



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Leonardo Pereira de Souza

Avaliação do Impacto dos Fatores de Demanda em
Edificações com Múltiplas Unidades Consumidoras

Campina Grande - Paraíba - Brasil

Dezembro de 2020

Leonardo Pereira de Souza

Avaliação do Impacto dos Fatores de Demanda em Edificações com Múltiplas Unidades Consumidoras

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Eletrotécnica

Prof. Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Orientador

Campina Grande - Paraíba - Brasil
Dezembro de 2020

Leonardo Pereira de Souza

Avaliação do Impacto dos Fatores de Demanda em Edificações com Múltiplas Unidades Consumidoras

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado. Campina Grande, Brasil, 11 de Dezembro de 2020

Ronimack Trajano de Souza

Orientador

Célio Anésio da Silva

Convidado

Campina Grande - Paraíba - Brasil

Dezembro de 2020

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter sempre me abençoado e iluminado em toda a minha caminhada de vida e principalmente durante o curso de engenharia elétrica.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais Antonio e Edilene, que sempre me deram muito apoio em minhas decisões e que sacrificaram muitas coisas para que eu conseguisse chegar onde cheguei. Agradeço também aos meus irmãos Rodolpho, Regina e Letícia que também sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha avó, Lourdes, que sempre torceu e se preocupou comigo, e aos meus tios Gilberto, Lúcia, Toinho, Dáda e ao meu padrinho Júnior que sempre se colocaram à disposição para ajudar no que fosse necessário, só tenho a agradecer a todos.

Agradeço aos meus amigos, em especial aos mais próximos dos quais cito Anderson e Renan que convivi alguns anos e contribuíram muito para o meu crescimento pessoal e profissional. Além deles cito Goldofredo, Walter, Vandilson, Andhré, Ítalo, Aristosto, Erika, Eduarda, Samara, Joyce e vários outros que convivi durante a graduação. Aprendi muito com todos, só tenho a agradecer.

Agradeço a todos os professores que de alguma forma contribuíram para minha formação e em especial ao professor Ronimack por aceitar o convite de orientação desse trabalho, assim como agradeço também à instituição UFCG.

Resumo

Neste trabalho analisa-se o impacto dos fatores de demanda no cálculo de demanda em edificações com múltiplas unidades consumidoras. O eixo central da análise tem como foco a utilização de normas vigentes de concessionárias de energia elétrica em atuação no Brasil. Dois métodos de cálculo de demanda são empregados nessas normas, os de carga instalada e de área útil. Eles são melhores empregados em situações diferentes de carga, podendo ser obtidos resultados de demanda que tendam a se aproximar ou a se distanciar da demanda real da edificação, dependendo do tipo de carga predominante. A análise se procederá a partir dos resultados de demanda obtidos para uma edificação fictícia de múltiplas unidades consumidoras definida neste trabalho.

Palavras-Chaves: Demanda, Fatores de Demanda, Edificação com Múltiplas Unidades Consumidoras, Método da Carga Instalada, Método da Área Útil, Instalações Elétricas Prediais.

Abstract

In this work, the impact of demand factors on demand calculation in buildings with multiple multiple units is analyzed. The central axis of the analysis focuses on the use of current standards of electric energy concessionaires operating in Brazil. Two methods of demand calculation are employed in these standards, those of installed load and useful area. They are best used in different load situations, and demand results can tend to approach or distance themselves from the real demand of the building, depending on the type of predominant load. The analysis will be made from the results of the demand collected from a fictitious building of multiple units defined in this work.

Keywords: Demand, Demand Factors, Building with Multiple Consumer Units, Installed Load Method, Useful Area Method, Building Electrical Installations.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	2
1.2	Estrutura do Trabalho	2
2	Fundamentação Teórica	4
2.1	Companhia de Eletricidade do Amapá	6
2.2	CEB Distribuição S.A.	7
2.3	Cemig Distribuição S.A.	9
2.4	Fecoerusc	11
2.5	Grupo CPFL Energia	13
2.6	Grupo Enel	15
2.7	Grupo Energisa	17
2.8	Grupo Equatorial Energia	20
2.9	Neoenergia	22
2.10	Oliveira Energia	23
3	Estudo de Caso	26
3.1	Apartamentos Tipo	26
3.2	Edificação de Múltiplas Unidades Consumidoras	30
4	Aplicação do Estudo de Caso	34
4.1	Companhia de Eletricidade do Amapá	34
4.2	CEB Distribuição S.A.	36
4.3	Cemig Distribuição S.A.	37
4.4	Fecoerusc	37
4.5	Grupo CPFL Energia	38

4.6	Grupo Enel	40
4.7	Grupo Energisa	41
4.8	Grupo Equatorial Energia	42
4.9	Neoenergia	44
4.10	Oliveira Energia	45
5	Análise dos Resultados	47
5.1	Análise da Carga Instalada da Edificação do Estudo de Caso	47
5.2	Análise dos Resultados de Demanda da Edificação Fictícia	48
6	Conclusão	54
6.1	Trabalhos futuros	55
	Referências Bibliográficas	56

Lista de Figuras

3.1	Apartamento tipo 1	27
3.2	Apartamento tipo 2	28
3.3	Fachada da edificação fictícia de múltiplas unidades	30
3.4	Planta de um pavimento com os 4 apartamentos tipo	31
3.5	Planta de pavimento térreo	32
5.1	Demandas calculadas da edificação do estudo de caso por concessionária de energia elétrica	52
5.2	Fatores de demanda da edificação do estudo de caso por concessionária de energia elétrica	53

Lista de Tabelas

3.1	Previsão da carga do apartamento tipo 1	29
3.2	Previsão da carga do apartamento tipo 2	29
3.3	Carga total instalada da edificação do estudo de caso	33
5.1	Valores de carga instalada, demanda total e fator de demanda da edificação fictícia por concessionária de energia elétrica	48
5.2	Métodos de cálculo de demanda dos apartamentos e do condomínio por concessionária de energia elétrica organizados em ordem crescente de demanda apresentando a existência ou não de fatores de segurança obrigatório nas normas das concessionárias	49
5.3	Fatores de segurança por concessionária de energia elétrica	52

Lista de Abreviatura e Siglas

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANEEL	<i>Agência Nacional de Energia Elétrica</i>
CEA	<i>Companhia de Eletricidade do Amapá</i>
CEB	<i>Companhia Energética de Brasília</i>
CEB D	<i>CEB Distribuição S.A.</i>
CELG D	<i>Celg Distribuição S.A.</i>
CEMIG D	<i>Cemig Distribuição S.A.</i>
CM	<i>Centro de Medição</i>
CV	<i>Cavalo-Vapor</i>
DF	<i>Distrito Federal</i>
DGC	<i>Indicador de Desempenho Global de Continuidade</i>
FECOERUSC	<i>Federação das Cooperativas de Energia e Desenvolvimento Rural de Santa Catarina</i>
HP	<i>Horse-Power</i>
kVA	<i>Quilovoltampere</i>
kvar	<i>Quilovolt-ampère-reativo</i>
kW	<i>Quilowatt</i>
NBR	<i>Norma Brasileira</i>
ND	<i>Norma de Distribuição</i>
NDU	<i>Norma de Distribuição Unificada</i>
NTC	<i>Norma Técnica Celg D</i>
NTD	<i>Norma Técnica de Distribuição</i>
QDG	<i>Quadro de Distribuição Geral</i>
W	<i>Watt</i>

Capítulo 1

Introdução

O estudo dos fatores de demanda é importante para o correto cálculo da demanda das instalações elétricas em geral, sendo bastante utilizado também pelas distribuidoras de energia elétrica. Em edificações com múltiplas unidades consumidoras, o cálculo de demanda é utilizado no dimensionamento dos ramais de entrada da edificação e de suas proteções elétricas gerais, com as distribuidoras de energia elétrica utilizando as previsões de demanda para o dimensionamento das redes de distribuição elétrica, das proteções e dos transformadores.

Entre as normas gerais tomadas como base neste trabalho, temos a NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) e a Resolução 414 da ANEEL. A NBR 5410 estabelece as condições que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Ela estabelece também os procedimentos técnicos para previsão de carga instalada mínima de iluminação e tomadas de uso geral a ser considerada para unidades consumidoras residenciais. Já a resolução 414, apresenta as condições gerais de fornecimento de energia elétrica para os consumidores e para as distribuidoras de energia elétrica.

Esse trabalho visa analisar os efeitos da utilização dos fatores de demanda em edificações de múltiplas unidades consumidoras, mostrando a metodologia que uma parte das distribuidoras de energia elétrica empregam em suas normas (no que se refere ao cálculo de demanda), e aplicando essas metodologias a uma edificação fictícia de múltiplas unidades. Será analisado o procedimento de cálculo de demanda empregado

em dez normas de grupos de distribuidoras de energia elétrica ou de distribuidoras de energia elétrica isoladas com atuação no Brasil.

Nesse contexto, inicialmente será apresentado a normatização geral trazida na NBR 5410 e na Resolução 414 da ANEEL, apresentando os critérios, parâmetros e definições gerais que devem ser tomadas como base. Em seguida, serão apresentadas as metodologias de cálculo de demanda que as distribuidoras de energia elétrica trazem em suas normas, que possibilitará a previsão de demanda da edificação fictícia de múltiplas unidades e a análise dos resultados.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é analisar o impacto dos fatores de demanda em edificações com múltiplas unidades de consumo. Avaliando a metodologia que as distribuidoras energia elétrica empregam no cálculo da demanda, e aplicando tais metodologias em um estudo de caso.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Realizar o estudo das normas das distribuidoras de energia elétrica no tocante ao cálculo de demanda de edificações de múltiplas unidades consumidoras;
- Determinar a demanda prevista para a edificação de múltiplas unidades consumidoras do problema proposto no estudo de caso, em acordo com o estabelecido nas normas das distribuidoras de energia elétrica;
- Analisar os resultados obtidos de demanda correlacionando com os métodos de área útil ou carga instalada descrito nas normas das distribuidoras de energia elétrica.

1.2 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi dividido em 6 capítulos. O primeiro corresponde a introdução, em que é dado a abertura do que será apresentado juntamente com objetivos esperados e a respectiva estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, será apresentada a fundamentação teórica, sendo exposto desde a fundamentação legal em sentido estrito, que corresponde a lei emitida pelo poder legislativo brasileiro, até as diretrizes que as concessionárias de energia elétrica utilizam no cálculo de demanda de edificações de múltiplas unidades consumidoras.

No capítulo 3, é apresentado o estudo de caso. Nele é definida a edificação fictícia de múltiplas unidades com suas respectivas dimensões e valores de carga instalada em conformidade com a NBR 5410.

No capítulo 4, apresenta-se os respectivos resultados de demanda da edificação fictícia calculados com base nas normas das concessionárias de energia elétrica.

No capítulo 5, apresenta-se a análise dos resultados. Neste capítulo, analisa-se as variações nos resultados de demanda da edificação fictícia correlacionando com os métodos de cálculo de demanda empregados nas normas das concessionárias de energia elétrica.

Por fim, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões do trabalho.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi instituída com o fim de obter uma melhor gerência sobre o mercado de energia elétrica no Brasil, e para que regulamentasse o setor elétrico nacional. Ela é uma autarquia sob regime especial, e teve sua instituição por meio da Lei 9.427 (BRASIL, 1996) com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal.

Entre as atribuições da ANEEL, mencionadas na Lei 9.427 (BRASIL, 1996), está a de implementar as políticas e diretrizes do governo federal para a exploração da energia elétrica, expedindo os atos regulamentares necessários ao cumprimento das normas estabelecidas em lei.

A ANEEL regula as condições gerais de fornecimento de energia elétrica por meio da resolução número 414 (BRASIL, 2010). Nessa resolução, são estabelecidos os direitos e deveres dos consumidores e distribuidores de energia elétrica. Portanto, as normas das distribuidoras de energia elétrica devem estar em conformidade não só com a resolução 414 (BRASIL, 2010) mas com todas as normas emitidas pela ANEEL que regulamentem o setor de distribuição de energia elétrica no Brasil.

A resolução 414 (BRASIL, 2010) traz algumas definições importantes que serão mencionadas ao longo desse trabalho, são elas:

- Demanda: média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (*kW*) e quilovolt-ampère-reactivo (*kvar*), respectivamente (BRASIL, 2010);

- Fator de demanda: razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora (BRASIL, 2010);
- Carga instalada: soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (*kW*) (BRASIL, 2010);
- Fator de potência: razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado (BRASIL, 2010).

A resolução 414 (BRASIL, 2010) traz a normatização geral dos procedimentos a serem adotados para o atendimento dos empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, definindo padrões e adotando critérios para o atendimento. Com relação a forma de cálculo de demanda para múltiplas unidades consumidoras, a resolução não determina os procedimentos a serem adotados, ficando a cargo das próprias distribuidoras de energia elétrica. Dessa forma, será apresentada a metodologia que as dez concessionárias de energia elétrica selecionadas empregam para o cálculo da demanda de edificações com múltiplas unidades consumidoras.

Vale salientar que a NBR 5410 (ABNT, 2004) traz a previsão de carga instalada de iluminação e tomadas de uso geral em *VA*, semelhante a algumas normas das distribuidoras de energia elétrica. Mas como a resolução 414 (BRASIL, 2010) define carga instalada em *kW*, e ela é mais recente do que a NBR 5410 (ABNT, 2004), optou-se em definir *kW* como sendo a unidade padrão de demanda a ser utilizada nesse trabalho. A resolução 414 (BRASIL, 2010) define também um fator de potência referência de 0,92 em seus procedimentos de cálculo, logo, também será adotado, para esse trabalho, um fator de potência referência de 0,92.

Em seguida serão apresentados os procedimentos de cálculo de demanda de edificações de múltiplas unidades consumidoras que as dez normas das concessionárias de energia elétrica empregam. As normas correspondem respectivamente a Companhia de Eletricidade do Amapá, CEB Distribuição S.A., Fecoerusc, Grupo CPFL Energia, Grupo Enel, Grupo Energisa, Grupo Equatorial Energia, Neoenergia e Oliveira Energia.

2.1 Companhia de Eletricidade do Amapá

A Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) tem a missão de distribuir energia elétrica de forma adequada, rentável, garantindo a satisfação dos consumidores (CEA, 2020b). A CEA é uma sociedade de economia mista com acionista majoritário o Governo do Amapá. A Companhia atende diretamente 209.734 mil unidades consumidoras nos 16 municípios amapaenses (CEA, 2020a). A CEA normatiza os procedimentos de cálculo de demanda por meio da norma técnica de distribuição de energia NTD-03, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica a Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras.

A NTD-03 (CEA, 2010) prever o método de carga instalada no cálculo da demanda de toda a edificação de múltiplas unidades, independente de ser residencial ou comercial. Dessa forma, o cálculo de demanda se resume na aplicação de fatores de demanda às parcelas de cargas instaladas que compõem a edificação de múltiplas unidades, com a soma dessas demandas sendo dividida por um fator de diversidade.

- Definição: Fator de Diversidade de um conjunto de cargas é a relação entre a soma das demandas máximas das cargas e a demanda máxima do conjunto (CEA, 2010).

A demanda total da edificação é dada pela seguinte expressão:

$$D = \frac{a + b + c + d + e + f}{g} \quad (2.1)$$

- D : demanda total da edificação;
- a : demanda referente a iluminação e tomadas, com os fatores de demanda previstos na tabela 2 da NTD-03 (CEA, 2010);
- b : demanda referente aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento. Os fatores de demanda estão previstos na tabela 06 da NTD-03 (CEA, 2010) e devem ser aplicados separadamente para a carga instalada dos seguintes grupos de aparelhos:

b_1 : chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;

b_2 : aquecedores de água por acumulação ou por passagem;

b_3 : fornos, fogões e aparelhos tipo “Grill”;

*b*₄: máquina de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louça e ferro.

- *c*: demanda dos aparelhos condicionadores de ar, com os fatores de demanda previstos na tabela 07 da NTD-03 (CEA, 2010);
- *d*: demanda de máquinas de solda a transformador, determinada por:
 - 100% da potência do maior aparelho;
 - 70% da potência do segundo maior aparelho;
 - 40% da potência do terceiro maior aparelho e 30% da potência dos demais aparelhos.
- *e*: demanda dos aparelhos de raio X, determinada por:
 - 100% da potência do maior aparelho;
 - 10% da potência do segundo maior aparelho.
- *f*: motor-bomba de hidromassagem, previsto na tabela 05 da NTD-03 (CEA, 2010);
- *g*: fator de diversidade, previsto na tabela 09 da NTD-03 (CEA, 2010).

2.2 CEB Distribuição S.A.

A CEB Distribuição S.A. tem a missão de prestar serviços de energia elétrica que atendam o padrão de qualidade e confiabilidade exigido pela população, promovendo o desenvolvimento socioeconômico do Distrito Federal (DF) e assegurando a justa remuneração do capital investido (CEB, 2020). A concessionária é responsável pela distribuição de energia elétrica no DF, e conseqüentemente Brasília, capital federal do Brasil e centro do poder político brasileiro. A CEB Distribuição S.A. faz parte do grupo CEB (Companhia Energética de Brasília), sendo a única concessionária de distribuição de energia elétrica do grupo.

A CEB Distribuição normatiza os procedimentos de cálculo de demanda para edificações de múltiplas unidades na Norma Técnica de Distribuição 6.07 (NTD 6.07), intitulada de Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição a Prédios de Múltiplas Unidades.

No cálculo da demanda de edificações de uso coletivo, a NTD 6.07 (CEB, 2014) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, e o método de carga

instalada para a demanda do condomínio e cargas do tipo comercial. O cálculo da demanda de edificações de uso residencial em kVA é feito com base nas seguintes expressões:

$$DT = D1 + D2 \quad (2.2)$$

$$D1 = 1,2 \cdot f \cdot a \quad (2.3)$$

- DT : representa a demanda total da edificação;
- $D1$: representa a demanda dos apartamentos residências;
- $D2$: representa a demanda do condomínio;
- a : representa a demanda por apartamento em função de sua área útil, prevista na tabela 12 da NTD 6.07 (CEB, 2014);
- f : representa o fator para a diversificação de carga em função do número de apartamentos, previsto na tabela 13 da NTD 6.07 (CEB, 2014).

De acordo com a NTD 6.07 (CEB, 2014), a tabela 12 é aplicável na determinação da demanda de apartamentos com área útil de até $400 m^2$. Para apartamentos com área superior, deve ser feito o cálculo por meio da seguinte fórmula:

$$Y = 0,034939 \cdot X^{0,895075} \quad (2.4)$$

- Y : representa a demanda do apartamento em kVA ;
- X : representa a área útil em m^2 do apartamento.

A demanda do condomínio da edificação residencial é calculada pelo critério da carga instalada, obedecendo os seguintes critérios:

- Para cargas de iluminação: 100% para os primeiros 10 kVA , e 25% para os demais;
- Para cargas de tomadas: 20% da carga total;
- Para os motores: a depender do tipo de motor existente, aplica-se as tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 da NTD 6.07 (CEB, 2014).

2.3 Cemig Distribuição S.A.

A Cemig Distribuição S.A. (Cemig D) é a maior distribuidora de energia elétrica do Brasil em extensão de rede, atendendo aproximadamente 96% do estado de Minas Gerais (CEMIG, 2020). A Cemig D faz parte do grupo Cemig, grupo esse que conta hoje com centenas de empresas e participações em 24 estados brasileiros e no Distrito Federal, atuando nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e ainda na distribuição de gás natural.

A norma da Cemig D que regulamenta os procedimentos a serem adotados para edificações de múltiplas unidades é a norma de distribuição ND-5.2, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Coletivas.

A ND-5.2 (CEMIG D, 2017) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos e prever o método da carga instalada para a demanda do condomínio, sendo previsto um fator de segurança de 1,4 sobre a demanda dos apartamentos. A demanda total da edificação é dada pela seguinte expressão:

$$D = D1 + D2 \quad (2.5)$$

- D : demanda da edificação residencial;
- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- $D2$: demanda do condomínio, lojas e outros.

A demanda dos apartamentos é calculada pela seguinte expressão:

$$D1 = 1,4 \cdot f \cdot a \quad (2.6)$$

- f : fator de multiplicação de demanda, previsto na tabela 10 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017);
- a : demanda por apartamento em função de sua área útil, previsto na tabela 11 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017).

A demanda do condomínio, lojas e outros é calculado pela soma das demandas dos equipamentos nele existentes, com a demanda sendo dada pela seguinte expressão:

$$D2 = a + b + c + d + e + f \quad (2.7)$$

- *a*: demanda referente a iluminação e tomadas, com fatores de demanda previstos nas tabelas 12 e 20 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017);
- *b*: demanda relativa aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento, com fatores de demanda previstos nas tabelas 14 e 21 da ND-5.2 e aplicados de forma separada para os seguintes grupos:

*b*1: chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;

*b*2: aquecedores de água por acumulação ou por passagem;

*b*3: fornos, fogões e aparelhos tipo “Grill”;

*b*4: máquinas de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louças e ferro elétrico;

*b*5: demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, torradeira, liquidificador, batedeira, exaustor, ebulidor, etc.).

- *c*: demanda dos aparelhos condicionadores de ar, previsto na tabela 13 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017).

No caso de condicionador central de ar, utilizar fator de demanda igual a 100%.

- *d*: demanda de motores elétricos, previsto nas tabelas 15 e 16 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017).
- *e*: demanda de máquinas de solda e transformador, determinada por:

100% da potência do maior aparelho;

70% da potência do segundo maior aparelho;

40% da potência do terceiro maior aparelho;

30% da potência dos demais aparelhos.

No caso de máquina de solda a transformador com ligação V-v invertida, a potência deve ser considerada em dobro.

- f : demanda dos aparelhos de raios-X, determinada por:
 - 100% da potência do maior aparelho;
 - 10% da potência dos demais aparelhos.

2.4 Fecoerusc

A Federação das Cooperativas de Energia e Desenvolvimento Rural de Santa Catarina (FECOERUSC) beneficia com energia elétrica, através das suas 22 filiais, 171.000 propriedades catarinenses, atendendo uma população de cerca de 650.000 usuários (FECOERUSC, 2020). A norma da Fecoerusc que define os padrões para edificações de múltiplas unidades consumidoras é a FECO-D-06, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica a Edifícios de Uso Coletivo.

A FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010) determina que o projetista pode adotar o critério que julgar mais conveniente para o cálculo da demanda total de edificação de múltiplas unidades. Porém, a mesma norma determina que os valores de demanda não podem ser inferiores aos calculados pelo método descrito na seguinte expressão:

$$DT = 1,2 \cdot (D1 + D2) + E + G \quad (2.8)$$

- DT : demanda total da edificação;
- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- $D2$: demanda do condomínio;
- E : demanda de cargas especiais (saunas, centrais de refrigeração ou aquecimento, iluminação de quadras esportivas, etc.);
- G : demanda referente a lojas, escritórios e outros.

A demanda $D1$ corresponde a demanda dos apartamentos que compõe a edificação, sendo calculada pelo critério da área útil. Para apartamentos com área útil não superior a 400 m^2 , $D1$ é calculado da seguinte forma:

$$D1 = F \cdot A \quad (2.9)$$

- A : demanda por apartamento em função de sua área útil, previsto no anexo F da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010);
- F : fator de diversidade em função do número de apartamentos, previsto no anexo G da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010).

Se a área útil dos apartamentos for superior a $400 m^2$, a demanda A prevista no anexo F da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010) não é aplicada. Devendo ser calculada a demanda por apartamento pela seguinte fórmula:

$$Y = 0,034939 \cdot X^{0,895075} \quad (2.10)$$

- Y : demanda do apartamento em kVA ;
- X : área útil do apartamento.

A demanda $D2$ representa a demanda do condomínio da edificação, sendo calculada pelo critério da carga instalada e definido pela seguinte expressão:

$$D2 = B + C + D \quad (2.11)$$

- B : demanda referente à iluminação das áreas comuns (áreas do condomínio), devendo aplicar um fator de demanda de 100% para os primeiros 10 kW e 25% para a carga excedente, de acordo com a FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010);
- C : demanda referente às tomadas de corrente das áreas comuns (áreas do condomínio), devendo aplicar um fator de demanda de 20% para a carga total, de acordo com a FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010);
- D : demanda referente aos motores elétricos, com fatores de demanda previstos no anexo E da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010).

A demanda das cargas especiais (E) é calculada pelo critério da carga instalada e corresponde a demanda de saunas, centrais de refrigeração ou aquecimento, iluminação de quadras esportivas e similares, devendo aplicar um fator de demanda de 100% sobre a carga total instalada.

A demanda G corresponde a demanda referente a lojas, escritórios e similares, sendo calculada pelo critério da carga instalada. A carga de iluminação, tomadas, aparelhos

de aquecimento, ar-condicionados que não faça parte das edificações de múltiplas unidades, deve está previsto nesta parcela de demanda. Com valores de potências típicos de aparelhos elétricos apresentados no anexo A, e com fatores de demanda de iluminação e tomadas, aparelhos de aquecimento, aparelhos de ar-condicionado apresentados nos anexos B, C e D da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010), respectivamente.

2.5 Grupo CPFL Energia

O grupo CPFL Energia (CPFL ENERGIA, 2020b) atua no setor de geração, distribuição e comercialização de energia elétrica e serviços, sendo uma das maiores empresas do setor elétrico brasileiro. A sua atuação é concentrada nas regiões Sul e Sudeste, nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais, levando energia a 9,6 milhões de clientes. Com a distribuidora CPFL Santa Cruz estando na primeira posição no Ranking da Continuidade do Serviço 2019 (ANEEL, 2019) da ANEEL.

Para o grupo CPFL Energia a norma que descreve os procedimentos de cálculo de demanda de edificações de múltiplas unidades (acima de duas unidades) é a GED-119, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de uso Coletivo. Dependendo do tipo de carga, a norma (CPFL ENERGIA, 2020a) prever complementações entre os critérios de área útil e de carga instalada. Nesse sentido, será apresentado o que a norma prever no cálculo de demanda para edificações residências de múltiplas unidades, não englobando áreas de uso comercial ou industrial, e tais edificações devem ter carga acima de 25 kW.

Inicialmente a norma GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) traz algumas definições gerais que serão necessárias para o cálculo da demanda. São elas:

- Área útil do apartamento: é a medida de superfície da área privativa da unidade consumidora (quarto, sala, cozinha, W.C., varanda, etc) excluídas as projeções de paredes, pilares e demais elementos construtivos (CPFL ENERGIA, 2020a);
- Área útil da administração: é a medida da superfície das áreas de uso coletivo (corredores, salão de festas, casa de máquinas, etc) excluídas as projeções de paredes, pilares e demais elementos construtivos. Conjuntos poliesportivos, piscinas

e jardins iluminados devem ser considerados na área útil da administração (CPFL ENERGIA, 2020a);

- Área útil da edificação: é a soma das áreas úteis dos apartamentos e das áreas úteis da administração (CPFL ENERGIA, 2020a).

De acordo com a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a), a demanda referente às cargas de iluminação e tomadas de uso geral, para a entrada consumidora em edificações residenciais, deve ser calculada tomando-se como base somente as áreas úteis da edificação e considerando 5 W por metro quadrado. Para efeito da soma da carga instalada, não devem ser considerados equipamentos de pequeno porte (com potência de até 1000 W), uma vez que esses equipamentos já estão com suas cargas consideradas no somatório das cargas de tomadas de usos geral.

Com base no apresentado anteriormente, se percebe que a norma GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) utiliza o critério de área útil para determinação da demanda tanto para os espaços de uso particular quanto para os espaços de uso coletivo, quando se trata de carga de iluminação e de tomadas de uso geral. Já para equipamentos com carga acima de 1000 W, a norma GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) prever que seja utilizado a potência declarada no aparelho, utilizando os fatores de demanda constantes da tabela 2, sendo que as potências individuais dos aparelhos devem ser no mínimo iguais às potências individuais indicadas na tabela 3 da respectiva norma.

Para motores elétricos a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) prever as tabelas 4 e 5 para que se possa converter as potências dos motores de cv ou hp para kVA, sendo que esses valores foram obtidos pela média de dados fornecidos por fabricantes. Com relação ao fator de demanda, deve-se aplicar um fator de 100% para o motor de maior potência e de 50% para os demais motores. Se os maiores motores forem iguais, para efeitos de somatório de suas potências, deve-se considerar um fator de demanda de 100% apenas para 1, considerando 50% para os demais.

Para aparelhos de ar-condicionado, a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) prever que seja utilizado uma demanda de 100% quando se tratar de um único aparelho para toda a edificação, ou quando se tratar de uma central por unidade consumidora de uso comercial ou industrial. Para sistemas de refrigeração com Fan-Coil a demanda deve

ser de 75%. E para ar-condicionado do tipo janela, a demanda deve ser determinada de acordo com a tabela 6 da respectiva norma.

Para equipamentos especiais como aparelhos de raios X, máquinas de solda, fornos elétricos a arco, fornos elétricos de indução, retificadores e equipamentos de eletrólise, máquinas injetoras, extrusores de plástico, etc, para a demanda em *kVA* desses equipamentos, deve se considerar um fator de demanda de 100% para o de maior potência, e de 60% para o restante. Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeitos de somatório de suas potências, deve-se considerar um fator de demanda de 100% apenas para 1, considerando 60% para os demais.

A GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) prever ainda, em sua tabela 7, um coeficiente de simultaneidade para edificações residenciais com dois ou mais apartamentos. Esse fator de simultaneidade deve ser considerado apenas sobre a potência dos apartamentos, sendo desconsiderado a potência da administração. Com a demanda total em *kVA* da edificação sendo correspondente ao somatório de todas as demandas existentes na edificação.

2.6 Grupo Enel

A Enel no Brasil (ENEL, 2020) é a maior empresa privada do setor elétrico brasileiro atuando em toda a cadeia energética, com atividades nas áreas de geração, distribuição, transmissão, comercialização e soluções em energia. No setor de distribuição de energia elétrica, o grupo Enel atua nos estados do Rio de Janeiro, Ceará, Goiás e São Paulo, atendendo aproximadamente 17 milhões de clientes residenciais, comerciais, industriais, rurais e do setor público.

A norma tomada como base pelo grupo ENEL no cálculo de demanda de edificações de múltiplas unidades consumidoras é a NTC-04 da Celg Distribuição S.A., intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição. A NTC-04 (CELG D, 2016) traz algumas delimitações e condições específicas para a aplicações dos métodos de cálculo de demanda. Nesse sentido, o método aqui apresentado se aplica somente a edifícios residenciais de uso coletivo que contêm de 4 a 300 apartamentos, cada um com área útil de até 400 m², dotados de chuveiro, aparelho de ar-condicionado,

etc.

A demanda total da edificação residencial é a soma das demandas do condomínio e dos apartamentos, com a demanda dos apartamentos sendo calculada pelo método de área útil e a demanda do condomínio sendo calculada pelo método da carga instalada. O valor mínimo de demanda total da edificação deve ser 21,1 *kVA*, se pelo cálculo de demanda se chegar a um valor inferior, então considera-se 21,1 *kVA* como sendo a demanda total da edificação.

A demanda dos apartamentos é calculada pela multiplicação dos fatores de demanda dos apartamentos em função da área útil pelo fator de carga em função do número de apartamentos, previstos nas tabelas 13 e 14 da NTC-04 (CELG D, 2016). Nesse cálculo, não estão inclusas cargas encontradas em apartamentos de cobertura, tais como saunas e centrais de condicionamento de ar. Essas cargas devem ser tratadas de forma individual pelo critério da carga instalada, com os fatores de demanda previstos nas várias tabelas de fatores de demanda da NTC-04 (CELG D, 2016) de acordo com o tipo de carga existente.

Para o cálculo de apartamentos com área útil superior a 400 *m*² deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$Y = 0,034939 \cdot X^{0,895075} \quad (2.12)$$

- Y: demanda do apartamento em *kVA*;
- X: área útil do apartamento.

A NTC-04 (CELG D, 2016) prever ainda que a demanda total da edificação poderá ser multiplicada por um fator de 1,2 (podendo ser superior a critério da CELG D) para suprir aumentos futuros de carga provenientes do crescimento vegetativo da carga e de equipamentos não projetados.

Conforme a NTC-04 (CELG D, 2016), a demanda do condomínio é calculada pelo método da carga instalada, obedecendo os seguintes fatores de demanda:

- Iluminação: 100% para os primeiros 10 *kW* e 25% para o excedente (CELG D, 2016);
- Tomadas: 20% (CELG D, 2016);
- Motores: aplicar as tabelas 15 e 16 da NTC-04 (CELG D, 2016) para cada potência existente na instalação;

- Outras cargas, tais como, centrais de refrigeração e saunas: deverão ser tratadas de forma individual, aplicando os fatores de demanda das tabelas de fatores de demanda da NTC-04 (CELG D, 2016).

2.7 Grupo Energisa

De acordo com o grupo Energisa (ENERGISA, 2020), o grupo é um dos principais grupos privados de distribuição de energia elétrica do Brasil, sendo o quinto maior do país. A sua atuação se entende por 862 municípios e está presente em todas as regiões do Brasil, possuindo comprovada experiência em distribuição, transmissão e comercialização, além de oferecer serviços e soluções integradas para o mercado de energia elétrica. Com base no Ranking da Continuidade do Serviço 2019 (ANEEL, 2019), o grupo Energisa possui seis de suas distribuidoras entre as dez primeiras do ranking, para distribuidoras com número de unidades consumidoras acima de 400.000, se consolidando como um dos principais grupos do país.

Para o cálculo da demanda de múltiplas unidades consumidoras, o grupo Energisa normatiza o procedimento de cálculo pela norma de distribuição unificada 003 (NDU 003), intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária a Agrupamentos ou Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras Acima de 3 Unidades Consumidoras.

De acordo com a norma citada (ENERSISA, 2019b), a demanda total da edificação é calculada com base na soma de duas demandas:

$$D = D1 + D2 \quad (2.13)$$

- D : demanda total da edificação de múltiplas unidades;
- $D1$: demanda das unidades consumidoras residências;
- $D2$: demanda do condomínio, lojas e outros.

A demanda $D1$ é calculada com base na NDU 003 (ENERSISA, 2019b), sendo descrita matematicamente pela seguinte expressão:

$$D1 = f \cdot a \quad (2.14)$$

- f : fator de multiplicação de demanda;
- a : demanda por apartamento em função de sua área útil.

Os valores de a e f são obtidos diretamente por meio de tabela. A partir do valor da área útil da edificação, se obtêm o valor de a ; e partir do número de unidades do grupo, se obtêm o valor de f , sendo possível calcular a demanda $D1$.

A NDU 003 define alguns critérios a serem seguidos no cálculo da demanda total. Entre outros, pode ser citado:

- As previsões de aumento de carga e cargas reservas não devem ser consideradas no cálculo da demanda (ENERSISA, 2019b);
- Nos cálculos para o dimensionamento da proteção geral do CM (Centro de Medição) ou do QDG (Quadro de Distribuição Geral), não deverá levar em consideração as cargas que estão instaladas antes da mesma. Portanto, o cálculo de demanda do condomínio (se este estiver antes da proteção geral) e sistema de combate a incêndio (se este for derivar da medição de condomínio), deverá ser independente do cálculo da proteção geral do CM e/ou QDG (ENERSISA, 2019b);
- O dimensionamento para os condutores que irão atender a medição do condomínio, quando derivados antes da proteção geral, será calculado pela maior demanda entre a carga do condomínio e do sistema de combate a incêndio (ENERSISA, 2019b);
- Para o dimensionamento do alimentador principal, independentemente do local de derivação da unidade do condomínio, antes ou após a proteção geral, as cargas do condomínio deverão ser incluídas nos cálculos, já as cargas do sistema de combate a incêndio não farão parte dos cálculos (ENERSISA, 2019b);
- Quando o valor da demanda individual de alguma unidade for superior ao valor da demanda total D , sendo $D1 = f \cdot a$, a demanda D poderá ser calculada seguindo os critérios do item 15 da NDU 001 (ENERSISA, 2019b);
- Definição: Centro de Medição é o local reservado à instalação dos módulos de distribuição e medição de energia elétrica (ENERSISA, 2019b).

Na NDU 003 (ENERSISA, 2019b) é previsto duas formas distintas para o cálculo da demanda total da instalação, quando existem grupos de unidades de consumo diferentes. A primeira é por meio da separação de múltiplas unidades consumidoras em conjuntos de unidades de mesma área. Então é feito o cálculo da demanda de cada grupo individualmente e somado às demandas dos respectivos grupos, resultando na demanda total. Essa primeira forma só é válida se todos os grupos forem compostos por no mínimo quatro unidades consumidoras individuais. Já na segunda forma, é feito a média da área de todas as unidades consumidoras existentes, sendo calculado a demanda total de uma única vez.

Nesse cálculo não se leva em consideração a potência instalada na edificação, as variáveis levadas em consideração são a área útil da edificação e o número de unidades existentes. Os fatores a e f são definidos nas tabelas 04 e 03, respectivamente, da NDU 003 (ENERSISA, 2019b). Essa norma apresenta ainda fatores de segurança a serem utilizados na parcela de demanda referente a $D1$, sendo utilizado de forma facultativa pelo projetista.

Por outro lado, a demanda $D2$ é calculada com base na NDU 001, intitulada de Forneimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras. Nesse caso, o cálculo é realizado com base na potência instalada dos circuitos terminais e em fatores de demanda.

A demanda $D2$ é expressada pela soma de diversos fatores que dependem dos tipos de carga existentes. Entre outros fatores trazidos na NDU 001 (ENERSISA, 2019a), que compõem a parcela de demanda referente a $D2$, podem ser citados os seguintes:

$$D2 = d1 + d2 + d3 + d4 \quad (2.15)$$

- $D2$: demanda total;
- $d1$: demanda de iluminação e tomadas;
- $d2$: demanda dos aparelhos para aquecimento de água (chuveiros, aquecedores, torneiras etc.);
- $d3$: demanda secador de roupa, forno de micro-ondas, máquina de lavar louça e hidro massagem;

- $d4$: demanda dos aparelhos de ar-condicionado.

Os fatores de demanda ($d1$, $d2$, e $d3$) podem ser consultados nas tabelas 3, 4 e 5 da NDU 001 (ENERSISA, 2019a). Para $d4$, os fatores de demanda podem ser consultados nas tabelas 8 e 9, a depender do tipo de aparelho utilizado, da mesma norma.

2.8 Grupo Equatorial Energia

O grupo Equatorial Energia possui forte atuação nos segmentos de distribuição, transmissão, geração e comercialização de energia elétrica (EQUATORIAL ENERGIA, 2020). No setor de distribuição de energia elétrica, sua atuação se estende pelas regiões Norte e Nordeste, atendendo os estados do Maranhão, Pará e Piauí, e parte do estado de Alagoas, correspondendo a quase 10% do total de consumidores brasileiros e 6,5% do mercado de distribuição do País. Com a distribuidora Equatorial PA estando na segunda posição no Ranking da Continuidade do Serviço 2019 (ANEEL, 2019) da ANEEL.

A norma que regulamenta os padrões de distribuição de energia elétrica para edificações com múltiplas unidades consumidoras do grupo Equatorial Energia é a NT.004.EQTL.Normas e Padrões, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras.

A NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019) divide as edificações de múltiplas unidades consumidoras em do tipo residencial, comercial e misto. O critério de área útil é utilizado para determinar a demanda dos apartamentos nas edificações com múltiplas unidades consumidoras residenciais. Para a demanda do condomínio das edificações residenciais e para as cargas do tipo comercial, é utilizado o critério de carga instalada. No cálculo da demanda total da edificação, é considerado um fator de segurança de 1,4, a ser multiplicado pela soma da demanda do condomínio e da demanda dos apartamentos tipo. As cargas comerciais, industriais etc não devem ter suas demandas multiplicadas pelo respectivo fator de segurança. Dessa forma, a demanda total da edificação residencial é dada por:

$$D = (D1 + D2) \cdot 1,4 \quad (2.16)$$

- D : demanda total da edificação;
- $D1$: demanda dos apartamentos tipo, calculada pelo critério da área útil;
- $D2$: demanda do condomínio, calculada pelo critério da carga instalada.

A demanda dos apartamentos tipos é calculada pelo método de área útil e descrito pela seguinte expressão matemática:

$$D1 = S \cdot f \quad (2.17)$$

- $D1$: demanda dos apartamentos tipo;
- S : demanda por apartamento residencial em função da área útil, previsto na tabela 22 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019);
- f : fator para diversificação da demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação, previsto na tabela 23 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019).

A NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019) traz varias tabelas com fatores de demanda para diversos de tipos de cargas, entre outros fatores trazidos na norma que compõem a parcela de demanda, podem ser citados os seguintes:

$$D2 = a + b + c \quad (2.18)$$

- $D2$: demanda total da carga instalada;
- a : demanda de iluminação e tomadas, com os fatores de demanda previstos nas tabelas 3 e 4 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019);
- b : demanda de aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento, com os fatores de demanda previstos na tabela 6 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019);
- c : demanda dos aparelhos condicionadores de ar, com os fatores de demanda previstos nas tabelas 7 e 8 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019).

Se a edificação com múltiplas unidades residências possuir mais de um apartamento tipo na sua estrutura, deve ser calculado a demanda para os grupos de apartamentos tipo e depois deve somar todas as demandas dos grupos existentes com a do condomínio e multiplicar pelo fator de segurança de 1,4.

2.9 Neoenergia

Conforme a Neoenergia (NEOENERGIA, 2020), ela é uma companhia de capital aberto com atuação nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. No setor de distribuição de energia, a Neoenergia atua em 4 estados do Brasil (Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e São Paulo), atendendo a mais de 34 milhões de pessoas e sendo atualmente uma das líderes do setor elétrico do país.

A Neoenergia normatiza o procedimento de cálculo da demanda de múltiplas unidades consumidoras por meio da norma NOR.DISTRIBU-ENGE-0022, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica à Edificações com Múltiplas Unidades Consumidoras. De acordo com a norma citada (NEOENERGIA, 2017), a demanda total prevista para a instalação e considerada para a entrada de serviço deve ser calculada com base na seguinte expressão:

$$Df = (Dr \cdot Fr) + Ds + Dc \quad (2.19)$$

- Df : demanda total da instalação;
- Dr : demanda total dos apartamentos residenciais, calculada pelo método da área útil;
- Fr : fator de segurança;
- Ds : demanda do condomínio, calculada pelo método da carga instalada;
- Dc : demanda das cargas comerciais, calculada pelo método da carga instalada.

O fator $Dr \cdot Fr$ corresponde a demanda do grupo de múltiplas unidades do mesmo tipo. Para o seu cálculo a NOR.DISTRIBU-ENGE-0022 faz uma série de considerações, sendo descrito o procedimento de cálculo no anexo I da norma citada. De acordo com essa norma (NEOENERGIA, 2017), a demanda para a área residencial Dr deve ser calculada pelo critério da área útil, conforme as seguintes instruções:

- Calcula-se a área útil do apartamento com base na planta do pavimento (NEOENERGIA, 2017);
- Determina-se a demanda por apartamento com base na área útil, previsto no quadro 2 da norma NOR.DISTRIBU-ENGE-0022 (NEOENERGIA, 2017);
- Determina-se o fator de coincidência em função do número de apartamentos residenciais da edificação, previsto no quadro 3 da norma NOR.DISTRIBU-ENGE-0022 (NEOENERGIA, 2017);
- Multiplica-se a demanda do apartamento obtida em função da área, pelo número de apartamentos da edificação e pelo fator de coincidência (NEOENERGIA, 2017);
- Se a demanda da área residencial calculada da forma acima não superar 26 kVA, recalcula a demanda pelo método da potência instalada e considera o menor valor entre o método da potência instalada e o valor de 26 kVA como a prevista para a carga (NEOENERGIA, 2017).

A NOR.DISTRIBU-ENGE-0022 (NEOENERGIA, 2017) prever ainda a utilização de um fator de segurança a ser utilizado de forma obrigatória, sendo em função de D_r , e estando previsto no quadro 1 da respectiva norma.

Os fatores D_s e D_c são calculados pelo método de carga instalada. Com a potência instalada devendo ser determinada com base na potência nominal média dos equipamentos previstos e padronizados na tabela 3 do anexo II da NOR.DISTRIBU-ENGE-0022 (NEOENERGIA, 2017). Os fatores de demanda a serem considerados estão previstos no quadro 4, da mesma norma, para iluminação e tomadas, e nos quadros 5, 6, 7, 8, 9 e 10 para equipamentos elétricos em geral.

2.10 Oliveira Energia

Oliveira energia (OLIVEIRA ENERGIA, 2020) é uma empresa amazonense que atende hoje a mais de 2 milhões de pessoas através da locação de usinas termelétricas de energia e de grupos de geradores de energia, sendo especializado nos mercados isolados do Amazonas e Roraima.

De acordo com a Eletrobras (ELETROBRAS, 2020), no processo de desestatização das empresas de distribuição, o controle acionário das distribuidoras Eletrobras Distribuição Roraima (atualmente Roraima Energia) e Eletrobras Distribuição Amazonas (atualmente Amazonas Energia) foi transferido para o consorcio Oliveira Energia nos anos de 2018 e 2019. Embora as duas distribuidoras possuam suas próprias normas, as normas das duas distribuidoras apresentam o mesmo procedimento de cálculo de demanda para edificações de múltiplas unidades consumidoras, por terem como base a norma que a Eletrobras empregava. Nesse sentido, será utilizado a norma da distribuidora Roraima Energia para analisar o procedimento de cálculo de demanda para edificações coletivas.

A distribuidora Roraima Energia normatiza os procedimentos de cálculo de demanda para edificações de múltiplas unidades consumidoras na norma técnica DT-DTE-01/NT-002, intitulada de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações).

A DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020) prever o método da área útil para a demanda dos apartamentos e prever o método da carga instalada para a demanda do condomínio. A demanda total da edificação de múltiplas unidades consumidoras é dada pela seguinte expressão:

$$D = D1 + D2 \quad (2.20)$$

- D : demanda total da edificação;
- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- $D2$: demanda do condomínio, lojas e outros.

A demanda dos apartamentos residenciais ($D1$) é calculada com base em dois fatores que dependem da área útil dos apartamentos tipo e da respectiva quantidade, com a demanda sendo dada pela seguinte expressão:

$$D1 = 1,4 \cdot f \cdot a \quad (2.21)$$

- a : demanda por apartamento em função de sua área útil, prevista na tabela 31 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020);

- f : fator de multiplicação de demanda, previsto da tabela 30 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020).

A demanda do condomínio, lojas e outros é calculada pela soma das demandas dos equipamentos existentes e dada pela seguinte expressão:

$$D2 = a + b + c + d + e + f \quad (2.22)$$

- a : demanda referente a iluminação e tomadas, com os fatores de demanda previstos nas tabelas 24 e 25 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020);
- b : demanda relativa aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento. Os fatores de demanda estão previstos nas tabelas 26 e 27 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020) e devem ser aplicados separadamente para a carga instalada dos seguintes grupos de aparelhos:

$b1$: chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;

$b2$: aquecedores de água por acumulação ou por passagem;

$b3$: fornos, fogões e aparelhos tipo “Grill”;

$b4$: máquina de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louça e ferro;

$b5$: demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, torradeira, liquidificador, batedeira, exaustor, ebulidor, etc).

- c : demanda dos aparelhos condicionadores de ar, com os fatores de demanda previstos na tabela 27 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020):

No caso de condicionador central de ar, utilizar fator de demanda igual a 100%.

- d : demanda de motores elétricos, com os fatores de demanda previstos nas tabelas 20 e 21 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020);
- e : demanda de máquinas de solda a transformador, com os fatores de demanda previstos na tabela 28 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020);
- f : demanda de equipamentos especiais (raios-X, máquina de solda a motor, etc), com os fatores de demanda previstos na tabela 29 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020).

Capítulo 3

Estudo de Caso

O estudo de caso é formado por uma edificação fictícia de múltiplas unidades formada por 16 unidades habitacionais. Ele tem o propósito de fornecer os parâmetros da edificação tomada como base nesse trabalho para o cálculo das demandas.

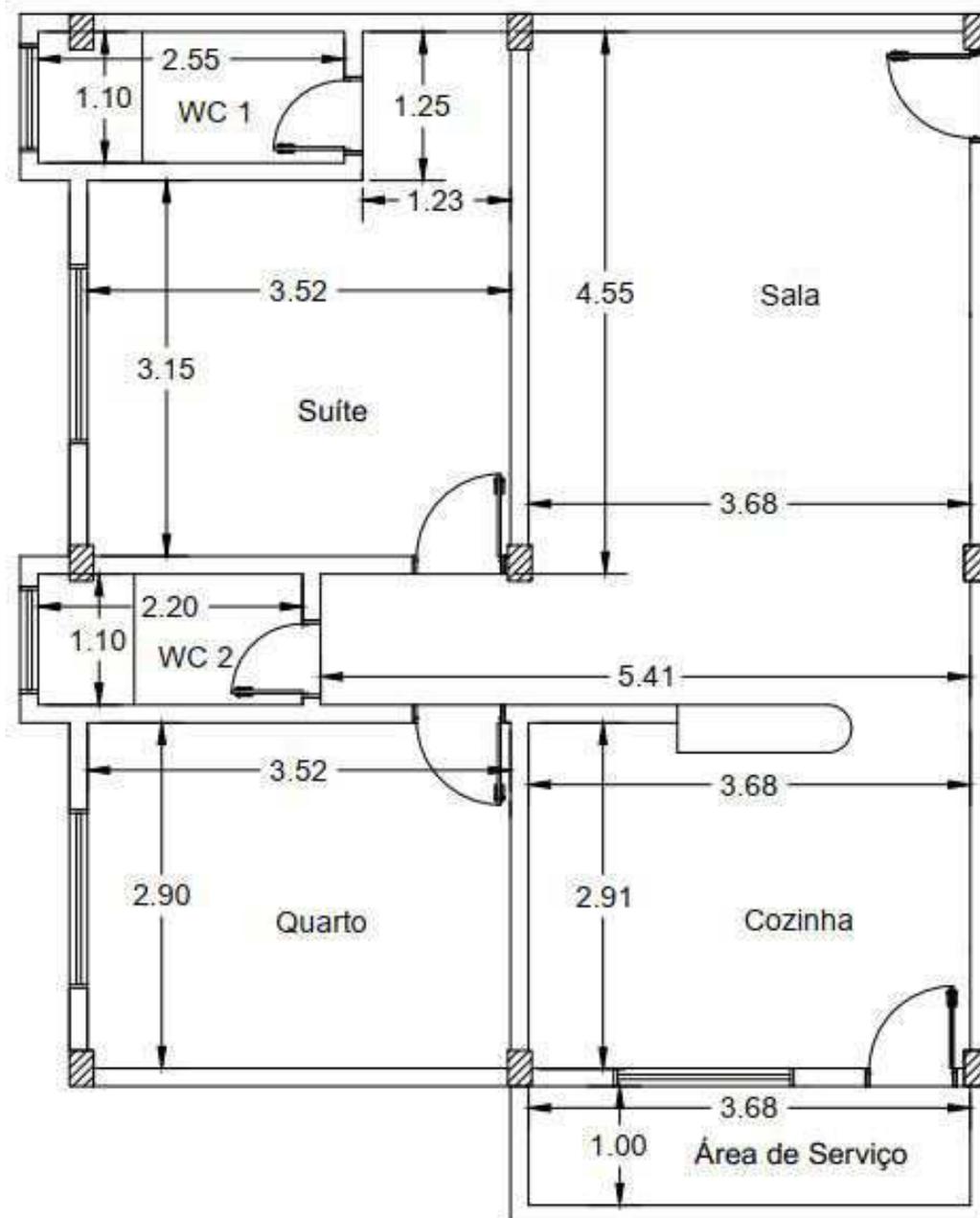
A edificação fictícia de múltiplas unidades é formada por dois apartamentos tipo, apartamento tipo 1 e apartamento tipo 2. A área útil deles é calculada com base nas suas dimensões e a carga instalada é determinada com base no que define a NBR 5410. Para o condomínio da edificação de múltiplas unidades, é apresentado os valores de área útil e de carga instalada, sendo um valor de carga constante para o pavimento térreo acrescido de um valor de carga que depende do número de pavimentos da edificação.

3.1 Apartamentos Tipo

O modelo dos apartamentos tipo podem ser visualizados nas figuras 3.1 e 3.2. Nessas figuras, são apresentadas as dimensões que foram tomadas como base para o cálculo da carga instalada e da área útil. Como área útil foi considerado a área total da residência; já a potência instalada foi calculada com base no que define a NBR 5410, seguindo os seguintes critérios:

- Para a iluminação dos cômodos ou dependências com área igual ou inferior a $6 m^2$, foi previsto uma carga mínima de 100 VA;
- Para a iluminação dos cômodos ou dependências com área superior a $6 m^2$, foi previsto uma carga de 100 VA para os primeiros $6 m^2$ acrescentando 60 VA para cada aumento de $4 m^2$ inteiros;

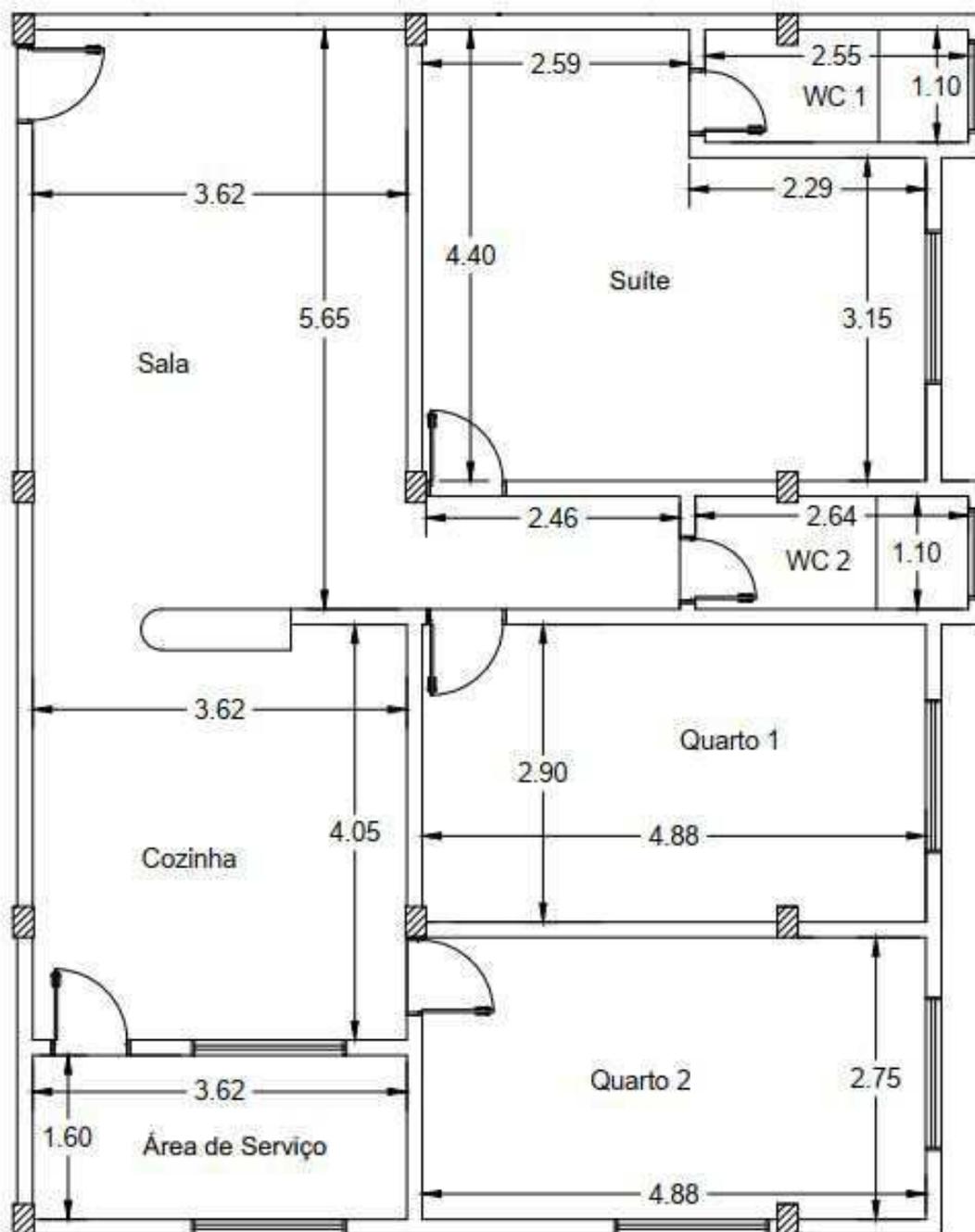
Figura 3.1 – Apartamento tipo 1



Fonte: Próprio Autor

- Nas cozinhas e áreas de serviço, foi previsto um ponto de tomada para cada 3,5 m de perímetro, e foi acrescentado um ponto de tomada para a fração de perímetro restante;
- Nos cômodos ou dependências (com exceção das cozinhas e áreas de serviço), foi previsto um ponto de tomada para cada 5 m de perímetro, e foi acrescentado um ponto de tomada para a fração de perímetro restante;

Figura 3.2 – Apartamento tipo 2



Fonte: Próprio Autor

- Nas cozinhas, banheiros e áreas de serviço, foi previsto uma potência de 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA para os pontos excedentes. Nos demais cômodos ou dependências, foi previsto 100 VA por ponto de tomada;
- Os pontos de carga de uso específico, chuveiro e ar-condicionado, tiveram suas cargas previstas com base em valores médios de equipamentos existentes no

mercado.

Tabela 3.1 – Previsão da carga do apartamento tipo 1

Cômodo	Área (m ²)	Perímetro (m)	Iluminação (VA)	Tomada (VA)	Chuveiro (VA)	Ar-condicionado (VA)
WC 1	2,80	7,30	100	1200	6500	0
Suíte	12,63	15,84	160	400	0	1500
Sala	22,70	22,12	340	500	0	0
WC 2	2,42	6,60	100	1200	6500	0
Quarto	10,21	12,84	160	300	0	1500
Cozinha	10,71	13,18	160	1900	0	0
Área de Serviço	3,68	9,36	100	1800	0	0
Total	65,15	-	1120	7300	13000	3000

Fonte: Próprio Autor

Tabela 3.2 – Previsão da carga do apartamento tipo 2

Cômodo	Área (m ²)	Perímetro (m)	Iluminação (VA)	Tomadas (VA)	Chuveiro (VA)	Ar-condicionado (VA)
Sala	23,12	23,46	340	500	0	0
Suíte	18,61	18,56	280	400	0	1500
WC 1	2,80	7,30	100	1200	6500	0
WC 2	2,90	7,48	100	1200	6500	0
Cozinha	14,66	15,34	220	2000	0	0
Quarto 1	14,15	15,56	220	400	0	1500
Quarto 2	13,42	15,26	160	400	0	1500
Área de Serviço	5,79	10,44	100	1800	0	0
Total	95,45	-	1520	7900	13000	4500

Fonte: Próprio Autor

O termo “ponto de tomada”, citado nos itens anteriores e trazido na NBR 5410, foi utilizado apenas para definir a carga instalada nos apartamentos, não sendo indicados os respectivos pontos nas figuras de representação dos apartamentos.

A carga mínima que a NBR 5410 prever para iluminação e tomadas foi apresentada nas tabelas 3.1 e 3.2. Além dessa carga mínima prevista, foi acrescentada a carga de dois chuveiros elétricos de 6500 VA e dois ares-condicionados de 1500 VA para o apartamento tipo 1; e de dois chuveiros elétricos de 6500 VA e três ares-condicionados de 1500 VA para o apartamento tipo 2.

Dessa forma, a carga e a área útil dos apartamentos tipos são:

- Apartamento tipo 1:

Área total: 65,15 m²;

Carga de iluminação: 1120 VA;

Carga das tomadas: 7300 VA;

Carga dos chuveiros: 13000 VA;

Carga dos ares-condicionados: 3000 VA.

- Apartamento tipo 2:

Área total: 95,45 m²;

Carga de iluminação: 1520 VA;

Carga das tomadas: 7900 VA;

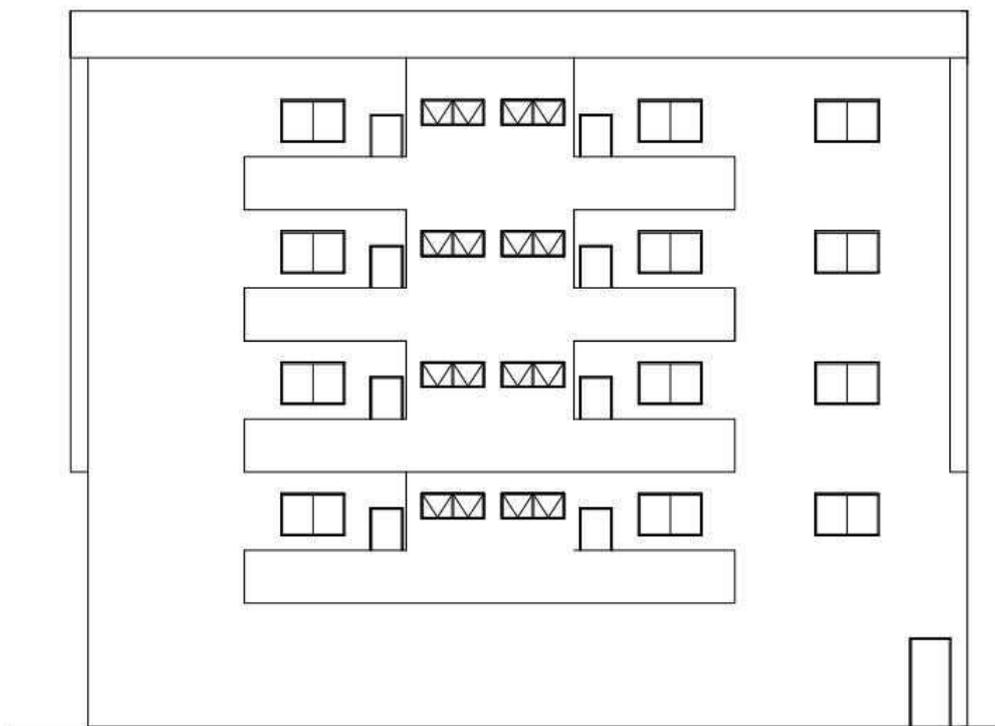
Carga dos chuveiros: 13000 VA;

Carga dos ares-condicionados: 4500 VA.

3.2 Edificação de Múltiplas Unidades Consumidoras

A edificação de múltiplas unidades é formada a partir dos apartamentos tipo, sendo 8 apartamentos do tipo 1 e 8 apartamentos do tipo 2, possuindo 4 pavimentos ao todo sem contar com o pavimento térreo. Cada pavimento tem 4 apartamentos, 2 do tipo 1 e 2 do tipo 2. A definição adotada entre os pavimentos e os apartamentos tipos é necessário para o cálculo da carga do condomínio. Apenas de maneira ilustrativa é apresentada a fachada da edificação fictícia na figura 3.3.

Figura 3.3 – Fachada da edificação fictícia de múltiplas unidades

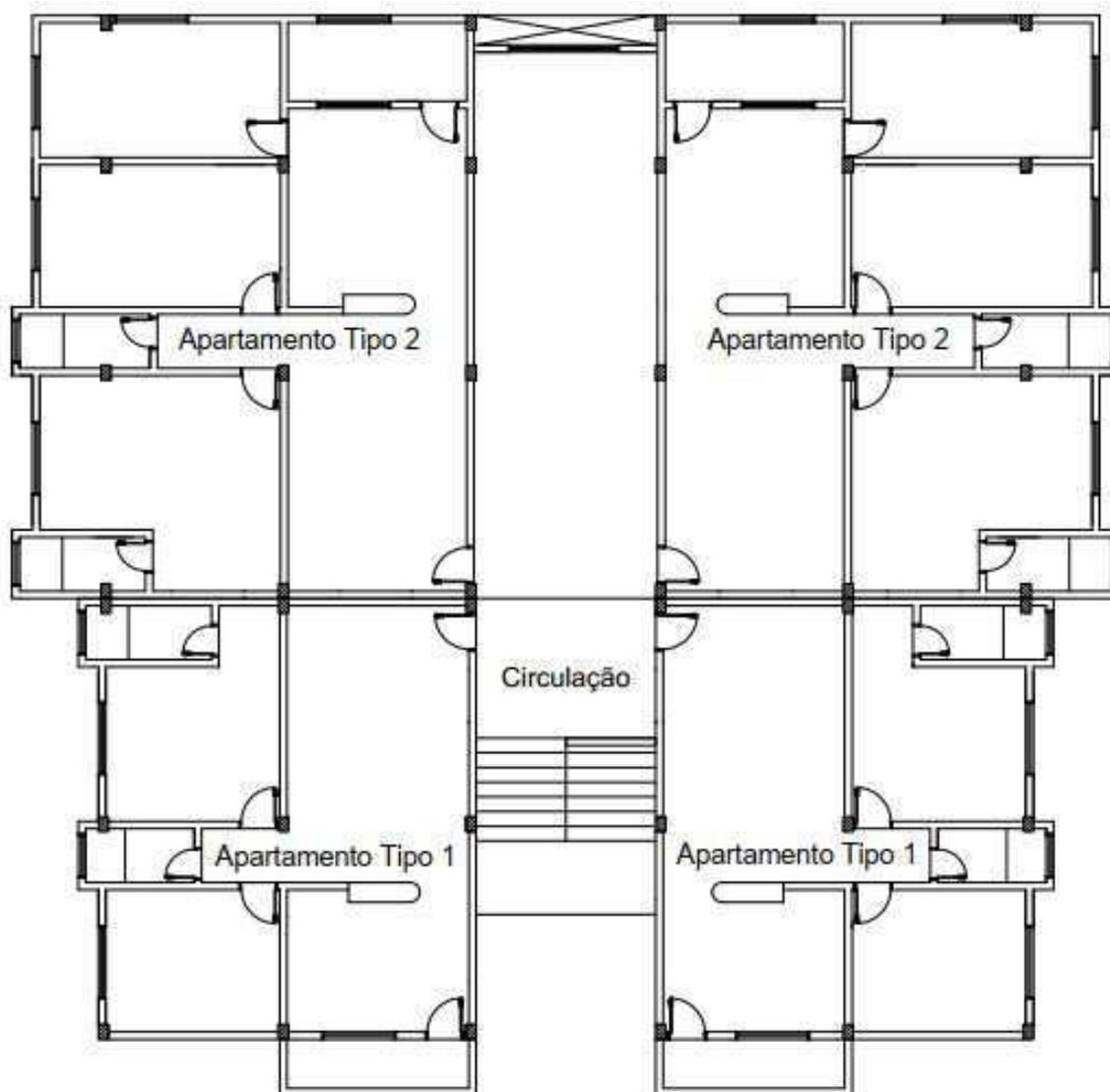


Fonte: Próprio Autor

Dessa forma, a edificação de múltiplas unidades possui a seguinte estrutura:

- Pavimento térreo;
- Pavimento 1: 2 apartamentos do tipo 1 e 2 apartamentos do tipo 2;
- Pavimento 2: 2 apartamentos do tipo 1 e 2 apartamentos do tipo 2;
- Pavimento 3: 2 apartamentos do tipo 1 e 2 apartamentos do tipo 2;
- Pavimento 4: 2 apartamentos do tipo 1 e 2 apartamentos do tipo 2.

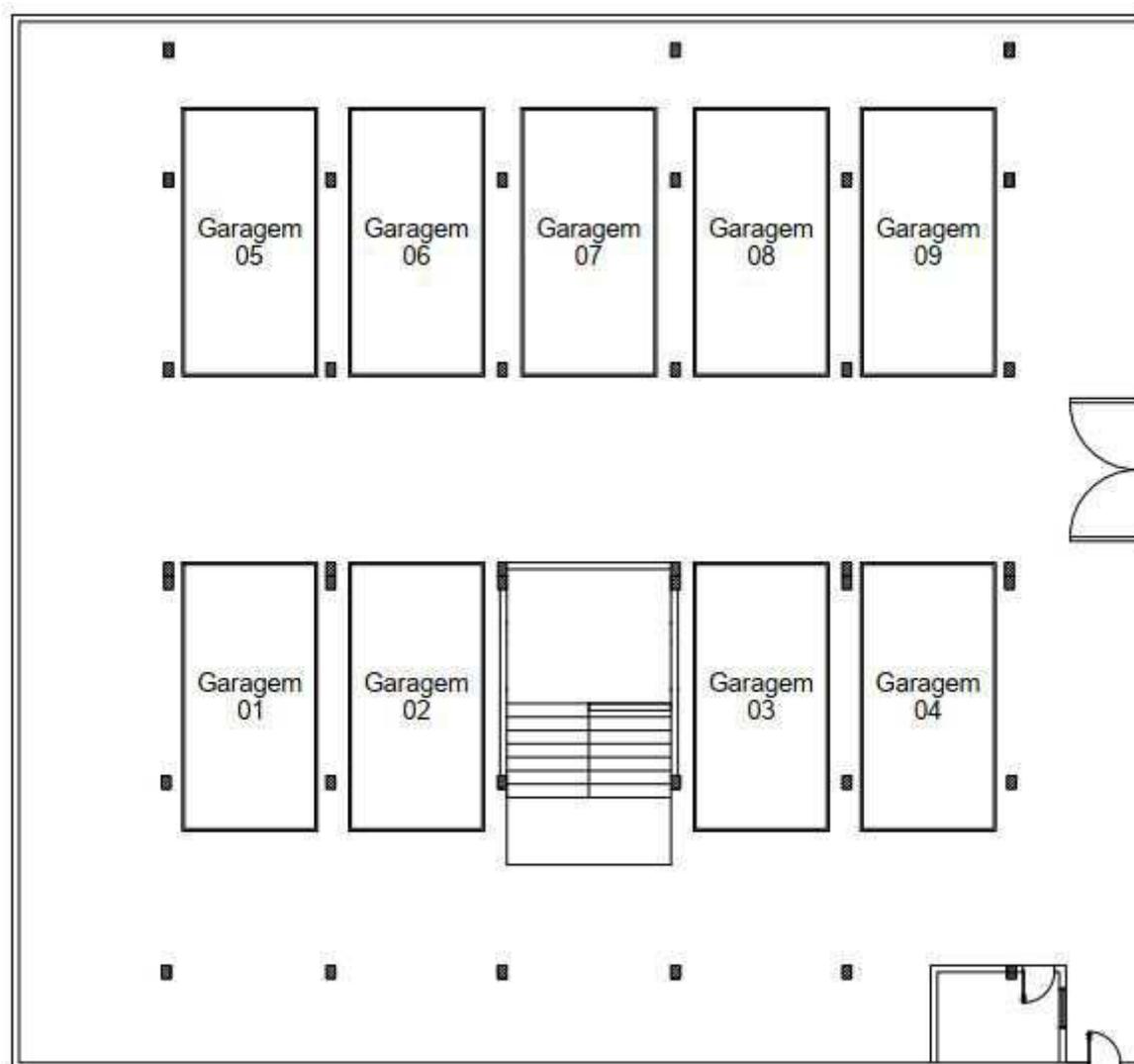
Figura 3.4 – Planta de um pavimento com os 4 apartamentos tipo



Fonte: Próprio Autor

O pavimento térreo possui uma área total de $400 m^2$ com uma carga instalada de $5680 VA$ para iluminação e de $1700 VA$ para tomadas. Já os demais pavimentos

Figura 3.5 – Planta de pavimento térreo



Fonte: Próprio Autor

(referente a parte do condomínio) possuem uma área de 58 m^2 com uma carga instalada de 880 VA para iluminação e de 900 VA para tomadas por pavimento. Portanto, as informações básicas, para o pavimento térreo e para os demais pavimentos, referente a parte do condomínio, são:

- Pavimento térreo;
Área: 400 m^2 ;
Iluminação: 5680 VA ;
Tomadas: 1700 VA .
- Demais pavimentos.
Área: 58 m^2 ;
Iluminação: 880 VA ;

Tomadas: 900 VA.

A tabela 3.3 apresenta as cargas instaladas das partes que compõem a edificação do estudo de caso. Dessa forma, a carga instalada total da edificação é 407,84 kW. A demanda por potência da edificação só chegaria a esse valor, se toda iluminação, tomadas e equipamentos estivessem funcionando em sua capacidade máxima prevista, simultaneamente. O que não condiz com a real utilização das cargas existentes e com a real demanda da edificação por potência da rede de energia elétrica.

Tabela 3.3 – Carga total instalada da edificação do estudo de caso

Edificação	Carga Instalada do Condomínio (kW)		Carga Instalada dos Apartamentos (kW)			
	Iluminação	Tomadas	Iluminação	Tomadas	Chuveiros	Ares-condicionados
Térreo	5,23	1,56	0	0	0	0
Pav. 1	0,81	0,83	4,86	27,97	52,00	13,80
Pav. 2	0,81	0,83	4,86	27,97	52,00	13,80
Pav. 3	0,81	0,83	4,86	27,97	52,00	13,80
Pav. 4	0,81	0,83	4,86	27,97	52,00	13,80
Total	8,46	4,88	19,43	111,87	208,00	55,20

Fonte: Próprio Autor

Dependendo da metodologia de previsão de demanda que as distribuidoras de energia elétrica empregaram, pode ser necessário tanto a carga prevista nas partes que compõem a edificação de múltiplas unidades, como também, pode ser necessário as áreas uteis dessas partes, sendo analisado cada situação no capítulo seguinte de acordo com as necessidades.

No estudo de caso não foi considerada qualquer influência de diferenças regionais ou pessoais existentes no Brasil. A depender da localidade em que a edificação fictícia fosse construída, poderia haver maiores ou menores necessidades de carga, condicionadas a variações climáticas, desenvolvimento regional, poder aquisitivo do cliente, entre outros fatores, não sendo considerado situações específicas desse tipo.

Capítulo 4

Aplicação do Estudo de Caso

Baseado nas informações da edificação de múltiplas unidades e baseado na fundamentação teórica das normas das distribuidoras de energia elétrica, é possível determinar a demanda de energia elétrica necessária para atender a edificação fictícia. Esse capítulo consiste em determinar os valores de demanda de energia elétrica que essas normas preveem, fundamentando os respectivos cálculos.

As normas das concessionárias de energia elétrica possuem metodologias diferentes de cálculo de demanda, com parâmetros e critérios variados. Essas normas utilizam o método de área útil e de carga instalada de diferentes formas, e algumas dão aos projetistas um grau elevado de discricionariedade na previsão da demanda, dependendo do tipo majoritário de carga. Possibilitando até, em algumas situações, o uso facultativo ou obrigatório de fatores de segurança de demanda, ou seja, se calcula a demanda da residência e multiplica por um fator maior do que 1 para dar uma margem de segurança ao projeto.

No cálculo da demanda da edificação fictícia, só foi considerado os fatores de segurança das normas das distribuidoras de energia elétrica que previram a sua utilização de maneira obrigatória, visto que a edificação fictícia não possui nenhuma carga extraordinário ou alguma situação atípica de demanda.

4.1 Companhia de Eletricidade do Amapá

A NTD-03 (CEA, 2010) prever o método da carga instalada no cálculo de demanda de toda a edificação de múltiplas unidades. Nesse contexto, com base nos fatores de

demanda da tabela 02 da NTD-03 (CEA, 2010), é possível determinar a demanda de iluminação e tomadas da edificação.

$$a = 10 \cdot 1 + 110 \cdot 0,2 + 24,64 \cdot 0,1 = 34,46 \text{ kW} \quad (4.1)$$

- *a*: demanda referente a iluminação e tomadas, com os fatores de demanda previstos na tabela 2 da NTD-03 (CEA, 2010).

Para a demanda dos chuveiros elétricos, a NTD-03 (CEA, 2010) prever os fatores de demanda a serem utilizados na sua tabela 06. Com base nesses fatores de demanda e na carga instalada dos chuveiros, é possível calcular a demanda total dos chuveiros da edificação.

$$b = 208,00 \cdot 0,18 = 37,44 \text{ kW} \quad (4.2)$$

- *b*: demanda referente aos aparelhos de aquecimento, com os fatores de demanda previstos na tabela 06 da NTD-03 (CEA, 2010).

Para a demanda dos ares-condicionados, a NTD-03 (CEA, 2010) prever os fatores de demanda a serem utilizados na sua tabela 07. Com base nesses fatores de demanda e na carga instalada dos ares-condicionados, é possível calcular a demanda total dos ares-condicionados.

$$c = 55,20 \cdot 0,6 = 33,12 \text{ kW} \quad (4.3)$$

- *c*: demanda dos aparelhos condicionadores de ar, com os fatores de demanda previstos na tabela 07 da NTD-03 (CEA, 2010).

Somando as demandas de iluminação e tomadas, chuveiros e ares-condicionados, e dividindo pelo fator de diversidade de 1,1 previsto na tabela 09 da NTD-03 (CEA, 2010), se calcula a demanda total da edificação de múltiplas unidades.

$$Demanda \ Total = \frac{34,46 + 37,44 + 33,12}{1,1} = 95,48 \text{ kW} \quad (4.4)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação;
- *g*: fator de diversidade, previsto na tabela 09 da NTD-03 (CEA, 2010).

4.2 CEB Distribuição S.A.

A NTD 6.07 (CEB, 2014) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, expresso em kVA , e prever a método de carga instalada para a demanda do condomínio, expresso também em kVA . Com base nos fatores de demanda dos apartamentos em função da área útil e nos fatores para a diversificação de carga em função do número de apartamentos, previstos nas tabelas 13 e 14 da NTD 6.07 (CEB, 2014), é possível calcular a demanda dos apartamentos da edificação fictícia.

$$D1 = 1,2 \cdot (1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72) = 32,70 \text{ kVA} \quad (4.5)$$

- $D1$: representa a demanda dos apartamentos residências;
- a : demanda por apartamento em função de sua área útil, prevista na tabela 12 da NTD 6.07 (CEB, 2014);
- f : fator para a diversificação de carga em função do número de apartamentos, previsto na tabela 13 da NTD 6.07 (CEB, 2014).

Com relação a demanda do condomínio, como a carga total de iluminação é menor de 10 kVA , se adota um fator de demanda unitário, e para as tomadas se adota um fator de demanda de $0,2$ conforme a NTD 6.07 (CEB, 2014). Somando a demanda de iluminação com a de tomadas, se tem a demanda total do condomínio.

$$D2 = 9,20 \cdot 1 + 5,30 \cdot 0,2 = 10,26 \text{ kVA} \quad (4.6)$$

- $D2$: demanda do condomínio.

Somando a demanda do condomínio com a demanda dos apartamentos e multiplicando pelo fator de potência, se obtêm a demanda total da edificação fictícia em kW .

$$\text{Demanda Total} = (32,70 + 10,26) \cdot 0,92 = 39,52 \text{ kW} \quad (4.7)$$

- Demanda Total : demanda total da edificação.

4.3 Cemig Distribuição S.A.

A ND-5.2 (CEMIG D, 2017) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, expresso em kVA , e prever a método de carga instalada para a demanda do condomínio, expresso também em kVA . Com base nos fatores de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação e nos fatores de demanda por área para apartamentos residenciais, previstos nas tabelas 10 e 11 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017), é possível calcular a demanda dos apartamentos da edificação fictícia.

$$D1 = 1,4 \cdot (1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72) = 38,15 \text{ kVA} \quad (4.8)$$

- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais.

Para o condomínio, a carga instalada total de iluminação e tomadas é $14,50 \text{ kVA}$. Dessa forma, aplicando o fator de demanda de iluminação e tomadas para unidades consumidoras residenciais previsto na tabela 20 da ND-5.2 (CEMIG D, 2017), temos a demanda total do condomínio.

$$D2 = 14,50 \cdot 0,45 = 6,53 \text{ kVA} \quad (4.9)$$

- $D2$: demanda do condomínio.

Somando a demanda do condomínio com a demanda dos apartamentos e multiplicando pelo fator de potência, se obtêm a demanda total da edificação fictícia em kW .

$$\text{Demanda Total} = (38,15 + 6,53) \cdot 0,92 = 41,10 \text{ kW} \quad (4.10)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

4.4 Fecoerusc

A FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, expresso em kVA , e prever a método de carga instalada para a

demanda do condomínio, expresso em kW . Com base nos fatores de demanda por apartamento em função da área útil e de diversidade de carga em função do número de apartamentos, previstos nos anexos F e G da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010), é possível calcular a demanda dos apartamentos da edificação fictícia.

$$D1 = 1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72 = 27,25 \text{ kVA} \quad (4.11)$$

- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- A : demanda por apartamento em função de sua área útil, prevista no anexo F da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010);
- F : fator de diversidade em função do número de apartamentos, previsto no anexo G da FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010).

Com relação a demanda do condomínio, como a carga total de iluminação é menor de 10 kW , se adota um fator de demanda unitário, e para as tomadas se adota um fator de demanda de $0,2$ conforme a FECO-D-06 (FECOERUSC, 2010). Somando a demanda de iluminação com a de tomadas, se tem a demanda total do condomínio.

$$D2 = 8,46 \cdot 1 + 4,88 \cdot 0,2 = 9,44 \text{ kW} \quad (4.12)$$

- $D2$: demanda do condomínio.

Transformando a demanda dos apartamentos para kW , somando a demanda do condomínio e multiplicando pelo fator $1,2$, se obtêm a demanda total da edificação de múltiplas unidades.

$$\text{Demanda Total} = 1,2 \cdot (27,25 \cdot 0,92 + 9,44) = 41,41 \text{ kW} \quad (4.13)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

4.5 Grupo CPFL Energia

O grupo CPFL Energia utiliza o critério de área útil para determinar a demanda de iluminação e tomadas de uso geral de edificações com múltiplas unidades consumidoras, tanto no espaço dos apartamentos quanto no espaço do condomínio, não estando

nessa previsão cargas acima de 1000 W. Portanto, a demanda das cargas dos chuveiros e dos ares-condicionados deve ser calculada pelo critério da carga instalada.

A área total útil total dos apartamentos pode ser obtida multiplicando a área útil deles pela respectiva quantidade. Já a demanda total de iluminação e tomadas de uso geral dos apartamentos é obtida multiplicando a área total útil dos apartamentos por 5 W de acordo com a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a), e dividindo por 1000 se tem a potência em kW. Dessa forma, a demanda total de iluminação e tomadas de uso geral será dado por:

$$D1 = \frac{8 \cdot 65,15 + 8 \cdot 95,45}{1000} \cdot 5 = 6,42 \text{ kW} \quad (4.14)$$

- *D1*: demanda de iluminação e tomadas de uso geral dos apartamentos residenciais.

Em relação aos ares-condicionados, se tem 40 equipamentos com potência de 1500 VA e fator de potência de 0,92, totalizando uma carga instalada de 55,20 kW. Multiplicando a carga instalada pelo fator de demanda previsto na tabela 6 da GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) se obtêm a demanda total dos ares-condicionados.

$$D2 = 55,20 \cdot 0,78 = 43,06 \text{ kW} \quad (4.15)$$

- *D2*: demanda dos ares-condicionados, com os fatores de demanda previstos na tabela 6 da GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a).

Para os chuveiros, se tem 32 equipamentos com potência de 6500 VA e fator de potência 1, totalizando 208,00 kW de carga instalada. Multiplicando a respectiva carga instalada pelo fator de demanda previsto na tabela 2 da GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a), se obtêm a demanda total dos chuveiros.

$$D3 = 208,00 \cdot 0,26 = 54,08 \text{ kW} \quad (4.16)$$

- *D3*: demanda dos chuveiros, com os fatores de demanda previstos na tabela 2 da GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a).

O condomínio possui uma área útil de 400 m^2 no térreo e mais 4 pavimentos com 58 m^2 , totalizando uma área útil de 632 m^2 . Multiplicando a área total útil do condomínio por 5 W de acordo com a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a), e dividindo por 1000 se tem a potência em kW . Logo a demanda de iluminação e tomadas de uso geral do condomínio será dada por:

$$D_c = \frac{632 \cdot 5}{1000} = 2,91 \text{ kW} \quad (4.17)$$

- D_c : demanda do condomínio.

A soma das demandas D_1 , D_2 e D_3 totaliza $103,56 \text{ kW}$, porém para calcular a demanda total dos apartamentos a GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a) prever ainda um coeficiente de simultaneidade a ser considerado sobre essa soma. Portanto, de acordo com a tabela 7 da GED-119 (CPFL ENERGIA, 2020a), se obtêm um coeficiente de simultaneidade de $0,89$ sendo possível calcular a demanda total dos apartamentos.

$$D_a = 103,56 \cdot 0,89 = 92,17 \text{ kW} \quad (4.18)$$

- D_a : demanda dos apartamentos residenciais.

Somando a demanda total dos apartamentos com a demanda total do condomínio, se tem a demanda total de edificação do estudo de caso.

$$\text{Demanda Total} = 92,17 + 2,91 = 95,08 \text{ kW} \quad (4.19)$$

- Demanda Total : demanda total da edificação.

4.6 Grupo Enel

A NTC-04 (CELG D, 2016) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, expresso em kVA , e prever a método de carga instalada para a demanda do condomínio, expresso em kW . Com base nos fatores de demanda dos apartamentos em função da área útil e nos fatores para a diversificação de carga em função do número de apartamentos, previstos nas tabelas 13 e 14 da NTC-04 (CELG D, 2016), se calcula a

demanda dos apartamentos da edificação fictícia.

$$D1 = 1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72 = 27,25 \text{ kVA} \quad (4.20)$$

- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- a : demanda dos apartamentos em função da área útil, prevista na tabela 13 da NTC-04 (CELG D, 2016);
- f : fator para diversificação de carga em função do número de apartamentos, previsto na tabela 14 da NTC-04 (CELG D, 2016).

Para a demanda do condomínio, como a carga total de iluminação é menor de 10 kW, se adota um fator de demanda unitário, e para as tomadas se adota um fator de demanda de 0,2 conforme a NTC-04 (CELG D, 2016). Somando a demanda de iluminação com a de tomadas, se tem a demanda total do condomínio.

$$D2 = 8,46 \cdot 1 + 4,88 \cdot 0,2 = 9,44 \text{ kW} \quad (4.21)$$

- $D2$: demanda do condomínio.

Transformando a demanda dos apartamentos para kW e somando a demanda do condomínio, se obtêm a demanda total da edificação de múltiplas unidades.

$$\text{Demanda Total} = 27,25 \cdot 0,92 + 9,44 = 34,51 \text{ kW} \quad (4.22)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

4.7 Grupo Energisa

As normas do grupo Energisa empregam o método de área útil para a demanda dos apartamentos e empregam o método de carga instalada para a demanda do condomínio. Portanto, a previsão de demanda dos apartamentos foi realizada com base na NDU 003 e a previsão de demanda do condomínio foi realizada com base na NDU 001.

Dessa forma, com base nos fatores a e f que correspondem a demanda por área e a demanda em função do número de unidades habitacionais, respectivamente, e que

podem ser consultados nas tabelas 04 e 03 da NDU 003 (ENERSISA, 2019b), pode ser calculado a demanda dos apartamentos da edificação fictícia. A demanda total dos apartamentos será obtida pela soma das parcelas correspondentes aos apartamentos tipo 1 e tipo 2, que será dada por:

$$D1 = 7,72 \cdot 1,42 + 7,72 \cdot 2,06 = 27,25 \text{ kW} \quad (4.23)$$

- *D1*: demanda dos apartamentos residenciais;
- *a*: demanda por apartamento em função de sua área útil, prevista na tabela 04 da NDU 003 (ENERSISA, 2019b);
- *f*: fator de multiplicação de demanda, previsto na tabela 03 da NDU 003 (ENERSISA, 2019b).

A demanda total do condomínio foi calculada com base nos fatores de demanda previstos na tabela 3 da NDU 001 (ENERSISA, 2019a). Como a norma citada traz a previsão de demanda para iluminação e tomadas em um único item, foi somado as cargas de iluminação e tomadas para ser aplicado o fator de demanda correspondente. Logo a demanda do condomínio será:

$$D2 = 13,34 \cdot 0,24 = 3,20 \text{ kW} \quad (4.24)$$

- *D2*: demanda do condomínio.

Por último, somando a demanda calculada para os apartamentos com a demanda calculada para o condomínio, se tem a demanda total da edificação fictícia.

$$\text{Demanda Total} = 27,25 + 3,20 = 30,45 \text{ kW} \quad (4.25)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

4.8 Grupo Equatorial Energia

O grupo Equatorial Energia utiliza o método de área útil para determinar a demanda dos apartamentos e o método de carga instalada para determinar a demanda

do condomínio. Não se tem um padrão de unidades nas previsões dessas demandas, com o primeiro método sendo expresso em kVA e com as tabelas de fatores de demanda do segundo em kW .

Com base nos fatores S e f , correspondentes à demanda por apartamento residencial em função da área útil e ao fator diversificação da demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação, respectivamente, previstos nas tabelas 22 e 23 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019), pode ser calculado a demanda dos apartamentos da edificação.

$$D1 = 1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72 = 27,25 \text{ kVA} \quad (4.26)$$

- $D1$: demanda dos apartamentos residenciais;
- S : demanda por apartamento residencial em função da área útil, prevista na tabela 22 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019);
- f : fator diversificação da demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação, previsto na tabela 23 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019).

Para a demanda do condomínio, os fatores de demanda estão previstos na tabela 4 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019). Sendo atribuído um fator de demanda de 100% para os primeiros 10 kW e um fator de demanda de 20% para o restante, visto que a segunda parcela de carga não excede a 110 kW .

$$D2 = 10,00 \cdot 1 + 3,34 \cdot 0,2 = 10,67 \text{ kW} \quad (4.27)$$

- $D2$: demanda do condomínio, com os fatores de demanda previstos na tabela 04 da NT.004.EQTL.Normas e Padrões (EQUATORIAL ENERGIA, 2019).

Logo a demanda total da edificação será dada pela soma das demandas dos apartamentos com a demanda do condomínio, multiplicado pelo fator de segurança de 1,4.

$$\text{Demanda Total} = (27,25 \cdot 0,92 + 10,67) \cdot 1,4 = 50,04 \text{ kW} \quad (4.28)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

4.9 Neoenergia

A Neoenergia emprega o método da área útil para o cálculo da demanda dos apartamentos e o método da carga instalada para o cálculo da demanda do condomínio. No caso de edificações de múltiplas unidades, os dois métodos estão previstos na NOR.DISTRIBU-ENGE-022.

Multiplicando o número de apartamentos pelos fatores de demanda do apartamento em função da área útil e de coincidência em função do número de apartamentos, determinados nos quadros 2 e 3 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017), respectivamente, se obtém a demanda dos apartamentos. Logo, a demanda dos apartamentos será dada por:

$$Dr = 8 \cdot 1,47 \cdot 0,9650 + 8 \cdot 2,06 \cdot 0,9650 = 27,25 \text{ kVA} \quad (4.29)$$

- Dr : demanda dos apartamentos residenciais;
- a : demanda do apartamento em função da área útil, prevista no quadro 2 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017);
- f : fator de coincidência em função do número de apartamentos, previsto no quadro 3 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017).

A demanda do condomínio foi calculada com base nos fatores de demanda previstos no quadro 4 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017). A carga instalada de iluminação e tomadas de uso geral foram somadas para a aplicação do respectivo fator de demanda, visto que o quadro 4 traz os dois itens em um único quadro. Portanto, a demanda do condomínio será:

$$Ds = 14,50 \cdot 0,45 = 6,53 \text{ kVA} \quad (4.30)$$

- Ds : demanda do condomínio, com os fatores de demanda previstos no quadro 4 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017).

A NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NEOENERGIA, 2017) prever ainda a utilização de um fator de segurança sobre o valor de demanda dos apartamentos. Dessa forma,

aplicando o fator de segurança do quadro 1 e considerando o fator de potência de 0,92 é possível calcular a demanda total da edificação em kW .

$$Demanda\ Total = (27,25 \cdot 1,30 + 6,53) \cdot 0,92 = 38,60\ kW \quad (4.31)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação;
- *Fr*: fator de segurança, previsto do quadro 1 da NOR.DISTRIBU-ENGE-022 (NE-OENERGIA, 2017).

4.10 Oliveira Energia

A DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020) prever o método de área útil para a demanda dos apartamentos, expresso em kVA , e prever a método de carga instalada para a demanda do condomínio, expresso em kW . Com base nos fatores de demanda por apartamento em função de sua área útil e nos fatores de multiplicação de demanda, previstos nas tabelas 31 e 30 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020), é possível calcular a demanda dos apartamentos da edificação fictícia.

$$D1 = (1,47 \cdot 7,72 + 2,06 \cdot 7,72) \cdot 1,4 = 38,15\ kVA \quad (4.32)$$

- *D1*: demanda dos apartamentos residenciais;
- *a*: fator de demanda por apartamento em função de sua área útil, previsto na tabela 31 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020);
- *f*: de multiplicação de demanda, previsto na tabela 30 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020).

Para o condomínio, a carga instalada total de iluminação e tomadas é $13,34\ kW$. Dessa forma, aplicando o fator de demanda de iluminação e tomadas para unidades consumidoras residenciais previsto na tabela 24 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020), temos a demanda total do condomínio.

$$D2 = 13,34 \cdot 0,45 = 6,00\ kW \quad (4.33)$$

- *D2*: demanda do condomínio, com os fatores de demanda previstos na tabela 24 da DT-DTE-01/NT-002 (RORAIMA ENERGIA, 2020).

Portanto, transformando a potência dos apartamentos para *kW* e somando com a demanda do condomínio, se obtêm a demanda total da edificação fictícia em *kW*.

$$\textit{Demanda Total} = 38,15 \cdot 0,92 + 6,00 = 41,10 \textit{ kW} \quad (4.34)$$

- *Demanda Total*: demanda total da edificação.

Capítulo 5

Análise dos Resultados

Nesse capítulo é feita a análise dos resultados de carga instalada e de demanda da edificação fictícia. Na análise da carga instalada, é dividida toda a carga instalada da edificação em parcelas menores de acordo com os tipos de carga existente, buscando verificar quais as cargas que mais influenciaria na demanda da edificação. Na análise dos resultados de demanda, se busca analisar os métodos de cálculo de demanda que as normas das concessionárias de energia empregam e suas principais características.

5.1 Análise da Carga Instalada da Edificação do Estudo de Caso

As cargas que compõem a edificação podem ser divididas em quatro grupos diferentes, são elas: cargas de iluminação, cargas de tomada, cargas de ar-condicionado e cargas de chuveiro. Dependendo se essas cargas são levadas ou não em consideração no cálculo de demanda, se pode obter valores de demanda que tendam a se aproximar ou não com a demanda real da edificação.

Conforme a tabela 3.3, para o condomínio, a carga instalada de iluminação e tomada correspondem a 8,46 e 4,88 kW, respectivamente. Já para os apartamentos, a carga instalada de iluminação, tomada, chuveiro e ar-condicionado corresponde a 19,43, 111,87, 208,00 e 55,20 kW, respectivamente. A carga total do condomínio é 13,34 kW e a carga total dos apartamentos é 394,50 kW, totalizando 407,84 kW a carga da edificação fictícia.

A carga instalada dos apartamentos da edificação fictícia corresponde a 96,73% da carga instalada total da edificação e a carga instalada do condomínio corresponde a 3,27% da carga instalada da edificação. Dessa forma, quase que toda a carga está presente nos apartamentos.

Na carga instalada dos apartamentos, a parcela de carga de iluminação e tomadas corresponde a 32,19% da carga total da edificação, com a carga dos chuveiros correspondendo a 51,00% e com a carga dos ares-condicionados correspondendo a 13,53%. Portanto, mais de 80% da carga instalada total da edificação está presente apenas nas cargas de iluminação, tomadas e chuveiros dos apartamentos.

5.2 Análise dos Resultados de Demanda da Edificação Fictícia

A tabela 5.1 apresenta os valores de carga instalada, demanda e a porcentagem de demanda sobre o valor de carga instalada da edificação do estudo de caso. O menor resultado de demanda calculado foi 30,45 kW que corresponde 7,47% da carga instalada da edificação, referente a norma do Grupo Energisa; e o maior valor foi 95,48 kW que corresponde a 23,41% da carga instalada, referente a norma da CEA. Portanto, o maior valor de demanda calculado representa mais de três vezes o menor valor de demanda para um mesmo problema proposto.

Tabela 5.1 – Valores de carga instalada, demanda total e fator de demanda da edificação fictícia por concessionária de energia elétrica

Concessionária	Carga Instalada (kW)	Demanda da Edificação (kW)	Fator de Demanda da Edificação (%)
CEA	407,84	95,48	23,41
CEB D	407,84	39,52	9,69
Cemig D	407,84	41,10	10,08
Fecoerusc	407,84	41,41	10,15
Grupo CPFL Energia	407,84	95,08	23,31
Grupo Enel	407,84	34,51	8,46
Grupo Energisa	407,84	30,45	7,47
Grupo Equatorial Energia	407,84	50,04	12,27
Grupo Neoenergia	407,84	38,60	9,46
Oliveira Energia	407,84	41,10	10,08

Fonte: Próprio Autor

Embora todos os valores de demanda obtidos estejam corretos de acordo com as concessionárias de energia, os diferentes resultados de demanda da edificação do estudo de caso é explicado pelas diversas metodologias empregadas nas normas das conc-

sionárias de energia. Metodologias análogas de cálculo de demanda não poderiam, em regra, causar grandes variações nos resultados. A norma do Grupo Energisa, que corresponde ao menor valor de demanda calculada, utiliza o método da área útil no cálculo da demanda dos apartamentos e o método da carga instalada no cálculo da demanda do condomínio. Já a norma da CEA, que corresponde ao maior valor de demanda calculada, utiliza o método da carga instalada no cálculo da demanda de toda a edificação, sem distinção.

A tabela 5.2 apresenta os valores de demanda por concessionária em ordem crescente de demanda, sendo citado o respectivo método de cálculo de demanda empregado e se a norma da concessionária considera ou não fatores de segurança. Das 10 normas analisadas nesse trabalho, 8 delas empregam o cálculo de demanda dos apartamentos de edificações coletivas com base em fatores de demanda por apartamento e fatores de demanda que dependem do número de apartamentos existentes na edificação. Apenas uma norma utiliza o critério da carga instalada no cálculo de demanda dos apartamentos, e também apenas uma norma conjuga o critério da carga instalada com o critério da área útil no respectivo cálculo.

Tabela 5.2 – Métodos de cálculo de demanda dos apartamentos e do condomínio por concessionária de energia elétrica organizados em ordem crescente de demanda apresentando a existência ou não de fatores de segurança obrigatório nas normas das concessionárias

Demanda (kW)	Concessionária	Método dos apartamentos	Método do condomínio	Possui Fator de Segurança Obrigatório
30,45	Grupo Energisa	Área útil	Carga instalada	Não
34,51	Grupo Enel	Área útil	Carga instalada	Não
38,60	Grupo Neoenergia	Área útil	Carga instalada	Sim
39,52	CEB D	Área útil	Carga instalada	Sim
41,10	Cemig D	Área útil	Carga instalada	Sim
41,10	Oliveira Energia	Área útil	Carga instalada	Sim
41,41	Fecoerusc	Área útil	Carga instalada	Sim
50,04	Grupo Equatorial Energia	Área útil	Carga instalada	Sim
95,08	Grupo CPFL Energia	Área útil e carga instalada	Área útil e carga instalada	Não
95,48	CEA	Carga instalada	Carga instalada	Não

Fonte: Próprio Autor

Com relação ao cálculo de demanda do condomínio da edificação coletiva, 9 normas utilizam o método de carga instalada e uma emprega o método da área útil conjugado com o método da carga instalada. Isso ocorre porque a carga do condomínio sofre grandes variações nos tipos de carga existentes. Dependendo da edificação, pode existir grandes cargas como elevadores, motores, centrais de aquecimento ou de refrigeração, e cargas desse tipo possuem grande parcela na demanda total da edificação sendo melhores previstas pelo método da carga instalada. No estudo de caso do presente

trabalho, não foram previstos esses tipos de carga no condomínio da edificação fictícia para se ter uma melhor visualização das variações de demandas encontradas para os apartamentos.

Apesar de grandes cargas deverem ser previstas pelo método da carga instalada independentemente de onde elas estiverem localizadas, seja nos apartamentos ou condomínio da edificação, somente em situações bastantes específicas esses tipos de cargas se fazem presentes em apartamentos; com a maioria das normas das concessionárias de energia nem chegando a prever essa possibilidade, mas devendo ser analisadas sua previsão separadamente pelo responsável técnico do projeto.

As normas em geral das concessionárias de energia elétrica empregam os métodos de cálculo de demanda sem justificar sua utilização. Das 10 normas analisadas nesse trabalho, apenas uma (a do Grupo Equatorial Energia) traz uma breve justificativa do emprego do método da área útil no cálculo da demanda dos apartamentos. Segundo ela (EQUATORIAL ENERGIA, 2019), o método da área útil é mais aconselhável do que o método da carga instalada pois evita o superdimensionamento dos ramais de serviço e do transformador.

No cálculo de demanda em edificações com múltiplas unidades consumidoras, existe uma tendência de haver um superdimensionamento de demanda quando o seu cálculo é feito utilizando o método da carga instalada. Por isso, a grande maioria das concessionárias de energia elétrica empregam o método de área útil no cálculo da demanda dos apartamentos de edificação com múltiplas unidades consumidoras, visto também que as demandas dos apartamentos de edificações similares possuem uma uniformidade.

As normas que utilizam o método da área útil no cálculo da demanda dos apartamentos, com base em fatores de demanda por apartamento e fatores de demanda em função do número de apartamentos, englobam nesse cálculo toda a demanda dos apartamentos, já pressupondo a existência de cargas básicas residenciais como iluminação, tomadas de uso geral, ar-condicionados e chuveiros elétricos, sem levar em consideração a carga real dos equipamentos instaladas. Em duas edificações de múltiplas unidades consumidoras similares com os mesmos espaços físicos e com equipamentos com potências diferentes, pelo método da área útil, as demandas previstas para os

apartamentos seria exatamente as mesmas por não levar em consideração a carga dos equipamentos, mas sim as dimensões físicas da edificação.

Normas pertencentes a grupos de concessionárias de energia elétrica são aplicadas, muitas vezes, em regiões com características variadas, e essas variações regionais tendem, naturalmente, a gerar diferentes demandas. Regiões quentes como o Nordeste há uma tendência de usar mais os ar-condicionados, regiões frias como o Sul há uma tendência de usar mais chuveiros elétricos, regiões com alta renda per capita e clima variável durante o ano, como Brasília, há uma tendência de ocorrer situações mais específicas de carga. Tudo isso acaba influenciando na demanda real da edificação coletiva.

Com tantas variáveis a serem levadas em consideração no cálculo da demanda, a maioria das concessionárias de energia elétrica analisadas prevê, em suas normas, a utilização de fatores de segurança utilizados de maneira obrigatória no cálculo de demanda. Isso proporciona uma maior tolerância na instalação de equipamentos sem gerar risco para a edificação como um todo. As normas que não utilizam esses fatores, facultam o seu uso para situações específicas que tendam a gerar uma maior demanda da edificação, com a utilização ou não dos fatores de segurança ficando a critério do responsável técnico do projeto.

As normas das concessionárias de energia analisadas não empregam um padrão na utilização dos fatores de segurança, ocorrendo bastantes variações no seu uso. Essas variações acontecem tanto nos valores dos respectivos fatores quanto na parcela de demanda a ser multiplicada, com os valores desses fatores implicando em variações de 20 a 40% da demanda calculada.

A tabela 5.3 apresenta os fatores de segurança empregados nas normas analisadas e utilizados no cálculo de demanda da edificação fictícia. As normas que utilizam o critério da carga instalada não preveem a utilização desses fatores, por não ter necessidade do seu uso, pois esse critério já prevê todas as necessidades específicas da edificação. As normas do Grupo Energisa e do Grupo Enel preveem a utilização de fatores de segurança de maneira optativa, com as demais normas analisadas que utilizam o critério da área útil prevendo o uso desses fatores de forma obrigatória.

Entre as normas analisadas, apenas duas consideram fatores de segurança sobre a

Tabela 5.3 – Fatores de segurança por concessionária de energia elétrica

Demanda (kW)	Concessionária	Fator de Segurança (Apartamentos)	Fator de Segurança (Condomínio)
30,45	Grupo Energisa	-	-
34,51	Grupo Enel	-	-
38,60	Grupo Neoenergia	1,3	-
39,52	CEB D	1,2	-
41,10	Cemig D	1,4	-
41,10	Oliveira Energia	1,4	-
41,41	Fecoerusc	1,2	1,2
50,04	Grupo Equatorial Energia	1,4	1,4
95,08	Grupo CPFL Energia	-	-
95,48	CEA	-	-

Fonte: Próprio Autor

demanda do condomínio. A principal consequência desse uso é que nas situações em que existam grandes cargas específicas no condomínio, como sua demanda é calculada pelo método da carga instalada, a edificação tende a ter sua demanda total acima da real, surgindo o mesmo problema que se buscou corrigir com a utilização do método da área útil no cálculo da demanda dos apartamentos.

A figura 5.1 apresenta um gráfico dos 10 resultados de demanda calculados em ordem crescente. Os dois maiores resultados correspondem aos resultados de demanda obtidos a partir das normas do Grupo CPFL Energia e CEA calculados pelo método da carga instalada, com o valores estando bem acima dos demais resultados que empregaram somente o método da área útil no cálculo da demanda dos apartamentos.

Figura 5.1 – Demandas calculadas da edificação do estudo de caso por concessionária de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Por último, na figura 5.2, é apresentado o gráfico com os resultados dos fatores de demanda da edificação do estudo de caso por concessionária de energia elétrica.

Figura 5.2 – Fatores de demanda da edificação do estudo de caso por concessionária de energia elétrica



Fonte: Próprio Autor

Capítulo 6

Conclusão

Portanto, com base nas análises desenvolvidas neste trabalho, temos que não existe padronização nas metodologias empregadas pelas concessionárias de energia elétrica no cálculo de demanda de edificações com múltiplas unidades consumidoras. Temos também, que não existe padrão na unidade de demanda adotada pelas concessionárias, com umas concessionárias adotando *kW* como unidade de demanda e outras adotando *kVA*.

Entre as concessionárias de energia analisadas, temos que o Grupo Energisa, o Grupo Enel, o Grupo Neoenergia, a CEB D, Oliveira Energia, Fecoerusc, e o Grupo Equatorial Energia empregam o método da área útil no cálculo de demanda dos apartamentos e o método da carga instalada no cálculo da demanda do condomínio de edificações coletivas. Além disso, temos que o Grupo CPFL Energia emprega o método da área útil e da carga instalada no cálculo da demanda tanto dos apartamentos quanto do condomínio de edificações coletivas; com a CEA sendo a única concessionária de energia que emprega somente o método da carga instalada no cálculo da demanda de toda a edificação, sem distinção.

Com relação a utilização de fatores de segurança, temos que as duas concessionárias de energia que empregam o método da carga instalada no cálculo da demanda dos apartamentos (CPFL Energia e CEA), não prever a utilização desses fatores. Já entre as demais concessionárias, temos que o Grupo Energisa e o Grupo Enel prever a utilização de fatores de segurança de forma optativa e o restante das concessionárias prever a utilização de fatores de segurança de maneira obrigatória.

6.1 Trabalhos futuros

Alguns aspectos que podem ser analisados a partir dos estudos apresentados nesse trabalho, são eles:

- estudo de monitoramento de demanda em edificações de múltiplas unidades consumidoras em diferentes localidades brasileiras;
- estudo do cálculo de demanda para edificações com quantidade diferente de unidades consumidoras, verificando o comportamento da demanda calculada pelo método da área útil e da carga instalada à medida que o número de unidades consumidoras aumenta.

Referências Bibliográficas

ABNT. *NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

ANEEL. *Ranking da continuidade do serviço 2019*. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/ranking-2019>>. Acesso em: 01 out. 2020.

BRASIL. *Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)*. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm#:~:text=L9427consol&text=LEI%20N%C2%BA%209.427%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201996.&text=Institui%20a%20Ag%C3%Aancia%20Nacional%20de,el%C3%A9trica%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias>. Acesso em: 23 set. 2020.

BRASIL. *Resolução nº 414, de 9 de setembro de 2010. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada*. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2020.

CEA. *Norma Técnica de Distribuição de Energia (NTD-03), de fevereiro de 2010. Fornecimento de Energia Elétrica a Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras*. Companhia de Eletricidade do Amapá, 2010. Disponível em: <https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/CEA_1c410ee35a5f860d9fa22966c7e67f32.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.

CEA. *História*. Companhia de Eletricidade do Amapá, 2020. Disponível em: <<https://cea.portal.ap.gov.br/conteudo/a-cea/historia>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

CEA. *Missão, Visão e Valores*. Companhia de Eletricidade do Amapá, 2020. Disponível em: <<https://cea.portal.ap.gov.br/conteudo/a-cea/missao-visao-e-valores>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

CEB. *Norma técnica de distribuição (NTD-6.07), de dezembro de 2014. Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição a Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras*. CEB Distribuição, 2014. Disponível em: <<http://ceb.com.br/index.php/servicos/informacoes-ceb-separator/normas-tecnicas-col-200>>. Acesso em: 03 out. 2020.

CEB. *CEB Distribuição S.A. Grupo CEB*, 2020. Disponível em: <<http://www.ceb.com.br/index.php/institucional-ceb-separator/ceb-distribuicao-s-a>>. Acesso em: 03 out. 2020.

CELG D. *Norma Técnica CELG D (NTC-04), de maio de 2016. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição*. CELG Distribuição, 2016. Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/go/documentos/NTC04.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

CEMIG. *Quem Somos*. Grupo Cemig, 2020. Disponível em: <<https://novoportal.cemig.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: 12 out. 2020.

CEMIG D. *Norma de Distribuição (ND-5.2), de dezembro de 2017. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Coletivas*. Cemig Distribuição, 2017. Disponível em: <<https://novoportal.cemig.com.br/atendimento/normas-tecnicas/>>. Acesso em: 12 out. 2020.

CPFL ENERGIA. *Norma Técnica (GED-119), de 04 de março de 2020. Fornecimento de Energia Elétrica a Edifícios de Uso Coletivo*. CPFL Energia, 2020. Disponível em: <<http://sites.cpfl.com.br/documentos-tecnicos/GED-119.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2020.

CPFL ENERGIA. *Quem Somos*. CPFL Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/institucional/quem-somos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 out. 2020.

ELETRORBRAS. *Processo de Desestatização das Empresas de Distribuição*. Eletrobras, 2020. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Processo-de-Desestatizacao-das-Empresas-de-Distribuicao.aspx>>. Acesso em: 13 out. 2020.

ENEL. *Enel no Brasil*. Grupo Enel, 2020. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/pt/quemsomos/a201611-enel-brasil.html>>. Acesso em: 10 out. 2020.

ENERGISA. *Sobre o grupo*. Grupo Energisa, 2020. Disponível em: <<http://grupoenergisa.com.br/paginas/grupo-energisa/sobre-o-grupo.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2020.

ENERSISA. *Norma de distribuição unificada (NDU 001), de setembro de 2019. Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras*. Energisa, 2019. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Documents/ndu/NDU%20001%20V6.1.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2020.

ENERSISA. *Norma de distribuição unificada (NDU 003), de junho de 2019. Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária a agrupamentos ou edificações de múltiplas unidades consumidoras acima de 3 unidades consumidoras*. Energisa, 2019. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/NDU%20003%20-%20Fornecimento%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20em%20Tens%C3%A3o%20Prim%20e%20Sec%20a%20Agrupamentos%20Acima%20de%203%20Unidades_V7.1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

EQUATORIAL ENERGIA. *Norma Técnica (NT.004.Normas e Padrões), de 16 de setembro de 2019. Fornecimento de Energia Elétrica a Edifícios de Múltiplas Unidades Consumidoras*. Grupo Equatorial Energia, 2019. Disponível em: <<https://pa.equatorialenergia.com.br/institucional/normas-tecnicas/>>. Acesso em: 05 out. 2020.

EQUATORIAL ENERGIA. *Sobre o Grupo*. Grupo Equatorial Energia, 2020. Disponível em: <https://www.equatorialenergia.com.br/?page_id=9>. Acesso em: 10 out. 2020.

FECOERUSC. *Norma Técnica e Padronização (FECO-D-06), de 01 de outubro de 2010. Fornecimento de Energia a edifícios de Uso Coletivo*. Fecoerusc, 2010. Disponível em: <<http://coopercofal.com.br/upload/socios/FECO-D-06-Fornecimento-de-Energia-a-Edificios-de-uso-Coletivo-COOPERCOCAL4.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2020.

FECOERUSC. *Empresa*. Fecoerusc, 2020. Disponível em: <<http://www.fecoerusc.coop.br/empresa>>. Acesso em: 04 out. 2020.

NEOENERGIA. *Fornecimento de energia elétrica a edificações com múltiplas unidades consumidoras (NOR.DISTRIBU-ENGE-0022), de 05 de dezembro de 2017*. Neoenergia, 2017. Disponível em: <<https://servicos.celpe.com.br/residencial-rural/Pages/Informa%C3%A7%C3%B5es/normas-e-padres.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2020.

NEOENERGIA. *Somos a energia do futuro*. Neoenergia, 2020. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/pt-br/sobre-nos/energia-do-futuro/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2020.

OLIVEIRA ENERGIA. *Sobre Nós*. Oliveira Energia, 2020. Disponível em: <<https://oliveiraenergia.com.br/empresa/>>. Acesso em: 13 out. 2020.

RORAIMA ENERGIA. *Norma Técnica (DT-DTE-01/NT-002), de 15 de julho de 2020. Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações)*. Roraima Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.roraimaenergia.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Norma-T%C3%A9cnica-de-Fornecimento-de-Energia-El%C3%A9trica-a-Edifica%C3%A7%C3%B5es-Coletivas.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2020.