



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

**DIORGES FILIPE LOHN
LUCIANO MANOEL BITTENCOURT**

**PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO
(GLP) E GÁS NATURAL (GN): UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS
INFRAESTRUTURAS**

Palhoça/SC

2021

**DIORGES FILIPE LOHN
LUCIANO MANOEL BITTENCOURT**

**PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO
(GLP) E GÁS NATURAL (GN): UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS
INFRAESTRUTURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ricardo Moacyr Mafra, MSc.

Palhoça/SC

2021

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos e professores que me ofereceram apoio durante essa longa jornada.

Diorges Filipe Lohn

Dedico este trabalho aos meus familiares em especial a minha mãe e aos amigos e professores que me auxiliaram em todo o período do curso.

Luciano Manoel Bittencourt

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela saúde, sabedoria e perseverança para sempre seguirmos em frente e por ter iluminado esse nosso trajeto por onde percorremos sob os quais adquirimos conhecimento, persistência, otimismo e independência.

Às nossas famílias que sempre nos apoiaram, incentivaram, e que foram o porto seguro de toda a nossa formação, tornando realidade esse sonho.

Ao engenheiro André Luís de Lima Tavares da Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS), que disponibilizou todo o material para a elaboração deste trabalho esclarecendo nossas dúvidas relacionadas ao gás natural.

Ao professor Roberto de Melo Rodrigues, que nos orientou na primeira etapa do trabalho de conclusão de curso, dedicando seu tempo e sempre compartilhando todo o seu conhecimento neste tema.

Ao nosso segundo orientador professor Ricardo Moacyr Mafra, que aceitou dar continuidade nas orientações e nos auxiliando na conclusão deste trabalho.

A todos os nossos colegas e professores de curso, que nos acompanharam durante toda a trajetória de graduação, tornando-se parte responsável para a conclusão desta etapa.

Diorges Filipe Lohn; Luciano Manoel Bittencourt

Agradeço primeiramente a Deus pela perseverança para a conclusão de mais uma graduação. Em segundo lugar agradeço aos meus pais pelo apoio até hoje, em especial a minha mãe Maria Angela que intercede por mim lá do céu. Posteriormente agradeço, aos professores que eu tive ao longo desta jornada, aos amigos de perto e aos de longe, aos que fizeram e fazem parte desta minha vida acadêmica, alguns de um modo bastante especial, pois sem o auxílio e conforto de alguns, talvez esta etapa não teria sido concluída. Agradeço a minha esposa Alini pela paciência e compreensão pelos finais de semana ausentes e noites mal dormidas. Agradeço, e muito, àqueles que tornaram este trabalho possível. Pela paciência, conversas, apoio, ideias, e por fim, por terem sido peça fundamental nessa reta final desta segunda graduação. Saibam que, sem a ajuda de vocês, este trabalho com certeza não estaria aqui.

Diorges Filipe Lohn

As dificuldades nesta longa trajetória acadêmica foram muitas e só puderam ser superadas com auxílios e não se pode deixar de agradecer.

Agradeço primeiramente à Deus, que iluminou esse caminho, permitindo que eu concluísse mais essa etapa, concedendo saúde, sabedoria e determinação;

Agradeço à minha mãe Veraluci Elias, que sempre me apoiou nas minhas decisões, me incentivando, motivando e não me deixou que desistisse.

Agradeço à minha namorada Jéssica, que foi compreensiva pelas minhas ausências, pelos eventos e festividades adiadas.

Agradeço a todos os amigos feitos e professores do curso técnico, que me incentivaram a ingressar no curso de engenharia civil.

Agradeço a todos os amigos e professores da universidade, que foram fundamentais para a conclusão desta etapa da minha vida.

Luciano Manoel Bittencourt

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso é um estudo de caso que utilizou um projeto arquitetônico, de uso acadêmico, de um pequeno edifício multifamiliar com três pavimentos, contendo três apartamentos por piso e mais um salão de festas localizado no térreo. O projeto foi adaptado para uma concepção de abastecimento de gás para o modelo Gás Liquefeito do Petróleo - GLP e para o modelo Gás Natural - GN, seguindo as instruções normativas do corpo de bombeiros de Santa Catarina, normas ABNT e também instruções da SCGÁS. O principal objetivo foi comparar esses dois tipos de gases utilizados no abastecimento de residências, mostrando suas vantagens e desvantagens. Nesta adaptação foram analisados os trajetos das tubulações primárias e secundárias, posição dos abrigos de medidores, obedecendo o posicionamento dos equipamentos de queima (fogão e aquecedor) propostos no projeto arquitetônico. Definido o melhor trajeto e potência dos equipamentos de queima, iniciou-se os dimensionamentos das tubulações e a escolha dos seus complementos, como regulador de pressão e medidores do tipo diafragma. Foram realizados, também, alguns comparativos como diâmetros de tubulações, custos de implantação com base no SINAPI, custo de utilização com base nos preços praticados na atualidade na região da Grande Florianópolis. O custo de implantação para ambos os gases é próximo, porém o custo de operação para o cliente final o GN mostrou-se ser mais atraente devido ao menor preço por metro cúbico.

Palavras-chaves: Instalações de gás em edifícios residenciais multifamiliares. Gás Liquefeito de Petróleo GLP. Gás Natural GN.

ABSTRACT

This course conclusion work is a case study that used an architectural project, for academic use, of a small multi-family building with three floors, containing three apartments per floor and another ballroom located on the ground floor. The project was adapted to a gas supply concept for the Liquefied Petroleum Gas - LPG model and for the Natural Gas - GN model, following the normative instructions of the Santa Catarina fire department, ABNT standards and also SCGÁS instructions. The main objective was to compare these two types of gases used to supply homes, showing their advantages and disadvantages. In this adaptation, the paths of the primary and secondary pipes, the position of the meter shelters, were analyzed, obeying the positioning of the burning equipment (stove and heater) proposed in the architectural project. Having defined the best path and power for the firing equipment, the dimensioning of the pipes and the choice of their complements began, such as pressure regulator and diaphragm type gauges. Some comparisons were also made, such as pipe diameters, implementation costs based on SINAPI, cost of use based on prices currently practiced in the Greater Florianópolis region. The implementation cost for both gases is close, but the operating cost for the end customer of NG proved to be more attractive due to the lower price per cubic meter.

Keywords: Gas installations in multifamily residential buildings. Liquefied Petroleum Gas LPG. Natural Gas GN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz energética não renovável Mundial no ano de 2016.	21
Figura 2 - Matriz energética não renovável no Brasil no ano de 2017.	22
Figura 3 - Unidades de refino e processamento de gás em 2019.	25
Figura 4 - Etapas de produção do GN.	26
Figura 5 - Mapa das concessionárias.	27
Figura 6 - Mapa da rede de distribuição SCGÁS.	27
Figura 7 - Mapa distribuição na de GN cidade de Florianópolis.	28
Figura 8 - Processo de destilação fracionada do GLP.	31
Figura 9 - Grau de participação de distribuição em 2020 por distribuidoras.	33
Figura 10 - Composição do preço GLP.	34
Figura 11 - Tributos do GLP em SC.	35
Figura 12 - ICMS para P13 por estado	35
Figura 13 – Bicos injetores de gás.	39
Figura 14 - Posicionamento do ponto de tomada.	40
Figura 15 - Posicionamento do registro de gás.	40
Figura 16 - Aquecedores de água a gás da marca KOMECO.	41
Figura 17 – Exemplo de edifício residencial com rede interna em média pressão – Tipo I.	43
Figura 18 - Regulador de pressão 1º estágio com manômetro e dispositivo de segurança.	44
Figura 19 - Regulador de pressão 2º estágio, modelo blister 503/18.	45
Figura 20 - Medidor de gás tipo diafragma - Modelo G1.	46
Figura 21 - Detalhe da prumada de distribuição da rede primária.	54
Figura 22 - Detalhe da rede secundária do salão de festas, no andar térreo.	55
Figura 23 – Detalhe da rede de abastecimento secundária em um pavimento tipo.	56
Figura 24 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamentos final 01.	57
Figura 25 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamentos final 02.	57
Figura 26 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamento final 03.	58
Figura 27 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para o salão de festas.	58
Figura 28 – Detalhe do cabeçalho do arquivo SIPAPI.	68
Figura 29 – Fotografia de uma fatura de gás de um consumidor da grande Florianópolis.	71
Figura 30 – Tarifa cobrada pela SCGÁS.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Clientes SCGÁS por região no ano de 2020.....	17
Tabela 2 - Principais países exportadores de gás para o Brasil em 2019.	24
Tabela 3 - Comprimentos equivalentes em metros: aço galvanizado.....	50
Tabela 4 - Comprimentos equivalentes em metros: cobre.....	50
Tabela 5 - Planilha do dimensionamento da prumada principal – GN.....	62
Tabela 6 - Planilha do dimensionamento da prumada principal – GLP.	62
Tabela 7 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 01 – GN.....	63
Tabela 8 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 02 – GN.....	63
Tabela 9 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 03 – GN.....	64
Tabela 10 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para o salão de festas – GN.	64
Tabela 11 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 01 – GLP.....	65
Tabela 12 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 02 – GLP.....	65
Tabela 13 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 03 – GLP.....	66
Tabela 14 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para o salão de festas – GLP.	66
Tabela 15 - Planilha do resumo do dimensionamento da rede primária.....	67
Tabela 16 - Planilha do resumo do dimensionamento da rede secundária.	67
Tabela 17 – Estimativa de custos da rede primária com GN.....	69
Tabela 18 – Estimativa de custos da rede primária com GLP.	69
Tabela 19 – Estimativa de custos da central de gás GLP.	70
Tabela 20 – Média de preços praticados do gás GLP na região da grande Florianópolis.	72
Tabela 21 – Comparativo dos gastos entre GN e GLP no período de um mês.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Crescimento do consumo entre os anos de 2009 e 2019.....	17
Gráfico 2 - Maiores produtores de GN no mundo em 2019.	23
Gráfico 3 - Maiores produtores de GN na América do Sul em 2019.....	23
Gráfico 4 - Importação brasileira de GN em 10 anos.	24
Gráfico 5 - Produção brasileira de GLP em 10 anos.....	31
Gráfico 6 - Importação brasileira de GLP em 10 anos.....	32
Gráfico 7 - Exportação brasileira de GLP em 10 anos.....	32
Gráfico 8 – Comparativo financeiro do custo de implantação das tubulações de gás.	70
Gráfico 9 – Comparativo do custo de utilização dos fornecimentos de gás no período de 12 meses.....	73

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEGÁS – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizados
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP – Agência Nacional do Petróleo
ARESC – Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina
CBIE – Centro Brasileiro de Infraestrutura
CBMSC – Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina
CRM – Conjunto de Regulagem e Medição de GN
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
ERMU – Estação de Redução de Pressão e Medição Urbana
GASBOL – Gasoduto Brasil - Bolívia
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
GN – Gás Natural
GNL – Gás Natural Liquefeito
IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
IEA – International Energy Agency
IGC – Instalação de Gás Combustível
IN – Instrução Normativa
P13 – Botijão de Gás de 13kg
P45 – Botijão de Gás de 45kg
P190 – Botijão de Gás de 190kg
PPCI – Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio
PVC – Policloreto de Vinila
RIP – Regulamento de Instalações Prediais
SCGÁS – Companhia de Gás de Santa Catarina
SINDIGÁS – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo
UPGN – Unidades de Processamento de Gás Natural
UR – Unidade Residencial

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral.....	18
1.2.2	Objetivo Específico.....	18
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	GÁS NATURAL (GN).....	20
2.1.1	História.....	20
2.1.2	Composição	20
2.1.3	Matriz Energética.....	21
2.1.4	Produção	22
2.1.5	Distribuição e Comercialização	26
2.1.6	Valor da Tarifa.....	28
2.1.7	Vantagens.....	29
2.2	GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)	30
2.2.1	História.....	30
2.2.2	Composição	30
2.2.3	Produção	31
2.2.4	Distribuição e Comercialização	33
2.2.5	Valor da Tarifa.....	33
2.2.6	Vantagens.....	36
2.3	NORMAS E INSTRUÇÕES	36
2.3.1	Informações Gerais	36
2.3.2	GLP.....	37
2.3.3	Gás Natural	37
2.3.4	GLP e Gás natural.....	37
2.3.5	Dimensionamentos.....	38
2.4	DETALHAMENTO DOS EQUIPAMENTOS	39
2.4.1	Fogões/Cooktops	39
2.4.2	Aquecedor de água a gás	41
2.4.3	Equipamentos de regulagem, segurança e medição.....	42
2.4.3.1	Regulador de pressão de 1º estágio.....	43
2.4.3.2	Regulador de pressão de 2º estágio.....	44
2.4.3.3	Medidor de passagem de gás tipo diafragma.....	45
3.	METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO	47
3.1	PARÂMETROS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO	47
3.2	METODOLOGIA DE CÁLCULO - NBR 15526:2016.....	48
3.2.1	Fator de simultaneidade	48
3.2.2	Perdas de carga e velocidade na rede de destruição interna	49
3.2.3	Cálculo da perda de carga.....	51
4.	RESULTADOS DOS DIMENSIONAMENTOS DO ESTUDO DE CASO.....	53
4.1	EQUIPAMENTOS	53
4.2	CÁLCULOS DO DIMENSIONAMENTO DA REDE.....	59
4.3	ESTIMATIVA DE DOS CUSTOS DAS REDES.....	67
4.4	COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE CUSTO DE UTILIZAÇÃO	71
5.	CONCLUSÃO	74

6. REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICES.....	80
APÊNDICE A – Estimativas de custos das redes secundárias.....	81

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, além de empregar milhares de trabalhadores em várias áreas, também é responsável por movimentar a economia do país, através da geração de renda, investimento e tributos. Nos últimos anos, o mercado brasileiro da construção civil passou por uma grande recessão, porém, de acordo com o IBGE (2019), em 2019 o setor cresceu 2% em comparação ao mesmo período do ano anterior, depois de 20 trimestres contínuos de queda.

Importante ressaltar que, no entender da CBIC (2019), o resultado positivo do setor veio através do setor imobiliário, pois as áreas de infraestrutura e demais obras continuam enfraquecidas. Mas, apesar da pequena e vagarosa melhora, a Exame (2019) afirma que o ramo da construção continua muito inferior em relação à fase pré-crise, estando ainda com 27% abaixo do registrado no início de 2014.

Apesar da fase delicada, os profissionais da construção civil devem sempre ser responsáveis quanto à mão de obra contratada, material utilizado e projetos elaborados. Dentro dos tipos de imóveis que vem sendo construídos, é notável o aumento do número de condomínios residenciais multifamiliares juntamente com a verticalização destas edificações. Dentro das infraestruturas que alimentam estes tipos de construções, no que diz respeito ao consumo de gás, a verticalização, juntamente com a legislação vigente fez com que seja reduzido o consumo de gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), o popular gás de cozinha, em botijões de 13 kg (P13), segundo o SINDISGÁS (2014), este tipo de abastecimento para a cocção dos alimentos corresponde a 94%. Como as normas proibem o armazenamento do botijão dentro de apartamentos, o sistema de abastecimento vem passando por mudanças ao longo dos anos e adotando centrais próprias abastecidas por caminhões tanques que recarregam os cilindros (P190) ou a troca dos cilindros de (P45).

Hoje, o sistema de abastecimento de GLP ganhou um concorrente direto que é o GN (Gás Natural), este por sua vez chega no condomínio através de dutos subterrâneos que em nosso estado fica sob a responsabilidade da Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS).

Diante deste contexto, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como finalidade principal, analisar e comparar as infraestruturas de fornecimento de gás para edificações multifamiliares através do gás liquefeito de petróleo (GLP) e do gás natural GN.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o crescimento da oferta e aceitação do uso do gás natural na região da Grande Florianópolis, cria-se a motivação de se pesquisar como estão sendo elaborados atualmente os projetos de abastecimento de GN e comparar com os projetos de GLP.

De acordo com Governo do Brasil (2020), conforme depoimento do diretor geral da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) André Pepitone, o gás natural terá destaque nos próximos anos, com o procedimento de extração a partir da camada de pré-sal, o esse mercado vai crescer com a maior disponibilização dessa *commodity*, podendo chegar a um valor baixo e reduzir o custo de geração no Brasil.

Para André Tavares, engenheiro e gerente de mercado da SCGÁS, a companhia projeta um crescimento de número de clientes (condomínios) a nível estadual de 16% ao ano, entre 2020 e 2024 (TAVARES, 2020). Atualmente a companhia atende 16.446 clientes, onde 15.363 destes são unidades residenciais (UR) do tipo apartamentos estando presente em 363 condomínios, distribuídos em quatro regiões do estado, que são:

- REGIÃO NORTE: (Joinville e Jaraguá do Sul)
- REGIÃO VALE DO ITAJAÍ: (Itajaí e Balneário Camboriú)
- REGIÃO GRANDE FLORIANÓPOLIS: (Florianópolis, Palhoça e São José)
- REGIÃO SUL: (Tubarão e Criciúma)

Observando os dados da Tabela 1, constata-se que o destaque fica para a região sul que possui 9.358 UR atendidas, quase 61% do estado. Isto indica que são, aproximadamente, 28 mil usuários do GN. A região da grande Florianópolis é a segunda colocada, atendendo a 3.964 UR 25,8%. No estado, já são mais de 45 mil pessoas atendidas pela companhia.

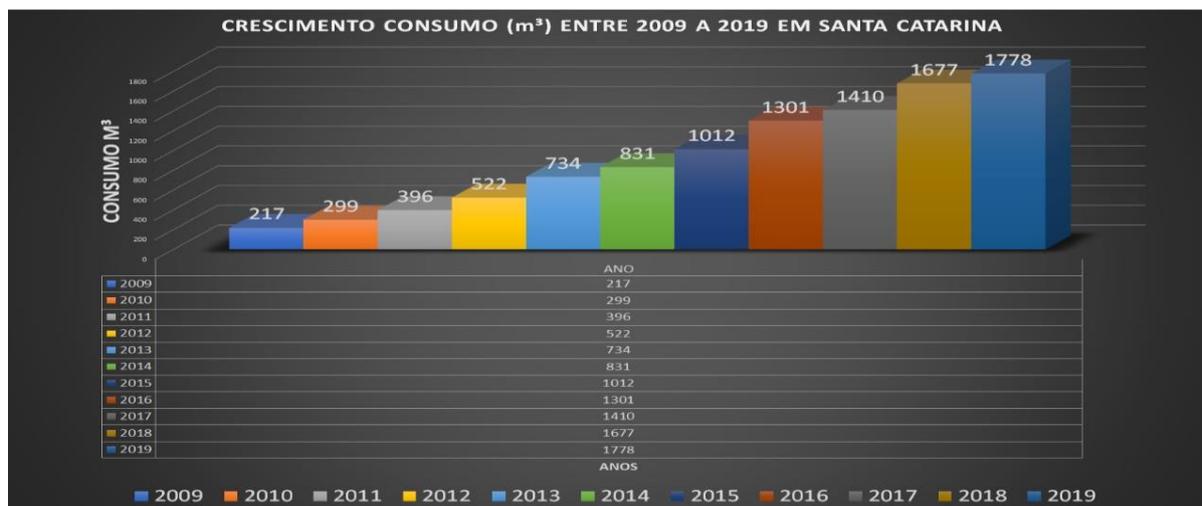
Tabela 1 - Clientes SCGÁS por região no ano de 2020.

REGIÃO	QUANTIDADE DE URS	%	ESTIMATIVA DE PESSOAS ATENDIDAS
NORTE	305	1,99%	915
VALE DO ITAJAÍ GRANDE	1736	11,30%	5208
FLORIANÓPOLIS	3964	25,80%	11892
SUL	9358	60,91%	28074
TOTAL	15363	100%	46089
TOTAL, DE ATENDIDOS	CONDOMÍNIOS		363

Fonte: Elaborada pelos autores com os dados fornecidos por TAVARES (2020).

Com o passar dos anos o crescimento dos estados brasileiros elevou a necessidade pelo abastecimento de gás em suas residências. Em Santa Catarina, não foi diferente e, conforme Gráfico 1, pode-se constatar o forte crescimento do consumo em m³ de GN no período de 2009 a 2019.

Gráfico 1 - Crescimento do consumo entre os anos de 2009 e 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores com os dados fornecidos por TAVARES (2020).

Pelas razões expostas na justificativa, evidenciando o grande crescimento do fornecimento e consumo de GN, a forte expansão que a empresa SCGÁS vem realizando em Santa Catarina, a busca de melhoria de qualidade de vida para a população, a relevância dessa infraestrutura para o país, este trabalho busca: aprofundar um estudo comparativo entre a arquitetura de fornecimento de GLP e a solução, relativamente recente, de fornecimento de gás por tubulações de GN para condomínios residenciais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica de um projeto de instalações de gás para uma edificação residencial privativa multifamiliar.

1.2.2 Objetivo Específico

De maneira resumida, foi realizada análise de um projeto de um edifício modelo, fornecido na disciplina de Projeto de Instalações Prediais, da instituição de ensino Unisul, inicialmente projetado para o uso de GLP, na região da grande Florianópolis. As análises consistiram na avaliação dos diâmetros das redes de abastecimento, central de abastecimento, equipamentos de cocção (fogão) e de aquecimento de água (aquecedor de passagem), estimativa de custos para implantação, consumos e valores. A partir da análise final, foram realizadas comparações entre o custo da execução de projeto com GN e o GLP, além do comparativo de preços para utilização. Os itens listados são exemplos das comparações a serem realizadas:

- a) Detalhar as diferenças entre os equipamentos básicos de uma unidade consumidora;
- b) Dimensionar as tubulações primárias e secundárias para as duas soluções de gás;
- c) Estimar os custos dos materiais para implantação;
- d) Realizar um comparativo de custo de utilização em uma unidade consumidora.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

No percurso acadêmico é observado que, normalmente, são ensinados conteúdos de maior relevância, abordando assuntos da construção civil tradicional, ou seja, formam-se engenheiros que executam apenas o tradicional e que não sugerem novas técnicas ou emprego de outros materiais e recursos. Um exemplo são as instalações hidráulicas, onde há anos são utilizados o policloreto de vinila (PVC) e não se abre espaço para outros materiais ou soluções. Outro exemplo relevante é em relação a elaboração dos projetos que, normalmente, acontece sem *softwares* específicos e sem compatibilização.

As instalações internas de abastecimento de gás em edifícios não são diferentes. Muitos profissionais, com anos de mercado, não propõem soluções inovadoras. Cabem aqui alguns questionamentos: será que todos os profissionais da engenharia sabem ou têm o conhecimento necessário nesta fase de projeto para propor soluções novas ao cliente? O GN ainda não é atrativo, financeiramente, para a implantação? Seu custo de implantação é viável para edificações multifamiliares?

Diante destes questionamentos, o presente projeto propõe trabalhar algumas situações para procurar entender um pouco mais sobre as infraestruturas de GLP e GN.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresenta algumas considerações iniciais acerca do tema do trabalho, sua justificativa, os objetivos gerais e específicos, a metodologia aplicada e a sua estruturação. O segundo capítulo traz o aporte bibliográfico referente a história, composição, matriz energética, produção, distribuição e comercialização, além do valor de tarifa e suas vantagens. Além disto são apresentados os principais componentes da infraestrutura de fornecimento de gás de uma edificação multifamiliar. No terceiro capítulo será abordada a metodologia de dimensionamento de tubulações segundo a NBR 15526:2016, utilizada no desenvolvimento deste trabalho. Ainda nesse capítulo são apresentadas as principais recomendações técnicas indicadas pelas normas vigentes para a execução deste tipo de obra. No quarto capítulo é apresentada a obra estudada, juntamente com seus dimensionamentos e os resultados obtidos com a realização do estudo de caso. No quinto e último capítulo, é desenvolvida a conclusão acerca dos resultados deste estudo de caso e indicam-se as principais recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GÁS NATURAL (GN)

2.1.1 História

Segundo indicações históricas, o GN foi descoberto na Pérsia entre 6000 a.C e 2000 a.C, era utilizado para manter aceso o “fogo eterno”. Na Europa, o GN surgiu no século XVIII a partir do carvão mineral, seu uso era praticamente exclusivo para iluminação das cidades, e foi responsável pelo desenvolvimento das primeiras redes de iluminação (NATURAL GAS, 2013).

No contexto brasileiro, o início é em 1854, no Rio de Janeiro, onde começam as instalações de lâmpadas a gás produzidas a partir do carvão mineral para iluminação pública, sendo que, após quase 20 anos, esse mesmo sistema é implantado em São Paulo em 1873. Outros fatos relevantes são que, no Nordeste o seu uso começa na década 1950, com o gás produzido no estado da Bahia e, em 1980, o combustível começa a ser produzido na região sudeste na Bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro (ANP, 2019).

O projeto Gasoduto Brasil - Bolívia (GASBOL), inicialmente chegaria apenas até São Paulo, após uma campanha pró-gás natural, realizada pelo governo do estado de Santa Catarina, com apoio dos industriais catarinenses e paranaenses. Em 1989, esse debate ganhou força e fez o projeto se estender até a região Sul do país (MARIACA, 2004).

2.1.2 Composição

De acordo com a ANP (2020-C), o gás natural é uma substância composta por hidrocarbonetos que permanecem em estado gasoso nas condições atmosféricas normais. É essencialmente composto pelos hidrocarbonetos metano (CH_4), com teores acima de 70%, seguida de etano (C_2H_6) e, em menores proporções, o propano (C_3H_8), usualmente com teores abaixo de 2%. O gás natural pode ser classificado em duas categorias: associado e não associado. O gás associado é aquele que, no reservatório geológico, encontra-se dissolvido no petróleo ou sob a forma de uma capa de gás, nesse caso, normalmente, privilegia-se a produção inicial do óleo, utilizando-se o gás para manter a pressão do reservatório. O gás não-associado é aquele que está livre do óleo e da água no reservatório; sua concentração é predominante na camada rochosa, permitindo a produção basicamente de gás natural. No Brasil é predominantemente de origem associada ao petróleo.

Para a queima (combustão) do gás natural, é necessária a mistura de três ingredientes: gás natural, oxigênio (O₂) e calor. Quando queimado de forma certa, sua chama é azul, isso significa que as quantidades de gás natural e de ar estão sendo misturados corretamente. Quando não há esse equilíbrio das quantias, acontece uma queima incompleta, a chama fica amarela, laranja ou vermelha, que pode causar danos à saúde das pessoas devido à liberação de monóxido de carbono (NATURAL GAS, 2013).

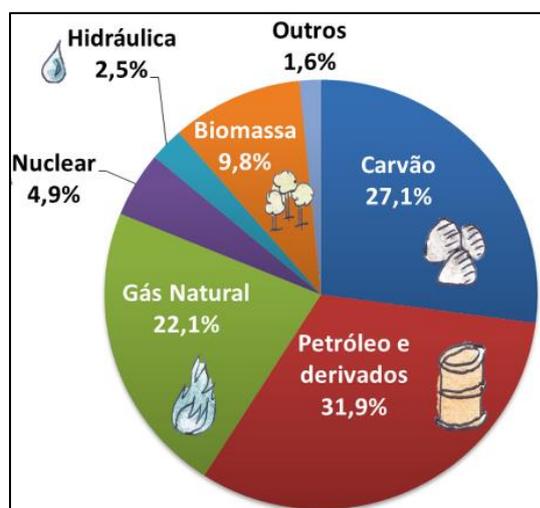
2.1.3 Matriz Energética

Podendo ser de fontes renováveis ou não renováveis, matriz energética são as fontes de energia ofertadas no país, ou seja, são os recursos de energia disponível em uma nação para atender as residências, comércios e indústrias. O gás natural é uma fonte não renovável.

Fonte renovável é aquela que não se esgota na natureza, seu impacto ambiental é baixo ou praticamente nulo. Como exemplos de fonte de energia renovável, pode-se citar a solar, eólica e geotérmica.

As fontes não renováveis são opostas às fontes renováveis, ou seja, são aquelas que geram o esgotamento da natureza, como combustíveis fósseis e energia nuclear, que geram grandes impactos ambientais. No mundo, segundo dados do EPE (2016) (Figura 1), as fontes energéticas não renováveis correspondem a 86%. O gás natural corresponde a pouco mais de 22% da matriz energética não renovável no mundo.

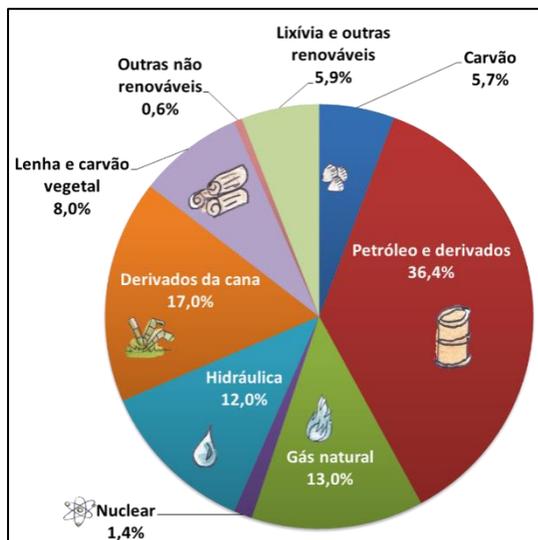
Figura 1 - Matriz energética não renovável Mundial no ano de 2016.



Fonte: EPE (2016).

Conforme Figura 2, em relação aos dados do EPE (2016), o Brasil tem uma matriz energética menos poluente se comparado com a matriz energética mundial. No país, as fontes renováveis correspondem a 43,5%, contra 56,5% das não renováveis.

Figura 2 - Matriz energética não renovável no Brasil no ano de 2017.



Fonte: EPE (2016).

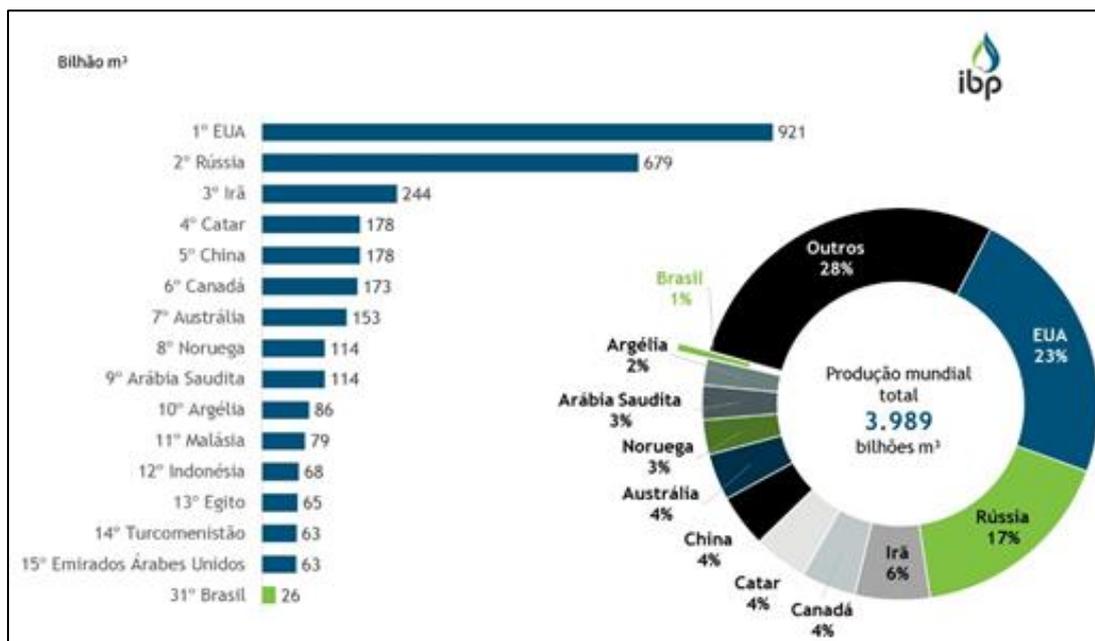
Vale destacar que, no contexto de fontes não renováveis no Brasil, o gás natural corresponde a 13% da matriz energética, sendo o segundo mais utilizado, atrás apenas do petróleo e derivados, que possui utilização de 36,4%.

2.1.4 Produção

O gás natural é utilizado mundialmente, como citado no capítulo anterior, ele participa de cerca de 22% da matriz energética mundial de fontes não renováveis, um percentual grande se comparado com outras fontes.

Segundo dados do IBP (2019) os maiores produtores mundiais de gás natural são os EUA que lideram com 921 bilhões de metros cúbicos (m³), já o Brasil ocupa a posição de 31º com 26 bilhões de metros cúbicos (m³). O Gráfico 2 ilustra o ranking com os maiores produtores de GN do mundo.

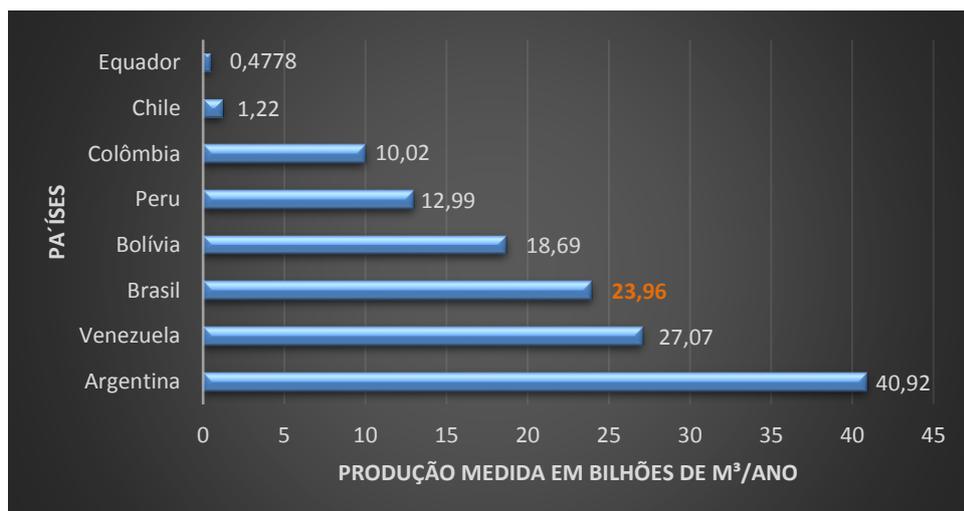
Gráfico 2 - Maiores produtores de GN no mundo em 2019.



Fonte: IBP (2019).

Em comparação com os países da América do Sul, a situação do Brasil no ranking melhora, ocupando o 3º lugar. Porém, o país produz pouco mais do que a metade da Argentina, sendo ela a 1ª colocada. O Gráfico 3 ilustra estas informações com base nos dados da INDEX MUNDI (2019).

Gráfico 3 - Maiores produtores de GN na América do Sul em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Index Mundi (2019).

O Brasil ainda não produz todo gás (GN e GLP) necessário para atender o mercado interno e acaba tendo que importar de outros países, sendo a Bolívia o principal país exportador desses gases para o Brasil. Na Tabela 2, pode-se ter uma ideia dos principais exportadores de gás para o Brasil no ano de 2019.

Tabela 2 - Principais países exportadores de gás para o Brasil em 2019.

	PAÍS DE ORIGEM	%
1º	BOLÍVIA	67
2º	EUA	14
3º	TRINDAD E TOBAGO	5,3
4º	PAÍSES BAIXOS	3,6
5º	NORUEGA	3,2
6º	NIGÉRIA	3
7º	CAMARÕES	1,5
8º	GUINÉ EQUATORIAL	1,4
9º	ANGOLA	1

Fonte: BUENO (2020).

Ao longo dos anos 2009 a 2019, o volume total de metros cúbicos de GN importados pelo Brasil oscilou bastante, sua variação foi de aproximadamente 8,54 milhões de metros cúbicos em 2009 até seu recorde de 19,11 milhões de metros cúbicos em 2015. Esta oscilação ocorreu, principalmente, pela variação no desenvolvimento da indústria brasileira, já que é atualmente a principal consumidora de GN no Brasil. Estes valores podem ser visualizados no Gráfico 4.

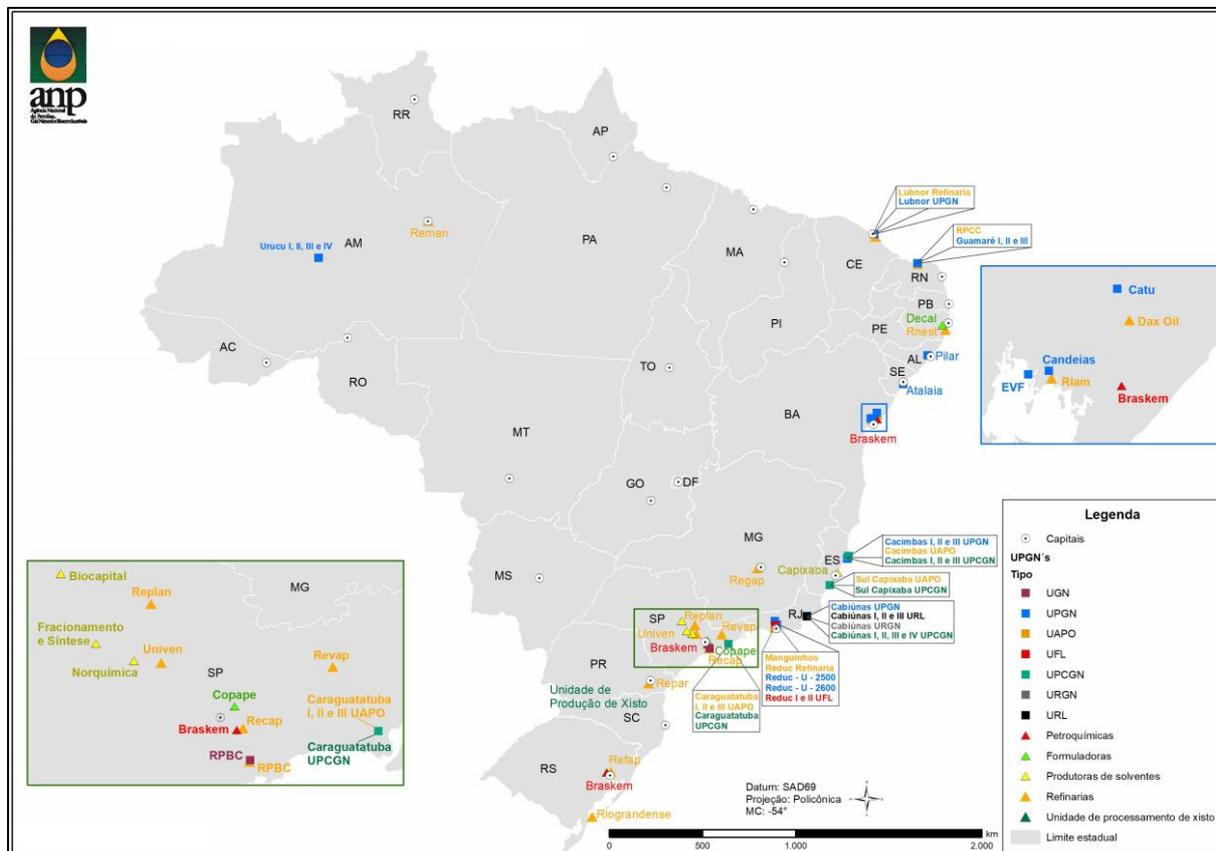
Gráfico 4 - Importação brasileira de GN em 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do anuário da ANP (2020).

Na Figura 3, atualizada no ano de 2019, é possível compreender a localidade onde estão instaladas as unidades de refino e processamento de gás no Brasil.

Figura 3 - Unidades de refino e processamento de gás em 2019.



Fonte: ANP/SPC (2018).

De acordo com EPE (2020), as etapas de produção do gás natural, em ordem, são:

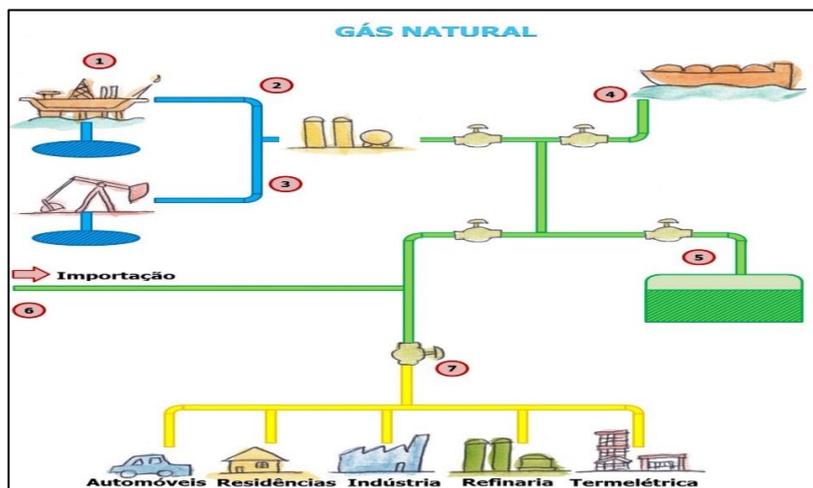
- I. O gás natural é retirado do subsolo em campos marítimos ou terrestres. Em alguns casos, junto com o gás natural é também produzido petróleo;
- II. O gás é movimentado por gasodutos de escoamento até as unidades de processamento, onde serão retiradas as impurezas e os compostos mais pesados;
- III. Depois de ser processado, o GN entra na malha de gasodutos de transporte, para ser levado até os consumidores;
- IV. Ele também pode chegar por navio, na forma líquida (gás natural liquefeito), que será transformado novamente em gás para continuar seu transporte até o usuário final;
- V. As instalações de estocagem podem ser usadas para guardar o GN que será

utilizado no momento da sua produção;

- VI. Pode ainda haver importação de GN e partir de outros países. Hoje por exemplo, o Brasil importa gás natural da Bolívia, que chega por um gasoduto no Mato Grosso do Sul;
- VII. Depois de passar pelos gasodutos de transporte, o GN é disponibilizado nos pontos de entrega, podendo então ser distribuídos por gasoduto de distribuição, para uso em veículos, casas, fábricas, refinarias e usinas termelétricas.

As etapas de produção do GN, desde a extração até a chegada para o consumo, podem ser visualizadas através da Figura 4, evidenciando também a chegada por importação.

Figura 4 - Etapas de produção do GN.



Fonte: Adaptado da EPE (2020).

2.1.5 Distribuição e Comercialização

O gás natural, diferentemente do GLP, é transportado através de redes subterrâneas (gasodutos), cuja implantação passa por exigentes e rigorosos estudos de impacto ambiental. Essas tubulações chegam até o cliente através de ramais e assim como acontece com a distribuição de água e energia, o gás é entregue por concessionárias de distribuição. A Figura 5 evidencia as companhias de gás responsáveis por cada estado brasileiro (exceto Roraima, Acre e Tocantins).

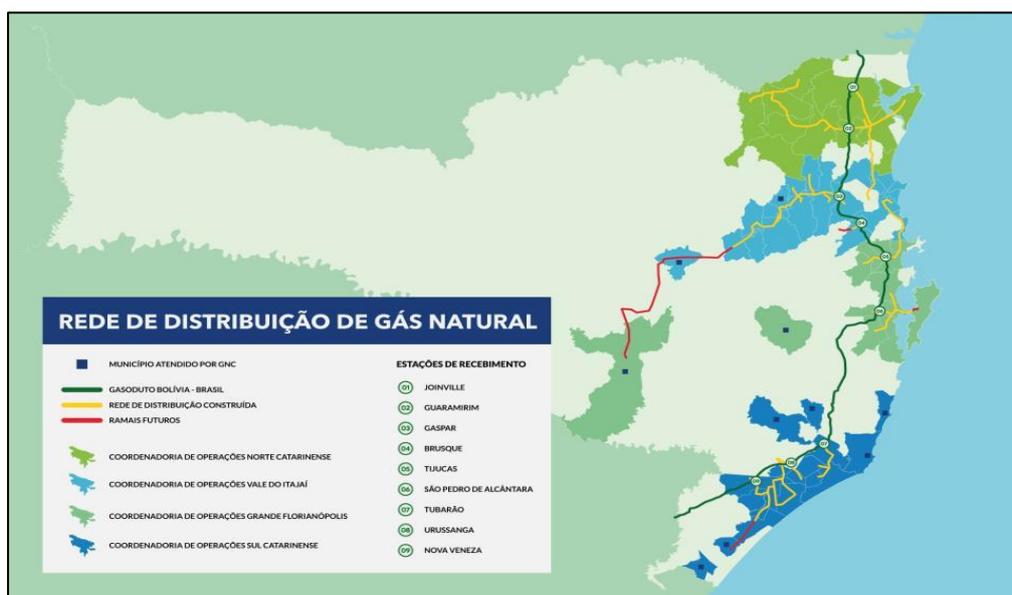
Figura 5 - Mapa das concessionárias.



Fonte: ABEGÁS (2020).

Em Santa Catarina, a concessionária responsável é a SCGÁS. O governo federal, no ano de 1993, autorizou a constituição de uma sociedade de economia mista voltada à distribuição local do gás canalizado e, em 1994, por meio de assembleia constituinte, a Companhia de Gás de Santa Catarina foi criada oficialmente. No entanto, o fornecimento do gás começou seis anos depois, em 2000. Atualmente são 15.363 UR atendidas, que consumiram, no ano de 2019, mais de 1.770m³ de gás natural. O mapa da rede de distribuição SCGÁS, com as estações de recebimento do GN, pode ser visualizado através da Figura 6.

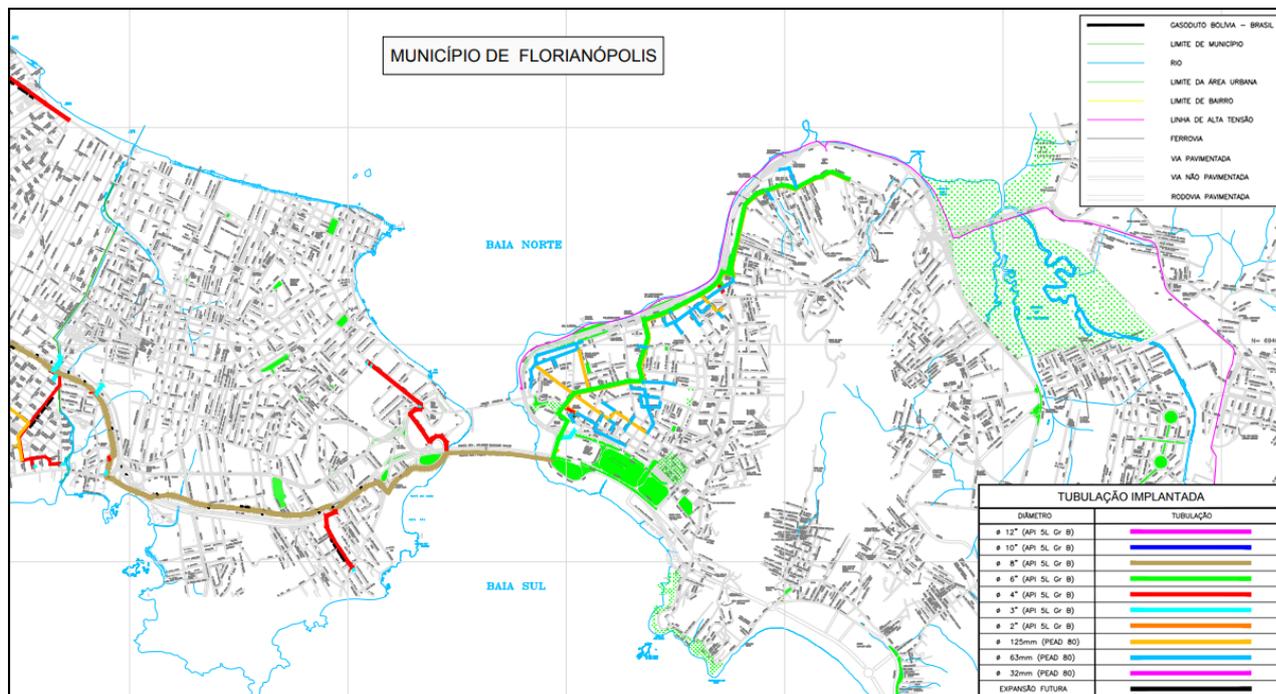
Figura 6 - Mapa da rede de distribuição SCGÁS.



Fonte: SCGÁS (2020).

A SCGÁS atende 3.964 UR na região da Grande Florianópolis, com a estimativa de 12 mil pessoas que utilizam o gás natural nas cidades de Biguaçu, Florianópolis, Palhoça e São José. A Figura 7 exibe o mapa de distribuição de GN na cidade de Florianópolis, atualizado em 2007.

Figura 7 - Mapa distribuição na de GN cidade de Florianópolis.



Fonte: SCGÁS (2007).

2.1.6 Valor da Tarifa

A tarifa residencial cobrada no estado de Santa Catarina pela SCGÁS (válida a partir de 01/04/2021) é de R\$ 4,194/m³. Essa tarifa é única para todos os clientes residenciais e adota o sistema de medição coletiva. A fatura é emitida para o condomínio, que faz o rateio entre os moradores de acordo com os consumos individuais registrados nos medidores dos apartamentos. Vale destacar que o valor da tarifa residencial segue as tabelas publicadas no DOE SC nº 21.495 de 07/04/2021 e que está incluso na tarifa ICMS de 17% e PIS/COFINS de 9,25%.

Para facilitar o entendimento, supõe-se que uma família consuma um botijão P13 no período de um mês, que custa em média R\$ 92,49, de acordo com pesquisa de mercado realizada no município de Florianópolis em maio de 2021 pela ANP (2021). Para o estado de Santa Catarina, portanto, se essa mesma família utilizasse o GN, gastaria R\$69,02, ou seja, pouparia R\$ 23,47/mês. Assim sendo, o valor equivalente de 13kg de gás natural pode ser obtido pela seguinte equação:

- Valor de cobrança = Preço (R\$/m³) x (fator de conversão de kg para m³) x quantidade consumida (kg) – equação 1.

Com aplicação da equação 1, tem-se:

- Valor GN = 4,194 x 1,266 x 13 = R\$ 69,02.

2.1.7 Vantagens

Segundo SCGÁS (2019) as principais vantagens do gás natural são:

- I. Seu fornecimento é realizado por meio de redes de distribuição subterrânea e de forma ininterrupta, com pressão constante e chama estável, não acaba durante o preparo dos alimentos ou aquecimento de água e ambiente;
- II. Por ser fornecido através de redes subterrâneas, dispensa o abastecimento através de caminhões, reduz a circulação desses veículos nas cidades;
- III. A tarifa é regulada pela Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina - ARESC, sendo única para todo o segmento e publicada no Diário Oficial;
- IV. Dispensa o uso de centrais, portanto não necessita estocagem de cilindros ou botijões, o condomínio ganha mais espaço na área externa;
- V. O gás natural reduz a emissão de poluentes, pois sua queima é mais completa e eficiente;
- VI. Dissipa-se rapidamente em caso de vazamento por ser mais leve que o ar.

2.2 GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)

2.2.1 História

Desde a idade antiga, o petróleo é conhecido, porém pouco utilizado como combustível. Durante séculos foi extraído em superfície, apesar de métodos primitivos, foi possível descobrir alguns derivados do petróleo, inclusive o gás.

Em 1810, em Londres, teve-se a ideia de “engarrifar” o gás em recipientes transportáveis. O primeiro poço de exploração de petróleo aberto foi na Pensilvânia, nos Estados Unidos, em 1859, com produção diária de 19 barris.

O alemão Herman Blau, em 1907, desenvolveu o processo de engarrifar o gás, porém foi em 1910 que o primeiro GLP foi produzido, na refinaria da Riverside Oil, nos Estados Unidos, no dia 24 de dezembro foram produzidos 200 galões de GLP.

Com o fim da primeira guerra mundial, em 1920, foi constituída a primeira empresa importadora de produtos como fogões e aquecedores na cidade do Rio de Janeiro, onde foram feitas algumas demonstrações. A dificuldade ficou em ter gás acessível e de baixo custo nas residências. Os primeiros fogões produzidos só ocorreram em meados da década de 40.

O Presidente Getúlio Vargas, em 3 de outubro de 1953, constituiu a Petrobrás, quando a Lei nº 2204 foi sancionada. A partir daí começa a produção de GLP e fogões para o uso de GLP (ICEGÁS, 2020).

2.2.2 Composição

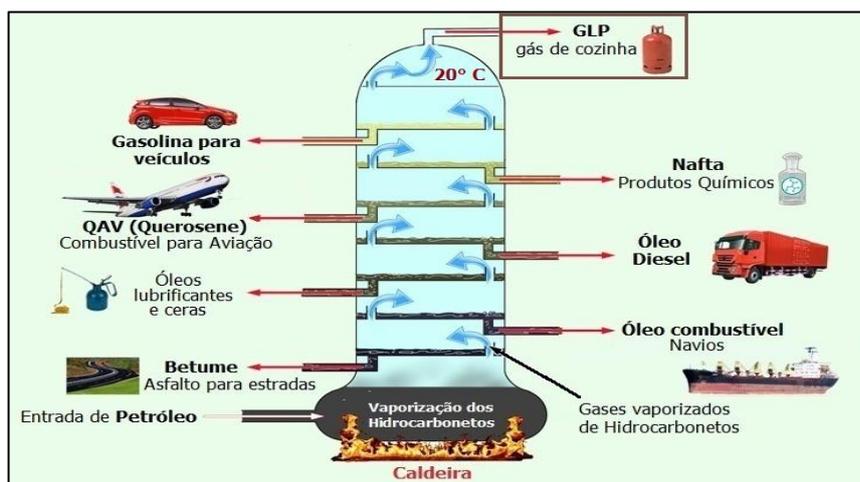
O GLP é uma mistura de hidrocarbonetos líquidos (butano comercial e propano), obtidos pelo refino de petróleo e pelo processamento de gás natural nas Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN).

O propano e o butano estão presentes na composição química do gás liquefeito de petróleo. O propano consiste, principalmente, em hidrocarbonetos, contendo três átomos de carbono e expresso na fórmula química C_3H_8 . Já o butano é expresso pela fórmula C_4H_{10} , pois contém quatro átomos de carbono, principalmente n-butano e isobutano.

2.2.3 Produção

O GLP é resultado da mistura de gases condensáveis presentes em pequenas quantidades dissolvidas no petróleo e no gás natural, que podem passar para o estado líquido, no processo de liquefação, conforme explica a figura 8.

Figura 8 - Processo de destilação fracionada do GLP.



Fonte: CBIE (2019).

O Brasil é um grande produtor de GLP. Pelo Gráfico 5, demonstra-se que a produção do país, nos últimos 10 anos, manteve-se entre a faixa de 7 a 8,3 milhões de metros cúbicos. Pode-se destacar o ano de 2012, que foi o maior com 8,320 milhões de m³, e o ano de 2019, que foi o menor, indicando uma tendência queda de produção que começou em 2013.

Gráfico 5 - Produção brasileira de GLP em 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da ANP-A (2020).

Os Gráficos 6 e 7 demonstram informações sobre o comércio de GLP entre o Brasil e seus parceiros comerciais. Pelo Gráfico 6, é possível perceber que o país é um grande importador do produto, chegando a receber no ano de 2011 e 2014 mais de 1,5 bilhões de m³. Já para a exportação, o Gráfico 7 demonstra os dados nas casas dos milhares, evidenciando a grande baixa na balança comercial brasileira em relação a essa *commodity*, já que importamos muito e exportamos pouco. Outro fator de destaque é que, nos últimos 4 (quatro) anos, a exportação brasileira está em baixa, essa situação pode estar relacionada a questões econômicas e/ou de políticas de comércio exterior do país, já que os meios de produção e transporte do produto continuam disponíveis.

Gráfico 6 - Importação brasileira de GLP em 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da ANP (2020-B).

Gráfico 7 - Exportação brasileira de GLP em 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da ANP (2020-B).

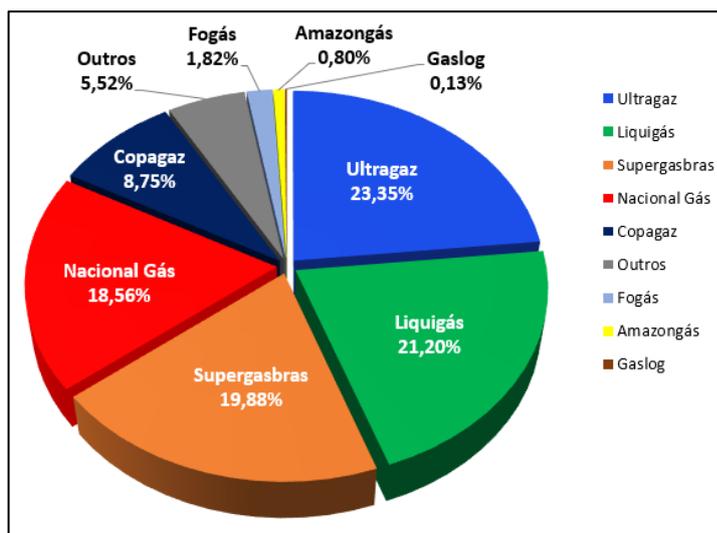
2.2.4 Distribuição e Comercialização

O GLP ou gás de cozinha, como é mais conhecido, é o produto mais popular dos derivados do petróleo. Como visto anteriormente, ele pode ser produzido no Brasil ou importado de outros países.

Sua comercialização começa pela venda do produto a granel para as companhias distribuidoras, que fazem a venda para as indústrias (caminhões tanques), ou para pontos de revenda que atende as residências e comércios com botijões, o mais comum deles é o P13. No Brasil, são 66 milhões de domicílios em 5,5 mil municípios que utilizam o botijão de 13kg, isto porque o país tem dezenas de milhares de revendedoras locais (CBIE, 2019).

O Brasil possui diversas distribuidoras em seu território, porém apenas quatro delas detêm juntas mais de 80% dessa distribuição, como pode ser visualizado através da Figura 9.

Figura 9 - Grau de participação de distribuição em 2020 por distribuidoras.



Fonte: SindiGás (2020).

2.2.5 Valor da Tarifa

Diferentemente do GN observa-se que, o GLP é vendido, não apenas por uma companhia, mas sim por diversas distribuidoras, também se observa que há mais atravessadores na comercialização do botijão até ele chegar no consumidor final. Os postos de vendas de todo país são monitorados pela ANP por intermédio de pesquisas semanais.

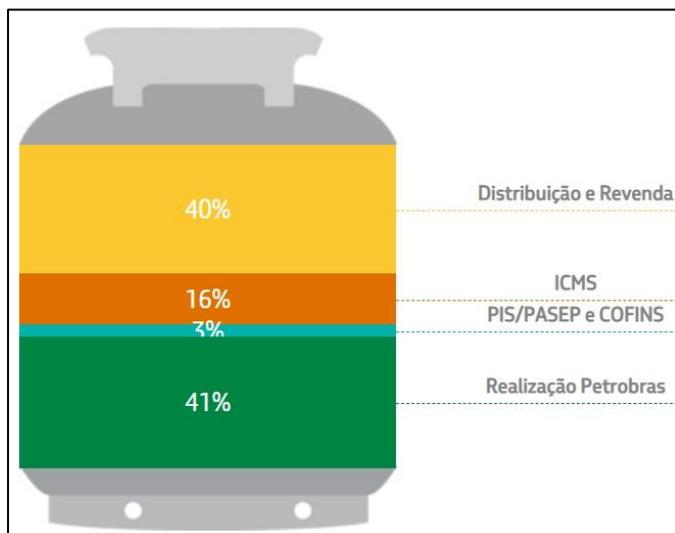
Além do valor do produto, dos custos e das margens de comercialização das distribuidoras e dos pontos de vendas, o valor pago no botijão ainda inclui os seguintes

tributos:

- I. ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços – Tributo estadual);
- II. CIDE (Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – Tributo Federal);
- III. PIS / PASEP (Programa de Integração Social / Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público – Tributos Federais);
- IV. COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – Tributo Federal).

Na Figura 10, pode-se observar a composição do preço do GLP. Destaca-se que a carga tributária incidida no produto chega a 19% e o restante divide-se em, praticamente, parcelas iguais entre custos de produção e revenda.

Figura 10 - Composição do preço GLP.



Fonte: PETROBRÁS (2020)

No que refere ao estado de Santa Catarina, a Figura 11 demonstra os tributos incidentes no produto em pesquisa realizada em setembro de 2020.

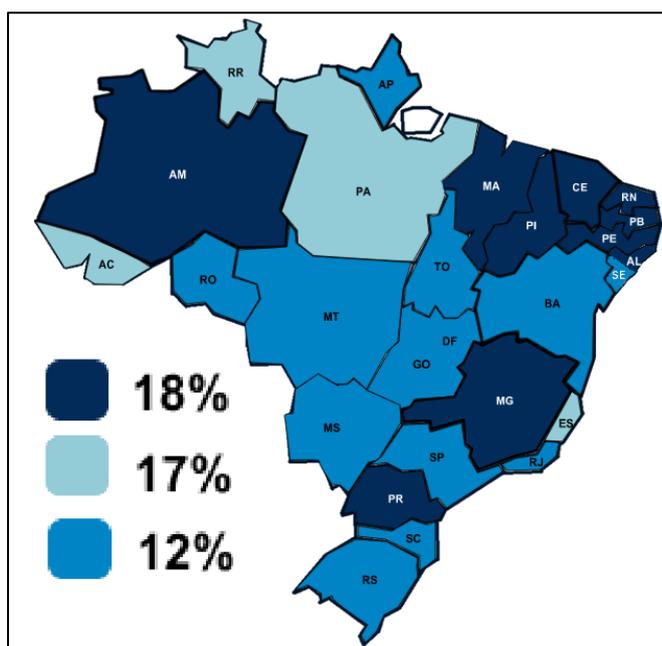
Figura 11 - Tributos do GLP em SC.

Embalagem:	13Kg	▼
Período:	01/09/2020	▼ Filtrar
UF: Santa Catarina	Valor por Kg (R\$)	13Kg (R\$)
ICMS	0,948600	12,3318
PIS/COFINS:	0,167700	2,1801
Cide :	0	0
Total Tributos Incidentes:	1,1163	14,5119

Fonte: SINDIGÁS (2020)

Santa Catarina faz parte do grupo de estados brasileiros que pratica o ICMS mais barato do Brasil para botijões de 13kg. O tributo cobrado é de 12%, enquanto outros estados tributam em até 18%. Na Figura 11, é possível verificar que para um botijão de 13kg, os valores de tributos chegam a R\$ 14,51, ou seja, o consumidor está pagando em média 20% de tributos. Para ilustrar a diferença de ICMS entre os estados brasileiros, a Figura 12 traz o comparativo entre eles.

Figura 12 - ICMS para P13 por estado



Fonte: SINDIGÁS (2016)

Pela Figura 12 é possível observar que 12 (doze) estados e o Distrito Federal possuem a taxa mínima de 12% de ICMS. Outro fator que se destaca é que a única região onde a totalidade dos estados segue o mesmo padrão é a centro-oeste e que a região nordeste é, predominantemente, utilizadora da taxa de 18%. Diante disso, evidencia-se que o parâmetro é, de fato, dependente das políticas tributárias de cada estado.

2.2.6 Vantagens

O GLP tem poder calorífico superior a outras fontes de energia como o GN, carvão ou lenha. Ele também não produz resíduos pesados e é menos agressivo ao meio ambiente. Destaca-se que, por ser distribuído por mais empresas e ter um grande número de postos de vendas para residências unifamiliares, pode se tornar mais atrativo.

2.3 NORMAS E INSTRUÇÕES

2.3.1 Informações Gerais

Como medida de segurança contra incêndios, o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina analisa e fiscaliza os processos através da Instrução Normativa nº 08 (IN-08) INSTALAÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL (GLP E GN) – IGC de 2018, que estabelece e padroniza critérios de concepção e dimensionamento da Instalação de Gás Combustível (IGC), aplicada em edificações onde é exigido conforme previsto na IN-01/CBMSC.

De acordo com o art. 3º da IN-08/CBMSC, a Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS) é responsável pela rede externa de distribuição de Gás Natural (GN) e o Conjunto de Regulagem e Medição de GN (CRM). Partindo da central de armazenamento de GLP, todas as redes de tubulações primárias e secundárias da edificação são de responsabilidade do proprietário do imóvel.

A IN-08 define que rede interna de distribuição de gás é dividida em duas, sendo:

- Rede primária: Trecho de tubulação que se inicia na parte externa da central de gás (quando abastecida com GLP) ou no CRM (quando abastecida com GN), e vai até o abrigo dos medidores no hall de entrada dos apartamentos, essa rede por norma não pode ter tubos com diâmetros inferiores a 3/4". Dentro do capítulo 4, a Figura 21 irá exibir o esquema isométrico da rede primária deste projeto de estudo de caso.

- Rede secundária: Trecho de tubulação que se inicia após os medidores, até os pontos de consumos (fogões, aquecedores), com diâmetro mínimo de ½” segundo norma. Dentro do capítulo 4, as Figuras 24 a 27 irão apresentar os esquemas isométricos das redes secundárias deste projeto de estudo de caso.

2.3.2 GLP

Em relação às edificações multifamiliares abastecidas por GLP, faz-se necessário uma estocagem, portanto a Instrução Normativa IN-08/CBMSC trata deste assunto e de outros relacionados às redes de abastecimento, como a locação das saídas de GLP dentro do imóvel e seus afastamentos necessários, os seus limites de armazenagem em central, os tipos de recipientes proibidos para armazenagem em central e os afastamentos necessários as redes elétricas em relação aos níveis de tensão.

Junto a locação da central de GLP, devem ser previstos extintores de incêndio, que podem ser instalados em outras áreas, desde que atendam às exigências da IN-06/CBMSC - SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES. Também devem estar sinalizadas com placas que possam ser visualizadas de qualquer direção de acesso à área dos recipientes.

2.3.3 Gás Natural

Como edificações abastecidas com GN não necessitam de central, a abordagem sobre GN na IN-08 se torna reduzida. A SCGÁS disponibiliza um Regulamento de Instalações Prediais (RIP), onde auxilia e se pode obter mais informações.

O regulamento normatiza, em relação ao local, a instalação do conjunto de regulagem e medição de GN, também chamado de estação no RIP, onde o acesso e a ventilação devem ser considerados. A sinalização se dá conforme a anexo C da IN-08/CBMSC.

2.3.4 GLP e Gás natural

A IN-08/CBMSC trata alguns tópicos específicos para cada gás, porém alguns casos a instrução se aplicam para ambos, como a obrigatoriedade da válvula e corte gás, a sua correta localização e instalação. Observa-se que a norma permite que o conjunto de controle de manobra exerça a função da válvula de corte de gás, desde que a edificação seja um único bloco e que o conjunto de controle de manobra não fique a uma distância maior do que 10 m

da porta principal de acesso.

Em relação às tubulações, é importante respeitar mais algumas exigências impostas, como as de afastamentos mínimos de outras tubulações (água/esgoto) e dutos de eletricidade. Quando a tubulação de gás fica aparente, deve-se atender o padrão de cores presentes na IN 08.

Tratando-se dos abrigados para os medidores, a IN-08/CBMSC normativa sua correta localização, cota, dimensionamento adequado, considerando também questões como a ventilação e a identificação.

A ligação dos aparelhos de queima a gás (pontos de consumo), de acordo com a IN-08/CBMSC, deve estar no mínimo 3 cm fora das paredes acabadas, possuir registro de corte de fecho rápido e ser instaladas com alturas corretas.

2.3.5 Dimensionamentos

O dimensionamento, tanto da rede primária, quanto secundária, é de competência do responsável técnico pelo Projeto de Prevenção e Combate de Incêndios (PPCI). Os projetos que passarão pela análise do CBMSC devem apresentar esquema isométrico da IGC, especificando qual tipo de gás (GN/GLP) utilizado, além de informações como: localização e tipo de locação de GLP; quantidade e tipo de recipientes da locação de GLP; tipo de material da tubulação de gás; diâmetro e comprimento dos trechos de tubulação da rede primária e rede secundária; válvulas, registros e medidores de gás; afastamentos conforme previstos; pontos de consumo; potência máxima dos aparelhos a gás.

Conforme o RIP da SCGÁS, o ponto de saída da estação ao empreendimento deve ser considerado o ponto de partida para o dimensionamento das redes internas. O dimensionamento de uma rede interna deve considerar a seguinte sequência de ação: definição da tipologia construtiva, do desenho isométrico da tubulação, os critérios de pressão dos trechos e materiais construtivos; coleta dos dados de potência e vazão dos aparelhos a serem instalados na rede; cálculo da perda de carga na instalação; cálculo da vazão em cada trecho da rede; definição dos diâmetros mínimos da tubulação.

2.4 DETALHAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

2.4.1 Fogões/Cooktops

Definido como sendo um aparato de alumínio, ferro ou alvenaria, fixo ou móvel, com aberturas superficiais por onde sai uma chama alimentada por gás ou lenha, cuja sua finalidade é cozinhar alimentos.

No Brasil atualmente a grande maioria dos fogões saem das fabricas com o sistema de alimentação já pré-definido por GLP. Conforme indicado no manual do consumidor da BRASTEMP (2021), os fogões Brastemp saem de fábrica para uso com gás do tipo GLP. Para uso com GN (gás natural) é necessário chamar a Rede de Serviços Brastemp para fazer a conversão do fogão para o novo tipo de gás antes proceder a instalação. A primeira conversão é gratuita, desde que seja realizada no período de garantia. Este serviço não inclui a instalação do produto e/ou adaptações relativas a tubulações ou parte elétrica no local de instalação.

A conversão da alimentação do equipamento de GLP para GN consiste basicamente na troca dos bicos injetores de gás GLP (padrão de fábrica) pelo seu equivalente de GN, uma vez que cada um dos tipos de gás trabalha a um nível de pressão diferente. Na Figura 13 é possível identificar estas peças mencionadas.

Figura 13 – Bicos injetores de gás.

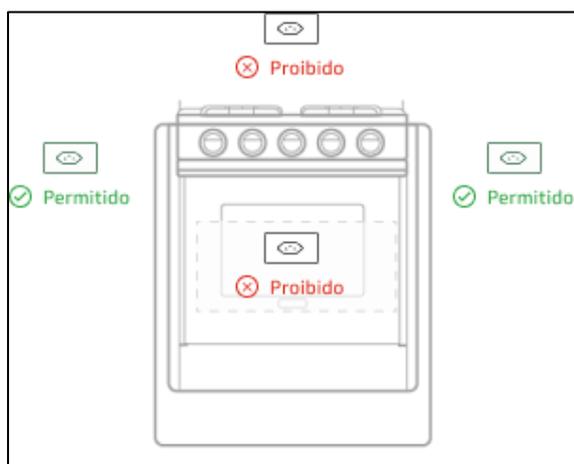


Fonte: MULTGAS ENGENHARIA (2021).

As recomendações dos fabricantes para local de instalação dos equipamentos, com base na NBR 13103:2020, devem ser seguidas para evitar danos nos produtos e acidentes.

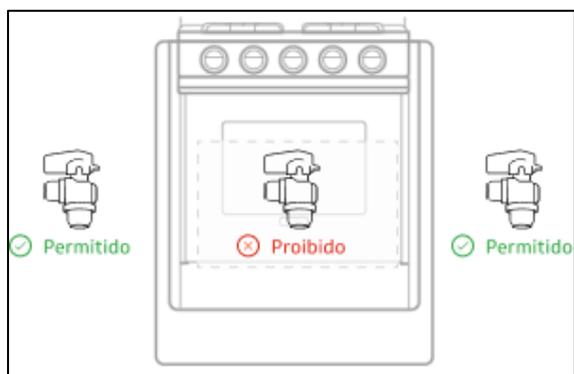
Segundo o manual de instruções da fabricante BRASTEMP (2021), é recomendado que, nos produtos de embutir e/ou enclausurados, é necessário que a instalação seja feita obrigatoriamente com mangueira flexível metálica. Para fogões de piso, poderá ser utilizada a mangueira de PVC. É proibido utilizar tomadas atrás ou acima do fogão. O calor pode danificar o cabo de alimentação ou a tomada, causando curto circuito na rede elétrica. O registro de gás também não pode ficar atrás do fogão, pois caso ocorra um vazamento o acesso ao ponto ficará bloqueado pelo produto e não poderá ser desligado. As Figuras 14 e 15 ilustram as informações normativas de posicionamento de ponto de tomada e registro de gás.

Figura 14 - Posicionamento do ponto de tomada.



Fonte: BRASTEMP (2021).

Figura 15 - Posicionamento do registro de gás.



Fonte: BRASTEMP (2021).

Na atualidade, uma grande parcela das famílias brasileiras adota cooktops e fornos elétricos juntamente dos fornos micro-ondas elétricos para o preparo das refeições, além de

utilizar alimentos pré-cozidos ou fazer um amplo uso de aplicativos de delivery de comida, o que reduz significativamente o consumo de gás. Para os cálculos de dimensionamento da rede de abastecimento de gás, fica a critério do projetista em analisar todas essas variáveis, porém novamente, por se tratar de um trabalho acadêmico, adota-se uma situação menos favorável para os dimensionamentos a favor da segurança, neste caso um fogão de 6 bocas com forno com potência nominal de 223 kcal/min (quilocalorias por minuto) conforme indicado na norma NBR 15526:2016.

2.4.2 Aquecedor de água a gás

Assim como os fogões, temos disponíveis no mercado diversos fabricantes e modelos de aquecedores de água a gás, ou também chamado de aquecedor de passagem. Diferentemente dos fogões, os aquecedores de água a gás são comercializados e podem ser utilizados para ambos os gases, sem nenhum tipo de adaptação interna. Eles podem ser mecânicos ou digitais, com vazões que variam de 7 L/min (litros por minuto) a 48 L/min (litros por minuto) segundo o fabricante KOMECO (2021). Na Figura 16 é possível visualizar alguns modelos de aquecedores.

Figura 16 - Aquecedores de água a gás da marca KOMECO.



Fonte: KOMECO (2021).

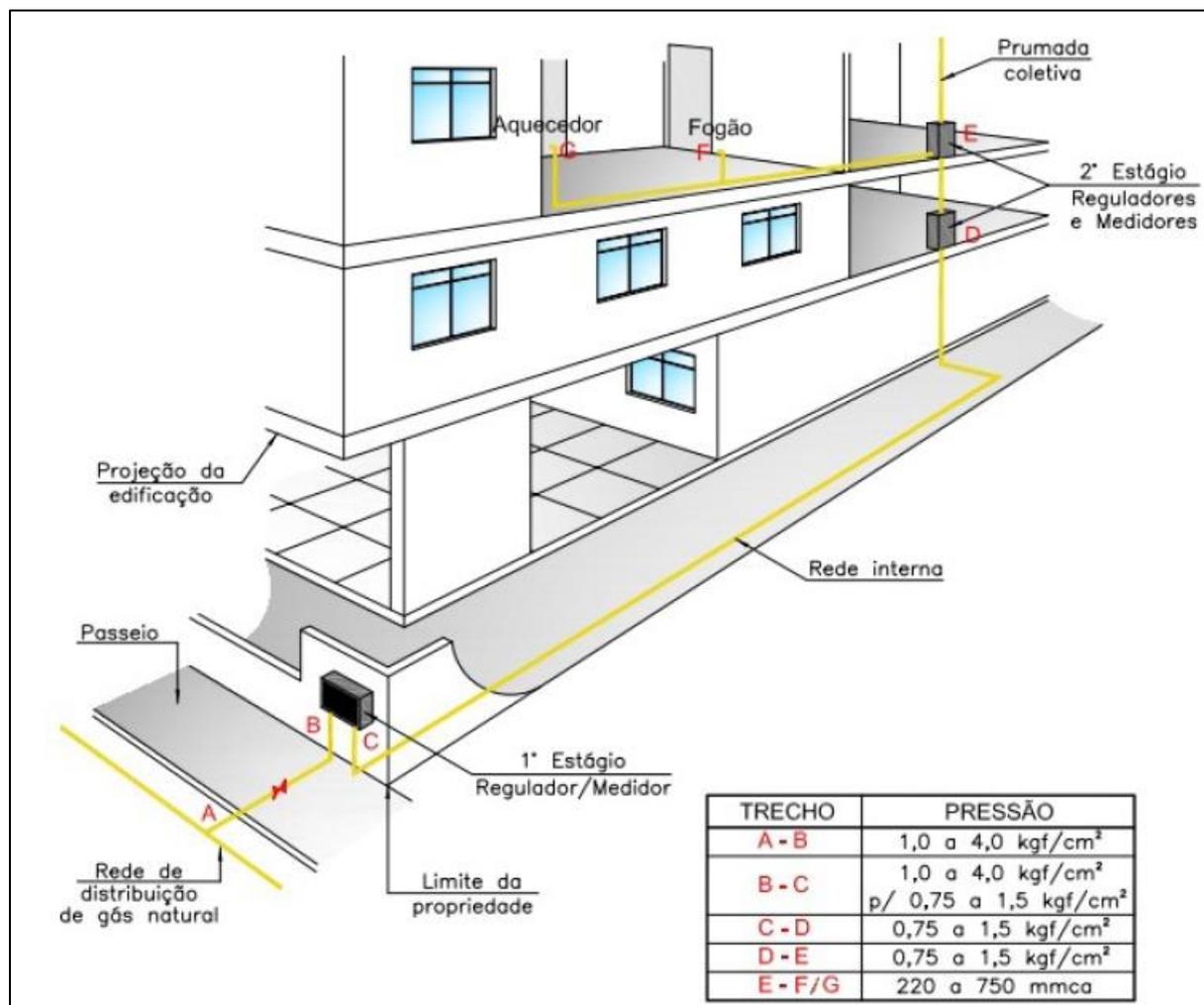
Com base no projeto proposto, pode-se analisar que há apartamentos com duas duchas e apartamentos com uma ducha, portanto adota-se a condição menos favorável que, neste caso, seriam unidades contendo duas duchas com vazão de até 8 L/m (litros por minuto) cada e mais uma torneira com vazão de 4 L/min (litros por minuto) cada. Partindo desta estimativa de consumo preliminar, infere-se que um aquecedor com vazão de 20 L/min (litros por

minuto) já atenderia a necessidade. Porém, para os cálculos de potências nominais dos aparelhos foram utilizados valores de referência da NBR 15526:2016, e para o caso destas unidades habitacionais, foi utilizado como base um aquecedor de passagem de 25 litros por minuto (L/min).

2.4.3 Equipamentos de regulagem, segurança e medição

Os reguladores de pressão são equipamentos que compõem o sistema de abastecimento de gás, que tem como função reduzir as pressões em determinados trechos da rede, portanto, o critério de escolha são os valores admissíveis de pressão de trabalho do equipamento, tanto na entrada quanto na saída, também se leva em consideração ao tipo de gás que vai se trabalhar pois nem todos os regulares trabalham com ambos os gases. Nas redes de abastecimentos, para edifícios residenciais, utilizam-se dois reguladores de 1º e 2º estágio que atendam a NBR 15526:2016. Na Figura 17 é possível identificar a localização dos reguladores em um edifício residencial.

Figura 17 – Exemplo de edifício residencial com rede interna em média pressão – Tipo I.



Fonte: RIP SCGÁS (2013).

2.4.3.1 Regulador de pressão de 1º estágio

Segundo indicações no RIP da SCGÁS o regulador de pressão de 1º estágio fica localizado no abrigo do medidor da companhia de abastecimento de gás (SCGÁS) para edifícios abastecidos por GN ou na parte externa da central de gás para edifícios abastecidos por GLP, de acordo com a NBR 15526:2016. Este regulador deverá possuir dispositivo de segurança contra sobre pressão (OPSO), em casos de instalação em local com pressão a montante superior que 750mmca, podendo ou não ter um manômetro acoplado. Sua função é reduzir a pressão de gás vindas de rede de distribuição (GN) ou botijões da central, após a redução o gás segue para a sua tubulação chamada rede primária. Na Figura 18 é possível visualizar um modelo de regulador de pressão de 1º estágio.

Figura 18 - Regulador de pressão 1º estágio com manômetro e dispositivo de segurança.



Fonte: MIL PEÇAS (2021).

2.4.3.2 Regulador de pressão de 2º estágio

Este equipamento fica no abrigo dos medidores, geralmente localizados nas áreas comuns das edificações, isso significa que ele se localiza acoplado a rede secundária. Sua função é reduzir a pressão vinda da rede primária, ou seja, ele é o componente que reduz as pressões do gás antes de chegar ao medidor e aos equipamentos de queima. Conforme pesquisa no site do fabricante ALIANÇA METALÚRGICA (2021), a sua capacidade de reduzir a pressão de operação, é na ordem de 7 quilograma força por centímetro quadrado (kgf/cm^2) de entrada para até 2 kPa (quilo pascais) para GN ou 2,8 kPa (quilo pascais) para GLP na saída. Na Figura 19 é possível observar um regulador de pressão de 2º estágio do fabricante mencionado.

Figura 19 - Regulador de pressão 2º estágio, modelo blister 503/18.



Fonte: ALIANÇA METALÚRGICA (2021).

2.4.3.3 Medidor de passagem de gás tipo diafragma

São os equipamentos destinados a medir a vazão de gás que passa na rede secundária, através de sistema de canais comunicantes entre quatro câmaras, uma vez que enquanto se enchem eles movimentam os diafragmas, que permite individualizar os consumos por unidades residências. A escolha de qual modelo de medidor instalar fica a critério da soma total das potências nominais dos equipamentos de queima em quilocalorias por hora (kcal/h), transformando-se em uma vazão em metros cúbicos por hora (m^3/h). O modelo G1, do fabricante LAO Indústria exibido na Figura 20, suporta uma vazão máxima de até 1,6 m^3/h (metros cúbicos por hora).

Figura 20 - Medidor de gás tipo diafragma - Modelo G1.



Fonte: LAO INDÚSTRIA (2021).

3. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento das instalações prediais de gás tem como objetivo determinar os diâmetros dos tubos e de conexões desta rede. Estes cálculos baseiam-se na variação aceitável da pressão de operação, para a utilização dos aparelhos a gás. As condições iniciais utilizadas no dimensionamento são inferidas e, por isto, foram utilizadas como parâmetro as pressões e vazões especificadas na NBR 15526:2016, além dos itens indicativos das normas IN-08/CBMSC e RIP – SCGÁS.

3.1 PARÂMETROS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

De modo a evitar um superdimensionamento ou um subdimensionamento da tubulação, o projetista deve verificar as características de utilização da edificação e, também, cada redução de pressão causada por equipamentos ou acessórios ao longo da rede.

O superdimensionamento da tubulação se configura quando a demanda real de gás distribuído na rede é menor que a capacidade projetada do sistema. Já na situação de subdimensionamento, é exatamente o contrário, posto que a demanda real de gás distribuído na rede é maior que a capacidade projetada do sistema de fornecer as pressões e vazões ideais aos aparelhos a gás.

A tubulação de gás deve ser dimensionada por meio das metodologias clássicas (método dos comprimentos reais e equivalentes). Uma forma bastante utilizada é a construção de tabelas, contendo todos os trechos e suas características. Cada derivação é o início de um novo trecho. De modo geral, o dimensionamento de uma rede interna deve considerar a seguinte sequência de ações:

- a) definir a tipologia mais adequada para o empreendimento;
- b) levantar os critérios de pressão de gás e potência de todos os aparelhos a gás a serem instalados no empreendimento;
- c) prever que o sistema deve ser dimensionado levando em consideração a simultaneidade de utilização dos aparelhos de gás;
- d) cálculo da perda de carga na instalação;
- e) cálculo da vazão em cada trecho da rede;
- f) definição dos diâmetros mínimos da tubulação.

3.2 METODOLOGIA DE CÁLCULO - NBR 15526:2016

O dimensionamento de redes internas para utilização do gás natural, segundo a NBR 15526:2016, deve apurar a potência computada (C) a ser instalada no trecho considerado, através do somatório das potências nominais dos aparelhos a gás por ele supridos.

Permite-se ainda, para cálculo do consumo da rede de distribuição interna comum a várias unidades habitacionais, utilizar o fator de simultaneidade (F). Cabe ao projetista verificar as condições prováveis da utilização dos aparelhos a gás e possíveis expansões de utilizações, para decidir sobre qual valor será utilizado no fator de simultaneidade, sendo permitido, como valor mínimo, o valor encontrado nas equações para cálculo do fator de simultaneidade.

3.2.1 Fator de simultaneidade

Para a utilização do fator de simultaneidade na determinação da vazão ou da potência a ser considerada no dimensionamento da tubulação, as seguintes condições devem ser observadas:

- a) fator de simultaneidade aplica-se a duas ou mais unidades autônomas residenciais;
- b) fator de simultaneidade não se aplica para trechos de rede que alimentem um único aparelho;
- c) fator de simultaneidade não se aplica ao dimensionamento das tubulações da unidade domiciliar;

O fator de simultaneidade está relacionado à potência computada e à potência adotada. Sua fórmula pode ser visualizada através da Equação 1.

$$A = C \times \frac{F}{100} \quad (1)$$

Onde:

- a) A = potência adotada (Kcal/h)
- b) C = potência computada (Kcal/h)
- c) F = fator de simultaneidade (%)

Determinar a vazão de gás (Q), dividindo-se a potência adotada pelo poder calorífico inferior do gás (PCI), conforme fórmula apresentada na Equação 2.

$$Q = \frac{A}{PCI} \quad (2)$$

Onde:

- a) PCI = é o poder calorífico inferior, expresso em kcal/m³;
- b) Q = é a vazão de gás, expressa em Nm³/h.

O fator de simultaneidade pode ser obtido por meio das equações a seguir, utilizando como referência a potência computada (C) em (kcal/h).

$C < 21.000$	$F = 100$
$21.000 < C < 576.720$	$F = 100/[1+0,001 (C/60 -349)^{0,8712}]$
$576.720 < C < 1.200.000$	$F = 100/[1+0,4705 (C/60 -1.055)^{0,19931}]$
$C > 1.200.000$	$F = 23$

3.2.2 Perdas de carga e velocidade na rede de destruição interna

Para pressões de operação igual a 200 mmca, a máxima perda de carga admissível é de 10% da pressão de dimensionamento. Já para pressões de operação superior ou igual a 750 mmca, a máxima perda de carga admissível é de 30% da pressão de dimensionamento, seja individual ou coletiva. Por fim, a velocidade máxima admissível é de 20 m/s.

Para cálculo das perdas de cargas localizadas, podem-se adotar os valores fornecidos pelos fabricantes das conexões. Na falta desses dados, poderão ser utilizados os valores constantes das Tabelas 3 e 4 que representam os comprimentos equivalentes em aço galvanizado e cobre, respectivamente.

Tabela 3 - Comprimentos equivalentes em metros: aço galvanizado.

DIÂMETRO NOMINAL		COTOVELO 90°	COTOVELO 45°	TÊ 90° FLUXO RETO	TÊ 90° FLUXO EM ÂNGULO	TÊ 90° FLUXO DUPLO	VÁLVULA ESFERA
(pol)	(mm)						
3/8	10	0,35	0,16	0,06	0,51	0,62	0,1
1/2	15	0,47	0,22	0,08	0,69	0,83	0,1
3/4	20	0,7	0,32	0,12	1,03	1,25	0,2
1	25	0,94	0,43	0,17	1,37	1,66	0,3
1 1/4	32	1,17	0,54	0,21	1,71	2,08	0,4
1 1/2	40	1,41	0,65	0,25	2,06	2,5	0,7
2	50	1,88	0,86	0,33	2,74	3,33	0,8
2 1/2	65	2,35	1,08	0,41	3,43	4,16	0,8
3	80	2,82	1,3	0,5	4,11	4,99	0,9
4	100	3,76	1,73	0,66	5,49	6,65	1
5	150	5,64	2,59	0,99	8,23	9,98	1,2

Fonte: TUPY (2010).

Tabela 4 - Comprimentos equivalentes em metros: cobre.

DIÂMETRO NOMINAL		COTOVELO 90°	COTOVELO 45°	TÊ 90°	VÁLVUL A ESFERA
(pol)	(mm)				
3/8	10	1,1	0,4	2,3	0,1
1/2	15	1,1	0,4	2,3	0,1
3/4	20	1,2	0,5	2,4	0,2
1	28	1,5	0,7	3,1	0,3
1 1/4	35	2	1	4,6	0,4
1 1/2	42	3,2	1	7,3	0,7
2	54	3,4	1,3	7,6	0,8
2 1/2	66	3,7	1,7	7,8	0,8
3	79	3,9	1,8	8	0,9
4	104	4,3	1,9	8,3	1

Fonte: ELUMA (2010).

A perda de carga no medidor pode variar em função do tipo de medidor. Como orientação, pode-se adotar o valor de 15 mmca.

3.2.3 Cálculo da perda de carga

1) Perdas em trechos verticais

Em trechos verticais, devido à diferença de densidade do gás natural e o ar atmosférico, deve-se considerar ganho em trecho ascendente e perda em trecho descendente. A fórmula para se encontrar o ganho ou perda de carga está apresentada na Equação 3.

$$\Delta P = 1,318 \times 10^{-2} \times H \times (S - 1) \quad (3)$$

Onde:

- a) ΔP = ganho ou perda de carga em trecho vertical (kPa);
- b) H = comprimento do trecho vertical;
- c) S = densidade relativa do gás (0,6 para o gás natural ou 1,8 para o GLP).

2) Equações para cálculo de pressão acima de 7,5 kPa

Para redes de gás cuja pressão de operação esteja acima de 7,5 kPa, recomenda-se o uso da fórmula apresentada na Equação 4.

$$PA_{(abs)}^2 - PB_{(abs)}^2 = 4,67 \times 10^5 \times S \times L \times \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}} \quad (4)$$

Onde:

- a) Q = vazão do gás a 20°C e 1 atm (m³/h);
- b) D = diâmetro interno do tubo (mm);
- c) L = comprimento do trecho da tubulação (m);
- d) S = densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional);
- e) PA_(abs) = pressão absoluta de entrada de cada trecho (kPa);
- f) PB_(abs) = pressão absoluta de saída de cada trecho (kPa).

3) Equações para cálculo de pressão de até 7,5 kPa

Para redes de gás cuja pressão de operação seja de até 7,5 kPa, recomenda-se o uso da fórmula apresentada na Equação 5.

$$Q^{0,9} = 2,22 \times 10^{-2} \times \left(\frac{(H \times D^{4,8})}{S^{0,8} \times L} \right)^{0,5} \quad (5)$$

Onde:

- a) Q = vazão do gás a 20°C e 1 atm (m³/h);
- b) D = diâmetro interno do tubo (mm);
- c) H = perda de carga máxima admitida (kPa);
- d) L = comprimento do trecho da tubulação (m);
- e) S = densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional)

4) Cálculo da velocidade do gás

Para o cálculo da velocidade do gás deve ser utilizada a fórmula, apresentada na Equação 6.

$$V = \frac{354 \times Q}{(P + 1,033) \times D^2} \quad (6)$$

Onde:

- a) V = velocidade do gás (m/s);
- b) Q = vazão do gás na pressão de operação (m³/h);
- c) P = pressão manométrica de operação (kgf/cm²);
- d) D = diâmetro interno da tubulação (mm)

4. RESULTADOS DOS DIMENSIONAMENTOS DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem o intuito de realizar o comparativo dos sistemas de dimensionamento de rede interna de gás predial, realizados em GN e GLP, baseando-se nas indicações das normas NBR 15526:2016, IN-08/CBMSC - 2018 e do RIP – SCGÁS.

Os dois dimensionamentos das redes de distribuição de gás combustível tanto primária como secundária, foram realizados para um edifício residencial de padrão médio de quatro pavimentos com três apartamentos tipos distintos mais salão de festas no piso térreo, totalizando 9 (nove) unidades habitacionais mais salão de festa. Os dados dos consumos de cada equipamento e as suas devidas potencias utilizadas foram valores normatizados ou informados pelo fabricante. Para o devido dimensionamento do sistema de alimentação de gás não é levado em consideração a população total do edifício, diferente do que ocorre com outros tipos de dimensionamentos, como por exemplo de projetos hidrossanitários, onde adotam-se quantidades mínimas de dois moradores por dormitório como padrão de uma unidade residencial.

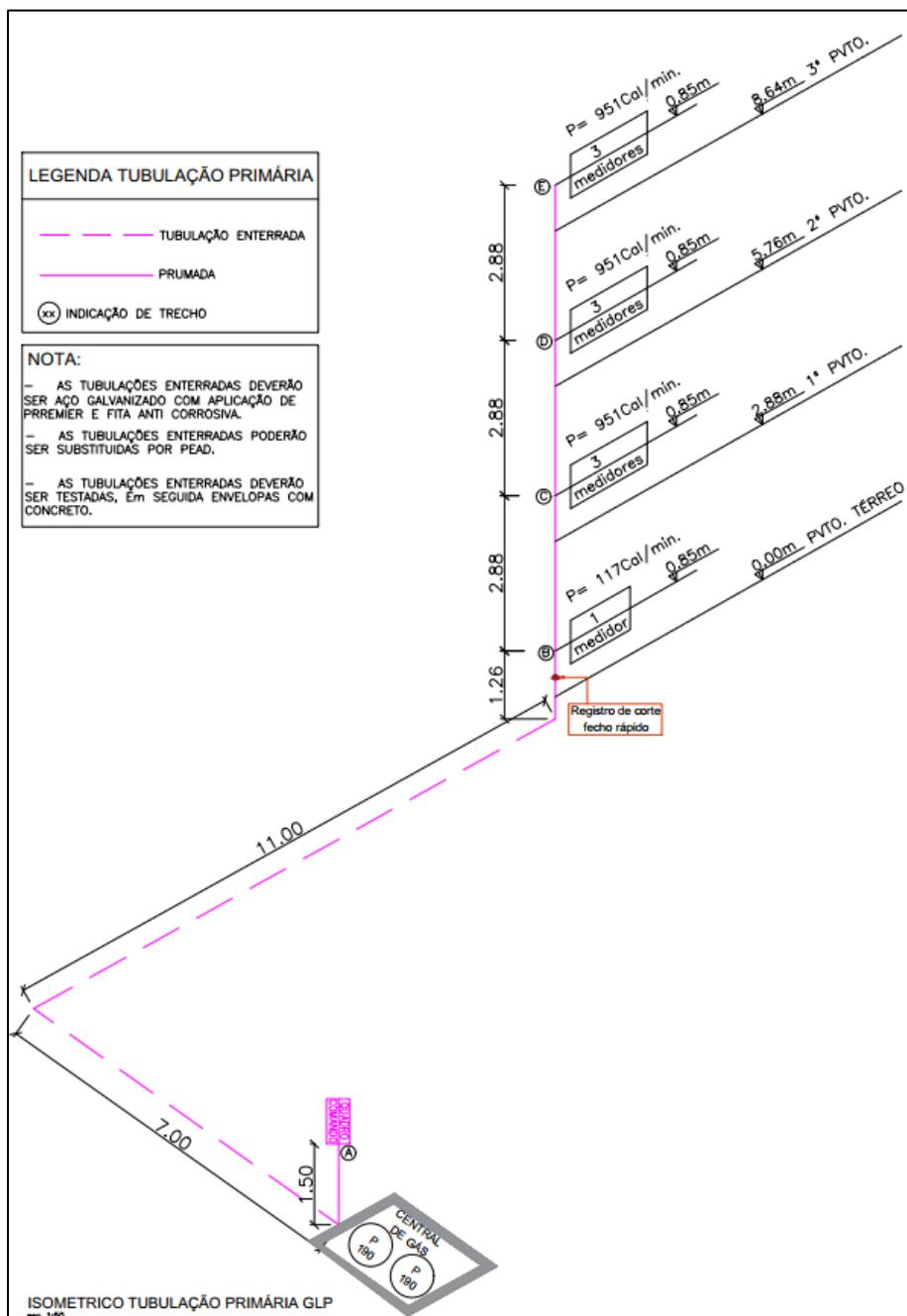
Neste capítulo, além dos custos de implantação do sistema de fornecimento a gás por GLP e GN, também serão apresentados os custos de utilização deles, ou seja, o gasto que uma unidade residencial tem com gás baseado nos preços praticados da região da grande Florianópolis. Para realizar este comparativo foi preciso encontrar um valor médio do custo do metro cúbico (m^3) do GLP, uma vez que ele varia de acordo com seu fornecedor. Este cálculo foi realizado através de uma coleta de valores de consumos fornecidos por três consumidores em diferentes condomínios e fornecedores.

4.1 EQUIPAMENTOS

Foi escolhida a tipologia para ligação em uma rede de média pressão, com redução de 1º estágio (0,75 a 1,5 kgf/cm^2) e medição coletiva na ERMU, fornecimento nesta pressão em prumada coletiva e redução de 2º estágio (750 mmca ou 220 mmca) a montante da entrada do apartamento, resultando em um esquema similar à Figura 21.

Após decidido o esquema da rede primária de distribuição do regulador de 1º estágio até a redução de 2º estágio, definem-se os esquemas da rede secundária, compreendida entre o medidor existente no pavimento e os aparelhos de queima existentes dentro das unidades habitacionais.

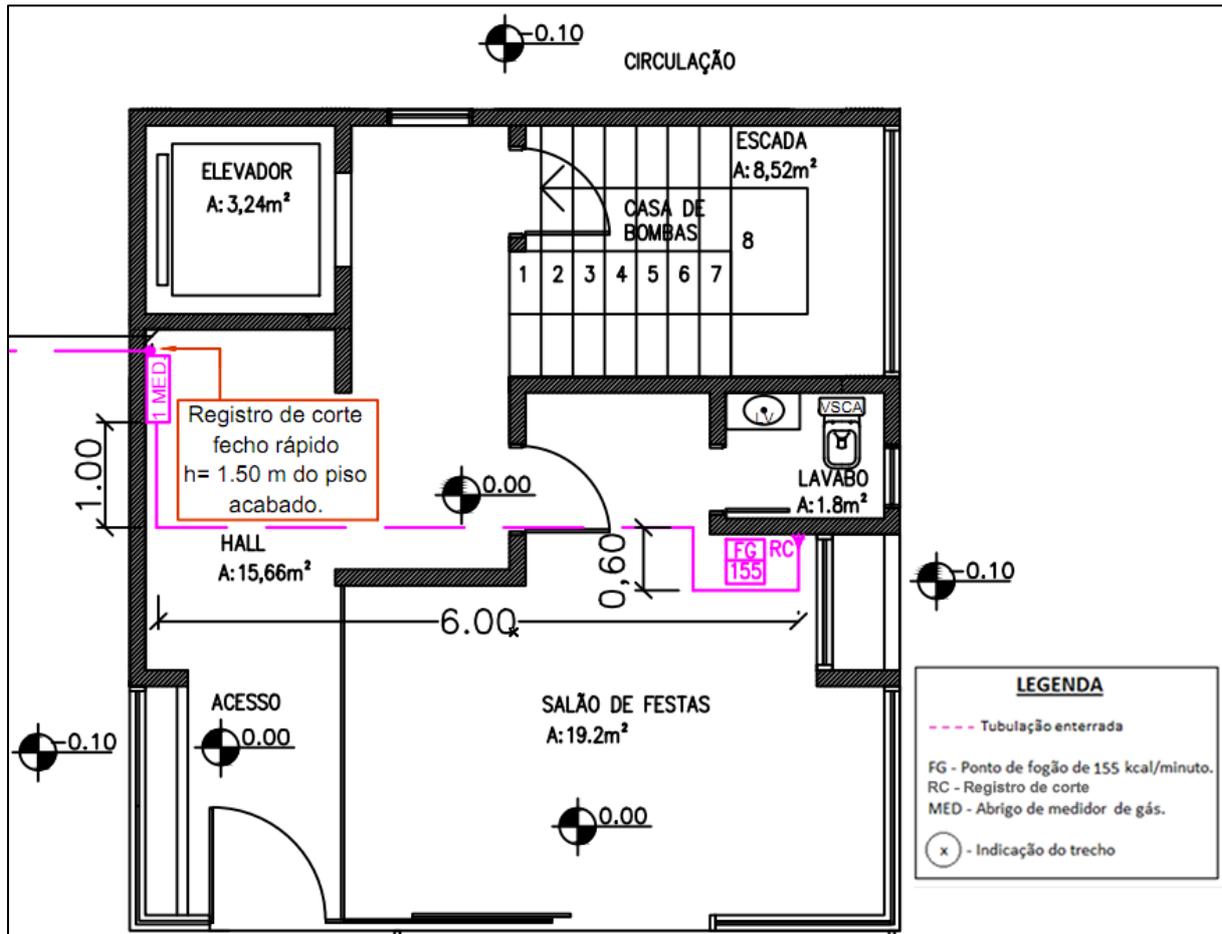
Figura 21 - Detalhe da prumada de distribuição da rede primária.



Fonte: Autores (2021).

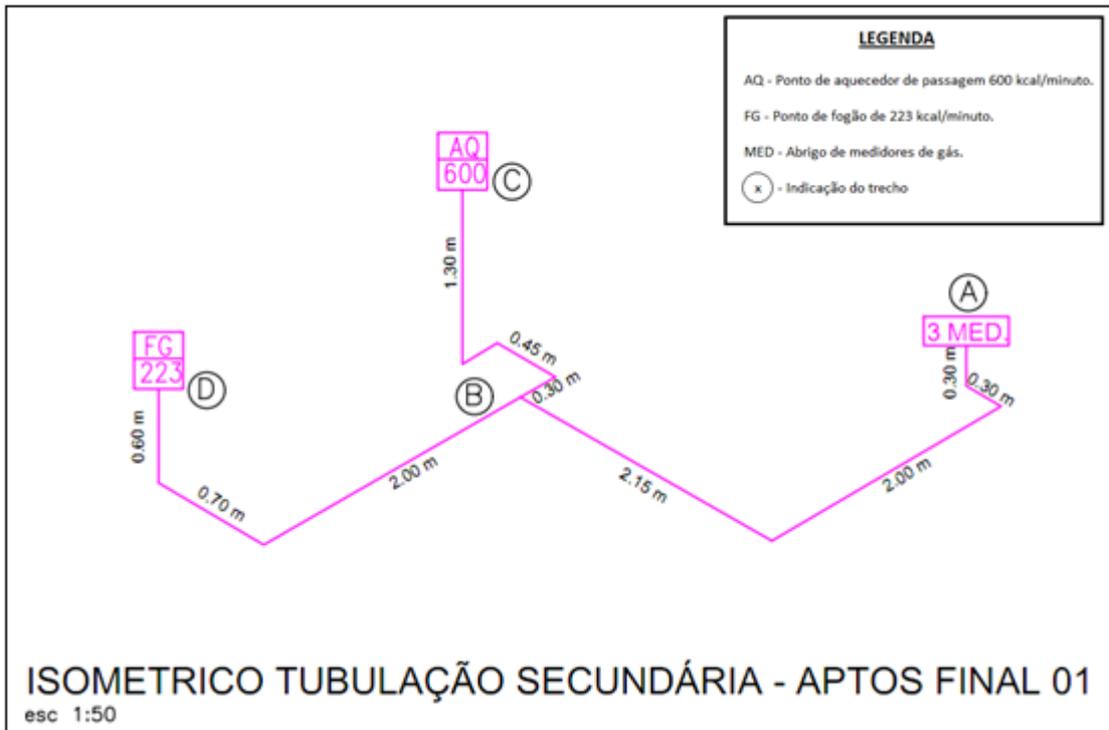
Os equipamentos padrões adotados para os apartamentos foram um fogão de seis queimadores com forno com potência de 223 kcal/min (quilocalorias por minuto) e um aquecedor de passagem digital com potência de 600 kcal/min (quilocalorias por minuto). Para o salão de festas foi definido como equipamento padrão um fogão de quatro bocas com forno tendo potência de 155 kcal/min (quilocalorias por minuto). Os trechos das redes secundárias foram detalhados e nomeados podendo ser identificados conforme as figuras 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

Figura 22 - Detalhe da rede secundária do salão de festas, no andar térreo.



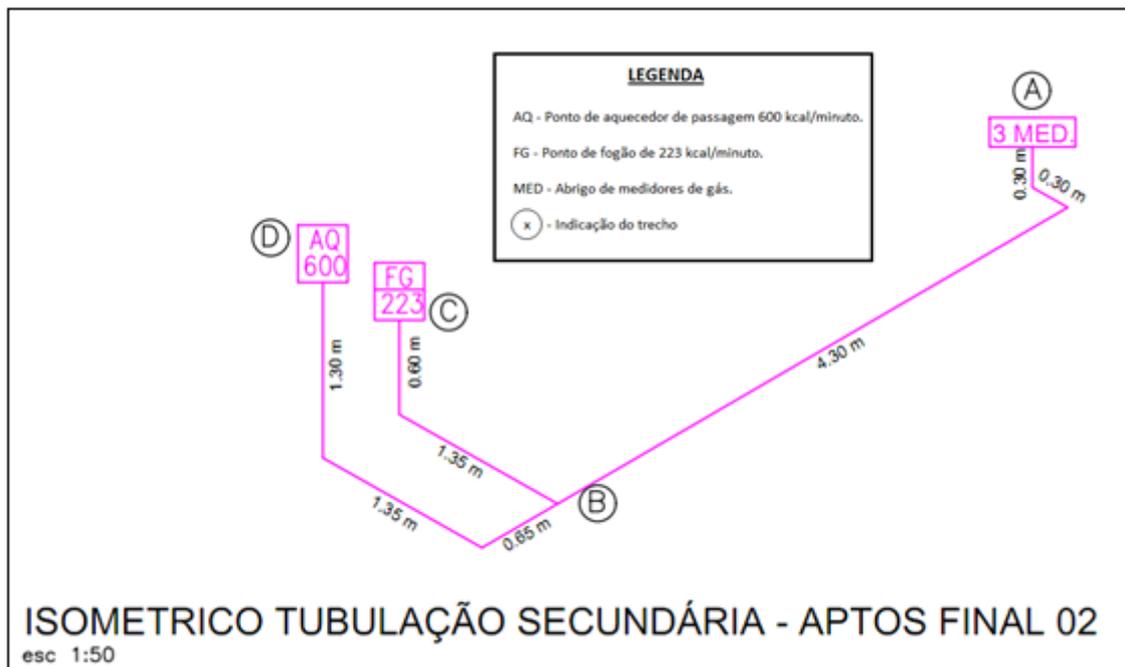
Fonte: Autores (2021).

Figura 24 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamentos final 01.



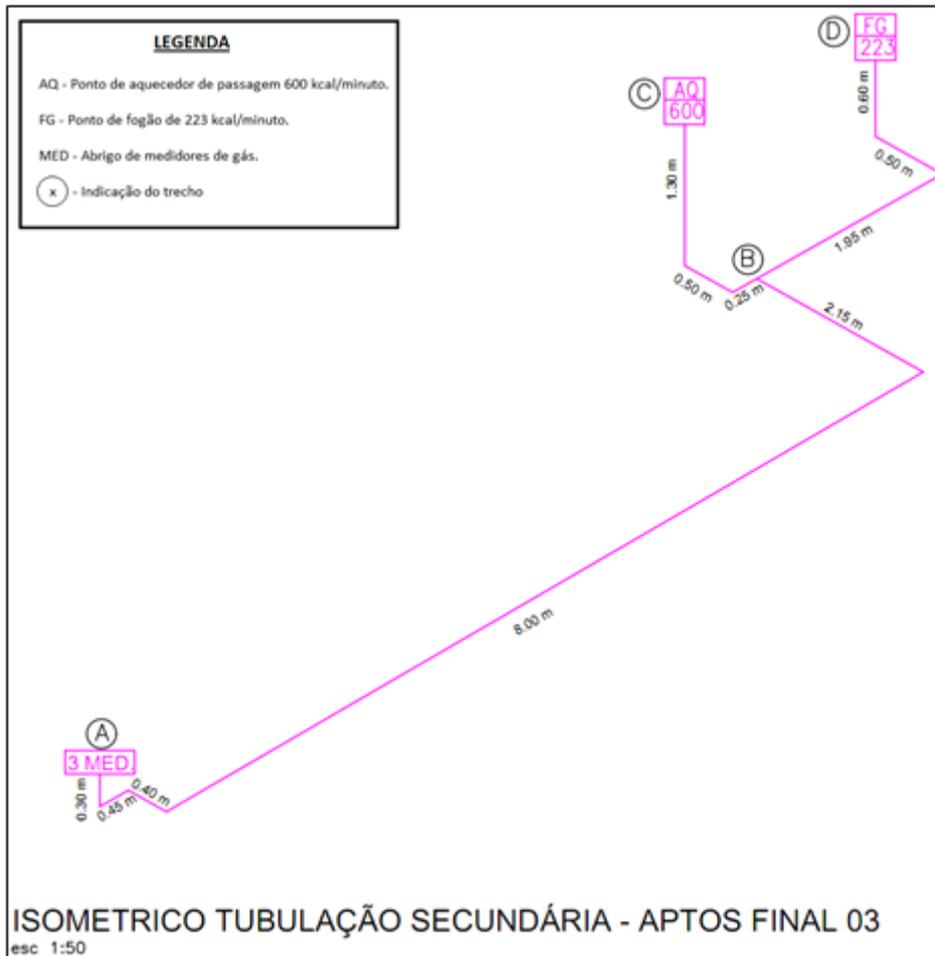
Fonte: Autores (2021).

Figura 25 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamentos final 02.



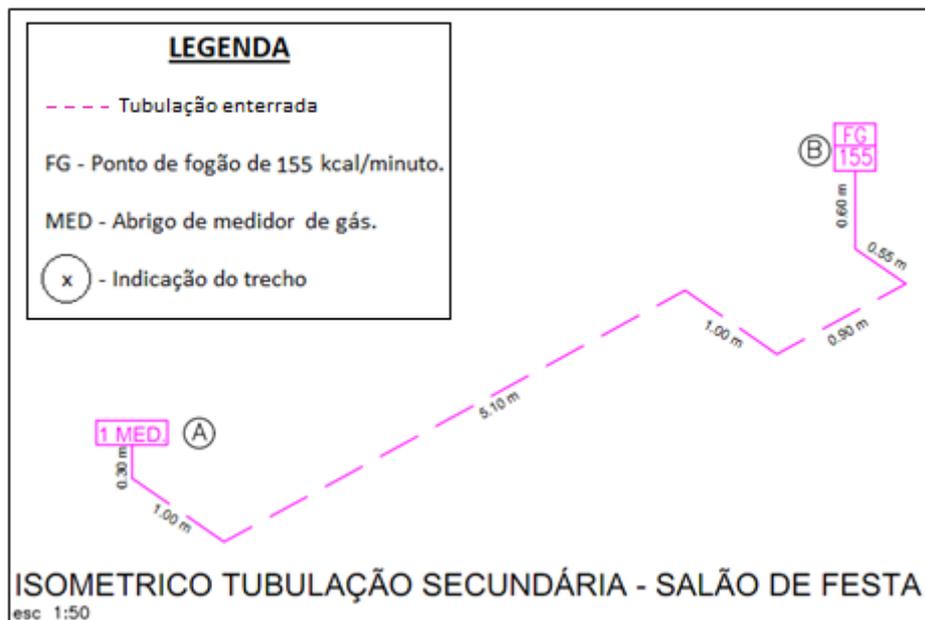
Fonte: Autores (2021).

Figura 26 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para apartamento final 03.



Fonte: Autores (2021).

Figura 27 - Detalhe da rede de abastecimento da rede secundária para o salão de festas.



Fonte: Autores (2021).

4.2 CÁLCULOS DO DIMENSIONAMENTO DA REDE

A NBR 15526:2016 disponibiliza em seu conteúdo as fórmulas, alguns parâmetros de entrada e, em seu anexo, a metodologia de cálculo a ser seguido para a realização do dimensionamento. Diferentemente da IN-08 CBMSC 2018, esta norma disponibiliza as fórmulas para a determinação do fator de simultaneidade, das pressões de entrada e saída do gás dos trechos, vazão, perda de carga e velocidade.

Os trechos das tubulações foram calculados para as propriedades físicas do GN e GLP. O fator de simultaneidade foi calculado de acordo com os dados presentes na NBR 15526:2016. Como prescrito em norma, para a rede primária, a perda de carga máxima admitida entre o regulador de primeiro estágio ao regulador de segundo estágio do último trecho foi de 30% da pressão de operação. Para rede secundária, a máxima perda de carga admitida entre o regulador de segundo estágio e os pontos de consumo foi de 10%.

A velocidade máxima por trecho permitida pela norma e utilizada no dimensionamento foi de 20 m/s (metros por segundo).

As considerações utilizadas nestes projetos serão:

- a) Para GN, segundo convencionado na NBR 15526:2016, o poder calorífico do gás (PCI) utilizado foi de 8.600 kcal/m³ (quilocalorias por metro cúbico) e densidade relativa do ar em valor adimensional 0,6;
- b) Para GLP, segundo convencionado na NBR 15526:2016, o poder calorífico do gás (PCI) utilizado foi de 24.000 kcal/m³ (quilocalorias por metro cúbico) e densidade relativa do ar em valor adimensional 1,8;
- c) O material utilizado em ambas tubulações será de aço galvanizado;
- d) Para o ramal principal, foi arbitrado como pressão de entrada em 147 kPa (quilo pascais) ou o equivalente a 1,5 kgf/cm² (quilograma força por centímetro quadrado).
- e) Para a rede secundária em GN, foi arbitrado como pressão de operação em 2,2 quilo pascais (kPa) ou o equivalente a 224,34 mmca (milímetros de coluna de água).
- f) Para a rede secundária em GLP, foi arbitrado como pressão de operação em 2,8 quilo pascais (kPa) ou o equivalente a 285,52 mmca (milímetros de coluna de água).

O cálculo do dimensionamento da prumada foi realizado segundo a NBR 15526:2016,

através das seguintes etapas:

- a) é definida a potência computada (CP), com base no somatório da potência dos aparelhos a gás, trecho a trecho, conforme apresentado nas Tabelas 5 e 6;
- b) calcula-se o fator de simultaneidade (FS), obtido a partir da potência computada trecho a trecho, conforme apresentado nas Tabelas 5 e 6;
- c) a potência adotada (PA) é obtida a partir do cálculo estabelecido no item 3.2 e apresentado nas Tabelas 5 e 6;
- d) determinam-se as vazões em cada trecho (Q), conforme estabelecido no item 3.2 e descrito nas Tabelas 5 e 6;
- e) o comprimento total é obtido somando os trechos horizontal e vertical, bem como as referidas perdas de carga localizadas (comprimentos equivalentes);
- g) verificam-se o atendimento aos critérios, alterando-se o diâmetro dos tubos de cada trecho, até que os critérios sejam atendidos, conforme apresentado nas Tabelas 5 e 6.

A partir das equações e dos parâmetros da NBR 15526:2016, foram construídas planilhas no software *Excel* onde foram incluídos parâmetros customizáveis, tais como, quantidade de apartamentos por andar, quantidade de pavimentos da edificação, pressão de operação a ser utilizada na rede primária, pressão de operação a ser utilizada na rede secundária, além dos equipamentos de queima de gás. Além destes também foram incluídos parâmetros fixos como poder calorífico do gás, densidade relativa do ar normatizada para cada diferente tipo de gás e os diâmetros das tubulações, constando tanto em polegadas quanto em milímetros.

Como resultado final do dimensionamento foram definidos os diâmetros da tubulação para a prumada principal dos trechos conforme indicam a Tabela 5 utilizando gás natural (GN) e Tabela 6 para gás liquefeito de petróleo (GLP).

Da mesma maneira que fora realizado o cálculo da rede primária de abastecimento, fora realizado, para as redes secundárias, considerando desta vez conforme normativa, a perda de carga máxima admitida em 10%. Os resultados destes dimensionamentos podem ser observados nas Tabelas 7, 8 e 9 para GN e 11, 12 e 13 para GLP.

Além destes, o resultado do dimensionamento do salão de festas, localizado no piso térreo da edificação, pode ser observado na Tabela 10 para quando utilizado com GN e na Tabela 14 para quando utilizado com GLP.

Após o desenvolvimento dos dimensionamentos das redes, tanto da rede primária, quanto da rede secundária e suas distintas unidades habitacionais, com objetivo de se ter uma

melhor visualização das diferenças entre GN e GLP foram elaboradas duas tabelas comparativas contendo os distintos diâmetros encontrados para a execução das tubulações segundo os parâmetros definidos em norma. O resultado deste comparativo, referente a rede primária pode ser encontrado na Tabela 15 e da rede secundária encontra-se na Tabela 16.

Tabela 5 - Planilha do dimensionamento da prumada principal – GN.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	453798	30,33	137618,08	16,00	24,36	7,43	31,79	40	41,6	147,000	1,26	-0,00664	21,744	125,263	0,078	1.1/2"
B-C	444510	30,73	136582,84	15,88	2,88	2,08	4,96	32	35,7	125,263	2,88	-0,01518	6,994	118,284	0,116	1.1/4"
C-D	296340	39,22	116237,87	13,52	2,88	2,08	4,96	32	35,7	118,284	2,88	-0,01518	5,215	113,085	0,121	1.1/4"
D-E	148170	55,85	82745,75	9,62	2,88	0,94	3,82	25	27	113,085	2,88	-0,01518	8,315	104,785	0,218	1"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 6 - Planilha do dimensionamento da prumada principal – GLP.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	453798	30,33	137618,08	5,73	20,76	5,99	26,75	32	35,7	147,000	1,26	0,01329	17,720	129,267	0,109	1.1/4"
B-C	444510	30,73	136582,84	5,69	2,88	2,08	4,96	32	35,7	129,267	2,88	0,03037	3,241	125,996	0,118	1.1/4"
C-D	296340	39,22	116237,87	4,84	2,88	1,66	4,54	25	27	125,996	2,88	0,03037	8,500	117,465	0,209	1"
D-E	148170	55,85	82745,75	3,45	2,88	0,7	3,58	20	21,6	117,465	2,88	0,03037	10,586	106,849	0,340	3/4"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 7 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 01 – GN.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	5,74	4,75	3,35	8,1	20	21,6	2,200	0,3	-0,00158	0,100	2,102	0,708	3/4"
B-C	36000	100,00	36000,00	4,19	2,35	1,41	3,76	15	16	2,102	1,3	-0,00685	0,111	1,998	1,296	1/2"
B-D	13390	100,00	13390,00	1,56	3,3	0,94	4,24	15	16	2,102	0,6	-0,00316	0,021	2,084	1,306	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 8 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 02 – GN.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	5,74	4,9	2,65	7,55	20	21,6	2,200	0,3	-0,00158	0,093	2,109	0,708	3/4"
B-C	13390	100,00	13390,00	1,56	1,95	0,47	2,42	15	16	2,109	0,6	-0,00316	0,012	2,100	1,306	1/2"
B-D	36000	100,00	36000,00	4,19	3,3	1,4	4,7	20	21,6	2,109	1,3	-0,00685	0,033	2,083	0,711	3/4"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 9 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 03 – GN.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	5,74	11,3	4,05	15,35	20	21,6	2,200	0,3	-0,00158	0,189	2,012	0,708	3/4"
B-C	36000	100,00	36000,00	4,19	2,05	0,94	2,99	15	16	2,012	1,3	-0,00685	0,088	1,931	1,298	1/2"
B-D	13390	100,00	13390,00	1,56	3,05	1,4	4,45	20	21,6	2,012	0,6	-0,00316	0,005	2,010	0,717	3/4"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 10 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para o salão de festas – GN.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	9288	100,00	9288,00	1,08	9,45	2,82	12,27	15	16	2,200	0,9	-0,00474	0,032	2,173	1,307	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 11 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 01 – GLP.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	2,06	4,75	2,24	6,99	15	16	2,800	0,3	0,00316	0,167	2,630	1,296	1/2"
B-C	36000	100,00	36000,00	1,50	2,35	1,41	3,76	15	16	2,630	1,3	0,01371	0,051	2,566	1,300	1/2"
B-D	13390	100,00	13390,00	0,56	3,3	0,94	4,24	15	16	2,630	0,6	0,00633	0,009	2,614	1,303	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 12 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 02 – GLP.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	2,06	4,9	2,24	7,14	15	16	2,800	0,3	0,00316	0,171	2,626	1,296	1/2"
B-C	36000	100,00	36000,00	1,50	1,95	0,47	2,42	15	16	2,626	0,6	0,00633	0,033	2,587	1,300	1/2"
B-D	13390	100,00	13390,00	0,56	3,3	0,94	4,24	15	16	2,626	1,3	0,01371	0,009	2,603	1,303	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 13 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para apartamentos final 03 – GLP.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	49390	100,00	49390,00	2,06	11,3	4,05	15,35	20	21,6	2,800	0,3	0,00316	0,086	2,710	0,711	3/4"
B-C	36000	100,00	36000,00	1,50	2,05	0,94	2,99	15	16	2,710	1,3	0,01371	0,040	2,657	1,299	1/2"
B-D	13390	100,00	13390,00	0,56	3,05	0,94	3,99	15	16	2,710	0,6	0,00633	0,009	2,695	1,302	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 14 - Planilha do dimensionamento da rede secundária para o salão de festas – GLP.

Trecho	Potência Computada (PC) (kcal/h)	Fator Simultaneidade (FS) (%)	Potência Adotada (PA) (kcal/h)	Vazão do Gás (m³/h)	Comprimento real L real (m)	Comp. equivalente L eq (m)	Comp. total ΣL (m)	Diâmetro comercial aço galv. (mm)	Diâmetro interno aço galv. (mm)	Pressão Inicial (PI) (kPa)	Desnível (m)	Ganho ou perda (kPa)	Perda de carga (kPa)	Pressão Final (PF) (kPa)	Velocidade (m/s)	Diâmetro (pol.)
A-B	9288	100,00	9288,00	0,39	9,45	2,82	12,27	15	16	2,800	0,9	0,00949	0,014	2,776	1,302	1/2"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 15 - Planilha do resumo do dimensionamento da rede primária.

DIÂMETROS DA REDE PRIMÁRIA (pol.)		
Trechos	GLP	GN
A-B	1.1/4"	1.1/2"
B-C	1.1/4"	1.1/4"
C-D	1"	1.1/4"
D-E	3/4"	1"

Fonte: Autores (2021).

Tabela 16 - Planilha do resumo do dimensionamento da rede secundária.

DIÂMETROS DA REDE SECUNDÁRIA (pol.)								
Trechos	Apartamento 01		Apartamento 02		Apartamento 03		Salão de Festa	
	GLP	GN	GLP	GN	GLP	GN	GLP	GN
A-B	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	1/2"	1/2"
B-C	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	-	-
B-D	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	-	-

Fonte: Autores (2021).

É possível observar nas Tabelas 15 e 16 que o dimensionamento de GN acarreta na utilização de diâmetros de tubulações maiores em alguns trechos. Isto se deve ao fato de o GN ter seu poder calorífico menor, 8.600 kcal/m³ do GN contra 24.000 kcal/m³ do GLP, além de trabalhar com pressões menores nas tubulações secundárias. Segundo o RIP da SCGÁS, aparelhos de queima devem trabalhar com pressões de operação de 2,2 kPa para o gás GN enquanto a NBR 15526:2016 indica que aparelhos com GLP podem trabalhar com pressões de 2,8 kPa. Além disto, conforme desenvolvimento dos dimensionamentos foi observado que quanto menores as pressões de operações utilizadas, maiores seriam os diâmetros necessários para atender aos itens normativos.

4.3 ESTIMATIVA DE DOS CUSTOS DAS REDES

Para que seja possível realizar uma estimativa de custos no ramo da engenharia civil, é necessário se basear em algumas fontes de dados como referências. As duas fontes mais utilizadas atualmente são a tabela TCPO (Tabela de Composições de Preços e Orçamentos), que até meados de 2013 era abastecido com dados de empresas privadas através da editora PINI e disponibilizado gratuitamente para a comunidade, e também o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), que é uma tabela disponibilizada pela CEF (Caixa Econômica Federal), e que atualmente é utilizada como base

Tabela 17 – Estimativa de custos da rede primária com GN.

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1 1/2", E= *3,68 MM, SCHEDULE 40, 4,05 KG/M	40624	M	24,36	98,72	2.404,82
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1 1/2"	40385	UNID.	3	57,82	173,46
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1 1/2"	6297	UNID.	1	32,69	32,69
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1 1/4", E= *3,56 MM, SCHEDULE 40, *3,38* KG/M	42575	M	5,76	90,59	521,80
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1 1/4"	6296	UNID.	2	25,80	51,60
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1", E= *3,38 MM, SCHEDULE 40, *2,50* KG/M	42574	M	2,88	67,60	194,69
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1"	6323	UNID.	1	16,86	16,86
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	1	19,57	19,57
VÁLVULA ESFERA PASSAGEM PLENA EM LATÃO F/F 1 1/2" (P-16306)	N	UNID.	1	116,34	116,34
				TOTAL	3.531,83

Fonte: Autores (2021).

Tabela 18 – Estimativa de custos da rede primária com GLP.

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1 1/4", E= *3,56 MM, SCHEDULE 40, *3,38* KG/M	42575	M	23,64	90,59	2.141,55
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1 1/4"	40383	UNID.	3	39,58	118,74
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1 1/4"	6296	UNID.	2	25,80	51,60
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1", E= *3,38 MM, SCHEDULE 40, *2,50* KG/M	42574	M	2,88	67,60	194,69
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1"	6323	UNID.	1	16,86	16,86
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 3/4", E= *2,87 MM, SCHEDULE 40, *1,69 KG/M	21150	M	2,88	60,07	173,00
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 3/4"	6295	UNID.	1	10,47	10,47
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	1	19,57	19,57
VÁLVULA ESFERA PASSAGEM PLENA EM LATÃO F/F 1 1/4" (P-16305)	-	UNID.	1	82,44	82,44
				TOTAL	2.808,92

Fonte: Autores (2021).

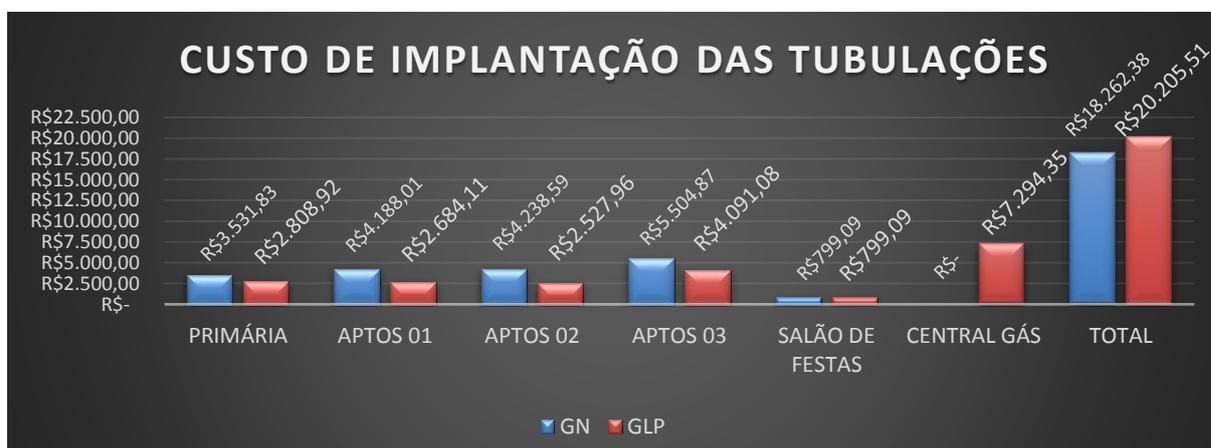
Tabela 19 – Estimativa de custos da central de gás GLP.

ITEM	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTID.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
LIMPEZA MANUAL	98524	M²	3,40	2,91	9,89
RADIER 15 cm	97101	M²	3,40	178,13	605,64
ALVENARIA DE BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14CM.	89488	M²	13,32	115,76	1.541,92
LAJE PRÉ MOLDADA 12CM	92741	M³	0,41	623,32	255,56
CHAPISCO CONVENCIONAL INTERNOS E EXTERNOS (TETO E PAREDES)	87316	M³	0,30	394,12	118,24
REBOCOS INTERNOS E EXTERNOS (TETO E PAREDES)	89173	M²	30,04	29,97	900,30
TEXTURA ACRÍLICA PAREDE	95305	M²	26,64	13,23	352,45
TEXTURA ACRÍLICA TETO	95306	M²	3,40	15,48	52,63
PINTURA TINTA ACRILICA PAREDES	88489	M²	26,64	12,76	339,93
PINTURA TINTA ACRILICA TETO	88488	M²	3,40	14,53	49,40
PINTOR	88310	HORAS	16,00	24,95	399,20
IMPERMEABILIZAÇÃO LAJE	98546	M²	3,40	73,03	248,30
PORTA ALUMÍNIO	91341	M²	1,53	878,39	1.343,94
EXTINTORES	101908	UNID.	2,00	135,91	271,82
SINALIZAÇÃO	-	CONJ.	1,00	260,00	260,00
KIT CAVALETE ENTRADA SEM REGULADOR	100788	UNID.	1,00	545,13	545,13
				TOTAL	7.294,35

Fonte: Autores (2021).

Ao realizar a estimativa de custos de todas as áreas da edificação com as duas fontes de gás, chegou-se ao comparativo financeiro disposto no Gráfico 8. Nele é possível observar que mesmo que todos os dimensionamentos da fonte de gás GN sejam mais caros, o fato desta fonte não necessitar da construção de uma central em separado para seu armazenamento, acaba a tornando mais econômica para execução se comparada a fonte de gás GLP.

Gráfico 8 – Comparativo financeiro do custo de implantação das tubulações de gás.



Fonte: Autores (2021).

4.4 COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE CUSTO DE UTILIZAÇÃO

Conforme abordado no item 2.2.4, o gás GLP é fornecido por diversas companhias, portanto os valores praticados são distintos e variam conforme a região. Em virtude disto, para realizar um comparativo de custo de utilização dos sistemas de fornecimento de gás não seria possível adotar um valor avaliando um único fornecedor de gás GLP.

Para este estudo de caso, foi realizada uma breve coleta de dados nas faturas de três consumidores na região da grande Florianópolis e constatou-se que as companhias locais apresentam valores muito próximos. Para efeito de comparação apenas nos valores de consumo de gás foram desprezados quaisquer tipos de tarifas de serviço extras ao consumo dos consumidores. A imagem 29 exibe uma das faturas coletadas.

Figura 29 – Fotografia de uma fatura de gás de um consumidor da grande Florianópolis.

i-gás		EMBU INDIVIDUALIZADORA ADMINISTRADORA E SERVIÇOS DE GLP LTDA. CNPJ - 05.317.665/0001-47		Demonstrativo de Consumo de Gás		Via - Consumidor	
				Data da Emissão:		16/04/2021	
DADOS DO CLIENTE							
Código do Cliente	Nome	Condomínio					
473252							
Endereço							
DADOS DO CONSUMO							
Leitura Anterior	Leitura Atual	M3 Consumido	Fator de Conversão	Kg. Consumido	Dias de Consumo		
623521	627414	3,893	2,4	9,343	29		
Valor Unitário	Taxa de Serviço	CONSUMOS ANTERIORES KG					
6,04	3,00						
Data da Leitura	Previsão Próxima Leitura	17/03	11.188kg	16/12	10.432kg		
15/04/2021	16/05/2021	17/02	11.037kg	18/11	11.592kg		
		16/01	6.153kg	19/10	15.472kg		
COMPOSIÇÃO DA FATURA							
DESCRIÇÃO							
Consumo do mes		R\$ 56,43					
Taxa de Serviço		R\$ 3,00					
Taxa de religação		R\$ 0,00					
Desconto		R\$ 0,00					
Acumulado		R\$ 0,00					
Total		R\$ 59,43					
MES DE REFERENCIA	VENCIMENTO	VALOR A PAGAR					
04/2021	12/05/2021	R\$ 59,43					
AVISO AO USUARIO							

Fonte: Autores (2021).

Por meio da coleta de informações, encontrou-se o valor médio do preço do metro cúbico (m³) de GLP, que será utilizado para efeito de comparações entre os dois tipos de fornecimento de gás deste estudo de caso. A Tabela 20 exibe o consumo, os valores de fatura e valor por m³ coletados. O valor médio por metro cúbico encontrado foi de R\$14,84.

Tabela 20 – Média de preços praticados do gás GLP na região da grande Florianópolis.

	Consumo (m ³)	Valor fatura (R\$)	Valor por metro cúbico (R\$/m ³)
Condomínio 1	1,971	30,81	15,63
Condomínio 2	3,893	56,43	14,50
Condomínio 3	1,667	24,00	14,40
		Valor Médio	R\$ 14,84

Fonte: Autores (2021).

Devido ao fato do fornecimento do GN ser comercializado e distribuído por uma única companhia, o valor por metro cúbico para modalidade residências é fixo, e em sua tarifa já estão inclusos os impostos (ICMS – 17% e PIS/COFINS – 9,25%). Na consulta realizada em maio de 2021, o valor praticado por metro cúbico consumido é de R\$ 4,194 conforme indica Figura 30.

Figura 30 – Tarifa cobrada pela SCGÁS.

A SCGÁS possui uma tarifa única para todos os consumidores residenciais e adota o sistema de medição coletiva para auferir o consumo dos edifícios residenciais. A fatura é emitida para o condomínio, que faz o rateio entre os moradores de acordo com os consumos individuais registrados nos medidores dos apartamentos.	
FAIXA DE CONSUMO (M ³ /MÊS)	TARIFA (R\$/M ³)
Faixa Única	4,1940
NOTA:	
Tarifa Residencial válida a partir de 01/04/2021, conforme tabelas publicadas no DOE SC nº 21.495 de 07/04/2021.	
Incluso ICMS de 17% e PIS/COFINS de 9,25%.	

Fonte: SCGÁS (2021).

Na Tabela 21 é possível identificar o estudo comparativo dos gastos da utilização das infraestruturas de gás GN e GLP pelo usuário final conforme os consumos realizados nas coletas de dados.

Tabela 21 – Comparativo dos gastos entre GN e GLP no período de um mês.

Identificação	Consumo (m ³)	GLP		GN	
		Valor por metro cúbico (R\$/m ³)	Valor fatura mensal (R\$/m ³)	Valor por metro cúbico (R\$/m ³)	Valor fatura mensal (R\$/m ³)
Condomínio 1	1,971	15,63	30,81	4,194	8,27
Condomínio 2	3,893	14,50	56,43	4,194	16,33
Condomínio 3	1,667	14,40	24,00	4,194	6,99

Fonte: Autores (2021).

Para efeito de comparação da utilização dos distintos fornecimentos de gás pensando a longo prazo, foram utilizados os valores de fatura mensais obtidos na Tabela 19 e multiplicados por 12 meses. É possível observar o resultado desta comparação no Gráfico 9, onde verifica-se que o gasto para o consumidor a longo prazo utilizando o GLP é bem maior do que se comparado com a utilização de GN.

Gráfico 9 – Comparativo do custo de utilização dos fornecimentos de gás no período de 12 meses.



Fonte: Autores (2021).

5. CONCLUSÃO

Conforme abordado no item 4.3, foi possível constatar que os custos de implantação das duas infraestruturas para fornecimento de gás possuem valores muito próximos para a edificação abordada como estudo de caso. Em contraponto, conforme abordado no item 4.4, o custo de utilização para o usuário final do fornecimento de gás por GN a longo prazo é mais econômico, sendo assim, mais vantajoso.

De modo geral, o modelo implantado com GLP tem como principal vantagem ser mais acessível, uma vez que existem várias empresas que atendem ao seu fornecimento, reposição e manutenção. Além disto, ele exige uma pressão de operação maior se comparado ao mesmo modelo implantado em GN. Esta mudança impacta no dimensionamento das tubulações, uma vez que quanto maiores as pressões de operação, menores podem ser os diâmetros, sempre se adequando aos itens normativos.

Conforme abordado no item 2.1.5, somente algumas regiões são atendidas pelas tubulações de fornecimento de GN, onde nestas proximidades, ele se torna bastante atrativo em relação ao outro modelo de fornecimento, já que possui uma tarifa única cobrada pela empresa fornecedora (SCGÁS), na qual possui valor cobrado por metro cúbico mais baixo se comparado com os valores médios de GLP cobrados na região da grande Florianópolis. Além disto, é possível citar a vantagem de não ser necessária a construção de uma central para armazenamento dos botijões de gás, o que de certa forma desonera a infraestrutura de fornecimento de gás da edificação, trazendo além de benefícios financeiros ao construtor, poder aproveitar a área que seria destinada a central de abastecimento, como área de lazer por exemplo, deixando um ambiente com uma menor poluição visual e agregando valor ao empreendimento.

Através desta análise de caso, foi possível realizar um estudo aprofundado da história dos dois tipos de gases, seu fornecimento, legislação vigente e, por fim, a realização de um comparativo entre as duas infraestruturas de fornecimento de gás para uma edificação multifamiliar de exemplo.

A realização deste estudo permitiu uma compreensão mais profunda das duas principais instalações prediais de gás, sua complexidade, seu dimensionamento e suas obrigadoriedades, através dele, buscou-se aprimorar os conhecimentos a fim de assegurar a qualidade destas instalações, promovendo a elaboração de projetos que garantam a funcionalidade dos aparelhos a gás e segurança aos futuros usuários. Desta forma, recomenda-se que os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo explorem de forma mais

profunda este tema abordado, em virtude do crescimento deste produto no mercado imobiliário, principalmente na grande Florianópolis.

A partir da realização deste estudo de caso recomendam-se para trabalhos futuros:

- Revisão nos dimensionamentos de tubulação de gás de edificações existentes, para análise de uma possível conversão de abastecimento de GLP para GN;
- Revisão dos consumos reais de gás, devido à mudança de hábitos da população.

6. REFERÊNCIAS

ABEGÁS. **Mapa das concessionárias dispostas no Brasil**. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/concessionarias>>. Acesso em: 1 out. 2020

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP (Brasil) (Org). **A história do gás natural no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/institucional/a-historia-do-gas-natural-no-brasil>>. Acesso em: 06 out. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP (Brasil) (Org). Superintendência de Defesa da Concorrência. 2020-A. **Dados estatísticos de importações e exportações de derivados do petróleo**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/dados-estatisticos/producao-derivados/producao-derivados-m3.xls>>. Acesso em: 11 de out. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP (Brasil) (Org). Superintendência de Defesa da Concorrência. 2020-B. **Dados estatísticos de importações e exportações**. 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/dados-estatisticos/import-export/importacoes-exportacoes-m3.xlsx>>. Acesso em: 6 out. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP (Brasil) (Org). Superintendência de Defesa da Concorrência. 2020-C. **Processamento de Gás Natural**. 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/processamento-gas-natural>>. Acesso em: 2 out. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP. (Brasil) (Org.). **Cartograma 2.1: Unidades de refino e processamento – 2018**. 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/anuario-2019-cartograma-2.1.jpg>>. Acesso em: 6 out. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - ANP. (Brasil) (Org.). **Síntese dos Preços Praticados – FLORIANOPOLIS - Resumo I - GLP R\$/13kg**. 2021. Disponível em: <https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Por_Municipio_Posto.asp>. Acesso em: 04 maio 2021.

ALIANÇA METALÚRGICA. **Regulador de pressão 2º estágio, modelo blister 503/18**. 2021. Disponível em: <<http://aliancametalurgica.com.br/produto.aspx?post=1161>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15526:2016: redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações de residenciais – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 2016. 46p.

BUENO, Sinara. Fazcomex. **Importação de gás natural e liquefeito**. 2020. Disponível em: <<https://www.fazcomex.com.br/blog/importacao-de-gas-natural-e-liquefeito/>>. Acesso em: 15 out. 2020.

BRASTEMP. **Fogão Brastemp 4 bocas cor Inox com dupla chama e grill - BFS4GAR.** 2021. Disponível em: <<https://www.brastemp.com.br/fogao-de-piso-brastemp-ative-grill-4-bocas-maxi-bfs4gar/p>>. Acesso em: 19 nov. 2020.

CENTRO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA – CBIE. (Rio de Janeiro, Brasil). **Como é produzido e para que serve o GLP.** 2019. Disponível em: <<https://cbie.com.br/artigos/como-e-produzido-e-para-que-serve-o-glp/>>. Acesso em: 07 out. 2020.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica.** 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **IN-06 - Instrução Normativa nº 06: Sistema Preventivo por Extintores.** Florianópolis. 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **IN-08 - Instrução Normativa nº 08: Instalações de Gás Combustível (GLP e GN).** Florianópolis. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE (Brasil) (org.). **Infográfico do Gás Natural.** 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/infograficos>>. Acesso em: 06 out. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (Brasil) (org.). **Matriz Energética e Elétrica do Brasil.** 2016. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 06 out. 2020.

ELUMA S.A. **Industria e Comércio.** Catálogo Técnico. 2010.

EXAME. **Cinco anos após início da recessão, nenhum setor voltou ao nível pré-crise.** 2019. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/cinco-anos-apos-inicio-darecessao-nenhum-setor-voltou-ao-nivel-pre-crise/>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOVERNO DO BRASIL. **Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira.** 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>>. Acesso em: 06 out. 2020.

ICEGÁS. **Origem do GLP.** 2020. Disponível em: <http://www.icegas.com.br/loja/index.php?route=information/information&information_id=14#>. Acesso em: 15 de out. 2020.

INDEX MUNDI. **Gás natural - produção (metros cúbicos) > TOP 50 - América do Sul.** 2019. Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/map/?t=50&v=136&r=sa&l=pt>>. Acesso em: 06 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PIB varia 0,4% no 2º trimestre de 2019**. 2019. Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-deimprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25298-pib-varia-0-4-no-2-trimestre-de-2019>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS- IBP. **Maiores produtores mundiais de gás natural em 2019**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/maiores-produtores-mundias-de-gas-natural-em-2019/>>. Acesso em: 6 out. 2020.

KOMEKO. **Aquecedor de água a gás PRIME KO 45 litros**. 2021. Disponível em: <<https://www.komeco.com.br/solucoes/aquecedor-ko-45-d-di-prime/>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

LAO INDÚSTRIA. **Medidor de gás tipo diafragma - Modelo G1**. 2021. Disponível em: <<http://laointustria.com.br/medidores-de-gas/medidor-de-gas-g1/>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

MIL PEÇAS. **REGULADOR DE GÁS AP40 OPSO + MANÔMETRO**. 2021. Disponível em: <<https://milpecas.com.br/image/cache/catalog/CLESSE%20COMAP/regulador-de-gas-ap40-opso-manometro-5565-700x700.jpg>>. Acesso em: 22 de mar. 2021.

MULTGAS ENGENHARIA. **Bicos injetores para conversão de fogão, cooktop e forno**. 2021. Disponível em: <<https://www.multgasengenharia.com.br/loja?lightbox=dataItem-jj6c96333>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

NATURAL GAS. (2013). **History of Natural Gas**. Disponível em: <<http://naturalgas.org/overview/history/>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

PETROBRÁS. **Gás Liquefeito de petróleo - Composição de preços ao consumidor**. 2020. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/composicao-de-precos-de-venda-ao-consumidor/gas-liquefeito-de-petroleo-qlp/>>. Acesso em: 25 set. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

SCGÁS. **Mapa da rede de distribuição de Gás Natural em Florianópolis**. 2007. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/conteudo/mapa-da-rede/20190703100958.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

SCGÁS. **Mapa da rede de distribuição de Gás Natural em Santa Catarina**. 2020. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/site/a-scgas/mapa-da-rede>>. Acesso em: 4 out. 2020.

SCGÁS. **RIP – Regulamento de Instalações Prediais**. 2013. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/manager/resourcesDB.aspx?path=12>>. Acesso em: 20 out. 2020.

SCGÁS. **Vantagens do uso do GN**. 2019. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/site/para-seu-lar/vantagens>>. Acesso em: 13 out. 2020.

SCGÁS. **Tarifa e comparativo do GN para seu lar.** 2021. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/site/para-seu-lar/tarifa-e-comparativo>>. Acesso em: 8 mai. 2021.

SINAPI. **Relatório de Insumos e Composições – MAR/21 - COM DESONERAÇÃO.** 2021. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662>. Acesso em: 13 mar. 2021.

SINDIGÁS. **Grau de participação de distribuição em 2020 por distribuidoras.** 2020. Disponível em: <<http://www.sindigas.org.br/Download/DADOS-ESTATISTICOS/MARKET%20SHARE/VBI.png>>. Acesso em: 7 out. 2020

SINDIGÁS. **Tributação do GLP em Santa Catarina.** 2020. Disponível em: <<http://www.sindigas.org.br/Estatistica/Impostos/Detalhe.aspx?e=sc>>. Acesso em: 6 out. 2020

SINDIGÁS. **Valor da taxa de ICMS de botijão P13 por estado no Brasil.** 2016. Disponível em: <http://www.sindigas.org.br/novosite/wp-content/uploads/2016/04/ICMS_GLP_DOM.png>. Acesso em: 25 out. 2020.

TAVARES, ANDRÉ LUIS DE LIMA. **SCGAS – Retorno de protocolo 202009242940** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <andre.tavares@scgas.com.br> em 24 ago. 2020.

TRIVIÑOS, AUGUSTO N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

TUPY S.A. **Catálogo Técnico – CT1003.** PEB março, 2010.

VERGARA, SYLVIA C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

YIN, ROBERT K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001.
ZIKMUND, W. G. **Business research methods.** 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Estimativas de custos das redes secundárias

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 01 (GN)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 3/4", E= *2,87 MM, SCHEDULE 40, *1,69 KG/M	21150	M	4,75	60,07	285,33
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	5,65	44,03	248,77
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1/2"	6294	UNID.	1	7,35	7,35
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	3	19,57	58,71
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	5	13,68	68,40
MEDIDOR G.4 GN [7,5m³/h]	-	UNID.	1	727,44	727,44
					1396,00

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 02 (GN)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 3/4", E= *2,87 MM, SCHEDULE 40, *1,69 KG/M	21150	M	8,2	60,07	492,57
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	1,95	44,03	85,86
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	4	19,57	78,28
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 3/4"	6295	UNID.	1	10,47	10,47
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	1	18,24	18,24
MEDIDOR G.4 GN [7,5m³/h]	-	UNID.	1	727,44	727,44
					1412,86

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 03 (GN)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 3/4", E= *2,87 MM, SCHEDULE 40, *1,69 KG/M	21150	M	14,35	60,07	862,00
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	2,05	44,03	90,26
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 3/4"	6295	UNID.	1	10,47	10,47
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	6	19,57	117,42
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	2	13,68	27,36
MEDIDOR G.4 GN [7,5m³/h]	-	UNID.	1	727,44	727,44
					1834,96

REDE SECUNDÁRIA SALÃO DE FESTAS (GN)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	9,45	44,03	416,08
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	6	13,68	82,08
MEDIDOR G.0.6 GN [1,25m³/h]	N	UNID.	1	300,93	300,93
					799,09

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 01 (GLP)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	10,4	44,03	457,91
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1/2"	6294	UNID.	1	7,35	7,35
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAIO CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	8	13,68	109,44
MEDIDOR G1.6 GLP [2,0m³/h]	N	UNID.	1	320,00	320,00
					894,70

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 02 (GLP)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	10,15	44,03	446,90
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1/2"	6294	UNID.	1	7,35	7,35
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAIO CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	5	13,68	68,40
MEDIDOR G1.6 GLP [2,0m³/h]	N	UNID.	1	320,00	320,00
					842,65

REDE SECUNDÁRIA APARTAMENTOS FINAL 03 (GLP)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 3/4", E= *2,87 MM, SCHEDULE 40, *1,69 KG/M	21150	M	11,3	60,07	678,79
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	5,1	44,03	224,55
TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 1/2"	6294	UNID.	1	7,35	7,35
CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP FEMEA, DE 3/4"	1813	UNID.	4	19,57	78,28
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	4	13,68	54,72
MEDIDOR G1.6 GLP [2,0m³/h]	N	UNID.	1	320,00	320,00
					1363,69

REDE SECUNDÁRIA SALÃO DE FESTAS (GLP)

MATERIAL	CÓDIGO SINAPI	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO ACO CARBONO SEM COSTURA 1/2", E= *2,77 MM, SCHEDULE 40, *1,27 KG/M	13127	M	9,45	44,03	416,08
CURVA 90 GRAUS EM ACO CARBONO, RAI0 CURTO, SOLDAVEL, PRESSAO 3.000 LBS, DN 1/2"	40378	UNID.	6	13,68	82,08
MEDIDOR G.0.6 GLP [0,80m³/h]	N	UNID.	1	300,93	300,93
					799,09
