

Estudo da substituição da Central GLP por infraestrutura para Fogão de Indução

Study of replacement of the LPG Central by infrastructure for an Induction Cooker

Emanuelly Niedzviecki¹

 orcid.org/0000-0003-3348-6994

Robison Negri²

 orcid.org/0000-0002-2523-399X

¹Centro Universitário Católica de Santa Catarina, Campus Joinville, Santa Catarina, Brasil.

E-mail: e.niedzviecki@catolicasc.org.br;
robison.negri@catolicasc.org.br

DOI: 10.25286/repa.v8i3.2473

Esta obra apresenta Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Emanuelly Niedzviecki; Robison Negri. Estimativa das perdas ferromagnéticas em transformadores Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v.8, n. 3, p. 28-39, 2023. DOI: 10.25286/repa.v8i3.2473

RESUMO

O desafio de projetar edifícios inovadores, visa planejar uma obra de engenharia pensando no futuro e na eficiência. Com isso, o estudo propôs realizar uma análise do impacto causado no edifício, tanto em relação aos custos, quanto na infraestrutura e demanda dos sistemas elétricos e de gás combustível em razão da substituição da infraestrutura de GLP para fogão de indução nos apartamentos, visto que ao longo dos anos houve um aumento no custo dos insumos e os equipamentos revelaram ser mais tecnológicos e possuir uma maior eficiência energética. Em resultados principais, a demanda da edificação com a adição do fogão de indução apresentou um acréscimo de 160%, além da necessidade de diversas alterações na infraestrutura elétrica para adequação do sistema. A partir das análises comparativas, pôde-se observar que o fogão de indução apresenta um custo por hora de utilização 43,6% mais baixo do que comparado ao consumo de gás dos fogões a gás, ampliando assim as suas vantagens técnicas, econômicas e de segurança.

PALAVRAS-CHAVE: Fogão de Indução; Demanda elétrica; Gás Liquefeito de Petróleo; Eficiência Energética.

ABSTRACT

The challenge of designing innovative buildings is to plan an engineering work with the future and efficiency in mind. With this in mind, the study proposed to conduct an analysis of the impact caused in the building, both in terms of costs, infrastructure and demand of the electrical and gas fuel systems due to the replacement of the LPG infrastructure for induction stoves in the apartments, since over the years there was an increase in the cost of inputs and the equipment proved to be more technological and have greater energy efficiency. In the main results, the demand of the building with the addition of the induction stove showed an increase of 160%, besides the need for several changes in the electrical infrastructure to adapt the system. From the comparative analyses, it could be observed that the induction stove presents a cost per hour of use 39% lower than the gas consumption of gas stoves, thus increasing its technical, economic and safety advantages.

KEY-WORDS: Induction Stove; Electricity Demand; Liquefied Petroleum Gas; Energy Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil se torna a cada ano mais competitivo, forçando os projetos e sua execução a serem mais otimizados e eficientes. Nesse contexto, os projetistas deparam-se com a necessidade de aprofundar seu conhecimento sobre as características individuais dos empreendimentos, a fim de embasar decisões mais assertivas [1].

O aumento dos custos dos insumos, aliado às mudanças nos comportamentos e rotinas domésticas da população, bem como aos avanços tecnológicos de equipamentos mais eficientes, requerem dos projetistas um aperfeiçoamento constante de seus projetos [1]. A pandemia de coronavírus em 2020 também impactou os hábitos de utilização e permanência nas edificações, como o trabalho em home office, aulas remotas, maior número de refeições feitas em casa e aumento do consumo de fast food [2].

No contexto específico dos sistemas de cocção em edifícios, o uso de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) tem sido incentivado devido às suas características, como armazenamento, facilidade de transporte, distribuição e utilização [3].

No entanto, devido ao avanço dos equipamentos eletrodomésticos e à busca por segurança, eficiência e funcionalidade, juntamente com o aumento dos custos do GLP, tem-se observado uma demanda crescente por alternativas ao gás de cozinha residencial. Entre julho de 2020 e julho de 2022, o custo de revenda do GLP aumentou aproximadamente 73,13% [4], devido à variação do preço do dólar, ao mercado internacional e ao aumento dos impostos.

Uma das alternativas são os sistemas de aquecimento por indução eletromagnética, que utilizam como insumo energético a eletricidade.

Em contrapartida, a maioria dos edifícios ainda não dispõem de infraestrutura adequada para a utilização do fogão por indução, principalmente por impactar significativamente na demanda elétrica da edificação.

Desta maneira, é necessário realizar adaptações no sistema elétrico, como a instalação de disjuntores, tomadas específicas e circuitos elétricos dedicados, entre outras modificações.

Dada a escassez de informações a respeito desse tema e a importância de referências relevantes para embasar estudos acadêmicos e profissionais, torna-se fundamental desenvolver conhecimento acerca das características técnicas dos sistemas de indução, bem como das alterações necessárias nas

edificações para a substituição do sistema de GLP pelo sistema elétrico, levando em consideração também os impactos financeiros no custo do edifício.

Diante disso, o principal objetivo deste artigo consiste em estimar o custo adicional na infraestrutura do sistema elétrico, devido ao incremento de demanda, decorrente das esperas para os fogões de indução. Além de comparar o investimento inicial necessário para o sistema de indução com o custo total do sistema de gás combustível predial.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados os temas que constituem a base teórica deste trabalho.

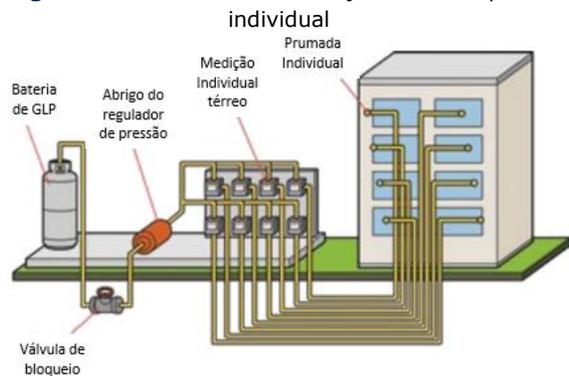
2.1 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE GLP PREDIAL

Os sistemas prediais residenciais de GLP são o conjunto de instalações e obras civis, responsáveis pelo suprimento energético de gás combustível nas edificações, sendo geralmente constituídos de centrais de armazenamento e redes internas de distribuição [5].

O armazenamento ocorre em centrais projetadas para guardar com segurança, os recipientes contenedores do gás liquefeito, que são determinadas conforme a ABNT NBR 13523.

Após a central de GLP, a rede de distribuição é dividida em rede primária (Pressão máxima 150 kPa), sendo o trecho de tubulação que se inicia na parte externa da central de gás e vai até o abrigo dos medidores, geralmente no hall de entrada dos apartamentos, e rede secundária (Pressão máxima 5 kPa), que corresponde ao trecho de tubulação que se inicia após os medidores e segue até os pontos de consumos [6]. Na Figura 1, pode-se observar a distribuição da tubulação desde a central até os apartamentos.

Figura 1 - Sistema de distribuição GLP com prumada individual



Fonte: [7].

Devido às suas características de inflamabilidade, o GLP em todos os seus processos, desde a produção, transporte, armazenamento até a utilização, devem respeitar as medidas de segurança previstas em norma [5].

Em condomínios, é necessário que seja realizada a manutenção periódica das tubulações, da central de gás e dos cilindros, a fim de evitar vazamentos em consequência de tubulações danificadas, instalações inadequadas ou com defeitos, pois dependendo da proporção dos vazamentos de gás podem resultar em incêndios e explosões, além de ser prejudicial à saúde quando inalado [8].

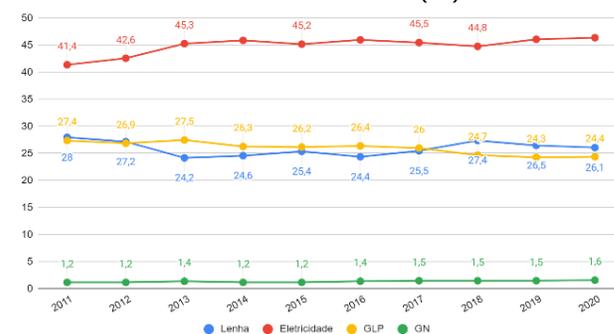
A verificação do perfil de consumo de gás considera a potência nominal dos aparelhos instalados e a quantidade de aparelhos por apartamento e pavimento. O consumo total da edificação é determinado levando em conta o fator de simultaneidade, já que nem todos os aparelhos são utilizados simultaneamente em sua máxima potência. Essa análise é importante para definir o tipo e número de recipientes necessários para abastecer o edifício, levando em conta a potência adotada e o fator de simultaneidade [9].

Devido sua forma de armazenagem, o GLP é o combustível com maior alcance em território nacional, por sua facilidade de transporte. No Brasil, 100% dos municípios são atendidos, sendo largamente utilizados para a preparação de alimentos, estando presente em mais de 91% das cozinhas do país [10].

Segundo o Balanço Energético Nacional, a pandemia do Covid-19 ocorrida em 2020, impactou diretamente o consumo residencial final das fontes de energia do ano seguinte. Em 2021, o GLP apresentou uma diminuição de 3,2% no consumo, a eletricidade teve um aumento de 1,1%, a lenha e o Gás Natural também tiveram uma elevação no consumo residencial nacional, conforme a Figura 2

[11]. Em 2022, entre janeiro e março, foram comercializadas 696 milhões de m³ de gás [10].

Figura 2 - Gráfico da Matriz Energética Residencial 2021 – Ano base 2020 (%)



Fonte: [11].

2.3 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA PREDIAL

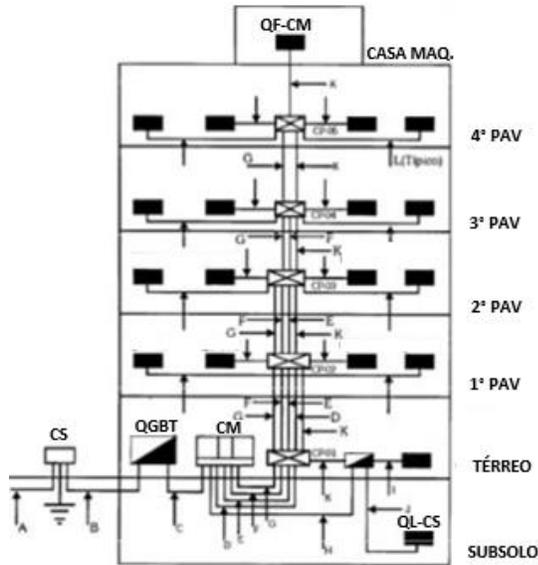
As instalações elétricas residenciais são compostas por componentes elétricos, como dispositivos, materiais, equipamentos e quadros de distribuição, que visam fornecer e utilizar energia elétrica [12]. A norma ABNT NBR 5410 (2004) estabelece as condições mínimas para instalações elétricas de baixa tensão, garantindo a segurança das pessoas e a preservação do patrimônio. As concessionárias também definem diretrizes técnicas para cálculo da demanda e dimensionamento, baseando-se na carga total instalada [13].

O fornecimento de energia pode ser em baixa tensão (tensão secundária) quando a potência de transformação é até 300 kVA, ou em média tensão (tensão primária) para potências superiores, exigindo um transformador em subestação ou poste particular [14].

A distribuição de energia se inicia no ponto de entrega, que é o limite entre o sistema elétrico da distribuidora e a unidade consumidora, a partir do qual o ramal de entrada leva a energia até o poste particular ou quadro de proteção geral, e em seguida, o ramal de alimentação predial transporta a energia pelas prumadas até o quadro de distribuição do consumidor [15][16].

Os quadros de distribuição ficam dentro dos apartamentos, recebendo os cabos dos quadros de medição e alimentando os equipamentos de utilização, conforme a figura 3 [14].

Figura 3 - Prumada elétrica



Fonte: [16].

Quanto ao consumo predial de energia elétrica, em 2019, a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH) gerou um banco de dados sobre o perfil da posse e hábitos de consumo de equipamentos elétricos nos setores residencial, comercial e industrial, visando avaliar a eficiência energética no Brasil. Segundo a pesquisa, o horário de pico de uso de carga elétrica em 2019 ocorreu das 19h às 20h. O consumo residencial de energia é liderado pelo refrigerador, seguido pelo chuveiro elétrico e a televisão. No entanto, essas porcentagens podem variar de acordo com a classe social e comportamentos [17].

As projeções até 2050 indicam um aumento anual de 3% no consumo de eletricidade, especialmente devido ao crescimento do uso de equipamentos de climatização e cocção elétrica, bem como à automação residencial [18], conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica por serviço energético no setor residencial

Equipamento (GWh)	2020	2030	2040	2050
Climatização	42.427	67.568	96.189	123.302
Entretenimento	28.929	48.024	70.581	92.792
Cocção	1.840	3.003	4.357	5.672
Aquecimento de água	21.288	24.627	24.538	20.455
Refrigeração	38.561	50.408	59.279	62.939
Iluminação	17.754	18.589	15.477	8.354
Total	164.910	232.934	297.914	346.670

Fonte: [18].

Observa-se uma redução no consumo relacionado à iluminação ao longo dos anos, devido à substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes e LEDs, que são mais eficientes em termos de consumo energético. Além disso, o consumo de equipamentos de aquecimento de água tende a diminuir com a adoção crescente do Sistema de Aquecimento Solar [18].

A matriz energética brasileira é predominantemente composta por fontes renováveis, como usinas hidroelétricas, que representam a maior parte da geração de energia elétrica no país, além de energia eólica e solar fotovoltaica, que possuem um grande potencial de utilização. Fontes não renováveis, como termelétricas, são utilizadas como complemento às fontes renováveis em momentos específicos e durante períodos de escassez hidrológica [19].

2.5 FOGÃO DE INDUÇÃO

A indução eletromagnética é um fenômeno descoberto por Faraday em 1831, no qual um condutor metálico submetido a um campo magnético alternado gera calor com alta eficiência energética [20]. Ao contrário do fogão convencional a gás, o fogão de indução utiliza bobinas de indução de cobre para gerar campos eletromagnéticos de alta frequência, aquecendo apenas as superfícies de contato com a panela de ferro magnético [21].

Segundo o fabricante de eletrodomésticos Brastemp, os fogões de indução aproveitam cerca de 90% da energia, enquanto os fogões a gás aproveitam apenas 60% e os fogões elétricos 50%. Diante desta comparação, apesar do consumo de energia ser elevado, corresponde em média a um chuveiro elétrico, um equipamento por indução possui uma maior economia de energia consumida, pois utiliza racionalmente e sem desperdícios toda a energia gerada ou transformada, além de levar menos tempo no cozimento dos alimentos, [22].

Além disso, os fogões de indução possuem outras vantagens, como tempo reduzido de cozimento, segurança, facilidade de limpeza e baixa manutenção [21].

Para a instalação adequada, é necessário um circuito elétrico próprio, proteção contra descargas elétricas e o uso de painéis específicos de materiais como aço inoxidável ou ferro fundido [23][24]. Embora o custo do fogão de indução seja mais elevado, isso se justifica pela sua tecnologia e benefícios em relação ao fogão convencional a gás

[21]. O Quadro 1 apresenta um comparativo dos custos dos fogões e dos acessórios necessários para o efetivo funcionamento dos dois tipos de fogão.

De acordo com pesquisas de mercado, ao comparar fogões de 4 bocas da mesma fabricante, observa-se que o fogão de indução apresenta um custo aproximadamente 7 vezes maior em relação ao fogão a gás. Além disso, as painéis específicos para uso em fogões de indução têm um custo cerca de 3 vezes maior em comparação com as painéis convencionais.

3 METODOLOGIA

Para execução deste estudo optou-se pela adoção do método de estudo de caso, tendo sido realizado em um edifício multifamiliar, de padrão médio a baixo, localizado em Joinville, Santa Catarina, o qual possui as seguintes características, conforme a tabela 2.

Tabela 2- Características do empreendimento

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
Nº de Apartamentos	100 Unidades, contendo entre 52 a 54 m².
Divisão dos apartamentos	Dois dormitórios, um banheiro, uma sala conjugada com cozinha, uma área de serviço e sacada com churrasqueira.
Demanda elétrica nos apartamentos	Iluminação, tomada de uso geral, tomada de uso específico na cozinha, área de serviço e banheiro.

Fonte: Autores, 2022.

O edifício é abastecido por cinco cilindros transportáveis de GLP de 190 kg, com um consumo total de gás projetado de 15,04 kg/h, onde a distribuição é realizada através de tubulações de alumínio e de aço carbono. Os pontos de utilização de gás estão dispostos apenas nos apartamentos, consumidos para a cocção de alimentos, com medidores individuais.

3.1 Estimação do incremento na demanda Elétrica

A estimativa da demanda elétrica adicional dos fogões de indução foi baseada em uma pesquisa de mercado junto aos fabricantes, que forneceu informações sobre potência instalada, consumo de energia e requisitos técnicos de instalação.

Baseado na pesquisa piloto de mercado, pode-se classificar os fogões de indução em função do

número de bocas de cocção e potência instalada, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos Fogões de Indução

NÚMERO DE BOCAS DE COCÇÃO	POTÊNCIA TOTAL Watt(W)
2 BOCAS	3500
4 BOCAS	7200
5 BOCAS	8900

Fonte: Autores, 2022.

Para este estudo, foi considerado um fogão de indução de 4 bocas e potência total de 7200W, devido à disponibilidade de variedade de fornecedores e modelos no mercado com essa característica.

A estimativa da demanda de energia elétrica foi realizada utilizando o fator de simultaneidade da NBR 15526 de 2016, por analogia comportamental, já que não existem normativas nacionais específicas para uso residencial de fogões de indução. Os demais procedimentos de dimensionamento seguiram as prescrições da NBR 5410 de 2004.

3.2 Redimensionamento dos Sistema Elétrico Predial

O edifício Soft Aventureiro possui uma potência prevista de instalação de 1264,9 kW e uma demanda prevista de 287 kVA, com fornecimento em baixa tensão. O ramal de entrada é subterrâneo, trifásico, com oito cabos (seis fases, dois para proteção e neutro) e seção de 150mm².

A proteção geral em baixa tensão é feita por um disjuntor tripolar termomagnético de 450A. O quadro de medidores individuais é dividido em 100 medidores monofásicos para as unidades residenciais, 3 medidores trifásicos para as medições do condomínio e 1 medidor trifásico exclusivo para as bombas de incêndio, com 2 caixas de medição de reserva.

No redimensionamento, foi considerado o circuito terminal para o fogão de indução, incluindo eletroduto, cabos e disjuntor.

O ramal alimentador dos apartamentos foi redimensionado, abrangendo cabos, disjuntores, medidores e eletrodutos.

Por fim, foi avaliada a necessidade de mudar o modo de fornecimento de baixa para média tensão, com transformação interna, para o sistema de entrada de energia.

3.3 Comparação do Impacto Efetivo no Custo

Com o objetivo de comparar os custos da infraestrutura de GLP com os custos adicionais do sistema elétrico predial devido à instalação do fogão de indução, foram feitos orçamentos para ambos os sistemas.

No orçamento da infraestrutura de GLP, foram incluídas as obras de construção civil, acabamentos, mão de obra, equipamentos como extintores e caixas de manobras da central de gás, redes primária, secundária e de transição, tubulações na central de gás, envelopamento, quadro de medidores dos pavimentos, registros, válvulas, medidores de gás e mão de obra das instalações.

Para o cálculo do custo adicional do sistema elétrico predial, foram considerados cabos, eletrodutos, disjuntores, tomadas, acabamentos, mão de obra e outros produtos.

Também foi realizado um orçamento dos itens atuais do edifício que serão modificados ou removidos devido às mudanças na infraestrutura, sendo ambos os orçamentos realizados com data base em novembro de 2022.

Os orçamentos foram baseados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e em valores obtidos por meio de contatos com fornecedores, utilizando as informações de mercado mais atualizadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estimação do Incremento na Demanda Elétrica

Para estimar a demanda elétrica provável do fogão de indução, adotou-se o fator de simultaneidade da NBR 15526 de 2016, utilizado no dimensionamento do consumo de GLP. Considerou-se um fogão de indução com 4 bocas de cocção, potência de 7200W e potência nominal de 6191 kcal/h por aparelho.

Com base nessa estimativa, a demanda provável total dos 100 fogões de indução presentes nos apartamentos foi calculada como 172,2 kVA, correspondendo a um fator de simultaneidade de 26% da potência instalada. Somando essa demanda com a demanda prevista da edificação, resultou em uma demanda total de 459,2 kVA.

Comparando com o método de dimensionamento proposto pela concessionária, que calcula a demanda com base na área dos apartamentos, a estimativa da demanda total do empreendimento utilizando fatores de demanda dos equipamentos instalados foi de 810 kVA, representando um acréscimo de 182% em relação à Potência Instalada, muito superior ao dimensionamento indireto proposto pela concessionária.

Com base nas análises realizadas, a tabela 4 apresenta a demanda e consumo em cada cenário, considerando a adição do incremento para o fogão de indução.

Tabela 4 - Demanda do edifício

DESCRIÇÃO	PROJETADO	PROJETADO + FOGÃO DE INDUÇÃO
Demanda elétrica prevista	287 kVA	459,2kVA
Consumo energético de cada aparelho	7020 kcal/h	6191 kcal/h
Consumo total do edifício para a cocção	15,04 kg/h (GÁS)	172,2 kVA (ELETRICIDADE)

Fonte: Autores, 2022.

A demanda total da edificação, acrescida da demanda do fogão de indução, apresentou uma elevação de 160% na demanda elétrica prevista para o edifício.

4.2 Redimensionamento dos Sistema Elétrico Predial

Para a instalação dos fogões de indução, é necessário realizar melhorias no sistema elétrico dos apartamentos, nos ramais de alimentação e na entrada de energia. O circuito terminal previsto para o fogão deve ser modificado, com a utilização de um cabo de 6,0 mm² e a instalação de um circuito individual com disjuntor de 40 A.

Os circuitos alimentadores dos apartamentos também precisam ser ajustados. Atualmente, eles consistem em uma fase com dois condutores de 10 mm² e um disjuntor de 63 A. Com a adição dos fogões de indução, é necessário modificar esses circuitos para bifásicos, mantendo a seção de 10 mm², porém com três condutores (duas fases + neutro) por apartamento e substituindo o disjuntor monofásico por um disjuntor bifásico de 63 A. O disjuntor geral do quadro de terminal interno do

apartamento também deve ser substituído por um disjuntor bifásico de 63 A.

As calhas e eletrodutos não precisam ser substituídos devido ao método construtivo empregado. Os cabos e disjuntores das áreas comuns, da área de condomínio externa e dos sistemas de incêndio e emergência não foram afetados pela adição dos fogões de indução, portanto não necessitam de redimensionamento.

O empreendimento possui 4 Quadros de Medição Coletiva (QMC), todos trifásicos e separados de maneira a balancear as cargas. A tabela 5 abaixo, apresenta as características atuais dos quadros.

Tabela 5 - Quadros de Medição Coletiva Atualmente

QUADRO	DESCRIÇÃO	SEÇÃO	DISJUNTOR
QMC-1	COND. EXT. + 23 APTOS A	95 MM	175A
QMC-2	25 APTOS A + COND. A	95 MM	175A
QMC-3	27 APTOS B	70 MM	150A
QMC-4	25 APTOS B + COND. B	95 MM	175A

Fonte: Autores, 2022.

Devido às modificações realizadas e ao aumento da demanda dos apartamentos, o fornecimento de energia pela rede de baixa tensão atualmente em uso não será mais adequado, pois a potência de transformação é superior a 300 kVA. Será necessário alimentar o empreendimento por meio de uma subestação abrigada, convertendo a energia para média tensão.

A subestação será alimentada por um ramal de ligação subterrâneo de média tensão, com cabos de cobre. O ramal de entrada será composto por uma fase de 35 mm², um neutro de 25 mm² e um condutor de aterramento de 35 mm², passando por um duto de ferro galvanizado de 4". A subestação será dimensionada de acordo com a demanda total prevista do edifício, incluindo um transformador de corrente de 500 kVA, disjuntores de média tensão, quadro geral de baixa tensão e chave seccionadora tripolar. Além disso, a cabine deverá atender a norma do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, a IN 001 (2015) de projeto de segurança contra incêndio, com a instalação de luminárias de emergência, extintor, placas de advertência e grades de proteção [25].

Os cabos alimentadores dos Quadros de Proteção Geral até os Quadros de Medição Coletiva serão dimensionados com uma seção de 70 mm², onde

cada quadro possuirá um circuito trifásico próprio e isolamento de borracha etilenopropileno (EPR). Serão utilizados disjuntores de 175 A. Os alimentadores serão subterrâneos, passando por eletrodutos de PEAD de 60 mm e caixas de passagem subterrânea.

Após o redimensionamento da infraestrutura elétrica para acomodar a demanda adicional dos fogões de indução, os resultados das alterações necessárias são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Mudanças para adequação da infraestrutura

DESCRIÇÃO		ATUAL	REDIMENSIONADO
Tensão de Fornecimento		Baixa Tensão	Média Tensão + Subestação Abrigada
Ramal de Entrada	Seção	150 mm ²	35 e 25 mm ² + 4 circuitos de 70 mm ²
	Quadro Geral	450A	500A + 630A (Disjuntor Média Tensão)
	Transformador	300 kVA (Poste)	500 kVA (Subestação)
Ramal Alimentador	Rede	Monofásica	Bifásica
	Seção	10,0 mm ²	10,0 mm ²
	Disjuntor	63A	63A
Circuito do Fogão de Indução	Seção	4,0 mm ²	6,0 mm ²
	Disjuntor	-	40 A
	Tomada	TUG	TUE

Fonte: Autores, 2022.

4.3 Comparação do Impacto Efetivo no Custo

A substituição dos fogões a gás por fogões de indução resulta em mudanças nos gastos mensais dos usuários, pois os custos com gás para cocção de alimentos são substituídos pelos custos adicionais de energia elétrica. A diferença de valor entre esses dois insumos e os hábitos de cocção dos moradores influenciam no consumo de energia do fogão de indução, conforme mostrado na Tabela 7, que compara dois equipamentos de 4 bocas.

É importante ressaltar que os valores da energia elétrica mencionados são fornecidos no site da concessionária Celesc Distribuição S. A. e correspondem à tarifa convencional, excluindo tributos e impostos. Portanto, esses valores podem variar de acordo com a região e a concessionária responsável pelo fornecimento de energia.

Tabela 7 - Consumo de gás e elétrico dos Fogões, com base nas potências nominais dos equipamentos

DESCRIÇÃO	FOGÃO A GÁS	FOGÃO DE INDUÇÃO
FONTE ENERGÉTICA	GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	ELETRICIDADE
CONSUMO DO EQUIPAMENTO	0,6001 kg/h [26]	4,4 kWh* [27]
VALOR	R\$ 9,58/kg [4]	R\$ 0,57/kWh [28]
VALOR POR HORA DE UTILIZAÇÃO	R\$ 5,75	R\$ 2,51

Fonte: Autores, 2022.

*Considerou-se o fator de equivalência térmica indução/gás = 0,58 [22].

Os valores apresentados nos fogões correspondem às informações fornecidas pelos fabricantes. É importante destacar que o fogão a gás mencionado é do tipo cooktop, sem forno, e ambos os fogões possuem 4 bocas de cocção.

Devido ao aumento no custo do GLP e ao aprimoramento dos aparelhos, os resultados em termos de consumo energético dos dois fogões estudados são satisfatórios para o fogão de indução. Devido à sua eficiência energética, o fogão de indução apresenta um consumo elétrico 43,6% menor em comparação ao consumo de GLP do fogão a gás durante uma hora de cocção. Isso contribui para tornar a substituição dos fogões no edifício possível e efetiva.

A infraestrutura de distribuição de gás combustível na edificação foi segmentada em diferentes componentes, tanto para a construção da central de gás, quanto das redes de distribuição. Esses componentes englobam elementos de concreto armado, como fundações, vigas baldrame, pilares e lajes, além de alvenaria estrutural, como blocos, graute e materiais de acabamento, como portas, janelas, pinturas e texturas acrílicas. A infraestrutura também inclui equipamentos como extintores, caixas de manobras e abrigos, juntamente com a prumada, que abrange as redes primária e secundária de distribuição de gás, registros e medidores. Essas informações estão no orçamento apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Orçamento infraestrutura GLP

ELEMENTO	VALOR
CONCRETO ARMADO	R\$ 17.278,20
ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 27.896,21
ACABAMENTOS	R\$ 7.388,62
EQUIPAMENTOS	R\$ 25.512,73
PRUMADA	R\$ 166.571,41
TOTAL	R\$ 244.647,17

Fonte: Autores, 2022.

Ao analisar o orçamento apresentado, constata-se que o componente de maior custo é a prumada de distribuição do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). A prumada abrange todas as instalações que vão desde a central de gás até os pontos de distribuição nos apartamentos, incluindo a mão de obra necessária para sua montagem. Esse componente representa 68% do custo total da infraestrutura requerida para a disposição do gás no edifício.

A infraestrutura adicional necessária para a distribuição elétrica na edificação é dividida em diferentes elementos. Para a construção da subestação, são considerados os componentes relacionados ao concreto armado, como armaduras, concreto, fôrmas e mão de obra, utilizados na construção das fundações, vigas baldrame, pilares e lajes. Na alvenaria estrutural, incluem-se os blocos, graute e armaduras utilizados na construção, bem como os materiais empregados nos acabamentos, como esquadrias, pinturas, reboco e impermeabilização. Além disso, os equipamentos necessários para a subestação são os transformadores, cabeamento, disjuntores, extintores, iluminação e outros dispositivos essenciais para a proteção e transformação de energia.

Por fim, na prumada, estão contempladas as alterações realizadas na rede de distribuição elétrica, como a instalação de cabeamento, eletrodutos, disjuntores e tomadas específicas para atender aos requisitos do fogão de indução. No entanto, é importante ressaltar que, devido às mudanças no projeto existente, algumas instalações elétricas serão removidas ou modificadas. Portanto, o custo adicional relacionado a essas instalações foi ajustado, considerando a exclusão dos valores correspondentes no orçamento inicial do sistema elétrico da edificação. Essa dedução foi feita tanto na prumada quanto nas

instalações adicionais, conforme detalhado no orçamento apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Orçamento Adicional Elétrico

ELEMENTO	VALOR
CONCRETO ARMADO	R\$ 16.510,06
ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 7.179,33
ACABAMENTOS	R\$ 29.041,05
EQUIPAMENTOS	R\$ 394.329,85
PRUMADA E INSTALAÇÕES ADICIONAIS	R\$ 172.136,90
PRUMADA E INSTALAÇÕES ATUAIS ALTERADAS	- R\$ 68.680,24
TOTAL	R\$ 525.599,27

Fonte: Autores, 2022.

De acordo com a tabela acima, o elemento de maior custo é o conjunto de equipamentos presentes na subestação elétrica, responsáveis pela transformação da tensão e corrente para a distribuição de energia de acordo com o consumo da edificação. Esse elemento representa 75% do custo total da infraestrutura necessária para a distribuição elétrica no edifício. Em seguida, temos a prumada elétrica, que corresponde a 15% do custo da infraestrutura elétrica adicional requerida para a utilização do fogão de indução em todos os apartamentos.

Como as obras civis estão presente nas duas instalações e por representarem um grupo minoritário no custo da infraestrutura total dos sistemas, com o intuito de realizar uma comparação mais efetiva dos impactos, a relação será com base nos equipamentos e prumadas dos sistemas.

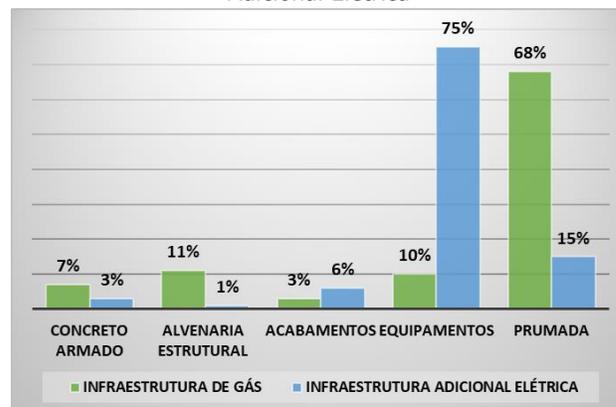
Tanto na infraestrutura de gás combustível quanto na elétrica, a prumada representa um elemento de alto custo, devido à distância percorrida e aos materiais utilizados. É importante notar que a estrutura de gás combustível destina-se apenas à cocção de alimentos, enquanto o sistema elétrico é usado para iluminação e fornecimento de energia em todos os ambientes. Portanto, a infraestrutura para a utilização do fogão de indução seria adicionada à infraestrutura elétrica existente, descontando as instalações que seriam substituídas.

Os equipamentos da subestação elétrica, devido ao seu porte e tecnologias avançadas, possuem um custo superior ao da infraestrutura de Gás Liquefeito de Petróleo.

A figura 4 a seguir ilustra um gráfico comparativo dos custos das infraestruturas e seus elementos,

corroborando as análises discutidas nos capítulos anteriores.

Figura 4 – Gráfico do Custo da Infraestrutura de Gás e Adicional Elétrica



Fonte: Autores, 2022.

Dado os orçamentos realizados, o custo adicional para a infraestrutura elétrica, devido à necessidade da subestação de energia, é 215% mais elevado em comparação com a infraestrutura do GLP. É relevante destacar que o edifício em análise é composto por 100 apartamentos, todos com pontos de utilização para fogão. No caso de aplicação de fogões de indução em uma edificação com menor número de apartamentos, resultando em um consumo total de energia menor, seria necessário realizar uma análise das características específicas dessa edificação. Nesse contexto, é possível que não seja necessária a instalação de uma subestação elétrica, reduzindo os custos adicionais para a prumada e os equipamentos necessários.

Além dos aspectos financeiros discutidos anteriormente, é importante destacar que a troca para o sistema de fogões de indução também resulta em benefícios significativos em termos de segurança, manutenção e conformidade com as regulamentações do Corpo de Bombeiros. A utilização de fogões de indução reduz os riscos de incêndios e explosões, o que pode levar a uma redução considerável nos custos de seguro predial. Além disso, a conformidade com as normas de segurança estabelecidas pelos bombeiros é facilitada pelo uso desse sistema elétrico, o que pode resultar em uma simplificação do processo de obtenção de licenças de bombeiros para a edificação. Dessa forma, a substituição do sistema de gás pelo sistema de fogões de indução não só apresenta benefícios financeiros, mas também proporciona um ambiente mais seguro e uma maior

facilidade na obtenção de licenças e autorizações regulatórias.

5 CONCLUSÕES

Ao longo dos anos, o uso generalizado do GLP no processo de cozimento de alimentos consolidou a preferência dos usuários por esse tipo de equipamento e suas características. Por outro lado, o fogão de indução apresenta um design diferente, sem a produção de chama, o que requer uma mudança no método de utilização durante o processo de cocção.

Em relação aos custos de aquisição, atualmente, os fogões de indução tendem a ser mais caros. Isso pode ser atribuído à disponibilidade de produtos no mercado. No entanto, espera-se que com o passar do tempo, o preço desses fogões seja reduzido, tornando-os mais acessíveis a todas as classes sociais. Além disso, o custo das painéis específicas para fogões de indução também pode ser um obstáculo para sua aceitação no mercado.

No que diz respeito ao custo de energia elétrica, em comparação com o custo do consumo de gás, os fogões de indução possuem uma eficiência energética maior, consumindo menos energia no processo de cocção dos alimentos. Dessa forma, em termos de custo do insumo energético, os fogões de indução se mostram mais efetivos e com ganhos a longo prazo.

Um fator importante a ser considerado é o impacto na demanda total do sistema de alimentação elétrica do edifício ao instalar fogões de indução. No estudo realizado, previu-se um aumento de 60% na demanda total para o empreendimento analisado, exigindo um redimensionamento dos elementos elétricos para suportar essa sobrecarga no sistema.

A introdução dos fogões de indução na construção de edifícios afeta diretamente os subcomponentes da entrada e alimentação de energia, além de influenciar indiretamente os custos relacionados à mão de obra, processos e manutenção e substituição de cilindros de gás. O maior impacto está relacionado à mudança na modalidade de fornecimento de energia, de baixa para média tensão, com a previsão de uma subestação de transformação interna, o que eleva consideravelmente os custos. No entanto, é importante ressaltar que essas considerações aplicam-se especificamente às características do empreendimento estudado, sendo necessária uma

análise adicional para outros casos, levando em conta a demanda total da edificação.

A adoção dos fogões de indução nos edifícios, além de trazer vantagens em termos de segurança e eficiência energética, representa um conceito mais moderno e otimizado para as construções. No entanto, é crucial que a infraestrutura esteja adequada para suportar essa demanda adicional de energia.

Ao longo dos anos, com o aumento dos insumos e o desenvolvimento de eletrodomésticos mais eficientes em termos energéticos, o custo de energia elétrica durante o processo de cocção de alimentos se torna menor em comparação ao custo do gás, levando em consideração o consumo de cada modelo. Portanto, apesar do custo inicial mais elevado, o uso dos fogões de indução resultará em economia ao longo do tempo, demonstrando benefícios a longo prazo em relação à fonte energética.

Em resumo, esta pesquisa é de fundamental importância para avaliar o impacto gerado na edificação, tanto em termos da demanda adicional no edifício quanto dos custos relacionados à alteração das infraestruturas, além do impacto para os moradores em relação ao consumo de energia elétrica e aos custos de aquisição do fogão e seus utensílios. Essas considerações devem ser levadas em conta ao avaliar a viabilidade da substituição do fogão a gás pelo fogão de indução em edifícios.

REFERÊNCIAS

- [1] FACCIO, T. D., SCORTEGAGNA, V., ARRUDA, W. M., UPF, CARTANA, V. M., FIORI, S., FERREIRA, M. C., SERTOLI, A. **Influência do perfil de consumo atual de GLP no dimensionamento da central de gás predial.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- [2] SOUZA, T., OLIVEIRA, L., DANIEL, M., FERREIRA, L., DELLA LUCIA, C., LIBOREDO, J., & ANASTÁCIO, L. **Estilo de vida e hábitos alimentares antes e durante a quarentena do COVID-19 no Brasil.** *Nutrição em Saúde Pública*, 25 (1), 65-75, 2022. doi:10.1017/S136898002100255X.
- [3] ANTONIASSI, Rafael Dimon. **Procedimentos para instalação de tubulações de gás**

- combustível em edifícios residenciais.** Tubarão: Repositório Universitário da Ânima (RUNA), 2020. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/11555>. Acessado em: 16 jun. 2022.
- [4] ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **Painel Dinâmico de Preços de Combustíveis e Derivados do Petróleo.** 2020. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojMGMONDhhMTUtMjQwZi00N2RlTk1M2UtYjYkxZTIkNzYzE5IiwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzYkxMyJ9>. Acessado em: 10 out. 2022.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13523:** Central de gás liquefeito de petróleo: GLP. Rio de Janeiro, 2019.
- [6] ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **RESOLUÇÃO Nº 49:** os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de distribuição de gás liquefeito de petróleo - GLP e a sua regulamentação. Rio de Janeiro, 2016.
- [7] GOTO, Hudson. **Instalações prediais de gás e combate a incêndio.** 1. ed. Brasília: NT Editora, 2018.
- [8] MOREIRA, Alessandro Márcio. **Segurança na Utilização de Gás Liquefeito de Petróleo.** Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, p. 38. 2015.
- [9] DIRETORIA DE ATIVIDADES TÉCNICAS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, DAT. **Instrução Normativa 008:** Instalações de Gás Combustível (GLP e GN). Santa Catarina, 2014.
- [10] SINDIGÁS, Sindicato das Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo. **O GLP no Brasil.** 2021. Disponível em: https://www.sindigas.org.br/?page_id=12. Acessado em: 09 jul. 2022.
- [11] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2022:** Ano base 2021. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acessado em: 15 jul. 2022.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- [13] CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações Elétricas e o Projeto de Arquitetura.** 9. ed. São Paulo: Blucher, 2019.
- [14] DIRETORIA DE DISTRIBUIÇÃO, Celesc Distribuição S. A.. **Norma Técnica 03:** Fornecimento de Energia Elétrica à Edifícios de Uso Coletivo. Florianópolis, 1999.
- [15] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 414:** Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, 2010.
- [16] CREDER, Hélio; COSTA, Luiz Sebastião. **Instalações elétricas.** 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [17] PROCELINFO, Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **PPH 2019:** Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial. 2019. Disponível em: http://www.procel.gov.br/main.asp?View={4A5E324F-A3B0-482A-B1CD-F75A2A150480}_. Acessado em: 24 jul. 2022.
- [18] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Nota Técnica DEA 13/15:** Demanda de Energia 2050. Rio de Janeiro, 2016.
- [19] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Expansão da Geração:** Fontes. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/fontes>. Acessado em: 20 out. 2022.
- [20] PEREIRA, Artur Bignardi et al. **FOGÕES DE INDUÇÃO: montagem e testes de um circuito disponível.** São Paulo: Simpósio de

Tecnologia (Sitefa) - Fatec Sertãozinho, v. 4, n. 1, p. 187-197, 2021.

<https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia>.
Acessado em: 22 out. 2022.

[21] CEQUINEL FILHO, Sergio Luiz. **Cooktop de Indução: Análise quanto ao conhecimento e utilização de equipamentos de inovação tecnológica.** Revista Técnico-Científica do CREA-PR, v. 3, p. 1, 2015.

[22] BRASTEMP. **Manual do Consumidor: Cooktop de Indução BDJ62 / BDJ77.** São Paulo, 2015. Disponível em: http://dtqtu30aguuf7.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/03/Manual-BDJ62-_BDJ77_baixa.pdf. Acessado em: 15 ago. 2022.

[23] FISCHER. **Manual de Instruções: Cooktop Fischer 4Q por Indução.** Brusque, 2022. Disponível em: <https://loja.fischer.com.br/fog-o-cooktop-fischer-4q-por-induc-o-mesa-vitrocaramica-220v/p>. Acessado em: 15 ago. 2022.

[24] MIDEA. **Manual do Usuário: Cooktop de Indução CFAD42 (220V) / CYB40P2 (220V).** Canoas, 2021. Disponível em: https://www.mideastore.com.br/media/productattach/m/a/manual_do_usu_rio_cyb40p2.pdf. Acessado em: 16 ago. 2022.

[25] DIRETORIA DE ATIVIDADES TÉCNICAS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, DAT. **Instrução Normativa 001: Segurança contra Incêndio.** Santa Catarina, 2015.

[26] FISCHER. **Fogão Cooktop Fischer 4Q Gás Mesa Vidro - Preto.** São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.fischer.com.br/produtos/fogao-cooktop-fischer-4q-gas-mesa-vidro-preto/>. Acessado em: 20 out. 2022.

[27] BRASTEMP. **Cooktop 4 bocas de indução Brastemp com timer touch - BDJ62AE.** São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.brastemp.com.br/cooktop-por-inducao-brastemp-4-bocas-bdj62ae/p>. Acessado em: 20 out. 2022.

[28] CELESC DISTRIBUIÇÃO S. A. **Tarifas e taxas de energia.** Tarifas Vigentes. 2022. Disponível em: