

Reuben Palmer Rezende de Sousa

Relatório de Estágio

Campina Grande, Brasil

11 de agosto de 2014

Reuben Palmer Rezende de Sousa

Relatório de Estágio

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Univesidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Orientador: Tarso Vilela Ferreira

Campina Grande, Brasil

11 de agosto de 2014

Reuben Palmer Rezende de Sousa

Relatório de Estágio/ Reuben Palmer Rezende de Sousa. – Campina Grande,
Brasil, 11 de agosto de 2014-

20 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Tarso Vilela Ferreira

Relatório de Estágio – Univesidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE , 11 de agosto de 2014.

Reuben Palmer Rezende de Sousa

Relatório de Estágio

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado. Campina Grande, Brasil, 11 de agosto de 2014:

Tarso Vilela Ferreira
Orientador

Professor
Convidado

Campina Grande, Brasil
11 de agosto de 2014

À minha presente e futura família.

Agradecimentos

Agradeço à todos que contribuíram ao longo desta intensa e árdua luta para chegar até aqui. Em especial, sou grato:

- a Deus, pelo infinito amor a todos Seus filhos, por este mundo incrível... por tudo;
- à minha família. Em especial ao meu pai e minha mãe, pelas madrugadas à minha espera para abrir o portão de casa, e por terem me dado forças para abrir um portão que leva a um dos tesouros mais nobres da humanidade: o conhecimento;
- ao professor Tarso Vilela, por sua paciência, generosidade e atenção para comigo;
- a Ricardo Amadeu, pela oportunidade concedida de solidificar meu conhecimento adquirido durante a graduação, e pelo carinho e paciência de todos os funcionários de Amadeu Projetos e Construções LTDA;
- aos meus colegas, pelo incentivo, pelos momentos de descontração e companheirismo.

"Se quiser derrubar uma árvore na metade do tempo, passe o dobro do tempo amolando o machado."

Provérbio chinês

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	A Empresa	1
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
2.1	NBR-5410	2
2.1.1	Previsão de Cargas	2
2.1.1.1	Iluminação	2
2.1.1.2	Tomadas	3
2.1.2	Dimensionamento de Condutores	4
2.1.2.1	Critério da seção mínima	4
2.1.2.2	Critério da capacidade de condução de corrente	4
2.1.2.3	Critério do limite de queda de tensão	5
2.1.3	Dimensionamento de Eletrodutos	6
2.2	Normas de Distribuição Unificadas	6
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	9
3.1	Green Valley Residencial	9
3.2	Residencial Macena	9
3.3	Instalação elétrica de uma Residência	10
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
	Referências	12
	ANEXOS	13
	ANEXO A – TABELAS DA NDU-001	14
	ANEXO B – TABELAS DA NDU-003	18

1 Introdução

O estágio supervisionado foi realizado de modo a cumprir as exigências da disciplina de mesmo nome, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. A disciplina é indispensável para obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista e para a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Neste trabalho serão descritas as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado na empresa Amadeu Projetos e Construções LTDA, por meio de um convênio entre a empresa e a Universidade Federal de Campina Grande. O estágio ocorreu no período compreendido entre 29 de abril de 2014 e 18 de julho do mesmo ano, totalizando 180 horas.

Seguindo as normas prescritas da ABNT e da concessionária de energia elétrica correspondente a cada projeto, foram elaborados projetos de instalações elétricas prediais e residenciais, os quais incluíram o planejamento de pontos de luz e tomada necessários a cada ambiente, a divisão de circuitos, levantamento da carga instalada condominial e de cada apartamento, juntamente com a elaboração dos respectivos quadros de carga, e dimensionamento dos quadros de medição.

Foram desenvolvidos os projetos elétricos de uma residência, e de dois condomínios residenciais, denominados Green Valley Residencial, e Residencial Macena, sempre sob a supervisão de engenheiros.

1.1 A Empresa

Fundada em 10 de setembro de 1996, a AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA é uma empresa instalada na cidade de Campina Grande, Paraíba. É composta por uma equipe técnica formada por engenheiros eletricitas e civis, arquitetos, desenhistas especializados na ferramenta AutoCAD[®] e auxiliares administrativos.

A empresa atua no ramo de realização e execução de projetos elétricos residenciais, prediais, industriais e ainda na distribuição de energia elétrica. Todos os projetos, na empresa, são elaborados seguindo as recomendações técnicas prescritas nas normas da ABNT e nas Normas de Distribuição das concessionárias de energia elétrica. Os projetos elétricos envolvem uma equipe formada por estagiários, engenheiros e desenhistas.

Os clientes variam de pessoas físicas a empresas dos setores público e privado, tais quais: Andrade Marinho LMF, UEPB, Clínica Dr. Wanderlei, Cipresa, Construtora Rocha, Alpargatas, Prefeitura Municipal de Campina Grande, Metalúrgica Silvana, Fronteira Engenharia e Paraíba Construções.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão descritos tópicos considerados importantes nas normas utilizadas no projeto de instalações elétricas. As normas que serão analisadas serão a NBR-5410, e, como os projetos desenvolvidos durante o estágio foram voltados para a cidade de Campina Grande, também serão destacadas as NDU 001 e 003 da concessionária Energisa.

É importante observar que as normas serão abordadas sob a perspectiva residencial, uma vez que os projetos elétricos desenvolvidos no estágio foram voltados para essa área.

2.1 NBR-5410

A norma brasileira de instalações elétricas de baixa tensão, mais conhecida como NBR-5410, completará, em outubro deste ano, 73 anos. Nela são estabelecidas condições mínimas (e obrigatórias) necessárias para o correto funcionamento das instalações, garantindo a segurança de pessoas e animais.

Desde sua edição de 1980, que a NBR-5410 baseia-se na norma internacional IEC 60364, apesar de ambas não apresentarem semelhanças em conteúdo, nem estrutural.

A edição mais recente (e tratada neste trabalho) da norma brasileira é do ano de 2004.

É importante destacar que, nesta seção, o termo “norma” se refere à NBR-5410.

2.1.1 Previsão de Cargas

A Norma NBR-5410 estabelece as condições mínimas que devem ser tomadas para a atribuição das potências teoricamente solicitadas nos pontos de tomada e de iluminação.

2.1.1.1 Iluminação

De acordo com o ambiente, são exigidas diferentes quantidade e qualidade de iluminação. São vários os métodos para o cálculo da iluminação:

- Carga mínima exigida pela NBR-5410;
- Método dos lumens;
- Método das cavidades zonais;
- Método do ponto por ponto;

- Método dos fabricantes: Philips, GE, etc.

Entretanto, apenas o primeiro método foi utilizado durante o estágio, e por isso, apenas aquele será tratado neste trabalho.

A norma brasileira estabelece que em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por interruptor.

Apesar da norma não fazer referência a respeito de arandelas de banheiros, por questões práticas, é recomendável que sua instalação seja a, pelo menos, 60 cm do boxe.

Segundo a NBR-5410, para a determinação das cargas mínimas de iluminação pode ser adotado o seguinte critério:

1. em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
2. em cômodos ou dependências com área superior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

2.1.1.2 Tomadas

O número de pontos de tomada é função do tipo de ambiente, bem como dos equipamentos nele utilizados. A norma prescreve os critérios a seguir que estabelecem as condições mínimas:

1. **Banheiros:** deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório. Nenhum interruptor ou tomada de corrente deve ser instalado a menos de 60 cm da porta aberta de uma cabine de banho pré-fabricada;
2. **Cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e lugares análogos:** deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas, no mínimo, duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos separados;
3. **Varandas:** deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, que não necessariamente seja instalado na própria varanda, mas que seja instalado próximo ao seu acesso.
4. **Salas e dormitórios:** deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível. Deve-se observar que um mesmo ponto pode ser utilizado para alimentar vários equipamentos (televisor, tocador de DVD, som, etc.), e, assim, equipá-lo com a quantidade de tomadas adequada.

Os valores mínimos de potência a ser atribuída a cada tomada são:

1. **Banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos:** atribuir no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três, e 100 VA por ponto para as excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de pontos desses ambientes for maior que seis, admite-se, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA para os excedentes, sempre considerando esses ambientes separadamente.
2. **Demais cômodos ou dependências:** atribuir, no mínimo, 100 VA por ponto de tomada.

2.1.2 Dimensionamento de Condutores

Condutor elétrico é todo material que possui a propriedade de conduzir ou transportar energia elétrica. O dimensionamento de um circuito consiste em determinar a menor seção que seus condutores devem ter, respeitando os limites de temperatura do isolamento do mesmo. Isso é necessário, uma vez que a vida útil do condutor é função de sua temperatura de operação.

A NBR-5410 estabelece três critérios para dimensionamento, são eles: critério da seção mínima, critério da capacidade de condução de corrente, e critério do limite de queda de tensão.

2.1.2.1 Critério da seção mínima

Na NBR-5410, são mostradas na Tabela 47 as seções mínimas para condutores de cobre e alumínio, de acordo com a aplicação. Merecem destaque os circuitos de iluminação e força, cujas menores seções são, respectivamente, 1,5 mm² e 2,5 mm² para condutores de cobre.

2.1.2.2 Critério da capacidade de condução de corrente

Através de ensaios ou cálculos, foram determinadas as capacidades de condução de corrente para alguns métodos de instalação considerados de referência. São eles:

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- B1: condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;

- B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: cabo multipolar ao ar livre;
- F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;
- G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Na Tabela 33 da norma são mostrados esses tipos, de acordo com o tipo de linha elétrica. Dependendo do número e tipo de condutores carregados, do tipo de isolamento e da temperatura ambiente, são determinadas as seções mínimas para os condutores. Nas Tabelas 36 e 38 da NBR-5410 são mostradas seções referentes ao isolamento de PVC enquanto que, nas Tabelas 37 e 39 do referido documento, os dados são referentes a isolação de EPR ou XLPE.

2.1.2.3 Critério do limite de queda de tensão

A resistência elétrica dos condutores pode influenciar na tensão terminal dos condutores, que é função do comprimento do condutor, do metal que o constitui e da corrente que o percorre. Cargas alimentadas com tensões inferiores àquelas para as quais foram projetadas pode acarretar mau funcionamento do equipamento.

Assim, são estabelecidos limites máximos para a queda de tensão em condutores, que são mostrados na [Tabela 1](#).

Tabela 1 – Limites de queda de tensão de acordo com a NBR-5410.

Tipo	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir de uma rede de distribuição pública de baixa tensão.	4%	4%
B - Instalações alimentadas por subestação de transformação ou transformador, a partir de uma instalação de alta tensão.	7%	7%
C - Instalações que possuam fonte própria.	7%	7%

2.1.3 Dimensionamento de Eletrodutos

Eletrodutos são elementos que abrigam os condutores, protegendo-os contra solicitações mecânicas, elétricas e ataques químicos do meio externo.

Na NBR-5410 é especificado que apenas eletrodutos não-propagantes de chama são permitidos.

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões deverão permitir a fácil instalação e remoção dos condutores. Assim, é definida uma taxa máxima de ocupação em relação à área de seção transversal dos eletrodutos, que não deverá ser superior a:

- 53% no caso de um condutor ou cabo;
- 31% no caso de dois condutores ou cabos;
- 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos.

Os trechos contínuos e retilíneos de tubulação (sem caixas de passagem) não devem exceder 15 e 30 metros de comprimento para linhas internas e externas às edificações, respectivamente. Esses limites são reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.

2.2 Normas de Distribuição Unificadas

A NBR-5410 estabelece as condições mínimas a serem admitidas no projeto de instalações elétricas de baixa tensão. Mas ainda são utilizadas as normas da concessionária de energia elétrica local. Isso se faz necessário pois, antes da execução do projeto, é preciso submetê-lo (através de um memorial descritivo) para aprovação pela concessionária.

Como os projetos realizados durante o estágio são voltados para a cidade de Campina Grande, são válidas as normas estabelecidas pela concessionária Energisa, denominadas NDU (Norma de Distribuição Unificada). Para Campina Grande se aplicam as especificações correspondentes à Energisa Borborema.

Foram utilizadas:

- NDU-001, que regulamenta o fornecimento de energia elétrica para edificações individuais ou agrupadas em até 3 unidades consumidoras (em tensão secundária);
- NDU-003, que regulamenta o fornecimento de energia elétrica agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras (em tensão primária ou secundária).

As NDU 001 e 003 especificam as condições gerais de fornecimento, determinam critérios para o ramal de ligação, ponto de entrega, aterramento, proteção, medição, definem a padronização para armários para medição, postes, pontaletes, dentre outras normas.

Um procedimento sempre utilizado no memorial descritivo, e que merece destaque, é o cálculo de demanda.

Evidentemente é improvável que todas as tomadas e lâmpadas serão utilizados ao mesmo tempo. Assim, o fator de demanda é aplicado, de forma a reduzir os custos da instalação elétrica. A NDU-001, na seção 14, especifica o cálculo da demanda provável do consumidor, descrito a seguir.

O fator de potência adotado é 0,92, ou seja, a demanda em kW, $D_{(kW)}$, em função da demanda em kVA, $D_{(kVA)}$ é dada por:

$$D_{(kW)} = 0,92D_{(kVA)} \quad (2.1)$$

A demanda em kVA é calculada da seguinte forma:

$$D_{(kVA)} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 \quad (2.2)$$

em que,

- $d_{1(kVA)}$ = demanda de iluminação e tomadas, calculada conforme fatores de demanda da Tabela 2 da NDU-001 ([Figura 1](#), anexo A).
- $d_{2(kVA)}$ = demanda dos aparelhos para aquecimento de água (chuveiros, aquecedores, torneiras etc.) calculada conforme Tabela 3 da NDU-001 ([Figura 2](#), anexo A).
- $d_{3(kVA)}$ = demanda secador de roupa, forno de micro-ondas, máquina de lavar louça e hidromassagem, calculada conforme Tabela 4 da NDU-001 ([Figura 3](#), anexo A).
- $d_{4(kVA)}$ = demanda de fogão e forno elétrico calculada conforme Tabela 5 da NDU-001 ([Figura 4](#), anexo A).
- $d_{5(kVA)}$ = demanda dos aparelhos de ar-condicionado tipo janela residenciais, calculada conforme Tabela 7 da NDU-001 ([Figura 5](#), anexo A); Demanda das unidades centrais de ar condicionado, calculadas a partir das respectivas correntes máximas totais, valores a serem fornecidos pelos fabricantes e considerando-se o fator de demanda de 100%.

Para edificações de uso coletivo, a NDU-003 especifica o cálculo da demanda, que é utilizado para o dimensionamento do ramal de ligação da edificação. A demanda de edificação é calculada da seguinte forma:

$$D = D_1 + D_2 \quad (2.3)$$

sendo:

- D = demanda total da edificação de uso coletivo;
- D_1 = demanda das unidades consumidoras residenciais;
- D_2 = demanda do condomínio, lojas e outros (calculados conforme o procedimento anterior).

A demanda dos apartamentos residenciais é calculada através de:

$$D_1 = af \quad (2.4)$$

em que,

- a = demanda por apartamento em função de sua área útil ([Figura 10](#), anexo B);
- f = fator de multiplicação de demanda ([Figura 9](#), anexo B).

3 Atividades Desenvolvidas

Inicialmente, foi recomendado ao estagiário o estudo da norma NBR-5410, além do estudo das Normas de Distribuição Unificadas 001 e 003 da Energisa. A importância das NDUs está no fato de estas conterem as normas a serem seguidas durante o projeto, para que o mesmo seja aprovado por essa concessionária.

A seguir serão descritos os projetos elétricos realizados durante o período de estágio.

3.1 Green Valley Residencial

O residencial *Green Valley* é formado por 5 pavimentos, sendo um subsolo, um pavimento Térreo e 3 pavimentos tipo - totalizando 12 apartamentos.

Inicialmente, foram definidos pelo estagiário os pontos de tomada e de iluminação, sendo alguns pontos definidos a partir da mobília presente na planta baixa recebida, mas sempre seguindo as prescrições das normas descritas anteriormente. Esse procedimento foi realizado para os apartamentos tipo, e em seguida, para o condomínio.

Em seguida, foram encaminhados os eletrodutos pelo estagiário e o mesmo realizou a divisão de circuitos.

Posteriormente, foram elaborados os quadros de carga correspondentes aos apartamentos tipo e ao condomínio, denominados de QDL e QDC-Guarita, respectivamente. Esses quadros podem ser vistos no Anexo C.

Na área comum do prédio, como escadarias, garagem e corredores, o acionamento das lâmpadas é normalmente realizado por sensores de presença.

A medição do condomínio é realizada separadamente, bem como a medição de cada apartamento tipo.

O dimensionamento da entrada que alimenta os medidores é realizado a partir do cálculo de demanda total prevista para o residencial, descrita anteriormente.

Até o término do estágio, esse projeto ainda não havia sido concluído.

3.2 Residencial Macena

Agora será descrito um projeto elétrico de maior porte. O residencial Macena é composto por 22 pavimentos, sendo 2 subsolos, um pavimento térreo e 22 pavimentos tipo - totalizando 66 apartamentos.

Analogamente ao procedimento realizado no primeiro projeto, foram determinados os pontos de tomada e iluminação, e em seguida, a passagem dos eletrodutos e divisão dos circuitos. Esses procedimentos foram realizados pelo estagiário sob a supervisão de um engenheiro.

A partir da elaboração dos quadros de carga, e da consulta às prescrições da concessionária, determinou-se que a alimentação de todos os apartamentos será trifásica.

Foram utilizados sensores de presença para o acionamento das lâmpadas dos subsolos.

É importante ressaltar que, de forma a facilitar a execução do projeto, a passagem dos eletrodutos que conectam os circuitos do térreo foi realizada através das calhas do subsolo 01.

3.3 Instalação elétrica de uma Residência

Além do primeiro pavimento, a residência é formada por um subsolo, e pelo pavimento térreo.

O procedimento é semelhante ao adotado para os projetos anteriores. Os pontos de iluminação e tomada foram determinados no projeto de arquitetura, e seguiam todas as normas prescritas na NBR-5410. O posicionamento das caixas sextavadas foi realizado de forma a deixá-las, no máximo, a 50 cm do ponto de luz correspondente, conforme pode ser visto no Anexo E.

A demanda total calculada foi de 26,51 kVA, conforme o cálculo especificado no Anexo E.

4 Considerações Finais

O estágio realizado mostrou-se uma experiência desafiadora, uma vez que cada projeto envolve um contexto particular, que exige análise, experiência e bom senso do projetista. Além disso, as normas sempre devem ser observadas e, naturalmente, seguidas, em todo o processo de elaboração do projeto.

Os conhecimentos adquiridos durante a graduação, em especial nas disciplinas de Instalações Elétricas, foram de fundamental importância para a realização do estágio.

Apesar do pouco tempo de estágio, a experiência adquirida mostrou a importância da disciplina de estágio para a concretização dos conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação.

Referências

- 1 CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 15. ed. [S.l.]: LTC, 2007. Nenhuma citação no texto.
- 2 CAVALIN, G.; CERVELIN, S. *Instalações Elétricas Prediais*. 14. ed. [S.l.]: LTC, 2006. Nenhuma citação no texto.
- 3 ABNT. *Norma Brasileira ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão*. [S.l.], 2008. Nenhuma citação no texto.
- 4 ENERGISA. *NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA - NDU-001*. [S.l.], 2010. Nenhuma citação no texto.
- 5 ENERGISA. *NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA - NDU-003*. [S.l.], 2010. Nenhuma citação no texto.

Anexos

ANEXO A – Tabelas da NDU-001

DESCRIÇÃO	POTÊNCIA INSTALADA (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
RESIDÊNCIAS	$0 < P \leq 1$	86
	$1 < P \leq 2$	75
	$2 < P \leq 3$	66
	$3 < P \leq 4$	59
	$4 < P \leq 5$	52
	$5 < P \leq 6$	45
	$6 < P \leq 7$	40
	$7 < P \leq 8$	35
	$8 < P \leq 9$	31
	$9 < P \leq 10$	27
$10 < P \leq 75$	24	
RESTAURANTES E SIMILARES		86
LOJAS E SIMILARES		86
IGREJAS E SIMILARES		86
HOSPITAIS E SIMILARES	para os primeiros 50kVA	40
	para o que exceder de 30kVA	20
HOTEIS E SIMILARES	para os primeiros 20kVA	50
	para os seguintes 80kVA	40
	para o que exceder de 100kVA	30
GARAGEM, ÁREAS DE SERVIÇO E SIMILARES		86
ESCRITÓRIOS	para os primeiros 20kVA	86
	para o que exceder de 20kVA	70
ESCOLAS E SIMILARES	para os primeiros 12kVA	86
	para o que exceder de 12kVA	50
CLUBES E SEMELHANTES		86
BARBEARIAS, SALÕES DE BELEZA E SIMILARES		86
BANCOS		86
AUDITÓRIOS, SALÕES PARA EXPOSIÇÕES E SIMILARES		86
QUARTÉIS E SEMELHANTES	Para os primeiros 15kVA	100
	para o que exceder de 15kVA	40

Figura 1 – Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos (Tabela 2 da norma).

N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1	100	13	43
2	75	14	41
3	70	15	40
4	66	16	39
5	62	17	38
6	59	18	37
7	56	19	36
8	53	20	35
9	51	21	34
10	49	22	33
11	47	23	32
12	45	24	31
		Acima de 24	30

Figura 2 – Fatores de demanda para aparelhos de aquecimento de água (Tabela 3 da norma).

N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1	100
2 a 4	70
5 a 6	60
7 a 9	50
Acima de 9	45

Figura 3 – Fatores de demanda para secadores de roupas, máquina de lavar louça, forno de micro-ondas, e hidromassagem (Tabela 4 da norma).

N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1	100	8	32
2	60	9	31
3	48	10 a 11	30
4	40	12 a 15	28
5	37	16 a 20	27
6	35	21 a 25	26
7	33	Acima de 25	25

Figura 4 – Fatores de demanda para fogões elétricos e fornos elétricos (Tabela 5 da norma).

N.º DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1	100
2	88
3	82
4	78
5	76
6	74
7	72
8	71
9 a 11	70
12 a 14	68
15 a 16	67
17 a 22	66
23 a 30	65
31 a 50	64
Acima de 50	62

Figura 5 – Fatores de demanda para aparelhos de ar-condicionado residenciais tipo janela (Tabela 7 da norma).

VALORES NOMINAIS DO MOTOR							DEMANDA INDIVIDUAL ABSORVIDA DA REDE			
Potência			Cos ϕ	η	Corrente (A) - 220 V -	Corrente (A) - 380 V -	kVA			
Eixo CV	Absorvida da Rede kW	kVA					1 Motor (I)	2 Motores (I)	3 a 5 Motores (II)	Mais de 5 Motores (IV)
1/4	0,391	0,62	0,63	0,47	2,82	1,64	0,62	0,50	0,43	0,37
1/3	0,522	0,74	0,71	0,47	3,34	1,93	0,74	0,59	0,51	0,44
1/2	0,657	0,91	0,72	0,56	4,15	2,40	0,91	0,73	0,64	0,55
3/4	0,890	1,24	0,72	0,62	5,62	3,25	1,24	0,99	0,87	0,74
1,00	1,099	1,48	0,74	0,67	6,75	3,91	1,48	1,19	1,04	0,89
1,50	1,577	1,92	0,82	0,70	8,74	5,06	1,92	1,54	1,35	1,15
2,00	2,073	2,44	0,85	0,71	11,09	6,42	2,44	1,95	1,71	1,46
3,00	3,067	3,19	0,96	0,72	14,52	8,41	3,19	2,56	2,24	1,92
4,00	3,978	4,14	0,96	0,74	18,84	10,91	4,14	3,32	2,90	2,49
5,00	4,907	5,22	0,94	0,75	23,73	13,74	5,22	4,18	3,65	3,13
7,50	7,459	7,94	0,94	0,74	36,07	20,88	7,94	6,35	5,55	4,76
10,00	9,436	10,04	0,94	0,78	45,63	26,42	10,04	8,03	7,03	6,02
12,50	12,105	13,02	0,93	0,76	59,17	34,25	13,02	10,41	9,11	7,81

Figura 6 – Características e demanda de motores monofásicos (Tabela 9 da norma).

VALORES NOMINAIS DO MOTOR							DEMANDA INDIVIDUAL ABSORVIDA DA REDE			
Potência			Cos f	h	Corrente (A) - 220 V -	Corrente (A) - 380 V -	kVA			
Eixo CV	Absorvida da Rede kW	kVA					1 Motor (I)	2 Motores (II)	3 a 5 Motores (III)	Mais de 5 Motores (IV)
1/6	0,250	0,37	0,67	0,49	0,98	0,57	0,37	0,30	0,26	0,22
1/4	0,335	0,48	0,69	0,55	1,27	0,74	0,48	0,39	0,34	0,29
1/3	0,409	0,55	0,74	0,60	1,45	0,84	0,55	0,44	0,39	0,33
1/2	0,566	0,72	0,79	0,65	1,88	1,09	0,72	0,57	0,50	0,43
3/4	0,824	1,08	0,76	0,67	2,84	1,65	1,08	0,87	0,76	0,65
1,0	1,132	1,38	0,82	0,65	3,62	2,10	1,38	1,10	0,97	0,83
1,5	1,577	2,02	0,78	0,70	5,31	3,07	2,02	1,62	1,42	1,21
2,0	1,937	2,39	0,81	0,76	6,28	3,63	2,39	1,91	1,67	1,43
3,0	2,905	3,63	0,80	0,76	9,53	5,52	3,63	2,91	2,54	2,18
4,0	3,823	4,97	0,77	0,77	13,03	7,54	4,97	3,97	3,48	2,98
5,0	4,779	5,62	0,85	0,77	14,76	8,54	5,62	4,50	3,94	3,37
6,0	5,452	6,49	0,84	0,81	17,03	9,86	6,49	5,19	4,54	3,89
7,5	6,900	8,12	0,85	0,80	21,30	12,33	8,12	6,49	5,68	4,87
10,0	9,684	10,76	0,90	0,76	28,24	16,35	10,76	8,61	7,53	6,46
12,5	11,795	12,04	0,98	0,78	31,59	18,29	12,04	9,63	8,42	7,22
15,0	13,630	14,98	0,91	0,81	39,31	22,76	14,98	11,98	10,48	8,99
20,0	18,400	20,67	0,89	0,80	54,26	31,41	20,67	16,54	14,47	12,40
25,0	22,439	24,66	0,91	0,82	64,71	37,46	24,66	19,73	17,26	14,79
30,0	26,927	29,59	0,91	0,82	77,65	44,96	29,59	23,67	20,71	17,75

Figura 7 – Características e demanda de motores trifásicos (Tabela 10 da norma).

POTÊNCIA /DEMANDA	CATEGORIA	N.º DE FIOS	N.º DE FASES	POTÊNCIA/DEMANDA	CONDUTORES (mm ²)				HASTE PARA ATERRAMENTO AÇO COBRE	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo (A))	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (mm)	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	POSTE		PONTALETE		
					RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEX (ALUMÍNIO)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE PVC 70°C)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE EPRXLPE 90°C)	ATERRAMENTO (COBRE)					POSTE DT	POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	FIXAÇÃO COM PARAFUSO (mm)	FIXAÇÃO EMBUTIDO NA PAREDE (mm)	
POTÊNCIA INSTALADA (kW)	M1	2	1	0 < P ≤ 5,5	1x1x10+10	6(6)	6(6)	6	1H 16X2400	30/32	25	20	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
	M2	2	1	5,5 < P ≤ 10,0	1x1x10+10	10(10)	10(10)	10	1H 16X2400	50	25	20	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
	M3	2	1	10,0 < P ≤ 14,0	1x1x16+16	16(16)	16(16)	10	1H 16X2400	70	25	25	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
POTÊNCIA INSTALADA (kW)	B1	3	2	0 < P ≤ 14,0	2x1x10+10	2#10(10)	2#6(6)	6	1H 16X2400	40	32	25	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	B2	3	2	14,0 < P ≤ 17,4	2x1x16+16	2#10(10)	2#10(10)	10	1H 16X2400	50	32	25	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
DEMANDA PROVAVEL (kW)	T1	4	3	0 < D ≤ 24,0	3x1x10+10	3#10(10)	3#6(6)	6	*H 16X2400	40	32	32	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	T2	4	3	24,0 < D ≤ 30,0	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	*H 16X2400	50	32	32	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	T3	4	3	30,0 < D ≤ 42,0	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	10	*H 16X2400	70	40	40	5/7m	300	100X 5/7m	50	50
	T4	4	3	42,0 < D ≤ 58,0	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	*H 16X2400	100	50	50	5/7m	300	100X 5/7m	50	50
	T5	4	3	58,0 < D ≤ 75	3x1x70+70	3#70(35)	3#50(35)	25	*H 16X2400	125	65	75	5/7m	600			

Figura 8 – Dimensionamento das categorias de atendimento - Borborema, Nova Friburgo, Sergipe e Paraíba (Tabela 14 da norma).

ANEXO B – Tabelas da NDU-003

Nº Apto	F. Mult.										
1	*	51	35,90	101	63,59	151	74,74	201	80,89	251	82,73
2	*	52	36,46	102	63,84	152	74,89	202	80,94	252	82,74
3	*	53	37,02	103	64,09	153	75,04	203	80,99	253	82,75
4	3,88	54	37,58	104	64,34	154	75,19	204	81,04	254	82,76
5	4,84	55	38,14	105	64,59	155	75,34	205	81,09	255	82,77
6	5,80	56	38,70	106	64,84	156	75,49	206	81,14	256	82,74
7	6,76	57	39,26	107	65,09	157	75,64	207	81,19	257	82,79
8	7,72	58	39,82	108	65,34	158	75,79	208	81,24	258	82,80
9	8,68	59	40,38	109	65,59	159	75,94	209	81,29	259	82,81
10	9,64	60	40,94	110	65,84	160	76,09	210	81,34	260	82,82
11	10,42	61	41,50	111	66,09	161	76,24	211	81,39	261	82,83
12	11,20	62	42,06	112	66,34	162	76,39	212	81,44	262	82,84
13	11,98	63	42,62	113	66,59	163	76,54	213	81,49	263	82,85
14	12,76	64	43,18	114	66,84	164	76,69	214	81,54	264	82,86
15	13,54	65	43,74	115	67,09	165	76,84	215	81,59	265	82,87
16	14,32	66	44,30	116	67,34	166	76,99	216	81,64	266	82,88
17	15,10	67	44,86	117	67,59	167	77,14	217	81,69	267	82,89
18	15,88	68	45,42	118	67,84	168	77,29	218	81,74	268	82,90
19	16,66	69	45,98	119	68,09	169	77,44	219	81,79	269	82,91
20	17,44	70	46,54	120	68,34	170	77,59	220	81,84	270	82,92
21	18,04	71	47,10	121	68,54	171	77,74	221	81,89	271	82,93
22	18,65	72	47,66	122	68,84	172	77,84	222	81,94	272	82,94
23	19,25	73	48,22	123	69,09	173	78,04	223	81,99	273	82,95
24	19,86	74	48,78	124	69,34	174	78,19	224	82,04	274	82,96
25	20,46	75	49,34	125	69,59	175	78,34	225	82,09	275	82,97
26	21,06	76	49,90	126	69,79	176	78,44	226	82,12	276	83,00
27	21,67	77	50,46	127	69,99	177	78,54	227	82,14	277	83,00
28	22,27	78	51,58	128	70,19	178	78,64	228	82,17	278	83,00
29	22,88	79	51,58	129	70,39	179	78,74	229	82,19	279	83,00
30	23,48	80	52,14	130	70,59	180	78,84	230	82,22	280	83,00
31	24,08	81	52,70	131	70,79	181	78,94	231	82,24	281	83,00
32	24,69	82	53,26	132	70,99	182	79,04	232	82,27	282	83,00
33	25,29	83	53,82	133	71,19	183	79,14	233	82,29	283	83,00
34	25,90	84	54,38	134	71,39	184	79,24	234	82,32	284	83,00
35	26,50	85	54,94	135	71,59	185	79,34	235	82,34	285	83,00
36	27,10	86	55,50	136	71,79	186	79,44	236	82,37	286	83,00
37	27,71	87	56,06	137	71,99	187	79,54	237	82,39	287	83,00
38	28,31	88	56,62	138	72,19	188	79,64	238	82,42	288	83,00
39	28,92	89	57,18	139	72,39	189	79,74	239	82,44	289	83,00
40	29,52	90	57,74	140	72,59	190	79,84	240	82,47	290	83,00
41	30,12	91	58,30	141	72,79	191	79,94	241	82,49	291	83,00
42	30,73	92	58,86	142	72,99	192	80,04	242	82,52	292	83,00
43	31,33	93	59,42	143	73,19	193	80,14	243	82,54	293	83,00
44	31,94	94	59,98	144	73,39	194	80,24	244	82,57	294	83,00
45	32,54	95	60,54	145	73,59	195	80,34	245	82,59	295	83,00
46	33,10	96	61,10	146	73,79	196	80,44	246	82,62	296	83,00
47	33,66	97	61,66	147	73,99	197	80,54	247	82,64	297	83,00
48	34,22	98	62,22	148	74,19	198	80,64	248	82,67	298	83,00
49	34,78	99	62,78	149	74,39	199	80,74	249	82,69	299	83,00
50	35,34	100	63,34	150	74,59	200	80,84	250	82,72	300	83,00

Figura 9 – Fatores de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação (Tabela 1 da norma).

ÁREA ÚTIL (m ²)	DEMANDA (kW)	ÁREA ÚTIL (m ²)	DEMANDA (kW)	ÁREA ÚTIL (m ²)	D (kW)
até 15	0,39	86 - 90	1,96	241 - 260	5,07
16 - 20	0,51	91 - 95	2,06	260 - 280	5,42
21 - 25	0,62	96 - 100	2,16	281 - 300	5,76
26 - 30	0,73	101 - 110	2,35	301 - 350	6,61
31 - 35	0,84	111 - 120	2,54	351 - 400	7,45
36 - 40	0,95	121 - 130	2,73	401 - 450	8,28
41 - 45	1,05	131 - 140	2,91	451 - 500	9,10
46 - 50	1,16	141 - 150	3,10	501 - 550	9,91
51 - 55	1,26	151 - 160	3,28	551 - 600	10,71
56 - 60	1,36	161 - 170	3,47	601 - 650	11,51
61 - 65	1,47	171 - 180	3,65	651 - 700	12,30
66 - 70	1,57	181 - 190	3,83	701 - 800	13,86
71 - 75	1,67	191 - 200	4,01	801 - 900	15,40
76 - 80	1,76	201 - 220	4,36	901 - 1000	16,93
81 - 85	1,86	221 - 240	4,72		

Figura 10 – Demanda por área para apartamentos residenciais (Tabela 2 da norma).

Nº de fios	Nº de fases	Potência/ Demanda (kW)	Condutores (mm ²)				Haste para aterramento aço/cobre	Proteção (A)	Eletroduto de aço galvanizado(mm)	Poste		Pontaletes		
			Ramal de ligação Multiplex (alumínio)	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) PVC	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) XLPE/EPR/HEPR	Aterramento (cobre)				Poste DT	Poste tubo de aço galvanizado	Fixação com parafuso	Fixação embutido na parede	
4	3	0,00 < D ≤ 24,00	3x1x10+10	3#10(10)	3#6(6)	10 / 6	*H16x2400	40	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	24,00 < D ≤ 30,00	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	*H16x2400	50	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	30,00 < D ≤ 42,00	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	10	*H16x2400	70	1x40	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	42,00 < D ≤ 58,00	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	*H16x2400	100	1x50	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	58,00 < D ≤ 75,00	3x1x70+70	3#70(35)	3#50(35)	25 / 25	*H16x2400	125	1x80	5/7m	600			
4	3	75,00 < D ≤ 90,00	3x1x70+70	3#95(50)	3#70(35)	50 / 35	3H16x2400	150	1x80	5/7m	600	-	-	-
4	3	90,00 < D ≤ 121,00	3x1x120+70	3#150(95)	3#120(70)	50	3H16x2400	200	1x90	5/7m	600	-	-	-
4	3	121,00 < D ≤ 136,00	3x1x120+70	3#185(95)	3#150(95)	50	3H16x2400	225	1x100	5/7m	600	-	-	-
4	3	136,00 < D ≤ 151,00	-	3#240(120)	3#185(95)	50	3H16x2400	250	1x100	-	-	-	-	-
4	3	151,00 < D ≤ 181,00	-	2x{3#95(50)}	3#240(120)	50	3H16x2400	300	2x80	-	-	-	-	-
4	3	181,00 < D ≤ 211,00	-	2x{3#120(70)}	2x{3#95(50)}	50	3H16x2400	350	2x90/1x100	-	-	-	-	-
4	3	211,00 < D ≤ 242,00	-	2x{3#150(95)}	2x{3#120(70)}	50	3H16x2400	400	2x100	-	-	-	-	-
4	3	242,00 < D ≤ 272,00	-	2x{3#185(95)}	2x{3#150(95)}	50	3H16x2400	450	2x100	-	-	-	-	-

Figura 11 – Dimensionamento da Entrada de Serviço de Edificação de Uso Coletivo - 380/220V (Tabela 4 da norma).

Faixas de Demanda (kW)	Corrente (A)	Seção Transversal das Barras (mm)	Kg/m
≤ 114,0	315	4,76 x 38,10	1,564
De 114,1 a 145,0	400	4,76 x 44,45	1,825
De 145,1 a 163,0	450	6,35 x 38,10	2,086
De 163,1 a 181,0	500	4,76 x 57,15	2,347
De 181,1 a 217,0	600	4,76 x 63,50	2,608
De 217,1 a 245,0	660	4,76 x 69,85	2,869
De 245,1 a 272,0	750	6,35 x 63,50	3,476
De 272,1 a 327,0	900	6,35 x 76,20	4,172
De 327,1 a 436,0	1200	9,53 x 69,85	5,745
De 436,1 a 545,0	1500	15,88 x 57,15	7,810
De 545,1 a 653,0	1800	15,88 x 69,85	9,873
De 653,1 a 750,0	2000	15,88 x 76,20	10,769

Figura 12 – Dimensionamento do barramento de baixa tensão para painéis (Tabela 5 da norma).