.

3.3 Localização

3.3.1 Locais Impróprios

A tubulação da rede de distribuição interna não pode passar no interior de:

- dutos de lixo, ar condicionado, águas pluviais, tiragem fumaça das escadas enclausuradas;
- reservatório de água;
- dutos para incinerador de lixo;
- poço de elevador;
- compartimento de equipamento elétrico;
- compartimento destinado a dormitório, exceto quando embutida ou destinada para ligação de aparelhos de utilização hermeticamente isolados;
- poço de ventilação capaz de confinar o gás proveniente de eventual vazamento;

- qualquer vazio ou parede contígua a qualquer vão formado ou inerente pela estrutura ou alvenaria, ou por estas e o solo, sem a devida ventilação;
- qualquer tipo de forro falso ou compartimento não ventilado, exceto quando utilizado tubo luva;
- duto de sistema de ventilação de ar e, ainda, a menos de um metro de abertura para captação de ar;
- todo e qualquer local que propicie o acúmulo de gás vazado.

3.3.2 Requisitos das tubulações

As tubulações devem:

- ter um afastamento mínimo de 0,30 m de condutores de eletricidade se forem protegidos por eletroduto, e 0,50 m nos casos contrários;
- ter material isolante elétrico quando do cruzamento de tubulações de gás com condutores elétricos;
- ter um afastamento das demais tubulações suficiente para ser realizada a manutenção das mesmas;
- ter um afastamento no mínimo de 2 m de pára-raios e seus respectivos pontos de aterramento, ou conforme a NBR 5419;
- ser envoltas em revestimento maciço, quando embutidas em paredes.

3.3.3 Tubo Luva

O tubo luva, quando for utilizado, deve:

- possuir no mínimo duas aberturas para atmosfera, localizadas fora da projeção horizontal da edificação, em local seguro e protegido contra a entrada de água, animais e outros objetos estranhos;
- ter resistência mecânica adequada à sua utilização;
- ser estanque em toda sua extensão, exceto nos pontos de ventilação;
- ser protegido contra corrosão;
- opcionalmente pode ser previsto dispositivo ou sistema que garanta a exaustão do gás eventualmente vazado;
- ser executado em material incombustível;
- estar adequadamente suportado.

3.4 Instalação da Tubulação – Rede de distribuição interna

A rede de distribuição interna pode ser embutida ou aparente, devendo receber o adequado tratamento para proteção superficial externa (quando necessário).

As pressões máximas de operação admitidas para condução do gás nas redes são:

- para as redes primárias: 150 kPa (1,53 kgf/cm²);
- para as redes secundárias: 5,0 kPa (0,05 kgf/cm²).

Toda rede de distribuição interna deve ter um registro geral de corte. O registro geral de corte deve ser identificado e instalado em local de fácil acesso.

A ligação dos aparelhos de utilização de gás à rede secundária deve ser feita por meio de tubulações rígidas ou flexíveis, que atendem às prescrições das respectivas normas, havendo um registro para cada aparelho, de modo a permitir isolar ou retirar o aparelho sem a interrupção do abastecimento de gás aos demais aparelhos de utilização de gás.

Deve ser instalado um registro geral de corte que permita a interrupção do suprimento à edificação, devendo o mesmo estar em local de fácil acesso e na parte externa da edificação, fora do abrigo de medidores.

As tubulações poderão ser instaladas em canaletas, shafts ou aparentes para facilidade de manutenção das mesmas.

3.5 Ensaio de Estanqueidade

Devem ser realizados dois ensaios:

- o primeiro na montagem com a rede exposta, podendo ser por partes e em toda extensão;
- o segundo na extensão total da rede para liberação do abastecimento.

Deve ser usado manômetro com fundo de escala de até 1.5 vez a pressão do ensaio, com sensibilidade e diâmetro adequados para registrar a leitura máxima e as variações de pressão.

O primeiro ensaio da rede deve ser realizado com ar comprimido ou com gás inerte sob pressões de no mínimo 4 vezes a pressão máxima de trabalho admitida.

Para a execução do ensaio de estanqueidade, as válvulas instaladas em todos os pontos externos devem ser fechadas e ter suas extremidades livres em comunicação com a atmosfera. Após a constatação da estanqueidade, as extremidades livres devem ser imediatamente fechadas com bujões ou flanges cegos que só podem ser retirados quando da sua interligação ao aparelho consumidor.



Figura 6. Ensaio de Estanqueidade.

Os reguladores de pressão e as válvulas de alívio ou de bloqueio devem ser instalados após o ensaio e todos os pontos extremos devem ser fechados.

A elevação da pressão deve ser feita gradativamente.

A rede deve ficar submetida à pressão de ensaio, por um tempo não inferior a 60 min após estabilizada a pressão de ensaio, sem apresentar vazamento.

A fonte de pressão deve ser separada da tubulação, logo após a pressão na tubulação atingir o valor de ensaio.

Caso seja necessário, executar os reparos e proceder a um novo ensaio de estanqueidade.

Deve-se realizar o segundo teste, com os equipamentos de rede instalados, com pressão de trabalho, para verificar a estanqueidade da tubulação completa, durante 24 h após estabilizado a pressão de ensaio.

É proibida a procura de escapamento por meio de chama.

3.6 Purga

Trechos de tubulação com volume hidráulico total até 50 L (0,05 m³) podem ser purgados diretamente com gás combustível. Acima deste volume a purga deve ser feita com gás inerte.

Todos os produtos da purga devem ser obrigatoriamente canalizados para o exterior das edificações em local seguro, não se admitindo o despejo destes produtos para o seu interior. Além disso, deve ser providenciado para que não exista qualquer fonte de ignição no ambiente onde se realiza a purga.

As purgas devem ser realizadas introduzindo-se o gás lenta e continuamente, não se admitindo que, durante a operação, os lugares da purga permaneçam desatendidos pelos técnicos responsáveis pela operação.

Caso uma tubulação com gás combustível, com volume hidráulico superior a 50 L (0,05 m³), deva ser retirada de operação, para reformas ou consertos, a tubulação deve ser purgada com gás inerte.

O cilindro de gás inerte deve estar munido de regulador de pressão e manômetro apropriados ao controle da operação de purga.

3.7 Abrigo de Medidores e Reguladores

Os medidores, os registros de corte de fornecimento e reguladores devem ser instalados em abrigo, sendo proibida a colocação de qualquer outro aparelho.

As dimensões do abrigo de medidores devem ser adequadas ao medidor especificado em projeto.

O local para leitura do consumo de gás, independentemente do local de instalação do medidor, deve ser construído em áreas de servidão comum.

O abrigo deve ser construído de material incombustível de modo a assegurar completa proteção do equipamento nele contido contra choques, ação de substâncias corrosivas, calor, chama, ou outros agentes externos de efeitos nocivos previsíveis.

O abrigo deve ter abertura para ventilação, com área mínima igual a 10% da área de sua planta baixa. Recomenda-se que a base da cabina diste no mínimo 0,10m do piso acabado, de forma a evitar penetração de água no seu interior.

É vedada a localização do abrigo do medidor ou regulador na antecâmara e/ou nas escadas de emergência.

No interior das caixas de proteção ou das cabines, não poderá existir hidrômetro, nem dispositivo capaz de produzir centelha, chama ou calor.

O piso das caixas de proteção ou das cabines deverá ser cimentado, devendo o mesmo ser assentado somente após instalação dos ramais, ou das ramificações.

O abrigo deve permanecer limpo e não pode ser utilizado como depósito ou outro fim que não aquele a que se destina.

O acesso às caixas de proteção ou cabines deverá permanecer desimpedido, para facilidade de inspeção e marcação do consumo.

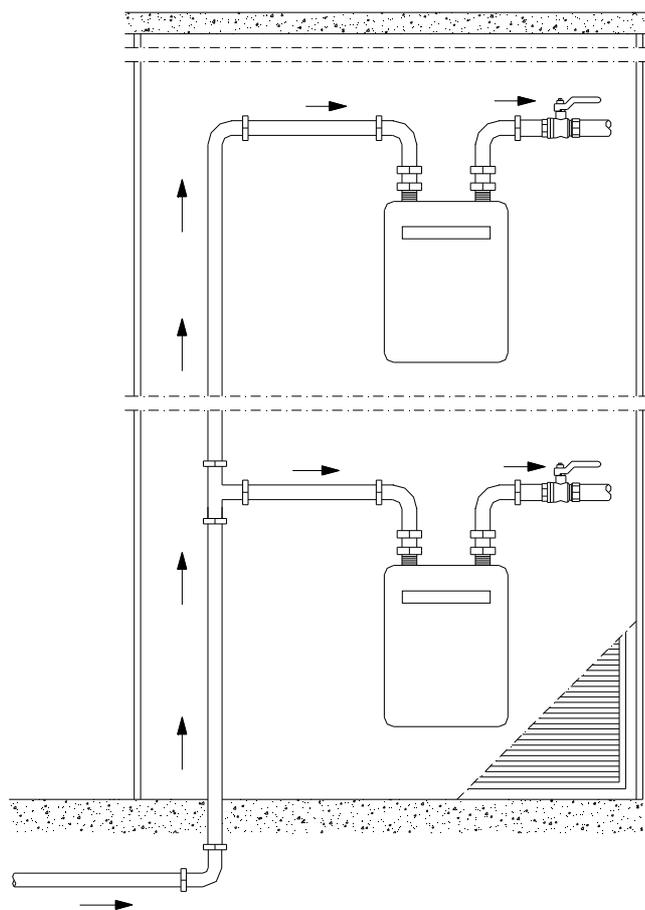


Figura 7. Abrigo para medidores.



Figura 8. Foto real de um abrigo para medidores.

3.8 Responsabilidade Técnica

O projeto e execução da instalação deve obedecer às condições gerais adotadas pela autoridade competente.

A autoridade competente deve adequar as condições gerais da norma à legislação específica local.

Os projetos e a execução da rede devem ser elaborados por profissionais com registro no respectivo órgão de classe, acompanhado da devida anotação de responsabilidade técnica (ART).

3.9 Tubos e Conexões

Para a execução da rede de distribuição interna são admitidos:

- Tubos de condução de aço, com ou sem costura, preto ou galvanizado, no mínimo classe média;
- Tubos de condução, com ou sem costura, preto ou galvanizado, no mínimo classe normal;
- Tubos de condução de cobre rígido, sem costura, com espessura mínima de 0,8 mm para baixa pressão e classes A ou I para média pressão;
- Conexões de ferro maleável, preto ou galvanizado;
- Conexões de aço forjado;
- Conexões de cobre ou bronze para acoplamento dos tubos de cobre;
- Tubo de condução de cobre recozido "Dryseal", sem costura, usado somente nas interligações de acessórios e aparelhos de utilização de gás.

3.10 Acoplamentos

Os acoplamentos dos elementos que compõem as tubulações da rede de distribuição interna podem ser executados através de roscas, soldagem, brasagem ou, ainda, por flanges.

3.11 Acessórios para Interligações

Recomenda-se que os acessórios para interligações possuam suas características comprovadas através de atendimento às normas que os regulamentam.

3.11.1 Tubos Flexíveis

Os tubos flexíveis metálicos devem ser utilizados para interligação entre o ponto de consumo e o equipamento de utilização.

3.11.2 Medidores

É obrigatória para cada economia a previsão do local do medidor individual.

Os medidores tipo diafragma, utilizados nas instalações internas de GN, devem atender a NBR 13128 e Portaria 31 do INMETRO.

Os medidores de gás devem permitir a medição de um volume de gás correspondente à potência adotada prevista para os aparelhos de utilização de gás por eles servidos.

Quando os medidores individuais forem colocados nos andares, ou no interior das economias, deverá ser previsto um local para os medidores gerais no pavimento térreo. Junto à entrada de cada medidor deverá ser instalado um registro de segurança.

Os medidores serão abrigados em caixa de proteção ou cabines, suficientemente ventilados, em local devidamente iluminado.



Figura 9. Foto de um tipo de medidor.

3.11.3 Reguladores de Pressão

Nas edificações construídas em logradouros onde a pressão da rede de distribuição precisa ser regulada para a pressão de consumo, deverá ser construída uma caixa de proteção para o regulador de pressão, a montante do medidor e o mais próximo possível do limite da propriedade, em local de fácil acesso e pertencente à própria edificação.

As reduções de pressão devem ser efetuadas por meio de regulador de pressão tipo auto-operado, com alívio de pressão parcial, dimensionado para as condições de trabalho previstas, podendo ser conexões roscadas ou flangeadas.

Os reguladores de segundo estágio devem ser dimensionados para atender a potência adotada prevista para os aparelhos de utilização de gás por eles servidos.

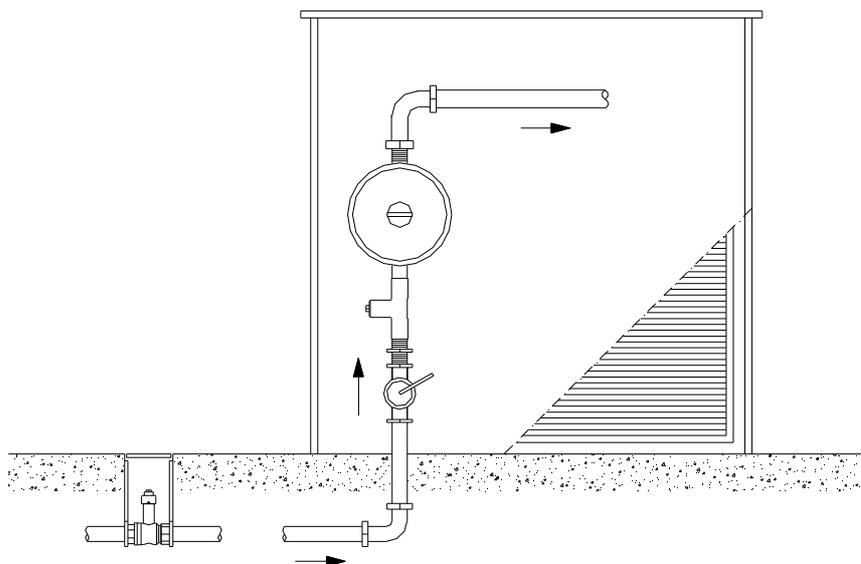


Figura 10. Esquema do regulador de pressão.

3.11.4 Válvulas

As válvulas posicionadas nas redes secundárias devem ser dimensionadas para suportar, sem vazar, a pressão de operação máxima de 150 kPa (1,53 kgf/cm²) e devem ser construídas com materiais compatíveis com GN.

As válvulas posicionadas nas redes primárias devem ser dimensionadas para suportar, sem vazar, a pressão de 1 000 KPa (10,2 kgf/cm²), e devem ser construídas com materiais compatíveis com GN.

As válvulas devem ter identificados em seu corpo: a classe de pressão, a marca do fabricante e o sentido de fluxo.

3.11.5 Chaminés Individuais

As chaminés individuais devem impedir o escapamento lateral dos gases de combustão para o ambiente.

Quando a chaminé individual atravessar materiais de construção inflamáveis, deverá ser envolta em uma bainha de proteção adequada que a separe pelo menos em 2 cm dos referidos materiais.

Não é permitida a passagem de chaminé individual através de espaços ociosos desprovidos de adequada ventilação permanente.

Chaminés destinadas a aparelhos de utilização nos quais os produtos de combustão se dirigem do aparelho diretamente para a chaminé, como ocorre com os aquecedores de água, sem passar pelo ambiente, ao contrário do que ocorre com os fogões, e que não possuam o seu próprio defletor, deverão ter esse dispositivo colocado no máximo a 75 cm acima do aparelho.

Na extremidade da chaminé deverá ser instalado um terminal, sempre que a descarga se fizer para o ar livre ou prisma de ventilação.

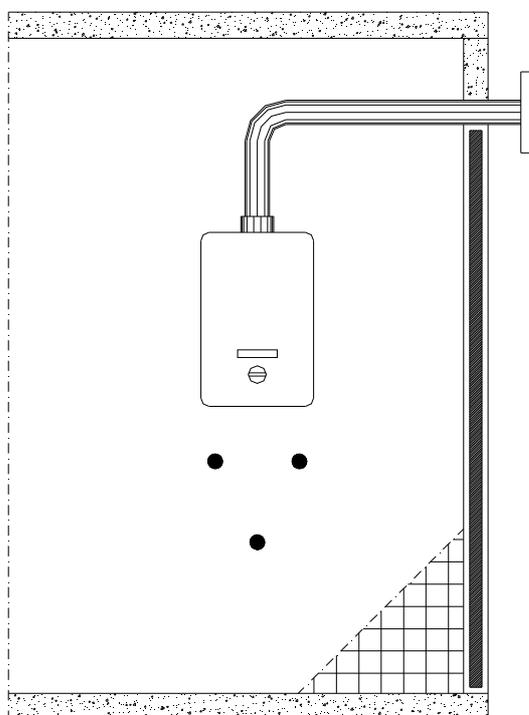


Figura 11. Representação da chaminé individual.

3.11.6 Aquecedores

No aquecimento de água a aplicação mais comum envolve a geração de água quente para banhos em chuveiros ou piscinas. Em ambos os casos, os equipamentos a gás utilizados para gerar água quente são divididos comercialmente em duas classes:

Aquecedores de passagem ou instantâneos: A principal característica deste tipo de aquecedor é produzir água quente somente quando algum ponto de consumo, como chuveiros e torneiras, é aberto. Quando isso acontece, a água fria passa através de uma serpentina alocada dentro da câmara de combustão do equipamento. O fluxo de água, por sua vez, aciona a queima do gás que gera calor e aquece a serpentina, que,

conseqüentemente, aquece a água. Quanto ao acendimento, o aquecedor pode ter chama piloto ou acendimento automático. No primeiro, um sistema mais simples, a combustão do gás dentro do aquecedor é iniciada por uma chama acesa previamente por um sistema mecânico. Já no acendimento automático, a combustão se inicia através de um sensor de vazão que detecta o fluxo de água e inicia a combustão através de uma faísca elétrica proveniente de uma "vela". Geralmente em formato de "caixa" são instalados em área de serviço e suspensos na parede. De dimensões médias de 60 cm de altura, 30 cm de largura e 20 cm de profundidade, estes equipamentos são vendidos em diversas potências desde 5 litros /min até 30 litros/min.

A vantagem do aquecedor de passagem em relação ao aquecedor de acumulação é que o primeiro, normalmente, tem custo menor, maior durabilidade e ocupa uma área reduzida. Em contra partida, tem a desvantagem de atender poucos pontos de consumo ao mesmo tempo.

Aquecedores de acumulação ou acumulativo: Diferente do anterior, o aquecedor de acumulação é caracterizado por ter um reservatório interno acoplado ao equipamento. Além disso, possui um sistema de controle de temperatura da água que torna possível aquecê-la, caso a temperatura fique abaixo de um nível determinado. Assim, este aquecedor está constantemente aquecendo a água contida no reservatório.

A capacidade de seu reservatório varia de 50 litros até 300 litros e são freqüentemente instalados nas áreas de serviço.

A grande vantagem deste aquecedor em relação ao de passagem está na possibilidade de atender vários pontos simultaneamente, mas para instalá-lo é necessária uma área maior, e é aqui que reside sua principal desvantagem.



Figura 12. Foto de um aquecedor de passagem com chaminé individual.



Figura 13. Foto de um aquecedor de acumulação.

3.12 Dispositivo de Segurança

São indispensáveis os dispositivos de segurança contra sobrepressão accidental e rompimento do diafragma dos reguladores de pressão que devem ser equipados ou complementados com um dos dispositivos de segurança:

- um dispositivo (válvula) de bloqueio automático para fechamento rápido por sobrepressão, com rearme feito manualmente, ajustado para operar com sobrepressões, na pressão de saída;
- dispositivo de bloqueio automático incorporado ao próprio regulador de pressão com características e condições de ajuste idênticas às mencionadas no item anterior;
- opcionalmente, desde que verificadas condições de instalação adequadas (identificação do ponto de saída, cálculo do diâmetro de vazão, etc.), uma válvula de alívio, ajustada para operar com sobrepressões, na pressão de saída;

Durante a regulação dos dispositivos de alívio de pressão localizados no exterior das edificações, o ponto de descarga de gás desses dispositivos deve estar distante, horizontal e verticalmente, mais de 1 m de qualquer abertura da edificação.

Quando os reguladores forem instalados no interior da edificação, durante a operação a descarga dos dispositivos de alívio de pressão deve se fazer para o exterior em um local ventilado, num ponto distante, horizontal e verticalmente, mais de 1 m de qualquer abertura da edificação.

Os reguladores de primeiro estágio devem ter a descarga dos dispositivos de alívio de pressão em um ponto afastado mais de 3 m da fachada do edifício, em local amplamente ventilado e afastado de ralos e esgotos.



Figura 14. Válvula de segurança instalada antes do regulador de pressão.

3.13 Instalação do aparelhos de utilização

Os aparelhos de utilização e suas respectivas localizações devem obrigatoriamente obedecer as prescrições exigidas nas normas do próprio aparelho e na de adequação de ambientes (NBR 13103).

Todos os aparelhos de utilização deverão ser ligados por meio de conexões rígidas à instalação interna, ou através de tubo flexível, inteiramente metálico, sendo entretanto indispensável a existência de registro na extremidade rígida da linha onde é feita a ligação do tubo flexível.

Todo o aparelho deverá ser ligado através de um registro que permita isolá-lo, sem se interromper o abastecimento de gás aos demais aparelhos da economia.

Todo aquecedor de água deverá utilizar chaminé destinada a conduzir os produtos da combustão para o ar livre ou para o prisma de ventilação.

Aquecedores de água não podem ser instalados no interior de boxes ou acima de banheira com chuveiro.

CAPÍTULO IV – DIMENSIONAMENTO

4.1 *Passos para o dimensionamento*

O dimensionamento da tubulação de gás e a especificação dos reguladores de pressão devem manter a pressão, nos pontos de utilização, tão próxima quanto possível da pressão nominal estabelecida pelas Normas Brasileiras para os respectivos aparelhos de utilização de gás, ou na falta destas, da pressão nominal informada pelo fabricante.

A pressão de cálculo de entrada do GN deve ser de 1 ,96 kPa (200 mm.c.a.).

O dimensionamento da tubulação de gás deve ser realizado de modo a garantir a vazão necessária para suprir a instalação levando-se em conta a perda de carga máxima admitida para permitir um perfeito funcionamento dos aparelhos de utilização de gás.

Os diâmetros dos tubos da rede de distribuição interna são calculados conforme as seguintes etapas e fórmulas:

- Apurar a potência computada (C) a ser instalada no trecho considerado, através da somatória das potências nominais dos aparelhos de utilização de gás por ele supridos, podendo ser utilizada a informação do fabricante do aparelho a ser instalado ou tabela no anexo C.
- Adotar para o cálculo do consumo da rede de distribuição interna comum a várias unidades residenciais um fator de simultaneidade (F) encontrado no anexo D. Cabe ao projetista verificar as condições prováveis da utilização dos equipamentos e possíveis expansões de utilizações para decidir sobre qual o valor a ser utilizado no fator de simultaneidade, sendo permitido como valor mínimo, o valor encontrado no anexo D.
- Calcular a potência adotada (A) multiplicando-se o fator de simultaneidade (F) pela potência computada (C) conforme segue:

$$A = F \times C$$

Onde:

A é a potência adotada, em quilocaloria por hora;

F é o fator de simultaneidade (adimensional);

C é a potência computada, em quilocaloria por hora.

- Determinar a vazão de gás (Q) , dividindo-se a potência adotada pelo poder calorífico inferior do gás (PCI), conforme fórmula a seguir:

$$Q = A / PCI$$

Onde:

PCI é o poder calorífico inferior (GN = 8600 Kcal/m³; à temperatura de 20° C e pressão de 1,033 kgf/cm²);

Q é a vazão de gás, em metro cúbico por hora.

- No dimensionamento da rede de distribuição interna devem ser consideradas as seguintes condições:
 - a. a perda de carga máxima admitida para toda a rede é de 10% da pressão de utilização;
 - b. a cada regulador de pressão inserido na rede, o trecho da tubulação a jusante pode perder 10% da pressão, em perda de carga, da saída do regulador e seu dimensionamento deve ser feito como uma nova instalação;
 - c. deve ser respeitada a faixa de funcionamento dos aparelhos previstos nos pontos de utilização.
- Para o dimensionamento da rede de distribuição interna:
 - a. cada trecho de tubulação deve ser dimensionado computando-se a soma das vazões dos aparelhos de utilização por ele servido;
 - b. comprimento total deve ser calculado somando-se o trecho horizontal, trecho vertical e as referidas perdas de carga localizadas. Para este calculo deve-se considerar perdas de carga localizadas conforme valores fornecidos pelos fabricantes das conexões e registros. Na falta destes, pode-se utilizar a tabela do anexo E.
- Adotar um diâmetro interno inicial (D) para determinação do comprimento equivalente total (L) da tubulação considerando-se os trechos retos somados aos comprimentos equivalentes de conexões e válvulas de acordo com informações dos fabricantes.
- Nos trechos verticais ascendentes, deve-se considerar um ganho de pressão de 0,005 kPa para cada 1,00 m do referido trecho. Nos trechos verticais

descendentes deve-se considerar uma perda de pressão de 0,005 kPa para cada metro do referido trecho (condição para uso de GN).

- Para o cálculo do dimensionamento tem-se as seguintes fórmulas:

Para redes em média pressão até 150 KPa:

Equação de **RENOUARD**

$$PA^2_{(abs)} - PB^2_{(abs)} = 4,67 \times 10^5 \times S \times L_T \times \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Para redes em baixa pressão (até 5KPa = 500mm.c.a.):

Equação de **LACEY**

$$H = \frac{206580 \times Q^{1,8} \times S^{0,8} \times L_T}{D^{4,8}}$$

Onde:

Q é a vazão do gás, em metro cúbico por hora;

D é o diâmetro interno do tubo, em milímetro;

H é a perda de carga máxima admitida, em quilopascal;

L_T é o comprimento total do trecho da tubulação, em metro;

S é a densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional) - (adotar 0,6);

PA é a pressão de entrada de cada trecho, em quilopascal;

PB é a pressão de saída de cada trecho, em quilopascal.

4.2 Dimensionamento do Edifício

Para o edifício que será dimensionado, temos os seguintes dados:

- Edifício residencial multifamiliar com onze pavimentos (o subsolo já foi desconsiderado);
- Existe um regulador de pressão de 1º estágio na entrada do edifício, baixando a pressão de ± 4 kgf/cm² para ± 1 kgf/cm² e um regulador de 2º estágio nos andares que reduz a pressão de 1 kgf/cm² para 200 mm.c.a.

- Cada apartamento terá previsão de gás para um aquecedor de passagem de 15 l/min e um fogão de 6 bocas com forno com as seguintes potências e vazões:

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA (Kcal/h) – P	VAZÃO (m³/h) – Q
Fogão 6 Bocas com forno	11.000	1,28
Aquecedor (15 l/min)	22.000	2,56

- O dimensionamento será feito de cima para baixo para um melhor entendimento dos cálculos e formatação das tabelas;
- Os trechos que são mencionados estão representados nas plantas baixas.

4.2.1 Pavimento Tipo I e II

4.2.1.1 Divisão da instalação em trechos

A instalação de cada apartamento encontra-se dividida da seguinte forma:

Rede Primária: JL, LM, MN;

COLUNA 1: AB, BB', BC;

COLUNA 2: DE, EE', EF;

COLUNA 3: GH, HH', HI.

4.2.1.2 Potência Computada

Tabela 4. Potência Computada do Pavimento Tipo I e II.				
Ramificação Primária				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
JL	Fogão	3	33.000	99.000
	Aquecedor	3	66.000	
LM	Fogão	2	22.000	66.000
	Aquecedor	2	44.000	
MN	Fogão	1	11.000	33.000
	Aquecedor	1	22.000	

Continuação da tabela 4.				
Coluna 1				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
AB	Fogão	1	11.000	33.000
	Aquecedor	1	22.000	
BB'	Fogão	1	11.000	11.000
BC	Aquecedor	1	22.000	22.000
Coluna 2				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
DE	Fogão	1	11.000	33.000
	Aquecedor	1	22.000	
EE'	Fogão	1	11.000	11.000
EF	Aquecedor	1	22.000	22.000
Coluna 3				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
GH	Fogão	1	11.000	33.000
	Aquecedor	1	22.000	
HH'	Fogão	1	11.000	11.000
HI	Aquecedor	1	22.000	22.000

4.2.1.3 Fator de Simultaneidade

Para o apartamento de forma individual, como se trata de uma vazão pequena, foi considerado o fator de simultaneidade (F) = 100%, ou seja, o fogão e o aquecedor podem funcionar ao mesmo tempo.

Para o pavimento foi-se utilizado o fator de simultaneidade (F) = 23%. Segundo a norma NBR 14570, para $C > 20.000$ Kcal/h, pode-se adotar $F = 23\%$ (Anexo D).

4.2.1.4 Potência Adotada

Tabela 5. Potência Adotada do Pavimento Tipo I e II.			
Ramificação Primária			
Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
JL	99.000	23	22.770
LM	66.000	23	15.180
MN	33.000	23	7.590
Coluna 1			
Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
AB	33.000	100	33.000
BB'	11.000	100	11.000
BC	22.000	100	22.000
Coluna 2			
Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
DE	33.000	100	33.000
EE'	11.000	100	11.000
EF	22.000	100	22.000
Coluna 3			
Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
GH	33.000	100	33.000
HH'	11.000	100	11.000
HI	22.000	100	22.000

4.2.1.5 Vazão

Tabela 6. Vazão do Pavimento Tipo I e II.				
Ramificação Primária				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
JL	Fogão	3	3,84	2,65
	Aquecedor	3	7,68	
LM	Fogão	2	2,56	1,77
	Aquecedor	2	5,12	
MN	Fogão	1	1,28	0,88
	Aquecedor	1	2,56	
Coluna 1				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
AB	Fogão	1	1,28	3,84
	Aquecedor	1	2,56	
BB'	Fogão	1	1,28	1,28
BC	Aquecedor	1	2,56	2,56
Coluna 2				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
DE	Fogão	1	1,28	3,84
	Aquecedor	1	2,56	
EE'	Fogão	1	1,28	1,28
EF	Aquecedor	1	2,56	2,56
Coluna 3				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
GH	Fogão	1	1,28	3,84
	Aquecedor	1	2,56	
HH'	Fogão	1	1,28	1,28
HI	Aquecedor	1	2,56	2,56

4.2.1.6 Comprimento das Tubulações (Total)

O comprimento, como já dito, é a soma dos comprimentos reais, mais os comprimentos equivalentes:

Tabela 7. Comprimento das tubulações do Pavimento Tipo I e II.				
Ramificação Primária				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
JL	0,30 + 0,05		0,35	
LM	0,30 + 0,05		0,35	
MN	0,30 + 0,05		0,35	
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
JL	Tê de redução 28 x 22 x 28	1	1,80	3,52
	Cotovelo	1	1,22	
	Conector 22 x 3/4	1	0,50	
LM	Tê de redução 28 x 22 x 28	1	1,80	3,52
	Cotovelo	1	1,22	
	Conector 22 x 3/4	1	0,50	
MN	Tê de redução 28 x 22 x 28	1	1,80	3,52
	Cotovelo	1	1,22	
	Conector 22 x 3/4	1	0,50	
Comprimento Total				
	Trecho	Comprimento Total		
	JL	3,87		
	LM	3,87		
	MN	3,87		

Continuação da tabela 7.				
Coluna 1				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
AB	1,55 + 3,37 + 1,35 + 0,77 + 1,44		8,48	
BB'	0,80		0,80	
BC	0,14 + 2,42 + 1,00		3,56	
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm para todas as tubulações e conexões deste trecho.				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
AB	Cotovelo	5	1,20	6,20
	Válvula de Esfera	1	0,20	
BB'	Cotovelo	1	1,20	3,80
	Tê	1	2,40	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
BC	Cotovelo	2	1,20	2,60
	Válvula de Esfera	1	0,20	
Comprimento Total				

Trecho	Comprimento Total
AB	14,68
BB'	4,60
BC	6,16

Continuação da tabela 7.				
Coluna 2				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
DE	0,15 + 0,57 + 2,80 + 1,00		4,30	
EE'	0,80		0,80	
EF	1,72 + 2,65 + 1,80 + 1,00		7,17	
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm para todas as tubulações e conexões deste trecho.				
Trecho	Conexões	Quantidade (Un.)	Leq. Unitário (m)	Leq. Total (m)
DE	Cotovelo	5	1,20	6,20
	Válvula de Esfera	1	0,20	
EE'	Cotovelo	1	1,20	3,80
	Tê	1	2,40	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
EF	Cotovelo	3	1,20	3,80
	Válvula de Esfera	1	0,20	
Comprimento Total				
	Trecho	Comprimento Total		
	DE	10,50		
	EE'	4,60		
	EF	10,97		

Continuação da tabela 7.				
Coluna 3				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
GH	1,55 + 0,35 + 0,58 + 2,80 + 1,08		6,36	
HH'	0,80		0,80	
HI	1,42 + 1,34 + 1,85 + 1,00		5,61	
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm para todas as tubulações e conexões deste trecho.				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
GH	Cotovelo	5	1,20	6,20
	Válvula de Esfera	1	0,20	
HH'	Cotovelo	1	1,20	3,80
	Tê	1	2,40	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
HI	Cotovelo	3	1,20	3,80
	Válvula de Esfera	1	0,20	
Comprimento Total				
	Trecho	Comprimento Total		
	GH	12,56		
	HH'	4,60		
	HI	9,41		

4.2.1.7 Planilha de Cálculo

Abaixo estão compilados os valores encontrados no dimensionamento das tubulações. Pode-se ver que os valores obedecem as prescrições da norma que estabelece a variação máxima de pressão na tubulação como sendo 10% do valor de entrada.

O valor de entrada foi 200 mm.c.a. 10% daria 20 mm.c.a. **A maior variação foi da coluna 1: 12,85 mm.c.a.**

Tabela 8. Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Tipo I e II.

Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simultaneidade (%)	Potência Adotada (Kcal/h)	Vazão (m³/h)	Comprimento Tubos (m)	Comprimento Equivalente (m)	Comprimento Total (m)	Pressão Inicial (mmca)	DN (mm)	ΔP (mmca)	Pressão Final (mmca)
JL	99.000	23	22.770	2,65	0,35	3,52	3,87	200,00	22	0,14	199,86
LM	66.000	23	15.180	1,77	0,35	3,52	3,87	199,86	22	0,07	199,79
MN	33.000	23	7.590	0,88	0,35	3,52	3,87	199,79	22	0,02	199,77
AB	33.000	100,00	33.000	3,84	8,48	6,20	14,68	200,00	22	10,69	189,31
BB'	11.000	100,00	11.000	1,28	0,80	3,80	4,60	189,31	22	0,46	188,85
BC	22.000	100,00	22.000	2,56	3,56	2,60	6,16	189,31	22	2,16	187,15
DE	33.000	100,00	33.000	3,84	4,30	6,20	10,50	200,00	22	7,64	192,36
EE'	11.000	100,00	11.000	1,28	0,80	3,80	4,60	192,36	22	0,46	191,89
EF	22.000	100,00	22.000	2,56	7,17	3,80	10,97	192,36	22	3,85	188,51
GH	33.000	100,00	33.000	3,84	6,36	6,20	12,56	200,00	22	9,14	190,86
HH'	11.000	100,00	11.000	1,28	0,80	3,80	4,60	190,86	22	0,46	190,39
HI	22.000	100,00	22.000	2,56	5,61	3,80	9,41	190,86	22	3,30	187,55

4.2.2 Pavimento Garagem (G1)

4.2.2.1 Divisão da instalação em trechos

A instalação de cada apartamento encontra-se dividida da seguinte forma:

Rede Primária: AB;

Área Comum : BC, CC', CD; BE.

4.2.2.2 Potência Computada

Tabela 9. Potência Computada do Pavimento Garagem (G1).				
Ramificação Primária				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
AB	Fogão	3	33.000	33.000
Área Comum				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
BC	Fogão	2	22.000	22.000
CC'	Fogão	1	11.000	11.000
CD	Fogão	1	11.000	11.000
BE	Fogão	1	11.000	11.000

4.2.2.2.1 Fator de Simultaneidade

Para a área comum, como se trata de uma vazão pequena, será considerado o fator de simultaneidade (F) = 100%, ou seja, os fogões podem funcionar ao mesmo tempo. Chegou-se a esta conclusão levando em consideração que em um dia de festa pode ocorrer a necessidade de se usar o espaço gourmet e o salão de festas juntos, utilizando-se, assim, os 3 fogões.

Para a rede primária foi-se utilizado o fator de simultaneidade (F) = 23%. Segundo a norma NBR 14570, para $C > 20.000$ Kcal/h, pode-se adotar $F = 23\%$ (Anexo D).

4.2.2.3 Potência Adotada

Tabela 10. Potência Adotada do Pavimento Garagem (G1).			
Ramificação Primária			
Trecho	Potência Computada	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
AB	33.000	23	7.590
Área Comum			
Trecho	Potência Computada	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
BC	22.000	100	22.000
CC'	11.000	100	11.000
CD	11.000	100	11.000
BE	11.000	100	11.000

4.2.2.4 Vazão

Tabela 11. Vazão do Pavimento Garagem (G1).				
Ramificação Primária				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
AB	Fogão	3	0,88	0,88
Área Comum				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/h)
BC	Fogão	2	2,56	2,56
CC'	Fogão	1	1,28	1,28
CD	Fogão	1	1,28	1,28
BE	Fogão	1	1,28	1,28

4.2.2.5 Comprimento das Tubulações (Total)

Tabela 12. Comprimento das tubulações do Pavimento Garagem (G1).				
Ramificação Primária				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
AB	0,30 + 0,05		0,35	
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm para todas as tubulações e conexões deste trecho.				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
AB	Tê de redução 28 x 22 x 28	1	1,80	3,50
	Cotovelo 22	1	1,20	
	Conector 22 x 3/4	1	0,50	
Comprimento Total				
	Trecho	Comprimento Total		
	AB	3,85		
Área Comum				
Comprimento Real				
Trecho	Comprimentos (m)		Comprimento Real (m)	
BC	1,40 + 4,06 + 2,44		7,90	
CC'	0,80		0,80	
CD	0,14 + 2,12 + 2,33		4,59	
BE	1,40 + 0,36 + 0,46		2,22	

Continuação da tabela 12.				
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm para todas as tubulações e conexões deste trecho.				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
BC	Cotovelo	3	1,20	3,80
	Válvula de Esfera	1	0,20	
CC'	Cotovelo	1	1,20	3,80
	Tê	1	2,40	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
CD	Cotovelo	3	1,20	4,30
	Cotovelo 45º	1	0,50	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
BE	Cotovelo	4	1,20	7,40
	Tê	1	2,40	
	Válvula de Esfera	1	0,20	
Comprimento Total				

Trecho	Comprimento Total
BC	11,70
CC'	4,60
CD	8,89
BE	9,62

4.2.2.6 Planilha de Cálculo

Pode-se ver que os valores obedecem às prescrições da norma que estabelece a variação máxima de pressão na tubulação como sendo 10% do valor de entrada.

O valor de entrada foi 200 mm.c.a;

10% dariam 20 mm.c.a;

A variação foi de 1,17 mm.c.a.

Tabela 13. Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Garagem (G1).											
Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simult. (%)	Potência Adotada (Kcal/h)	Vazão (m ³ /h)	Comprimento Tubos (m)	Comprimento Equivalente (m)	Comprimento Total (m)	Pressão Inicial (mmca)	DN (mm)	Δ P (mmca)	Pressão Final (mmca)
AB	33.000	23	7.590	0,88	0,35	3,50	3,85	200,00	22	0,20	199,80
BC	22.000	100,00	22.000	2,56	7,90	3,80	11,70	199,80	22	4,11	195,70
CC'	11.000	100,00	11.000	1,28	0,80	3,80	4,60	195,70	22	0,46	195,23
CD	11.000	100,00	11.000	1,28	4,59	4,30	8,89	195,70	22	0,90	194,80
BE	11.000	100,00	11.000	1,28	2,22	7,40	9,62	199,80	22	0,97	198,83

4.2.3 Pavimento Térreo e Prumada

4.2.3.1 Divisão da instalação em trechos

A instalação da prumada foi dividida da seguinte forma:

Trechos: AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JL, LM.

4.2.3.2 Potência Computada

Tabela 14. Potência Computada do Pavimento Térreo e Prumada.				
Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Potência (Kcal/h)	Potência Computada (Kcal/h)
AB	Fogão	33	363.000	1.089.000
	Aquecedor	33	726.000	
BC	Fogão	30	330.000	990.000
	Aquecedor	30	660.000	
CD	Fogão	27	297.000	891.000
	Aquecedor	27	594.000	
DE	Fogão	24	264.000	792.000
	Aquecedor	24	528.000	
EF	Fogão	21	231.000	693.000
	Aquecedor	21	462.000	
FG	Fogão	18	198.000	594.000
	Aquecedor	18	396.000	
GH	Fogão	15	165.000	495.000
	Aquecedor	15	330.000	
HI	Fogão	12	132.000	396.000
	Aquecedor	12	264.000	
IJ	Fogão	9	99.000	297.000
	Aquecedor	9	198.000	
JL	Fogão	6	66.000	198.000
	Aquecedor	6	132.000	
LM	Fogão	3	33.000	99.000
	Aquecedor	3	66.000	

4.2.3.3 Fator de Simultaneidade

Como se tratou de grandes vazões, foi-se utilizado o fator de simultaneidade (F) = 23%. Segundo a norma NBR 14570, para $C > 20.000$ Kcal/h, pode-se adotar $F = 23\%$ (Anexo D).

4.2.3.4 Potência Adotada

Trecho	Potência Computada	Fator de Simultaneidade	Potência Adotada
	(Kcal/h)	(%)	(Kcal/h)
AB	1.089.000	23	250.470
BC	990.000	23	227.700
CD	891.000	23	204.930
DE	792.000	23	182.160
EF	693.000	23	159.390
FG	594.000	23	136.620
GH	495.000	23	113.850
HI	396.000	23	91.080
IJ	297.000	23	68.310
JL	198.000	23	45.540
LM	99.000	23	22.770

4.2.3.5 Vazão

Trecho	Equipamentos	Quantidade (Un.)	Vazão (m ³ /h)	Vazão (m ³ /h)
AB	Fogão	33	9,72	29,15
	Aquecedor	33	19,43	
BC	Fogão	30	8,83	26,50
	Aquecedor	30	17,66	
CD	Fogão	27	7,95	23,85
	Aquecedor	27	15,90	
DE	Fogão	24	7,07	21,20
	Aquecedor	24	14,13	
EF	Fogão	21	6,18	18,55
	Aquecedor	21	12,36	

Continuação da tabela 16.				
FG	Fogão	18	5,30	15,90
	Aquecedor	18	10,60	
GH	Fogão	15	4,42	13,25
	Aquecedor	15	8,83	
HI	Fogão	12	3,53	10,60
	Aquecedor	12	7,07	
IJ	Fogão	9	2,65	7,95
	Aquecedor	9	5,30	
JL	Fogão	6	1,77	5,30
	Aquecedor	6	3,53	
LM	Fogão	3	0,88	2,65
	Aquecedor	3	1,77	

4.2.3.6 Comprimento das Tubulações (Total)

Tabela 17. Comprimento da tubulação do Pavimento Térreo e Prumada.		
Comprimento Real		
Trecho	Comprimentos (m)	Comprimento Real (m)
AB	0,95 + 6,39 + 0,33 + 5,30 + 2,05 + 0,55 + 0,10 + 3,00	18,67
BC	3,20	3,20
CD	2,90	2,90
DE	2,90	2,90
EF	2,90	2,90
FG	2,90	2,90
GH	2,90	2,90
HI	2,90	2,90
IJ	2,90	2,90
JL	2,90	2,90
LM	1,00	1,00

Continuação da tabela 17.				
Comprimento Equivalente				
Como tem que se arbitrar um valor do diâmetro, adota-se o valor de 22 mm				
Trecho	Conexões	Quantidade	Leq. Unitário	Leq. Total
		(Un.)	(m)	(m)
AB	União 28	1	0,70	13,00
	Cotovelo 28	8	1,50	
	Válvula 28	1	0,30	
BC	Tê 28	3	3,10	9,30
CD	Tê 28	3	3,10	9,30
DE	Tê 28	3	3,10	9,30
EF	Tê 28	3	3,10	9,30
FG	Tê 28	3	3,10	9,30
GH	Tê 28	3	3,10	9,30
HI	Tê 28	3	3,10	9,30
IJ	Tê 28	3	3,10	9,30
JL	Tê 28	3	3,10	9,30
LM	Cotovelo 28	1	1,50	1,50
Comprimento Total				

Trecho	Comprimento Total
AB	31,67
BC	12,50
CD	12,20
DE	12,20
EF	12,20
FG	12,20
GH	12,20
HI	12,20
IJ	12,20
JL	12,20
LM	2,50

4.2.3.7 Planilha de Cálculo

Pode-se ver que os valores obedecem às prescrições da norma que estabelece a variação máxima de pressão na tubulação como sendo 10% do valor de entrada. O valor de entrada foi 15300 mm.c.a. 10% dariam 1530 mm.c.a. **A variação foi de 609,71 mm.c.a.**

Tabela 18. Cálculo da Perda de Carga do Pavimento Térreo e Prumada.

Trecho	Potência Computada (Kcal/h)	Fator de Simult. (%)	Potência Adotada (Kcal/h)	Vazão (m³/h)	Comprimento Tubos (m)	Comprimento Equivalente (m)	Comprimento Total (m)	Pressão Inicial (mmca)	DN (mm)	Δ P (mmca)	Pressão Final (mmca)
AB	1.089.000	23	250.470	29,12	18,67	13,00	31,67	15.300,00	28	262,35	15.037,65
BC	990.000	23	227.700	26,48	3,20	9,30	12,50	15.037,65	28	87,22	14.950,43
CD	891.000	23	204.930	23,83	2,90	9,30	12,20	14.950,43	28	70,42	14.880,01
DE	792.000	23	182.160	21,18	2,90	9,30	12,20	14.880,01	28	56,97	14.823,04
EF	693.000	23	159.390	18,53	2,90	9,30	12,20	14.823,04	28	44,80	14.778,24
FG	594.000	23	136.620	15,89	2,90	9,30	12,20	14.778,24	28	33,94	14.744,30
GH	495.000	23	113.850	13,24	2,90	9,30	12,20	14.744,30	28	24,45	14.719,85
HI	396.000	23	91.080	10,59	2,90	9,30	12,20	14.719,85	28	16,36	14.703,49
IJ	297.000	23	68.310	7,94	2,90	9,30	12,20	14.703,49	28	9,75	14.693,74
JL	198.000	23	45.540	5,30	2,90	9,30	12,20	14.693,74	28	4,70	14.689,05
LM	99.000	23	22.770	2,65	1,00	1,50	2,50	14.689,05	28	0,28	14.688,77
Acréscimo										1,52	
Total										14.690,29	

O acréscimo é devido ao ganho de pressão de 0,05 mm.c.a. a cada 1 metro de prumada ascendente.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Gás Natural é um combustível com um grande potencial e o seu uso encontra-se em franca expansão.

Possui um papel de extrema importância no Brasil, dentro da perspectiva atual e futura, pois tende a estar presente nas diversas atividades.

Tendo como ponto de partida sua capacidade energética, vê-se a possibilidade de geração de energia (Termelétrica), servir como combustível automotivo, e muitas outras aplicações citadas no texto.

Destaca-se aqui, o papel do engenheiro, que tem uma vasta área de atuação tanto na indústria, como na construção civil, haja vista a falta de profissionais com conhecimento sobre este assunto.

Pode-se perceber que para as diferentes áreas onde o gás atua, depende-se de estudos para sua melhor utilização e transporte, e para que o objetivo final seja atingido, que é atender estas atividades, o mesmo requer equipamentos, produtos, critérios de dimensionamento e projeto.

Conclui-se neste trabalho, que é de suma importância a atenção as regulamentações da norma, pois estas prescrevem condições fundamentais de segurança, bom funcionamento e desempenho das instalações.

Os dimensionamentos hoje feitos, até mesmo pelas concessionárias, não levam em conta a racionalização do processo desde o projeto até sua execução.

Este trabalho procurou apresentar de forma ampla os conceitos envolvidos nos cálculos das tubulações de gás, algumas aplicações e o dimensionamento destas tubulações.

As fórmulas aqui utilizadas, bem como constantes, exigências e considerações foram retiradas de normas brasileiras, regulamentações e procedimentos de Empresas Concessionárias de Gás e leis dos Governos Estaduais.

Um outro aspecto que se deve destacar é que o dimensionamento das tubulações foi feito somente para o Gás Natural – GN – não tendo sido calculadas as instalações para GLP como a norma NBR 14570 – Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP – Projeto e Execução recomenda, necessitando assim mais estudos sobre o caso.

BIBLIOGRAFIA

1. ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-14570 – Instalações internas para uso alternativo de GN e GLP – Projeto e Execução, Rio de Janeiro – RJ, 2000;
2. Ambiente Brasil – <http://www.ambientebrasil.com.br>, acesso em fevereiro de 2006;
3. Azevedo Netto, José Martiniano de – Manual de Hidráulica, 8ª ed., Edgard Blücher Editora, São Paulo – SP, 1998;
4. CEG Rio – <http://www.ceg.com.br>, acesso em fevereiro de 2006;
5. CEG, Companhia Estadual de Gás – RIP – Regulamento de Instalações Prediais, Rio de Janeiro – RJ, 1997;
6. COMPAGÁS – <http://www.compagas.com.br>, acesso em fevereiro de 2006;
7. COMPAGÁS, Companhia Paranaense de Gás – RIPGÁS – Regulamento para instalações prediais de gás, Paraná – PR, 2005;
8. Conpet – <http://www.conpet.com.br>, acesso em fevereiro de 2006;
9. Creder, Hélio – Instalações Hidráulicas e Sanitárias – 5ª ed, LTC, Rio de Janeiro – RJ, 1991;
10. Gás Petro – <http://www.gaspetro.com.br>, acesso em janeiro de 2006;
11. Natural Energy – <http://www.naturalenergy.com.ar>, acesso em fevereiro de 2006;
12. Portal Gás e Energia – <http://www.gaseenergia.com.br>, acesso em janeiro de 2006;

ANEXO A1 – TIPOS DE VENTILAÇÃO PERMANENTE MÍNIMA

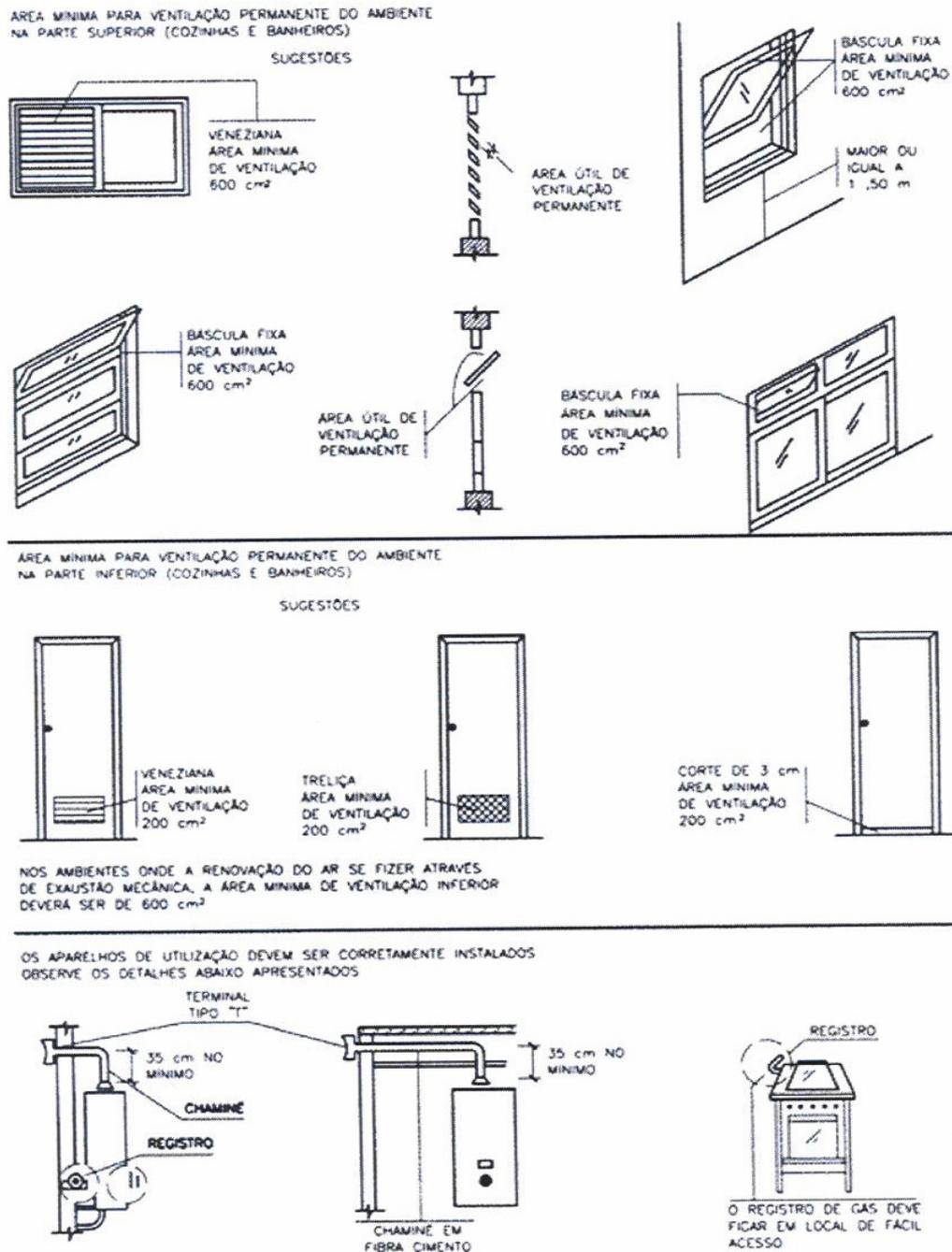
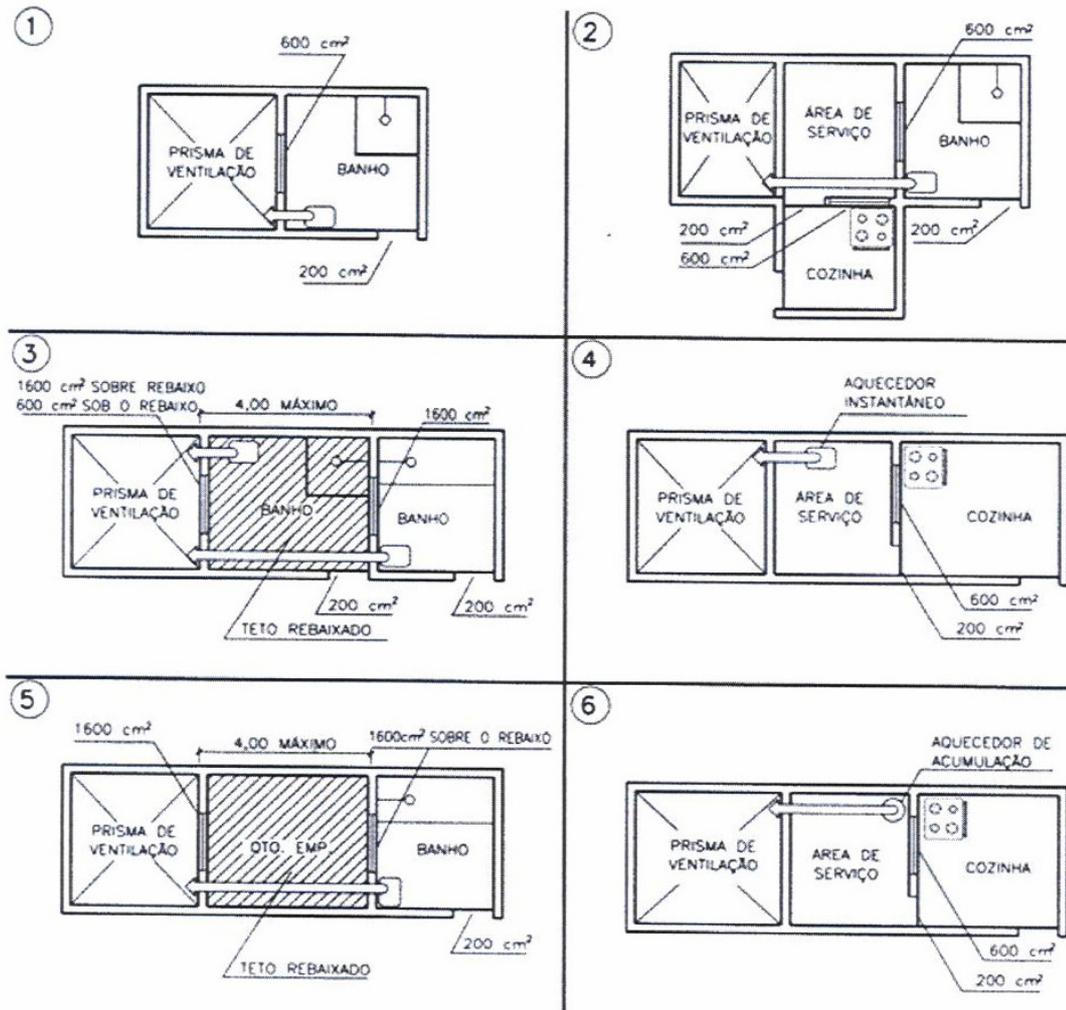


Figura 15. Tipos de ventilação permanente mínima.

ANEXO A2 – TIPOS DE VENTILAÇÃO PERMANENTE MÍNIMA



Importante

- Os ambientes onde estão instalados os aparelhos à gás, deverão ser permanentemente ventilados.
- Todo rebaixo, por onde estiver passando o percurso horizontal da chaminé de alumínio, deverá possuir uma ventilação permanente para o exterior.

Figura 16. Tipos de ventilação permanente mínima.

ANEXO B – DUTO PARA VENTILAÇÃO COLETIVA DE ABRIGOS

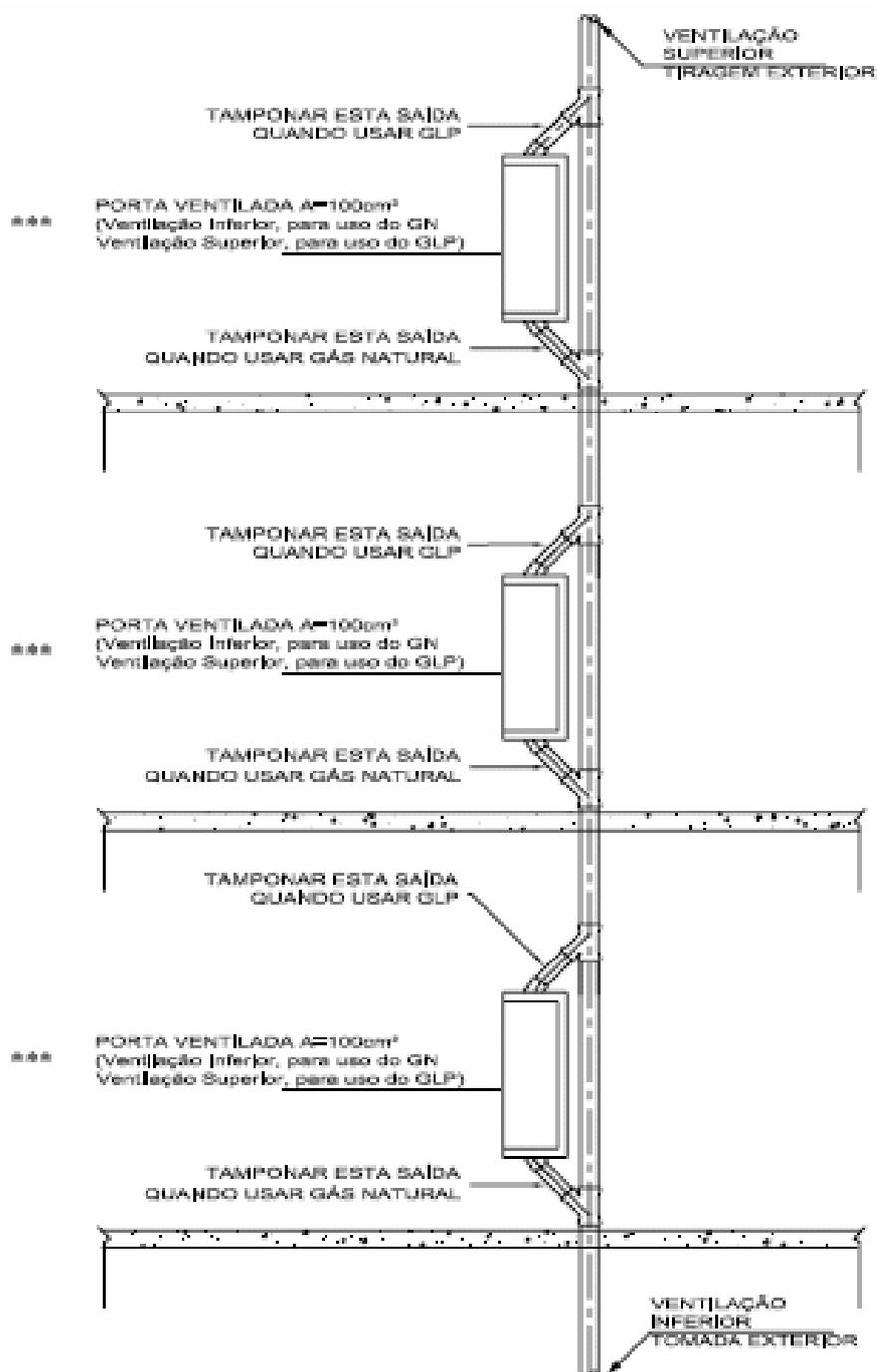


Figura 17. Duto para ventilação coletiva de abrigos.

ANEXO C – TABELA DE POTÊNCIA E VAZÃO DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO

Tabela 19. Potência e Vazão dos Aparelhos de Utilização.

APARELHOS	TIPO	POTÊNCIA		VAZÃO (m³/h)
		KW	Kcal/h	Natural
Fogão 4 bocas	Com forno	8,1	7000	0,81
Fogão 4 bocas	Sem forno	5,8	5000	0,58
Fogão 6 bocas	Com forno	12,8	11000	1,28
Fogão 8 bocas	Sem forno	9,3	8000	0,93
Forno de parede	-	3,5	3000	0,35
Aquecedor Acumulação	50 – 70 lts	8,7	7500	0,87
Aquecedor Acumulação	100 – 150 lts	10,5	9000	1,05
Aquecedor Acumulação	200 – 300 lts	17,4	15000	1,74
Aquecedor Passagem	6 lts/min	10,5	9000	1,05
Aquecedor Passagem	8 lts/min	14,0	12000	1,40
Aquecedor Passagem	10 lts/min	17,1	14700	1,71
Aquecedor Passagem	15 lts/min	26,5	22000	2,56
Aquecedor Passagem	25 lts/min	44,1	38000	4,42
Aquecedor Passagem	30 lts/min	52,3	45000	5,23
Secadora de roupa	-	7,0	6000	0,70
Aquecedor ambiente	-	4,0	3500	0,41
Lareira	-	5,8	5000	0,58

PCI Gás Natural considerado = 8600 kcal/m³

ANEXO D – FATOR DE SIMULTANEIDADE

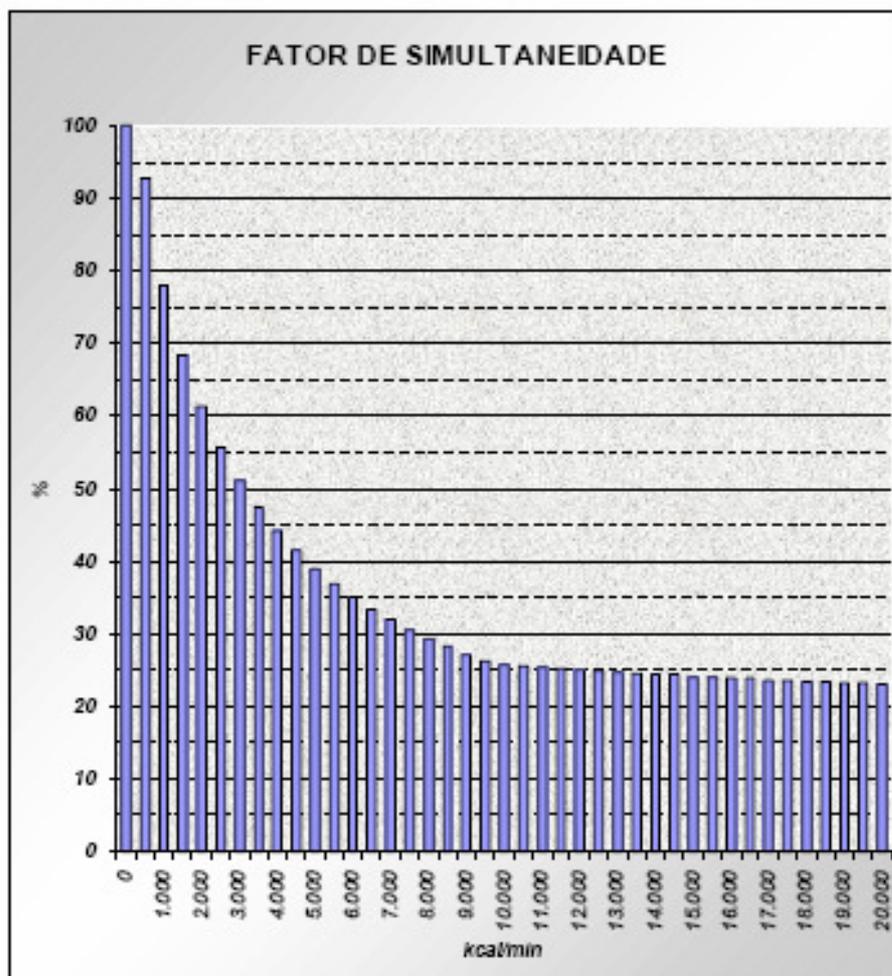


Figura 18. Fator de Simultaneidade.

Obs.: No caso de necessidade de cálculo mais preciso, o fator de simultaneidade pode ser obtido através das seguintes fórmulas:

Fórmulas para cálculo do Fator de Simultaneidade (C em quilocaloria por minuto)	
C < 350	F = 100
$350 \leq C < 9612$	$F = \frac{100}{1 + 0,001(C - 349)^{0,8712}}$
$9612 \leq C < 20000$	$F = \frac{100}{1 + 0,4705(C - 1055)^{0,19931}}$

$C \geq 20000$	$F = 23$
Fórmulas para cálculo do fator de simultaneidade (C em quilowatt)	
$C_1 < 24,43$	$F = 100$
$24,43 \leq C_1 < 670,9$	$F = \frac{100}{1 + 0,01016(C_1 - 24,37)^{0,8712}}$
$670,9 \leq C_1 < 1396$	$F = \frac{100}{1 + 0,7997(C_1 - 73,67)^{0,19931}}$
$C_1 > 1396$	$F = 23$

ANEXO E – TABELA DE COMPRIMENTOS EQUIVALENTES

Tabela 20. Comprimentos Equivalentes.

Conexões para rede de cobre

Comp. equiv. em metros de tubulação

CONEXÕES	15	22	28	35	42	54	66,7	79,4	104,8
<i>Cot. 90°</i>	1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
<i>Cot. 45°</i>	0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9
<i>Curva. 90°</i>	0,4	0,5	0,8	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
<i>Curva. 45°</i>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	0,7	0,8	0,9	1,0
<i>Te</i>	2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
<i>Válv. esfera</i>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0

Conexões para rede de ferro maleável

Comp. equiv. em metros de tubulação

CONEXÕES	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
<i>Cot. 90°</i>	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76
<i>Cot. 45°</i>	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73
<i>Curva f. 90°</i>	0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	1,04	1,37	1,64	2,18
<i>Curva mf 45°</i>	0,20	0,30	0,41	0,51	0,61	0,81	1,02	1,22	-
<i>Te pass ref</i>	0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,33	0,41	0,50	0,66
<i>Te flux dup</i>	0,83	1,25	1,66	2,08	2,50	3,33	4,16	4,99	6,66
<i>Cot. 90° c/ saída lat.</i>	0,81	1,22	1,63	2,03	2,44	3,25			
<i>Te 45°</i>	0,44	0,66	0,88	1,10	1,31	1,75	2,19	2,70	3,51
<i>Válv. esfera</i>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	
	3/4" x 1/2"	1" x 3/4"	1" x 1/2"	1 1/4" x 1"	1 1/4" x 3/4"	1 1/2" x 1 1/4"	1 1/2" x 1"		
<i>Niple red.</i>	0,44	0,41	0,41	0,41	0,34	0,27	0,34		
<i>Luva red.</i>	0,32	0,29	0,32	0,16	0,43	0,12	0,27		
<i>Bucha red.</i>	0,24	0,24	0,24	0,19	0,22	0,20	0,24		
<i>Te red.</i>	0,59	0,95	0,68	0,71	0,56	1,22	0,79		
	2" x 1 1/2"	2" x 1 1/4"	2" x 1"	2 1/2" x 2"	2 1/2" x 1 1/2"	3" x 2 1/2"	3" x 2"		
<i>Niple red.</i>	0,64	0,60	0,52	0,89	0,65	0,86	0,77		
<i>Luva red.</i>	0,38	0,35	0,30	0,64	0,48	0,71	0,70		
<i>Bucha red.</i>	0,43	0,40	0,36	0,39	0,36	0,75	0,69		
	1/2" x 1/2"	1/2" x 1"	1/2" x 1 1/2"	3/4" x 3/4"	3/4" x 1"	3/4" x 1 1/2"	1" x 1 1/2"		
<i>Curva transpos.</i>	1,17	0,96	0,93	1,06	1,03	1,23	1,57		

ANEXO F – DIÂMETROS DO TUBOS DE COBRE

Tabela 21. Comprimentos Equivalentes.

Tabela 14 - Tubos de cobre - classe E

D REF (pol)	DN (mm)	DE (mm)	DI (mm)	e (mm)
1/2	15	15,0	14,0	0,5
3/4	22	22,0	20,8	0,6
1	28	28,0	26,8	0,6
1 1/4	35	35,0	33,6	0,7
1 1/2	42	42,0	40,4	0,8
2	54	54,0	52,2	0,9
2 1/2	66	66,7	64,3	1,2
3	79	79,4	77,0	1,2
4	104	104,8	102,4	1,2

D REF - diâmetro de referência DN - diâmetro nominal
DE - diâmetro externo DI - diâmetro interno
e - espessura da parede do tubo