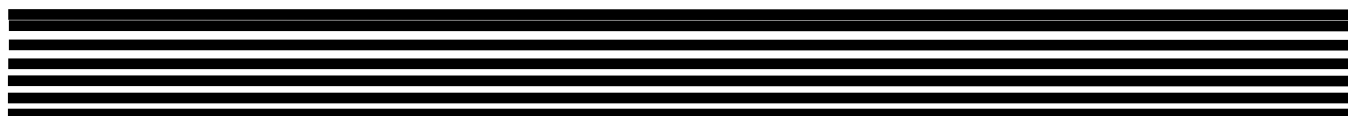


COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA



NORMA TÉCNICA COPEL - NTC



PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA

3ª edição
DEZEMBRO/99

COPEL DISTRIBUIÇÃO

SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO

ENGENHARIA DE OBRAS E MANUTENÇÃO



Esta NORMA tem por objetivo estabelecer os critérios básicos para a elaboração de projetos de Redes de Distribuição Urbana, da COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL.

Para tanto, foram considerados os procedimentos definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia - ABRADDEE, particularizados para o sistema da COPEL.

Com a emissão deste documento, a COPEL procura atualizar as suas normas técnicas, de acordo com a tecnologia mais avançada existente no Setor Elétrico.

CURITIBA, DEZEMBRO DE 1.999

LEVY PACHECO FILHO
DISED

A - OBJETIVO**B - CAMPO DE APLICAÇÃO****C - CONDIÇÕES GERAIS****1 - Definições****2 - Tipos de Projeto****3 - Sistemas de Gerência****4 - Simbologia****5 - Recursos Especiais do Projeto****6 - Roteiro para Elaboração de Projetos****D - PROCEDIMENTOS****1 - Anteprojeto****2 - Projeto****3 - Arquivamento de Projeto****E - ANEXOS**

ITEM	PÁGINA
Apresentação	1
Sumário	2
A - OBJETIVO	4
B - CAMPO DE APLICAÇÃO	4
C - CONDIÇÕES GERAIS	5
1 - DEFINIÇÕES	5
2 - TIPOS DE PROJETOS	5
2.1 - Projetos de Rede Nova	5
2.2 - Projetos de Ampliação de Rede	6
2.3 - Projetos de Melhoria de Rede	6
2.4 - Projetos de Reforço de Rede	6
3 - SISTEMAS DE GERÊNCIA	6
3.1 - Sistema GEDIS	6
3.2 - Sistema GDD	7
4 - SIMBOLOGIA	7
5 - RECURSOS ESPECIAIS DO PROJETO	7
6 - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS	7
6.1 - Anteprojeto	7
6.2 - Projeto	8
D - PROCEDIMENTOS	8
1 - ANTEPROJETO	8
1.1 - Obtenção de Dados Preliminares	8
1.2 - Obtenção de Dados de Carga	9
2 - PROJETO	23
2.1 - Exploração do Traçado da Rede	23
2.2 - Dimensionamento Elétrico e Mecânico	23
2.3 - Locação de Estruturas em Planta	41
2.4 - Proteção e Seccionamento	45
2.5 - Iluminação Pública	48
2.6 - Apresentação do Projeto	48
3 - ARQUIVAMENTO DE PROJETO	50
E - ANEXOS	51/110

A - OBJETIVO

O objetivo da presente NORMA é estabelecer os critérios básicos para elaboração de projetos de Rede de Distribuição Urbana - RDU, de forma a assegurar boas condições técnico-econômicas das instalações e da qualidade de serviço de energia elétrica.

São fixadas as diretrizes e a sistemática para o desenvolvimento do projeto em suas etapas: obtenção de dados preliminares, levantamento de carga, estimativa de demanda e correção dos níveis de tensão.

B - CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente NORMA aplica-se a projetos de redes de distribuição urbana, novas, ampliação, reforço e melhoria; sistema trifásico, nas tensões primárias nominais de 13,8 kV, 34,5 kV e nas tensões secundárias de 220/127 V; sistema monofásico nas tensões primárias de 13,8 kV e $34,5/\sqrt{3}$ kV e nas tensões secundárias de 254/127 V; em postes de concreto armado duplo T, condutores em alumínio CA e CAA ou cobre, em áreas que apresentam características urbanas (sedes municipais, distritos, vilas e inclusive povoados rurais).

Na aplicação desta NORMA, deverão ser observadas:

1 - As NORMAS TÉCNICAS DA COPEL - NTC

- MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO PADRÃO - NTC 810100 a 819999;
- MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPECIFICAÇÃO TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO - ADENDO DA ESPECIFICAÇÃO - NTC 810027;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA - NTC 849000/245;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA - NTC 856000/344 e DEMAIS;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA ISOLADA - NTC 855210/235;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO COMPACTA PROTEGIDA - 13,8 kV - NTC 855000 a 855190;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO EM AMBIENTES AGRESSIVOS - NTC 853000 a 853490;
- MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO - EQUIPAMENTOS ESPECIAIS - NTC 858000/ 999;
- MONTAGEM DE REDES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - NTC 848500/686;
- PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO RURAL - NTC 831001;
- PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO COMPACTA PROTEGIDA - NTC 841100;
- PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA ISOLADA - NTC 841200;
- PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - NTC 841050;
- DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE REDES - NTC 850001;
- DESENHO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA - NTC 841005;

- FORNECIMENTO EM TENSÃO PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO - NTC 9-03100;
- FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO - NTC 9-01100;
- TABELAS PARA PROJETO E MONTAGEM DE LINHAS E REDES DE DISTRIBUIÇÃO - NTC 850005;
- INSTRUÇÕES PARA CÁLCULO DE DEMANDA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE USO COLETIVO - NTC 9-00600.

2 - Os MANUAIS DE INSTRUÇÕES TÉCNICAS - MIT

- * PROTEÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES - MIT 162501/02;
- * TRAVESSIAS E/OU OCUPAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO - MIT 162606;
- * ATERRAMENTOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO - MIT 163104;
- * PROTEÇÃO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO - APLICAÇÃO DE PÁRA-RAIOS - MIT 162401;
- * NÍVEIS DE TENSÃO DE FORNECIMENTO - MIT 162201;
- * BAIXA TENSÃO: OBRAS DE MELHORIA - MIT 162301;
- * PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO DE REDE COMPACTA - MIT 160907;
- * ORIENTAÇÃO A FISCALIZAÇÃO DE OBRAS - MIT 163101;
- * CARGAS ELÉTRICAS ESPECIAIS - MIT 162604.

3 - As CIRCULARES - COPEL que disciplinam a aplicação na área de concessão da COPEL, os valores de tensões elétricas, uso de postes, e outros.

4 - E demais NORMAS que sirvam de complemento, para perfeita aplicação desta, prevalecendo, em caso de dúvida, o contido nesta NORMA.

C - CONDIÇÕES GERAIS

1 - DEFINIÇÕES

A terminologia empregada nesta NORMA, encontra-se definida no ANEXO 1.

2 - TIPOS DE PROJETO

Classificam-se os projetos de Redes de Distribuição Urbana - RDU, nos seguintes tipos:

2.1 - PROJETOS DE REDE NOVA

São aqueles que visam a implantação de todo sistema de distribuição, necessário ao atendimento de uma determinada área onde não exista rede de distribuição.

2.2 - PROJETOS DE AMPLIAÇÃO DE REDE

São trechos da rede de distribuição construídos a partir do ponto de conexão com o sistema existente, onde tem início a ampliação, visando possibilitar a efetivação de uma ou mais ligações simultâneas.

2.3 - PROJETOS DE MELHORIA DE REDE

São aqueles que se destinam a melhorar e/ou restabelecer as características elétricas e/ou mecânicas de um determinado trecho de rede, visando o fornecimento de energia em nível adequado de qualidade e segurança.

2.4 - PROJETOS DE REFORÇO DE REDE

São aqueles destinados à modificação das características elétricas de um determinado trecho de rede existente, para possibilitar o aumento de carga ou novas ligações.

3 - SISTEMAS de GERÊNCIA

3.1 - Sistema GEDIS - Gerência de Redes de Distribuição

O sistema GEDIS, dispõe dos seguintes relatórios para nortear estudos de projeto para ampliação e melhoria de Redes de Distribuição Urbana - RDU:

a - Rede Primária

- R-47 - Relatório completo da rede primária;
- R-48 - Relatório de curto-circuito da rede primária;
- R-49 - Relatório resumido da rede primária.

b - Rede Secundária

- R-41 - Relatório completo da rede secundária;
- R-43 - Relatório resumido da rede secundária;
- R-65 - Relatório para o plano de ação;
- R-67 - Relatório de equilíbrio;

O sistema GEDIS também dispõe do aplicativo SIMUL (Simulação da Rede Secundária), cuja função é simular de forma on-line novas cargas, remanejar circuitos, subsidiar dados, principalmente de carregamento do transformador, equilíbrio do KVA nominal, KVA limite, carregamento por fase, queda de tensão e perdas internas do transformador e outras, propiciando ao projetista os dados necessários ao desenvolvimento do projeto.

3.2 - Sistema GDD - Gerência de Obras de Distribuição

Sistema de gerenciamento de obras de distribuição, constituído por um banco de dados que propicia informações ao projetista desde a elaboração do ante-projeto até o fechamento físico da obra.

Tem por objetivo a racionalização dos procedimentos técnicos e administrativos, bem como a alimentação do banco de dados, utilizado por vários sistemas da Empresa.

Para tanto poderá utilizar os seguintes relatórios:

- Composição do projeto para conferência da digitação;
- Relação de materiais do projeto - GDD 3310;
- Relação de mão-de-obra do projeto - GDD 3320;
- Orçamentação do projeto - GDD 4360.

4 - SIMBOLOGIA

A simbologia a ser observada para a representação gráfica em projetos, será a constante na NTC 841005 - Desenho de Redes de Distribuição Urbana.

5 - RECURSOS ESPECIAIS DO PROJETO

Na eventualidade da necessidade de correção de níveis de tensão e compensação de reativos, observar o ANEXO 2.

6 - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS

O projeto de Redes de Distribuição Urbana - RDU, compreenderá basicamente, as seguintes etapas, cujo detalhamento será apresentado nos próximos capítulos:

6.1 - Anteprojeto

a - Obtenção de dados preliminares, consiste de:

- Características do projeto;
- Planejamento básico;
- Planos e projetos existentes;
- Plantas cadastrais ou croqui de situação.

b - Obtenção de dados de carga, consiste de:

- Levantamento de carga;
- Determinação da demanda.

6.2 - Projeto

a - Execução, consiste de:

- Exploração do traçado da rede;
- Dimensionamento elétrico e mecânico;
- Locação de estruturas em planta;
- Proteção e seccionamento;
- Iluminação pública;
- Apresentação do projeto.

b - Arquivamento de Projetos, com as adaptações feitas durante a construção, consiste de:

- Arquivamento e formação de cadastro;
- Atualização periódica.

D - PROCEDIMENTOS

1 - ANTEPROJETO

1.1 - Obtenção de Dados Preliminares

Ao se iniciar um projeto de Rede de Distribuição Urbana - RDU, deverão ser obtidos dados e informações necessários à sua elaboração, que basicamente são os seguintes:

1.1.1 - Características do Projeto

Consiste na determinação do tipo de projeto a ser desenvolvido a partir das causas de origem e/ou da finalidade de sua aplicação, da área a ser abrangida pelo projeto e do estado atual da rede, quando esta existir.

1.1.2 - Planejamento Básico

Os projetos deverão atender a um planejamento básico, que permita um desenvolvimento progressivo, compatível com a área de estudo.

Em áreas a ser implantado totalmente o sistema elétrico (redes novas), deverá ser efetuado o planejamento básico, através da análise das condições locais, observando-se o grau de urbanização e arborização das ruas, dimensões dos lotes, tendências regionais e áreas com características semelhantes que possuam dados de carga e taxas de crescimento conhecidas.

Nas áreas que já possuem o serviço de energia elétrica, deverá ser feita uma análise do sistema elétrico disponível, elaborando-se o projeto em consonância com o planejamento existente.

NOTA: Os anteprojetos de obras para atendimentos a novos consumidores, deverão sofrer análise pela área de operação e planejamento a fim de prevenir situações críticas quanto ao carregamento de redes.

1.1.3 - Planos e Projetos Existentes

Deverão ser verificados os projetos anteriormente elaborados e ainda não executados, abrangidos pela área em estudo, que servirão de subsídios ao projeto atual. Conforme o tipo e a magnitude do projeto, deverão também ser levados em consideração os planos diretores governamentais para a área.

1.1.4 - Plantas Cadastrais ou Croqui de Situação

Deverão ser obtidas plantas cadastrais da localidade ou área em estudo através de cópias de plantas existentes, confiáveis e atualizadas, ou através de novo levantamento topográfico ou aerofotogramétrico.

1.1.4.1 - Cadastro

Deverá ser desenhado em poliéster ou em papel sulfite para plotter, no caso de utilizar o SIG-GD (Sistema de Informações Geográficas - Gestão da Distribuição), na escala 1:1000, formato A1-2A4, completadas com todas as informações obtidas no levantamento.

1.1.4.2 - Planta Chave

A planta chave mostrará o circuito primário com a localização de transformadores e demais equipamentos de tensão primária, consumidores primários.

Será desenhada em escala 1:5000 e no formato A1, conforme NTC 841005 - DESENHO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA.

1.1.4.3 - Formatos para Desenho do Projeto

Os projetos serão desenhados em formatos A1, A2, A1-2A4, A3 ou A4.
Ver NTC 841005 - DESENHO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA.

1.2 - Obtenção de Dados de Carga

1.2.1 - Levantamento de Carga

Consiste na coleta de dados de carga dos consumidores em potencial, abrangidos pelas áreas em estudo, obtidos no campo, ou através de informações de banco de dados, de modo a fornecer ao projetista, uma quantidade suficiente de informações, a fim de auxiliá-lo na análise técnica, quando da elaboração do projeto.

Os procedimentos para esta etapa serão feitos diferentemente, de acordo com o tipo de projeto e ordenados conforme apresentados a seguir.

1.2.1.1 - Projetos de Rede Nova

Em projetos de redes para atendimento a novas localidades, novos loteamentos ou novos núcleos habitacionais, deverá sempre ser:

- a) Verificada a existência de rede de distribuição urbana ou rural para o seu aproveitamento, bem como, a quem a mesma pertence, se a COPEL ou a terceiros;

- b) Pesquisado o grau de urbanização, área dos lotes, tipo provável de ocupação e perspectiva de crescimento, para posterior comparação com redes já implantadas, que possuam dados de carga conhecidas e semelhantes.

1.2.1.1.1 - Consumidores Especiais

Os consumidores cujas cargas ocasionam flutuação de tensão na rede, tendo como consequência a cintilação (flicker) necessitando portanto de análise específica para o dimensionamento elétrico da rede, deverão ser levantados dados específicos para que estas cargas não venham a ocasionar perturbações a outros consumidores.

O consumidor ao pedir ligação de instalação nova ou em caso de melhoria, não deverá omitir da COPEL estas cargas denominadas especiais.

A seguir são mostradas características destes equipamentos para que o dimensionamento elétrico seja feito de forma criteriosa.

Deverá ser utilizado o Programa Cargas Elétricas Especiais.

a - APARELHOS DE RAIOS X

Estes equipamentos podem solicitar até 200 kVA, com um fator de potência em torno de 0,80, indutivo, em tempos de duração muito curtos, da ordem de 0,2 segundos ou menos.

Em geral, as radiografias são batidas em seqüências com intervalos de segundos entre elas, seguido de pausa entre as seguintes.

Esse regime de sucessão de cargas depende evidentemente do número de equipamentos radiográficos.

A influência dessas cargas na rede é questão a ser estudada caso a caso.

Esses aparelhos são providos de um estabilizador de tensão que permite compensar desvios de tensão da rede de aproximadamente 10%.

A resistência do ramal de alimentação para estes tipos de aparelhos tem importância muito grande, e por este motivo devem-se ligar as instalações com aparelhos de Raios X o mais próximo possível do transformador de distribuição que os alimenta.

Os regimes de funcionamento dos aparelhos de Raios X são:

1 - Regime de Exposição Seguida (Ritmo Lento)

É o caso da radiologia geral, onde há a tomada de várias chapas com um intervalo entre uma exposição e outra, em torno de 50 segundos.

Este tempo depende do valor mínimo que deverá ser fornecido pelo usuário.

2 - Regime de Exposição Seguida (Ritmo Rápido)

É o caso da técnica chamada seriografia rápida, utilizando um trocador de filmes ou uma câmara fotográfica rápida, podendo-se obter uma série de 5 a 30 exposições num tempo de 10 a 30 segundos.

3 - Regime de Cine-Pulse

A técnica do Cine-Pulse consiste em se utilizar o gerador de Raios X sincronizado a uma filmadora, de maneira a fazer uma pequena exposição para cada imagem do filme.

Dependendo do aparelho utilizado, pode-se ter filmagens de 10 segundos a uma velocidade de 60 imagens por segundo.

Os fatores de demanda dos aparelhos de Raios X estão definidos no ANEXO 7.

O consumidor deverá fornecer à COPEL, as seguintes informações do aparelho de Raio X:

- Tipo;
- Tensão nominal (V);
- Número de fases;
- Corrente nominal (A);
- Potência do aparelho (kW e kVA);
- Regime de operação em que o aparelho vai trabalhar;
- O menor tempo entre exposições que o aparelho suporta para cada regime;
- Corrente anódica (mA);
- Tensão anódica (kV) do aparelho de raio X.

- Fator característico do gerador e do tubo, podendo ser:

$f = 0,73$ - para geradores de 1 (uma) ou 2 (duas) pulsações

$f = 0,95$ - para geradores de 6 (seis) pulsações

$f = 0,98$ - para geradores de 12 (doze) pulsações

$f = 1,00$ - para geradores de tensão contínua constante

b - MÁQUINAS DE SOLDA

São equipamentos destinados a produzir altas temperaturas num ponto concentrado da peça a ser soldada, através da energia elétrica.

As máquinas de solda são classificadas em duas categorias:

- Máquina de Solda Moto-Geradora;
- Máquina de Solda Transformadora.

1 - Máquina de Solda Moto-Geradora

São constituídas por um gerador de corrente contínua acionado por um motor de corrente alternada, geralmente trifásico.

O conjunto rotativo motor + gerador, proporciona uma elevada inércia, amortecendo assim as oscilações provocadas pela carga, bem como, faz com que o sistema "enxergue-a" como uma carga balanceada (fases equilibradas).

2 - Máquina de Solda Transformadora

Os três tipos de máquina de solda transformadora são: máquina de solda a arco, a resistência e a retificador. Estas máquinas são as que causam maiores perturbações à rede de distribuição, sendo as variações bruscas de potência e o baixo fator de potência suas características básicas.

Os fatores de demanda dos aparelhos de solda estão definidos no ANEXO 7.

Os consumidores deverão fornecer à COPEL, as seguintes informações sobre as máquinas de solda:

- Tipo;
- Potência nominal (kW e kVA);
- Número de fases;
- Tensão nominal (V);
- Corrente nominal absorvida da rede (A);
- Frequência de operação (Hz).

c - FORNOS ELÉTRICOS A ARCO

Os fornos a arco apresentam características típicas, por isto a COPEL recomenda que no caso do emprego deste equipamento, seja qual for sua potência, o usuário procure entrar em contato com a concessionária, para que se possa fazer um estudo da viabilidade da instalação do equipamento citado, na rede da COPEL.

d - FORNOS ELÉTRICOS DE INDUÇÃO COM COMPENSAÇÃO POR CAPACITORES

O consumidor deverá proceder da mesma forma descrita no item anterior.

e - MOTORES**1 - Motores Síncronos**

Nos motores síncronos a rotação do eixo é igual à rotação síncrona.

Dentro dos limites aceitáveis de trabalho do motor, a velocidade praticamente não varia com a carga.

Devido a possibilidade de variação de excitação do campo, o motor síncrono C.A. possui uma característica que nenhum outro tipo de motor de C.A. possui, o fator de potência, no qual ele funciona, pode ser variado.

O motor síncrono C.A. não possui torque de partida, logo como o alternador C.A. ele deve ser acelerado por algum meio auxiliar, para ser então ligado à rede.

O consumidor deverá fornecer à COPEL, as seguintes informações do motor síncrono:

- Tipo;
- Potência (cv);
- Finalidade;
- Tensão nominal (kV);
- Corrente nominal (A);
- Corrente de partida: (p.u.) ou (A);
- Dispositivos para partida;
- Características de operação: estimar o número de partidas por minuto ou por hora, ciclo de operação (horas).

2 - Motores de Indução

Os motores de indução operam normalmente, a uma velocidade constante, variando ligeiramente, com a aplicação da carga mecânica no eixo.

O funcionamento de um motor de indução, baseia-se no princípio da formação de um campo magnético rotativo, produzido no estator, pela passagem da corrente alternada em suas bobinas, cujo fluxo, por efeito de sua variação, se desloca em volta do rotor, gerando, neste, correntes induzidas que tendem a opor-se ao campo rotativo, sendo, no entanto, arrastado por este.

O rotor em nenhuma hipótese atinge a velocidade do campo rotativo, caso contrário, não haveria geração de correntes induzidas, eliminando o fenômeno magnético rotórico responsável pelo trabalho mecânico do rotor.

A potência desenvolvida por um motor representa a rapidez com que a energia é aplicada para mover a carga.

Os fatores de demanda dos motores devem ser consultados no ANEXO 7.

O consumidor deverá fornecer à COPEL, as seguintes informações dos motores de indução:

- Tipo;
- Potência (cv);
- Finalidade;
- Tensão nominal (kV);
- Corrente nominal (A);
- Corrente de partida: (p.u.) ou (A);
- Dispositivos para partida;
- Características de operação: estimar o número de partidas por minuto ou por hora, ciclo de operação (horas).

1.2.1.2 - Projetos de Ampliação de Rede

1.2.1.2.1 - Consumidores a Serem Ligados em Tensão Primária

Assinalar na planta os consumidores a serem ligados em tensão primária na rede, anotando-se os seguintes dados:

- a) Descrição da carga e a capacidade a ser instalada;
- b) O ramo de atividade;
- c) O horário de funcionamento;
- d) A sazonalidade prevista;
- e) Demanda conforme projeto elétrico aprovado.

1.2.1.2.2 - Consumidores a Serem Ligados em Tensão Secundária

Assinalar em planta os consumidores a serem ligados em tensão secundária, indicando o tipo de ligação (monofásica, bifásica ou trifásica), em função da sua carga instalada.

Localizar em planta todos os consumidores não residenciais ligados em tensão secundária, indicando a carga total instalada e seu horário de funcionamento (ex.: oficinas, panificadoras e similares) utilizando-se o ANEXO 3, e/ou utilizar o Relatório do Sistema GEDIS R-41.

Os consumidores não residenciais de pequena carga (ex.: pequenos bares, lojas e similares), deverão ser tratados como residenciais.

NOTA: No caso de prédios de uso coletivo verificar e anotar o número de unidades e o tipo de ligações dos mesmos (monofásica, bifásica ou trifásica) e levantar a carga das instalações de serviço, conforme projeto elétrico aprovado.

Ver NTC 9-00600 - INSTRUÇÕES PARA CÁLCULO DE DEMANDA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE USO COLETIVO.

1.2.1.2.3 - Consumidores Especiais

Para os consumidores de cargas especiais, observar o disposto no item 1.2.1.1.1.

1.2.1.3 - Projetos de Melhoria de Rede

1.2.1.3.1 - Consumidores Ligados à Rede Primária

Localizar em planta todos os consumidores ligados em tensão primária com os seguintes dados:

- a) Natureza da atividade;
- b) Horário de funcionamento, indicando o período de carga máxima e sazonalidade, caso exista;
- c) Carga total, caso não haja medição de demanda e capacidade instalada;
- d) Possíveis novas ligações em tensão primária, ou acréscimos de carga na área do projeto.

1.2.1.3.2 - Consumidores Ligados à Rede Secundária

Localizar os consumidores residenciais ligados em tensão secundária, anotando-se em planta o tipo de ligação (monofásica, bifásica ou trifásica) e número da conta ou da casa do consumidor.

Localizar em planta todos os consumidores não residenciais ligados em tensão secundária, indicando a carga total instalada e seu horário de funcionamento (ex: oficinas, panificadoras e similares), utilizando o ANEXO 3, e/ou utilizar o Relatório do Sistema GEDIS R-41.

Os consumidores não residenciais de pequena carga (ex: pequenos bares, lojas e similares), deverão ser tratados como residenciais.

NOTA: No caso de prédios de uso coletivo verificar e anotar o número de unidades e o tipo de ligações dos mesmos (monofásica, bifásica ou trifásica) e levantar a carga das instalações de serviço.

Ver NTC 9-00600 - INSTRUÇÕES PARA CÁLCULO DE DEMANDA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE USO COLETIVO.

1.2.1.3.3 - Consumidores Especiais

Para os consumidores de cargas especiais observar o disposto no item 1.2.1.1.1.

1.2.1.4 - Projetos de Reforço de Rede

Deverá ser utilizada a mesma metodologia descrita no item 1.2.1.3. "Projetos de Melhoria de Rede".

1.2.2 - Determinação da demanda

O procedimento para a determinação dos valores de demanda, está descrito em função das várias situações possíveis de projeto, sendo analisados os casos em que existem ou não condições de se efetuar medições, conforme mostra o fluxograma do ANEXO 4.

1.2.2.1 - Projetos de Rede Nova

Serão adotados os processos estimativos descritos a seguir:

1.2.2.1.1 - Rede Primária

a - Consumidores Ligados em Tensão Primária de Distribuição

Nos casos de ligações em Tensão Primária de Distribuição, considerar a demanda contratada entre o consumidor e a COPEL.

A demanda poderá também ser obtida em função da carga a ser instalada, aplicando-se fatores de demanda conhecidos para consumidores similares (Tabela 01 - ANEXO 7).

b - Tronco e Ramais de Alimentadores

A estimativa de demanda será feita, em função da demanda dos transformadores de distribuição, observando-se a homogeneidade das áreas atendidas e levando-se em consideração a influência das demandas individuais dos consumidores de Tensão Primária.

1.2.2.1.2 - Rede Secundária**a - Consumidores Residenciais**

A estimativa de demanda neste caso, será feita com a comparação de consumidores já ligados e com as mesmas características ou pela adoção de valores individuais, correlacionando o número e classe dos consumidores (ANEXO 5).

a1 - Núcleos Habitacionais

Para estimativa da demanda por consumidor em núcleos habitacionais poderá se fazer uso dos valores contidos no ANEXO 5 A.

b - Consumidores não Residenciais

A determinação da demanda para consumidores não residenciais poderá ser feita usando-se um dos seguintes processos:

1º Processo:

A demanda será estimada com o levantamento da carga instalada e horário de funcionamento, ANEXO 3, usando-se os valores dos ANEXOS 7 e 8, para o preenchimento e determinação da demanda em kVA.

2º Processo:

A estimativa dos valores de demanda para consumidores não residenciais, em função da carga total instalada, ramo de atividade e simultaneidade de utilização dessas cargas, será calculada através da fórmula:

$$D = \frac{CL \times FD}{FP}$$

onde:

D = Demanda máxima em kVA;

CL = Carga ligada em kW;

FD = Fator de demanda típico (TABELA 01 - ANEXO 7);

FP = Fator de potência (ANEXO 8).

3º Processo:

A demanda será estimada, através da corrente nominal de proteção do consumidor, utilizando-se a fórmula:

$$D = \sqrt{3} \times V \times I \times FD \times 10^{-3}$$

onde:

D = Demanda máxima em kVA;

V = Tensão fase-fase em volts;

I = Corrente nominal de proteção do consumidor em ampères;

FD = Fator de Demanda típico (TABELA 1 - ANEXO 7).

b.1 - Loteamentos Industriais

A classificação de consumidores industriais atendidos em baixa tensão através do número de consumidores no circuito por demanda de consumidor, está apresentado no ANEXO 7 A e poderá ser utilizado em loteamentos industriais.

c - Consumidores Especiais

Na impossibilidade de se estabelecer o funcionamento em conjunto dos motores elétricos, máquinas de solda e aparelhos de Raio X, utilizar a fórmula a seguir:

$$D = A + B + C$$

onde:

D = Demanda estimada diversificada em kVA;

A = Demanda em kVA das cargas de iluminação e tomadas;

B = Demanda em kVA de todos os aparelhos de aquecimento e de condicionamento de ar;

C = Demanda em kVA, dos motores elétricos e máquinas de solda tipo grupo motor-gerador, máquinas de solda tipo transformadora, aparelhos de Raio X e aparelhos de galvanização, conforme indicado no ANEXO 7.

NOTA: Ver exemplo do ANEXO 3.

d - Iluminação Pública

A demanda a ser estimada para as instalações de iluminação pública será definida em função do número de lâmpadas, potência e tipos, previstos de acordo com a NTC 841050 - PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.

1.2.2.2 - Projetos de Ampliação de Rede

Os processos estimativos para determinação da demanda na elaboração de projetos de ampliação de redes, serão semelhantes ao disposto no item 1.2.2.1. "Projetos de Rede Nova".

1.2.2.3 - Projetos de Melhoria da Rede

1.2.2.3.1 - Processo Estimativo Computacional (GEDIS)

a - Rede Primária

O perfil de carga, será obtido através do confronto da demanda medida na saída dos alimentadores e da demanda estatística (kVA), referenciadas a qualquer ponto da rede, em função de um fator de diversidade.

a.1 - Troncos de Alimentadores

A determinação da demanda máxima de alimentadores, será feita através de medições nas saídas das subestações, que são listadas bimestralmente ou a qualquer momento desde que solicitado nos relatórios de alimentadores R-47, R-48 e R-49.

a.2 - Ramais de Alimentadores

As demandas máximas dos ramais, são calculadas e listadas bimestralmente pelo sistema GEDIS, através dos Relatórios R-47, R-48 e R-49, referenciado todo o trecho primário ao ponto de derivação em função do fator de diversidade.

a.3 - Consumidores Ligados em Redes Primárias de Distribuição

Deverá ser feita a verificação do histórico das demandas dos últimos seis meses, a partir dos relatórios R-47, R-48 e R-49.

Deverá ser considerada a previsão de aumento de carga.

b - Rede Secundária

A determinação das demandas para efeito de dimensionamento de rede secundária, será feita com base no relatório estatístico, obtido a partir do consumo mensal.

b.1 - Transformadores

O sistema GEDIS fornece relatórios (R-41 e R-43) em vários níveis sobre a situação dos circuitos, tais como: carregamento, queda de tensão atual e balanceada e perdas.

A determinação da demanda será extraída diretamente desses relatórios.

b.2 - Consumidores

A demanda de cada consumidor será conseguida diretamente dos relatórios, citados na alínea b.1 deste item, considerando o histórico desejado.

b.3 - Iluminação Pública

As cargas, devidas à iluminação pública, já estão incluídas no relatório do GEDIS R-41.

NOTA: Os sistemas computacionais em vigor na COPEL, que dispõem de informações de demanda, são os seguintes:

1 - Sistema GCO (Gestão de Consumidores);

2 - Medição em Subestações;

3 - Sistema GEDIS (Gerência de Redes de Distribuição).

1) O Sistema GCO (Gestão de Consumidores), de responsabilidade da área comercial de distribuição, fornece relatórios históricos de consumo e demanda dos consumidores atendidos em tensão primária de distribuição, com medição de demanda (grupo A), podendo ser classificados por ramo de atividade.

Este sistema fornece também relatórios de consumo médio por consumidor, que poderão ser utilizados na estimativa de demandas.

2) O Sistema Medição em Subestações, de responsabilidade da área Técnica de Distribuição da COPEL, fornece relatórios de demanda dos alimentadores, linhas de subtransmissão e de distribuição que partem de subestações de sua responsabilidade (tensão ≤ 44 kV).

3) O sistema GEDIS (Gerência de Redes de Distribuição), de responsabilidade da área técnica de distribuição, fornece relatórios de demanda de qualquer segmento do sistema de distribuição, até o nível de 13,8 kV, sendo portanto, de grande valia para projetos de melhoria de redes de distribuição.

Este sistema, utiliza a forte correlação existente entre o consumo total e o médio trimestral, dos consumidores supridos por um determinado transformador e sua demanda medida, subtraída a capacidade instalada em iluminação pública.

As funções de correlação são pesquisadas individualmente para cada localidade, devido a existência de hábitos de consumo, clima e regiões sócio-econômicas diferentes.

1.2.2.3.2 - Processo por Medição

a - Rede Primária

No processo por medição, deverá ser obtido o perfil da carga do alimentador, diretamente das medições simultâneas de seu tronco e ramais, observando-se sempre a coincidência com as demandas das ligações existentes na REDE PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO.

Confrontando-se esses resultados das medições, com as respectivas cargas instaladas, será possível obter-se fatores de demanda típicos, que poderão ser utilizados como recurso na determinação de demandas, por estimativa;

a.1 - Troncos de Alimentadores

A determinação da demanda máxima de troncos de alimentadores será feita basicamente, através de relatórios de acompanhamento de subestações de distribuição.

Na impossibilidade de obter-se a demanda máxima através de relatórios de acompanhamento, deverá ser feita medição na saída do alimentador em estudo, na subestação.

NOTA: Para os troncos e ramais de alimentadores, as medições deverão ser efetuadas com a rede operando em sua configuração normal, em dia de carga típica, por período mínimo de 24 horas.

a.2 - Ramais de Alimentadores

Para a determinação da demanda máxima dos ramais de alimentadores, deverão ser instalados amperímetros, indicadores de corrente máxima no início de cada ramal.

a.3 - Consumidores Ligados em Tensão Primária de Distribuição

Deverá ser feita a verificação da demanda do consumidor através da leitura da indicação do medidor de kW. Deverá ser considerada ainda, a previsão de aumento de carga, se houver.

a.4 - Edificações de Uso Coletivo

No caso de prédio de uso coletivo, deverão ser instalados amperímetros indicadores de corrente máxima ou registradores no ramal de entrada do mesmo, em dia de carga típica, durante 24 horas, no mínimo.

b - Rede Secundária

A determinação das demandas para efeito de dimensionamento da rede secundária, deverá ser baseada em medições de uma amostragem de transformadores que reflita a realidade da área em estudo, que em função do número de consumidores, determinarão o kVA médio, salvo em áreas de características muito heterogêneas;

b.1 - Transformadores

Deverão ser efetuadas medições de potência aparente na saída do transformador com um medidor/registrator eletrônico programável de grandezas elétricas trifásicas e fase a fase, em tempo real.

Exemplo deste equipamento é o Medidor Universal de Grandezas (MUG).

Através dos gráficos fornecidos por este equipamento, obtém-se o valor máximo de demanda de cada transformador.

Em áreas sujeitas a grandes variações de demanda, devido a sazonalidade, como por exemplo, as áreas de veraneio, as medições de transformadores, deverão ser efetuadas, no período suposto de máxima demanda.

Na impossibilidade de se efetuar medições nesse período, deverá ser adotado um fator de majoração que dependerá de informações do comportamento da demanda, disponíveis na área do projeto.

b.2 - Consumidores

Adotar a rotina a seguir:

1 - Subtrair da demanda máxima do transformador, a demanda (coincidente com a ponta do transformador) dos consumidores não residenciais.

Dividir o resultado da subtração pelo número de consumidores residenciais, obtendo-se assim a demanda individual diversificada (kVA/consumidor) dos consumidores residenciais.

$$D_{ind} = \frac{D_{mtr} - D_{nres}}{N}$$

onde:

D_{ind} = Demanda individual diversificada;

D_{mtr} = Demanda máxima do transformador;

D_{nres} = Demanda dos consumidores não residenciais;

N = Número de consumidores.

2 - Quando o transformador de distribuição, alimentar áreas de características heterogêneas (ex: favelas, prédios de apartamentos e similares), deverão ser efetuadas medições distintas que caracterizam as respectivas cargas.

Para a determinação da demanda total do circuito a ser projetado, deverá ser observada a tendência de ocupação dos lotes vagos.

3 - Deverão ser tratados à parte consumidores não residenciais que apresentem demandas significativas (ex: oficinas, serrarias, e similares).

A demanda máxima desses consumidores deverá ser determinada através de medição, ou através de valores das tabelas do ANEXO 7, procurando-se determinar a simultaneidade de funcionamento dos equipamentos.

4 - Os demais consumidores não residenciais (ex: pequenos bares, lojas, e similares), deverão ser tratados como consumidores residenciais.

Os valores de demanda, em função da simultaneidade das cargas, estão estabelecidas no ANEXO 7.

5 - A demanda, devido à iluminação pública ligada no circuito, já está computada automaticamente.

Caso a demanda de iluminação pública, seja relevante e não esteja incluída na dos consumidores residenciais, o valor correspondente deverá ser subtraído da demanda máxima do transformador, além da demanda dos consumidores não residenciais.

$$D_{ind} = \frac{D_{mtransf} - IP - D_{nres}}{N}$$

onde:

D_{ind} = Demanda individual diversificada;

$D_{mtransf}$ = Demanda máxima do transformador;

D_{nres} = Demanda dos consumidores não residênciais;

N = Número de consumidores;

IP = Demanda de iluminação pública.

6 - Para áreas predominantemente comerciais, as demandas deverão ser determinadas, preferencialmente, a partir de medições de ramais de ligação.

1.2.2.3.3 - Processo Estimativo

a - Rede Primária

a.1 - Tronco de Alimentadores

No caso de melhoria de redes, o processo estimativo não se aplica ao tronco de alimentadores.

A determinação da demanda será sempre feita através de relatórios de acompanhamento ou medição.

a.2 - Ramais de Alimentadores

A estimativa da demanda máxima, de ramais da rede primária, poderá ser feita através da soma da potência nominal dos transformadores, instalados ao longo do mesmo com a demanda das cargas dos consumidores ligados em tensão primária.

$$D_{\text{ramal}} = D_{\text{traf}} + D_{\text{consAT}}$$

onde:

D_{ramal} = Demanda máxima do ramal da rede primária;

D_{traf} = Potência nominal dos transformadores instalados ao longo do ramal;

D_{consAT} = Demanda dos consumidores ligados em tensão primária.

a.3 - Consumidores ligados em Tensão Primária

A demanda de consumidores ligados em Tensão Primária deverá ser estimada aplicando-se à carga levantada, um fator de demanda típico dependendo da natureza da atividade, onde não houver medição.

No ANEXO 7 encontram-se alguns valores de demanda típicos de instalações industriais que podem servir de referência.

Para dados mais precisos consultar a área comercial da COPEL.

b - Rede Secundária

b.1 - Consumidores Residenciais

Para estimativa de demanda dos consumidores residenciais, deverão ser adotados valores individuais de demandas diversificadas em kVA (ANEXO 7), correlacionando o número e a classe de consumidores no circuito, separando-as em quatro tipos: Baixo, Médio, Alto e Altíssimo, como tabelado no ANEXO 5.

b.2 - Consumidores não residenciais

1º Processo:

A estimativa dos valores de demanda para consumidores não residenciais, em função da carga total instalada, ramo de atividade e simultaneidade de utilização dessas cargas, será calculado através da fórmula:

$$D = \frac{CL \times FD}{FP}$$

onde:

D = Demanda máxima em kVA;

CL = Carga ligada em kW;

FD = Fator de demanda típico industrial (TABELA 01 - ANEXO 7);

FP = Fator de potência (ANEXO 8).

2º Processo:

A estimativa da demanda através do consumo extraído dos dados de faturamento, será calculado através da fórmula:

$$D = \frac{C}{730 \times FC \times FP}$$

onde:

D = Demanda máxima em kVA;

C = Maior consumo mensal nos últimos doze meses em kWh;

FC = Fator de carga (obtido através de consumidores similares);

FP = Fator de potência (ANEXO 8).

3º Processo:

A demanda será estimada, através da corrente nominal da proteção do consumidor, utilizando a fórmula:

$$D = \sqrt{3} \times V \times I \times FD \times 10^{-3}$$

onde:

D = Demanda máxima em kVA;

V = Tensão fase-fase em Volts;

I = Corrente nominal da proteção do consumidor em ampères;

FD = Fator de demanda típico (Tabela 01 - ANEXO 7).

Estes processos determinam a demanda máxima. Seu horário de ocorrência, bem como o valor coincidente com a demanda máxima do transformador, deverão ser obtidos na pesquisa do levantamento de carga.

Para o levantamento das cargas deverá ser utilizado o formulário do ANEXO 3.

1.2.2.4 - Projetos de Reforço de Rede

Os processos estimativos para determinação da demanda da elaboração de projetos de reforço de rede serão semelhantes ao disposto no item 1.3.2.3. "Projetos de Melhoria de Rede".

2 - PROJETO

2.1 - Exploração do Traçado da Rede

Deverão ser avaliadas as condições existentes do projeto e do terreno, incluindo as possíveis condições futuras, para tanto, poderão ser utilizados, plantas cadastrais e fotografias aéreas, com objetivo de pré-determinar o possível traçado, o qual deverá ser confirmado ou ajustado no campo, observar as regras existentes no ANEXO 20, quanto a melhor situação do traçado da rede em relação a arborização.

O projetista deverá buscar sempre a melhor solução técnico-econômica na exploração do traçado da rede.

2.2 - Dimensionamento Elétrico e Mecânico

2.2.1 - Rede Primária

2.2.1.1 - Perfil de Tensão

No estabelecimento dos critérios para o dimensionamento de rede primária, deve-se determinar e adotar o perfil de tensão mais adequado às condições da rede e subestações de distribuição.

Os fatores que influem na determinação desse perfil são os seguintes:

- a) Distância entre subestações ou comprimento dos alimentadores;
- b) Regime de variação de tensão na barra das subestações;
- c) Queda de tensão admissível na rede primária, no transformador de distribuição, na rede secundária e na derivação do consumidor, até o ponto de entrega.

2.2.1.1.1 - Níveis de Tensão

As tensões nominais primárias são 13,8 kV e 34,5 kV, podendo ser fixada a tensão de fornecimento primário, no ponto de entrega de energia, a determinado consumidor entre + 5% (mais cinco por cento) e - 7,5% (menos sete e meio por cento), com relação a tensão normal de operação do sistema, desde que atenda a portaria da ANEEL (ex DNAEE) N° 047/78 e 04/89, ANEXO 10.

Em contingência, com a duração inferior a 5 (cinco) dias, poderão ser atingidos os limites precários de + 5 % (mais cinco por cento) e - 10 % (menos dez por cento).

NOTA: No ANEXO 2 são apresentadas alternativas que visam melhorar os níveis de tensão na rede primária.

2.2.1.1.2 - Nível de Tensão de Consumidores Especiais

Antes de se aprovar a ligação de uma instalação, que possua cargas que possam ocasionar flutuação de tensão na rede primária, é recomendável que a COPEL proceda uma análise das consequências do funcionamento que estas cargas trarão à rede de alimentação. Deverá ser utilizado o Programa Cargas Elétricas Especiais.

2.2.1.1.3 - Flutuação de Tensão na Rede Primária

Alguns equipamentos elétricos de consumidores, ao serem conectados ao sistema de distribuição, podem provocar flutuação durante a sua operação normal de funcionamento, tendo como consequência, a cintilação (flicker), que é a impressão visual de uma luminosidade oscilante, de modo regular ou irregular.

Dentre os equipamentos elétricos que mais causam problemas de flutuação de tensão na rede primária estão:

- Fornos a Arco;
- Motores Elétricos.

A operação desses equipamentos pode trazer, num determinado período de tempo, uma série de flutuações na tensão, podendo esta série ser regular ou não, dependendo do regime de operação das cargas acionadas.

Portanto quanto maior o número de flutuações provocadas, menor será o módulo de queda de tensão admissível em cada oscilação.

Por isto, houve a necessidade de adoção de uma equação que fornecesse os limites de variação de tensão em função da frequência de flutuação.

O gráfico apresentado no ANEXO 9, representa a equação a seguir:

$$V\% = \frac{15}{3 + \sqrt{f}}$$

onde:

$V\%$ = flutuação de tensão admissível em percentagem nominal.

f = número de flutuações causadas pelo consumidor num intervalo de 1 (um) minuto.

2.2.1.1.3.1 - Flutuação de Tensão em Fornos a Arco

Ao se pretender instalar este tipo de equipamento, o consumidor deverá procurar orientação junto à COPEL em sua área comercial.

2.2.1.1.3.2 - Flutuação de Tensão em Motores Elétricos

No acionamento de um motor elétrico é solicitada da rede uma corrente de grande intensidade, que dependerá somente das características da máquina.

O valor da corrente de partida é independente da carga acionada, esta estabelecerá somente o tempo que a corrente de partida circulará na máquina e na rede de alimentação.

A corrente de grande intensidade, que é solicitada da rede, vai proporcionar uma queda de tensão elevada no circuito alimentador.

A queda de tensão vai variar, de acordo com as impedâncias do sistema, desde a fonte de suprimento até os terminais da chave de partida do equipamento.

Deve-se considerar todos os motores ligados em um alimentador, levando-se em conta o total de flutuações causadas no sistema em estudo.

Contudo se fará um estudo individualizado por consumidor, haja vista a dificuldade de se estimar o número total de flutuações no circuito.

O valor máximo de flutuação de tensão (DVmax), será escalonado segundo dois níveis de consumidores:

1 - Para consumidor primário com um alimentador exclusivo

a) Regime de trabalho do motor com $f < 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = 7,5\%$$

b) Regime de trabalho do motor com $f > 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = \frac{15}{3 + \sqrt{f}}$$

2 - Para consumidor primário com alimentador não exclusivo

a) Regime de trabalho do motor com $f < 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = 5\%$$

b) Regime de trabalho do motor com $f > 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = \frac{15}{3 + \sqrt{f}}$$

Para analisar o comportamento deste consumidor especial quanto ao nível de flutuação de tensão causada no sistema, deve-se utilizar o MIT 162604 - Cargas Elétricas Especiais.

2.2.1.1.3.2.1 - Correção dos Níveis de Flutuação de Tensão

Caso os níveis de flutuação de tensão, provocado pelo motor, fiquem fora dos padrões estabelecidos no item 2.2.1.1.3.2, deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Uso de dispositivo para redução da corrente de partida;
- Construção de alimentador com impedância mais baixa ou alimentador exclusivo para a carga perturbadora;
- Alteração da barra da subestação visando redução da impedância do sistema supridor ou transformador exclusivo para atendimento a carga perturbadora;
- Atendimento da carga por outra barra com nível de curto-circuito mais adequado.
Neste caso enquadra-se principalmente a solução de levar a carga para níveis de tensão mais elevados que possuem em geral menor impedância.

2.2.1.2 - Configuração Básica da Rede Primária

A configuração da rede primária será definida em função do grau de confiabilidade a ser adotado em cada projeto de Rede de Distribuição Urbana, compatibilizando-a com a importância da carga ou da localidade a ser atendida.

Poderão ser utilizadas as seguintes configurações para o sistema aéreo primário:

a - Radial Simples

Os Sistemas Radiais Simples (FIG.1 do ANEXO 11) são aqueles em que o fluxo de potência tem um único trajeto da fonte para a carga.

É o tipo mais simples de alimentação e deverá ser utilizado em áreas de baixa densidade de carga, nas quais os circuitos tomam direções distintas, face as próprias características de distribuição de carga, tornando anti-econômico o estabelecimento de pontos de interligação. Apresenta baixa confiabilidade, devido a falta de recurso para manobra, quando da perda do circuito de distribuição geral ou do alimentador.

b - Radial com Recurso

Os Sistemas Radiais com Recurso (FIG.2 do ANEXO 11) são aqueles em que o sentido do fluxo de potência poderá ser orientado por diversos trajetos até as cargas do sistema, conforme as configurações de manobras.

Deverão ser utilizados em áreas que tenham maiores densidades de cargas ou requeiram maior grau de confiabilidade, devido as suas particularidades (hospitais, centros de computação e similares).

A perda eventual de um dos circuitos de distribuição ou alimentação, não deve afetar a continuidade de fornecimento, exceto durante o período de manobras das chaves, caso estas sejam manuais e o sistema opere na configuração Radial.

Este sistema caracteriza-se pelos seguintes aspectos:

- Existência de interligação, normalmente aberta, entre alimentadores adjacentes da mesma ou de subestações diferentes.
- Previsão, no projeto, da capacidade dos condutores e equipamentos de projeção das SEs, para a absorção de carga de outro circuito, na eventualidade de defeito.
- Limitação do número de consumidores interrompidos, por defeito, e diminuição do tempo de interrupção, em relação ao sistema radial simples.
- Elevado número de chaves tripolares para operação com carga.

2.2.1.3 - Simulação das Condições de Operação

Deverá se fazer análise dos circuitos de subtransmissão usando os seguintes relatórios existentes na COPEL:

a - SIST (Simulador do Sistema de Subtransmissão)

Este programa de fluxo de potência fornece os valores de perda, carregamento e taxa de crescimento.

b - MAD (Mercado por Área de Distribuição)

Este relatório fornece as cargas existentes em toda a Área de Distribuição da COPEL, portanto a partir deste relatório pode-se obter a taxa de crescimento nas áreas desejadas.

c - Períodos de Carga

Este relatório apresenta a curva de carga horária das áreas em que se deseja fazer análise.

2.2.1.4 - Traçado da Rede Primária

a - Troncos de Alimentadores

O traçado deverá obedecer às seguintes diretrizes básicas:

- a.1) Ter um traçado técnico-econômico viável para a alimentação do novo circuito.
- a.2) Procurar sempre seguir arruamentos já definidos, se possível com guias colocadas e evitar ângulos e curvas desnecessárias.
- a.3) Atender a melhor posição do transformador, que deverá ficar, dentro das possibilidades, no centro da carga, para um melhor aproveitamento de sua potência nominal.
- a.4) Acompanhar a distribuição de cargas, tomando-se o cuidado de se fazer o equilíbrio de fases através do balanceamento das cargas.
- a.5) Sempre que possível obedecer as regras do ANEXO 20, que definem a localização dos postes e das árvores, em função do seu porte.

b - Ramal de Alimentador

No traçado, deve-se observar os seguintes critérios:

- b.1) Os Ramais deverão ser, sempre que possível, dirigidos em sentidos paralelos uns aos outros e orientados de maneira a favorecer a expansão prevista, para áreas por eles servidas.
- b.2) Deverá ser levada em consideração a posição da fonte de energia, no sentido de seguir-se o caminho mais curto.
- b.3) Deverão ser evitados trajetos desnecessários.

2.2.1.5 - Dimensionamento de Condutores da Rede Primária

2.2.1.5.1 - Critérios Gerais

a - Bitolas

Serão utilizados condutores de alumínio CA e CAA e cobre meio duro, com as seguintes bitolas:

a.1 - Condutores de Alumínio

02 AWG - CA - NTC 810553

2/0 AWG - CA - NTC 810555

4/0 AWG - CA - NTC 810556

336,4 MCM - CA - NTC 810558

04 AWG - CAA - NTC 810572

a.2 - Condutores de Cobre

35 mm² - NTC 810533

70 mm² - NTC 810535

120 mm² - NTC 810536

b - Características

As características dos condutores são as constantes nas respectivas NTCs e no ANEXO 12.

c - Determinação da Bitola

A escolha da bitola deverá ser feita observando-se a queda de tensão máxima permitida - ANEXO 10, perdas e capacidade de condução, exceto onde já estiver pré-determinada pelo planejamento.

Entende-se como a queda de tensão máxima na rede primária, a queda compreendida entre o barramento da subestação e o ponto onde se situa a última ligação primária.

O processo de cálculo elétrico é o do coeficiente de queda de tensão em % por MVA x km que está indicado no ANEXO 13.

Com base no traçado da rede primária e na bitola do condutor calcula-se a queda de tensão, considerando-se a carga estimada no fim do horizonte de projeto.

Se esse valor estiver dentro do limite do perfil de tensão adotado, o traçado será aceitável.

Em áreas de densidade de carga média e baixa, o dimensionamento estabelecido por queda de tensão, redundará em nível de perdas considerado aceitável para o sistema.

Quanto às áreas de alta densidade, caracterizadas por alimentadores de pequena extensão, o fator limitante, para o dimensionamento da bitola dos condutores, será o nível de perdas.

O nível de perdas esperado para o sistema poderá ser avaliado periodicamente, como subsídio para o planejamento, através de cálculos, em alimentadores típicos.

d - Utilização**d.1 - Condutores de Alumínio - tipo CA**

Poderão ser utilizados para todas as situações, exceto na orla marítima.

d.2 - Condutores de Alumínio - tipo CAA

Poderão ser utilizados somente em ligação de sistema monofásico e fora da faixa da orla marítima.

d.3 - Condutores de Cobre

Poderão ser utilizados em áreas com acentuada presença de substâncias corrosivas e poluidoras (ambiente agressivo por substâncias corrosivas e poluidoras) e, em obras nas regiões litorâneas sujeitas a maresia (ambiente agressivo por salinidade marítima) compreendida entre 0 e 500 m da orla marítima.

2.2.2 - Rede Secundária**2.2.2.1 - Perfil de Tensão**

No estabelecimento dos critérios, para o dimensionamento da Rede Secundária, deve-se determinar e adotar o perfil de tensão mais adequado às condições da Rede de Distribuição. Os fatores que influem na determinação desse perfil são:

- a) Distância entre as cargas instaladas e os terminais do transformador de alimentação;
- b) Queda de tensão admissível no transformador de distribuição, na rede secundária e na derivação do consumidor, até o ponto de entrega de energia.

2.2.2.1.1 - Níveis de Tensão

As tensões nominais secundárias são 220/127 V e 254/127 V. Os limites máximos e mínimos, fixados pela ANEEL (ex DNAEE) através das portarias N° 047/78 e 04/89, dentro dos quais deve-se manter a tensão secundária no ponto de entrega de energia, estão indicados no ANEXO 10.

NOTA: No ANEXO 2 são apresentadas alternativas que visam melhorar os níveis de tensão da rede secundária.

2.2.2.1.2 - Níveis de Tensão de Consumidores Especiais

Antes de se aprovar a ligação de uma instalação, que possua cargas que possam ocasionar flutuação de tensão na rede secundária, é recomendável que a COPEL analise as consequências que o funcionamento dessas cargas trarão à rede de alimentação secundária. Deverá ser utilizado o Programa Cargas Elétricas Especiais.

2.2.2.1.3 - Flutuação de Tensão na Rede Secundária

Alguns equipamentos elétricos de consumidores, ao serem conectados ao sistema de distribuição, poderão provocar flutuação durante a sua operação normal de funcionamento,

tendo como consequência a cintilação (flicker) que é a impressão visual de uma luminosidade oscilante de modo regular ou irregular.

Dentre os equipamentos elétricos que mais causam problemas de flutuação de tensão na rede secundária estão:

- Motores Elétricos;
- Máquinas de Solda;
- Aparelhos de Raio X.

A operação desses equipamentos poderá trazer, num determinado período de tempo, uma série de flutuações na tensão, podendo esta série ser regular ou não, dependendo do regime de operação das cargas acionadas.

Portanto quanto maior o número de flutuações provocadas, menor será o módulo de queda de tensão admissível em cada oscilação.

Por isto, houve a necessidade de adoção de uma equação que fornecesse os limites de variação de tensão em função da frequência de flutuação.

A curva obtida em função desta equação encontra-se no ANEXO 9.

$$V\% = \frac{15}{3 + \sqrt{f}}$$

onde:

$V\%$ = flutuação de tensão admissível em percentagem nominal.

f = número de flutuações causadas pelo consumidor num intervalo de 1 (um) minuto.

Para analisar o comportamento deste consumidor especial quanto ao nível de flutuação de tensão causada no sistema, deve-se utilizar o MIT 162604 - Cargas Elétricas Especiais.

2.2.2.1.3.1 - Flutuação de Tensão em Motores Elétricos

No acionamento de um motor elétrico é solicitada da rede uma corrente de grande intensidade, que dependerá somente das características da máquina.

O valor da corrente de partida é independente da carga acionada, esta estabelecerá somente o tempo que a corrente de partida circulará na máquina e na rede de alimentação.

A corrente de grande intensidade, que é solicitada da rede, vai proporcionar uma queda de tensão elevada no circuito alimentador.

A queda de tensão vai variar de acordo com as impedâncias do sistema, desde os terminais do transformador de distribuição até os terminais da chave de partida do equipamento.

Deve-se considerar todos os motores ligados em um circuito, levando-se em conta o total de flutuações causadas no sistema em estudo.

Contudo, far-se-á um estudo individualizado por consumidor, haja vista a dificuldade de se estimar o número total de flutuações no circuito.

O valor máximo de flutuação de tensão (DVmax), será escalonado segundo dois níveis de consumidores:

- 1 - Para consumidor secundário com alimentador não exclusivo

a) Regime de trabalho do motor com $f < 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = 5\%$$

b) Regime de trabalho do motor com $f > 1$ oscilação/hora

$$DV_{\max} = \frac{15}{3 + \sqrt{f}}$$

2.2.2.1.3.1.1 - Correção dos Níveis de Flutuação de Tensão

Caso os níveis de flutuação de tensão, provocado pelo motor, fiquem fora dos padrões estabelecidos no item 2.2.2.1.3.1, deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Redimensionamento dos condutores no trecho em que se pretende instalar a carga;
- Troca do transformador por outro de maior capacidade;
- Ligação da carga do consumidor o mais próximo possível do transformador;
- Colocação de um transformador particular ou exclusivo para atendimento à carga

2.2.2.1.3.2 - Flutuação de Tensão em Máquinas de Solda

A operação desses equipamentos poderá trazer, num determinado período de tempo, uma série de flutuações na tensão, podendo esta série ser regular ou não, dependendo do regime de operação das cargas acionadas.

Quanto maior o número de oscilações provocadas, menor será o módulo de queda de tensão admissível em cada flutuação.

Portanto, adotar-se-à como máxima flutuação de tensão o valor de 4%.

2.2.2.1.3.2.1 - Correção dos Níveis de Flutuação de Tensão

Caso os níveis de flutuação de tensão, provocada pela máquina de solda, fiquem fora dos padrões estabelecidos no item 2.2.2.1.3.2, deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Redimensionamento dos condutores no trecho em que se pretende instalar a carga;
- Troca do transformador por outro de maior capacidade;
- Ligação da carga do consumidor o mais próximo possível do transformador;
- Colocação de um transformador particular ou exclusivo para atendimento à carga.

2.2.2.1.3.3 - Flutuação de Tensão em Máquinas de Raio X

Os aparelhos de Raio X, quando acionados, causam na rede de distribuição flutuações rápidas de tensão, podendo ou não ocasionar o efeito "flicker", dependendo do seu regime de funcionamento (item 1.2.1.1.1) e das condições da rede de energia elétrica.

A limitação da flutuação de tensão não poderá ser proporcional ao regime de operação do aparelho de Raio X, devido à dificuldade de se determinar o número de radiografias por unidade de tempo, pois este dado na maioria absoluta dos casos é determinado por fatores sem controle, tais como:

- Conhecimento do usuário em relação ao aparelho de Raio X,
- Número de pacientes, por unidade de tempo, que entram na clínica para serem radiografados.

Para analisar o comportamento deste consumidor especial quanto ao nível de flutuação de tensão causada no sistema, deve-se utilizar o programa de cargas especiais, MIT 162604 - Cargas Elétricas Especiais.

2.2.2.1.3.3.1 - Correção dos Níveis de Flutuação de Tensão

Caso os níveis de flutuação de tensão, provocada pela máquina de Raio X, fiquem fora dos padrões estabelecidos no item 2.2.2.1.3.3, deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Redimensionamento dos condutores em que se pretende instalar a carga;
- Troca do transformador por outro de maior capacidade;
- Ligação da carga do consumidor o mais próximo possível do transformador;
- Colocação de um transformador particular ou exclusivo, para atendimento à carga.

2.2.2.2 - Configuração da Rede Secundária

Sempre que possível, serão adotados circuitos típicos, de acordo com o ANEXO 19.

Essas configurações permitem o atendimento, em 220/127 V e 254/127 V, de toda a gama de densidades de cargas, características de rede aérea de distribuição urbana, abrangendo desde áreas cuja carga é constituída exclusivamente de iluminação pública, até áreas compostas de cargas altamente concentradas, já no limite de viabilidade de conversão para atendimento em rede subterrânea.

A adoção de um determinado circuito típico será função da densidade de carga inicial, da taxa de crescimento e da configuração do arruamento.

Sempre que houver possibilidade, os circuitos deverão ser estudados em função do plano diretor do município.

2.2.2.3 - Previsão da Taxa de Crescimento

Especial atenção deverá ser dispensada na determinação da taxa de crescimento, pois este índice, para as cargas da rede secundária, nem sempre coincide com o índice do crescimento médio global da zona típica levada em consideração.

Isto porque o índice de crescimento da zona típica leva em consideração, além da evolução da carga nas áreas já atendidas, a ligação de cargas em áreas ainda não atendidas, aliando a isto, as cargas alimentadas nas tensões primárias.

Deverá ser consultado o relatório "Previsão de Mercado de Energia Elétrica" da SVM/SVMMKT/EEMR.

Fundamentalmente deverão ser distinguidos três casos:

- a) Áreas com edificações compatíveis com sua localização e totalmente construídas.
Neste caso, a taxa de crescimento a ser adotada deverá corresponder ao crescimento médio de consumo por consumidor, sendo invariavelmente um valor pequeno;
- b) Áreas com edificações compatíveis com a sua localização e não totalmente construídas.
Neste caso, além do índice de crescimento, devido aos consumidores já existentes, deverão ser previstos os novos consumidores, com base no ritmo de construção observado na área em estudo;
- c) Áreas com edificações não compatíveis com sua localização.
Neste caso normalmente corresponde a uma taxa de crescimento mais elevada, tendo-se em vista a tendência da ocupação de área por edificação de outro tipo.
Como exemplo pode-se citar o caso de residências unifamiliares em áreas com tendências para construção de prédios de apartamentos.
Neste caso, a demanda futura deverá ser estimada com base na carga de ocupação futura, levando-se em conta o ritmo de construção observado no local.

2.2.2.4 - Tipos de Projetos

A rotina, a ser seguida no dimensionamento da rede secundária, deverá ser conforme às características e finalidade do projeto, quais sejam:

a - PROJETOS DE REDE NOVA

- a.1) Multiplicar o valor da demanda diversificada média por consumidor, definida no item 1.2.2.1, pelo número total de consumidores a serem atendidos pelo circuito, inclusive lotes vagos, obtendo-se o total da carga (kVA) residencial;
- a.2) Adicionar à carga residencial as demandas dos consumidores não residenciais;
- a.3) Evoluir esse valor de carga no período de 5 (cinco) anos, mediante a aplicação da taxa de crescimento da área;
- a.4) Se a demanda máxima prevista ocorrer no período noturno, deverá ser acrescentada a carga da iluminação pública;
- a.5) Preparar o esquema da rede secundária típica, de acordo com a configuração das quadras existentes na área do projeto;
- a.6) Calcular a queda de tensão no circuito, cujo valor para o 5º ano, deverá atender o perfil da tensão.

b - PROJETOS DE AMPLIAÇÃO DE REDE

O dimensionamento, para implantações de redes secundárias em projetos de ampliação de rede, será semelhante ao exposto no item a, "PROJETOS DE REDE NOVA".

c - PROJETOS DE MELHORIA DE REDE

- c.1) Obter o valor da densidade linear de carga atual do circuito em (kVA/m) correlacionando o kVA/consumidor, obtido no item 1.2.2.3, com o comprimento das fachadas das edificações dos consumidores ligados ao circuito;

NOTA: O método baseia-se na densidade linear do circuito (kVA/m).

No entanto, poderão ser adotados também, como parâmetros, a densidade de carga por poste (kVA/poste) ou por superfície (kVA/m²), obedecendo-se a mesma rotina de cálculo para dimensionamento de rede;

- c.2) Evoluir esse valor da densidade linear da carga no período de 5 (cinco) anos, mediante a aplicação da taxa de crescimento da área;
- c.3) Multiplicar o valor do kVA/m 5º ano, pelo comprimento das fachadas previstas no atendimento pela rede secundária em estudo;
- c.4) Preparar e lançar esquemas de rede secundária típica, de acordo com a configuração existente na área do projeto;
- c.5) Os esquemas deverão atender o perfil de tensão adotado para a área, com valores extrapolados para o 5º ano;
- c.6) Conferir os resultados obtidos, levando-se em conta os consumidores trifásicos de carga elevada e os de cargas especiais.

NOTA: Sempre que houver a necessidade de obras de melhoria na Rede de Distribuição deverá ser consultado o MIT 162301 - Planejamento de Sistemas de Distribuição - Baixa Tensão: Obras de Melhoria.

d - PROJETOS DE REFORÇO DE REDE

O dimensionamento para implantações de redes secundárias em projetos de reforço de rede, será semelhante ao exposto no item c, "PROJETOS DE MELHORIA DE REDE".

2.2.2.5 - Traçado da Rede Secundária

De acordo com o tipo de projeto, o traçado deverá obedecer as seguintes diretrizes básicas:

- a) Ter um caminhamento técnico-econômico viável para a alimentação das cargas;
- b) Deverá ser levada em consideração a posição da fonte de energia, no sentido de se seguir o caminho mais curto, evitando-se extensões desnecessárias.

2.2.2.6 - Dimensionamento dos Condutores da Rede Secundária

2.2.2.6.1 - Critérios Gerais

a - Tipos e Bitolas

Serão utilizados condutores de alumínio CA e cobre, com as seguintes bitolas:

a.1 - Condutores de Alumínio - tipo CA

02 AWG	-	NTC 810553
2/0 AWG	-	NTC 810555
4/0 AWG	-	NTC 810556

a.2 - Condutores de Cobre

16 mm ²	-	NTC 810531
35 mm ²	-	NTC 810533
70 mm ²	-	NTC 810535

NOTA: Neutro e fases deverão ser projetados com a mesma bitola.

b - Características

As características dos condutores são as constantes nas respectivas NTCs e no ANEXO 14.

c - Determinação da Bitola

A rede secundária deverá ser dimensionada de tal forma a minimizar os custos anuais de investimentos iniciais, ampliações, modificações e perdas, dentro do horizonte do projeto.

A rede secundária deverá ser dimensionada para atender a evolução da carga prevista até o 5º ano.

No dimensionamento elétrico, deve considerar-se que o atendimento ao crescimento da carga será feito procurando-se esgotar a capacidade da rede, observando-se os limites de capacidade térmica dos condutores e a máxima queda de tensão fixada pelo perfil adotado.

O processo de cálculo elétrico utilizado, para fins de projeto de redes secundárias, é o dos coeficientes de queda de tensão em % por kVA x hm (ANEXO 15), sendo a carga sempre considerada equilibrada ou igualmente distribuída pelos circuitos monofásicos existentes.

Apesar de se equilibrar as cargas entre fases, os resultados desse dimensionamento deverão ser periodicamente aferidos através de medições nos circuitos, a fim de se determinar possíveis fatores de correção a serem adotados em projetos futuros.

d - Utilização**d.1 - Condutores de Alumínio - tipo CA**

Poderão ser utilizados sem restrição, para todas as situações.

d.2 - Condutores de Cobre

Deverão ser utilizados nas obras em regiões litorâneas, ou em áreas com acentuada presença de substâncias corrosivas e poluidoras (ambientes agressivos).

2.2.3 - Transformadores de Distribuição

2.2.3.1 - Tipos e Potência

a - Para Redes em 13,8 kV

Serão previstos transformadores, para instalação em postes, nas potências:

TRIFÁSICOS		MONOFÁSICOS	
kVA	NTC	kVA	NTC
30	811042	15	811012
45	811043	25	811013
75	811044	37,5	811014
112,5	811045	50	811015
150	811046		
225	811047		

NOTA: Os transformadores trifásicos de 150 e 225 kVA, são utilizados exclusivamente para atendimento a edifícios de uso coletivo.
Ver NTC 9 - 01110 - ATENDIMENTO A EDIFÍCIOS DE USO COLETIVO.

b - Para Redes em 34,5 kV

Serão previstos transformadores, para instalação em poste, nas potências:

TRIFÁSICOS		MONOFÁSICOS	
kVA	NTC	kVA	NTC
30	811062	15	811022
45	811063	25	811023
75	811064	37,5	811024
112,5	811065	50	811025

2.2.3.2 - Dimensionamento

Os transformadores deverão ser dimensionados de forma a minimizar os custos de investimentos, substituição e perdas, dentro do horizonte do projeto.

Os transformadores serão dimensionados para atender a evolução das cargas previstas no mínimo até o 5º ano.

2.2.3.2.1 - Carregamento

O carregamento máximo do transformador deverá ser fixado em função da impedância interna, perfis de tensão adotados conforme item 2.2.1.1 e levando-se também em conta os limites de aquecimento sem prejuízo da sua vida útil, (obtidos nos dados de placa).

Como referência de carregamento dos transformadores foi realizado, pela COPEL, um estudo em diversos circuitos, de diversas regiões do ESTADO e baseado neste estudo, constatou-se que, para se obter uma minimização de custos em função da troca de transformadores no 5º ano, é recomendável ter-se um carregamento inicial de 90% da capacidade nominal do transformador, para áreas em desenvolvimento e 100% para áreas com baixo crescimento.

2.2.3.3 - Instalação

As instalações de transformadores deverão atender os seguintes requisitos básicos:

- a) Localizar-se tanto quanto possível no centro de carga;
- b) Localizar-se próximo às cargas concentradas, principalmente as que ocasionam flutuação de tensão;
- c) Localizar-se de forma que as futuras relocações sejam minimizadas;
- d) Localizar-se longe de esquinas e em locais de fácil acesso para manutenção e operação.

2.2.4 - Dimensionamento de Estruturas

Os parâmetros básicos, a metodologia e os valores para dimensionamento das estruturas são os definidos na NTC 850001 - DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE REDES e NTC 849000/245 - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA e na NTC 856000/344 e demais - MONTAGEM DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA.

2.2.5 - Postes

Deverão ser usados postes de concreto armado, seção duplo T.

2.2.5.1 - Tipos

Poderão ser utilizados os tipos padronizados na NTC 810100/999 - MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO PADRÃO e para o dimensionamento das estruturas, observar a NTC 850001 - DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA DE REDES.

2.2.5.1.1 - Postes de Concreto Armado

10,5 metros	D/150
	B/300
	B/600
	B-1,5/1000
	B-4,5/2000

12,0 metros	D/200
	B/300
	B/600
	B-1,5/1000
	B-4,5/2000
	B-6/3000

13,5 metros	B/600
	B-1,5/1000

2.2.5.2 - Comprimento Mínimo

Deverá ser obedecido o comprimento mínimo de:

- 10,5 metros: para rede primária e rede secundária;
- 12,0 metros: para derivação de AT, travessias, circuito duplo, em estruturas com transformador, equipamentos e/ou situações especiais em que o poste de 10,5 m se mostrar insuficiente;
- 13,5 metros: para derivação em AT, travessias, circuito duplo, em estruturas com transformador, equipamentos e/ou situações especiais em que o poste de 12,0 m se mostrar insuficiente.

Postes maiores serão considerados especiais.

2.2.5.3 - Poste Posição de Topo

Na necessidade de se instalar um poste na posição topo, sem sustentação transversal, este deverá ser dimensionado considerando-se a atuação do vento no poste, equipamentos e condutores.

Consultar a NTC 850001 - DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE REDES.

2.2.6 - Cruzetas

Deverão ser utilizadas, normalmente os tipos: cruzeta de concreto armado e excepcionalmente cruzeta de aço.

2.2.6.1 - Utilização

2.2.6.1.1 - Cruzeta de Concreto Armado 250daN – 2 m. - NTC 811503 (Normal e Beco)

- Montagens passantes, de derivação e fim de linha.

Poderão ser utilizadas para os condutores padronizados constantes no item 2.2.1.5.1

NOTA: Na condição de esforços verticais descendentes, onde haverá necessidade de dimensionamento dos condutores de maior bitola, consultar a NTC 850001 - DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE REDES.

- Equipamentos

Poderão ser utilizadas com: pára-raios, chave fusível, chave tripolar para operação com carga e seccionadora de faca unipolar.

2.2.6.1.2 - Cruzeta de Aço 1000 daN – 1,90 m - NTC 811508 (Normal e Beco).

Deverá ser utilizada somente em situações especiais, para as quais a cruzeta de concreto não atenda os esforços solicitados.

2.2.7 - Distâncias Verticais Mínimas de Segurança, entre os cabos e o solo ou outros elementos

Os cabos condutores deverão manter as distâncias mínimas, a seguir especificadas, nas condições mais desfavoráveis de aproximação, ou seja, na condição de flecha máxima na temperatura máxima (55° C), sem vento.

2.2.7.1 - Condutores Primários

- 6,0 m - Para locais acessíveis apenas a pedestres (NBR-5434);
- 6,0 m - Para locais onde circulam máquinas agrícolas (NBR-5433);
- 7,0 m - Ruas e avenidas (NBR-5434);
- 7,0 m - Para cruzamento e ocupação de faixa de domínio sobre rodovias federais e estaduais, na condição mais desfavorável, para vãos até 100 m;
- 8,0 m - Para cruzamento e ocupação de faixa de domínio sobre rodovias federais e estaduais, na condição mais desfavorável, para vãos acima de 100 m;
- 9,0 m - Para cruzamento sobre ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis;
- 12,0 m - Para cruzamento sobre ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis;
- 6,0 m - Para travessias sobre oleodutos e gasodutos.

Para travessias sobre águas navegáveis a altura mínima deverá ser $H + 2$ metros, onde:

H = Corresponde à altura do maior mastro e deverá ser fixada pela capitania dos portos do Rio Paraná ou pela Autoridade Responsável pela navegação da via considerada.

A altura de maior mastro, para as águas das principais vias navegáveis no Estado do Paraná, é a seguinte:

- 18,0 m - Para o Rio Paraná;
- 12,0 m - Para os rios Ivaí, Piquiri e Iguaçu;
- 6,0 m - Para travessias de águas não navegáveis.

2.2.7.2 - Condutores Secundários

- 5,50 m - Ruas e avenidas (NBR-5434);
- 4,50 m - Entrada de prédios e demais locais de uso restrito a veículos (NBR-5434);
- 4,00 m - Ruas e vias exclusivas a pedestres (NBR-5434).

Para as demais situações adotar a mesma altura da rede primária.

2.2.8 - Travessias

Todas as travessias sobre ou sob:

- Rodovia Estadual (DER); - Rodovia Federal (DNER); - Rodovia conveniada em contrato de concessão;
- Linha de Transmissão (CESP, ELETROSUL, FURNAS e COPEL);
- Ferrovia Sul Atlântico - FSA;
- Águas (Capitania dos Portos do Estado do Paraná);
- Oleodutos e Gasodutos da PETROBRÁS.

Deverão ser realizadas observando-se as exigências técnicas contidas no MIT 162606 - MANUAL DE TRAVESSIAS.

2.2.9 - Estaiamento

O estaiamento deverá ser projetado quando a resultante, dos esforços aplicados na estrutura, for superior a 1,4 vezes a resistência nominal do poste, ou ainda, quando a resistência de engastamento (considerar os três tipos de engastamentos padronizados) for insuficiente.

A decisão entre estaiar um poste de menor resistência e utilizar um de maior resistência, engastado de uma das três formas padronizadas na NTC 856000/344 e demais - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA, deverá ser tomada após a análise técnico-econômica.

O seu dimensionamento deverá obedecer aos critérios estabelecidos na NTC 850001 - DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE REDES.

O estai de âncora não deverá ser utilizado em redes de distribuição urbana.

2.3 - Locação de Estruturas em Planta

Determinado o desenvolvimento do traçado das redes primária e secundária e definidos os centros de cargas, deverão ser locados em planta, os postes necessários para a sustentação da rede de distribuição.

Serão usados postes de concreto, seção duplo T, conforme critérios abaixo definidos.

2.3.1 - Critérios Gerais

Para que não surjam problemas de construção, a posição dos postes, sempre que possível, deverá estar de acordo com as observações que precederão a locação dos mesmos, levantadas em campo e assinaladas em planta, obedecendo-se os critérios a seguir:

- a) Sempre que possível, colocar a posteação do lado oeste na rua cujo eixo esteja na direção aproximada Norte-Sul, a fim de que as futuras árvores de médio porte possam ser plantadas do lado leste, dando maior sombra, à tarde, sobre as frentes das casas e às calçadas.
Para as ruas cujo eixo está na direção Leste-Oeste, o lado da posteação deve ser, sempre que possível, do lado Norte, para que as árvores de porte médio, plantadas do lado sul, dêem sombra sobre a calçada.
No ANEXO 20 são mostradas as figuras 1 e 2, que dão as regras para localização dos postes e das árvores, em função do seu porte.
- b) A seqüência de fases, deverá ser A-B-C de tal forma que, sempre que possível a fase C fique no lado da pista de rolamento, exceção feita somente quando o posteamento for em canteiro central. Ver ANEXO 18.
- c) Não locar postes em frente de entradas de garagens, de guias rebaixadas e de postos de gasolina, evitando também a locação dos mesmos em frente a anúncios luminosos, marquises e sacadas.
A fim de transpor marquises, sacadas e anúncios luminosos é recomendado o uso de afastadores para redes secundárias e montagem beco para redes primárias.
- d) Evitar implantação de redes em jardins ou praças públicas, ou que a rede coincida com a arborização, no caso de ruas arborizadas apenas em um dos passeios.
- e) Evitar interferência com o alinhamento de galerias de águas pluviais, redes de esgoto e redes aéreas ou subterrâneas de outras concessionárias de serviços públicos.
- f) Projetar vãos de 30 a 40 m com vão médio de 35 m. Onde existir somente rede primária poderão ser utilizados, inicialmente, vãos de 60 a 80 m com vão médio de 70 m, prevendo-se futuras intercalações de postes.
- g) Procurar locar a posteação, sempre que possível, nas divisas dos lotes.
- h) Em ruas com até 20 m de largura, incluindo o passeio, os postes poderão ser projetados sempre de um mesmo lado.
- i) Em ruas ou avenidas de largura compreendida entre 21 e 29 m, projetar posteamento central.

Nesse caso, deverá ser obtido da prefeitura o compromisso de construção de canteiros protetores, caso contrário, deverá ser projetado posteamento simples, para vias com largura entre 21 e 24 m, ou posteamento duplo para vias com largura entre 25 e 29 m.

- j) O comprimento máximo para a instalação do ramal de serviço será de 30 m e em final de linha, de 35 m.
- k) Em ruas ou avenidas de largura igual ou superior a 30 m, projetar posteamento duplo.
- l) Os postes deverão, sempre que possível, guardar da esquina, a partir da linha de propriedade (alinhamento frontal dos terrenos), a distância de 2 a 5 m.
- m) Os postes com transformadores, ou com equipamentos especiais, deverão guardar a distância mínima de 10 m da esquina (a partir da linha de propriedade).
- n) Os postes deverão ser locados prevendo-se futuras extensões, evitando-se assim remoções ou deslocamentos desnecessários.
- o) Os postes com transformadores ou equipamentos destinados a alimentação de edifícios de uso coletivo deverão ser instalados o mais próximo possível da carga.
- p) Quando da substituição ou intercalação de postes na rede de distribuição, as cruzetas deverão ser montadas sempre do lado da fonte, nas estruturas de alinhamento.

NOTA 1: Quando não houver posteação deve-se escolher o lado mais favorável para a implantação de rede, considerando, sempre que possível, o que tenha maior número de edificações, o que acarretará menor número de travessias de ramais de ligação.

Quando já houver posteação em parte da rua a extensão da rede deverá ser feita sempre do lado coincidente com o da posteação existente, para se obter boa estética e evitar cruzamentos desnecessários em via pública;

NOTA 2: A adoção de cada um dos critérios anteriormente citados dependerá, além da largura da rua e da existência ou não do canteiro central, do tipo de iluminação pública, adotada nos níveis de iluminamento e da possibilidade de extensão dos ramais de ligação.

Poderá ser necessário projetar a posteação dupla em ruas de largura inferior a 20m, para atender a casos especiais, tais como a necessidade de instalação de diversos alimentadores, de melhor iluminação pública, de atender redes de meios de transportes elétricos.

2.3.1.1 - Rede Secundária em Anel

Considerações quanto aos procedimentos de manutenção e operação de rede secundária em anel:

- a) Não interligar circuitos diferentes.
- b) Não misturar fases e fase-neutro.
- c) Não abrir ou fechar “jumper” com o circuito ligado.
- d) Identificar nos sistemas GEDIS e SIG-GD (Sistema de Informações Geográficas - Gestão da Distribuição), os circuitos de BT ligados em anel, de modo que os profissionais do COD (Centro de Operação de Distribuição) tenham conhecimento do tipo de configuração de

circuito e os repasse aos eletricitistas que operam e intervêm na rede, quando eles necessitarem.

- e) Identificar no posto de transformação o circuito em anel, escrevendo ANEL logo abaixo da identificação do posto. A palavra **ANEL** deverá ser escrita em letras de forma preta e fundo amarelo, nos padrões e dimensões aos da identificação do posto, observar o MIT 160206 - NUMERAÇÃO DE CHAVES.
- f) Considerar que, para efeito de trabalhos de manutenção nas redes, todos os circuitos de BT estarão na configuração ANEL. Assim, antes de qualquer trabalho em circuitos de BT, os eletricitistas de emergência e equipes de manutenção, deverão obrigatoriamente, consultar o COD para saber em que configuração se encontra o circuito (radial ou anel), e tomar os cuidados necessários.
- g) Quando houver necessidade e possibilidade de desenergizar somente um trecho do circuito de BT ligado em ANEL, e manter o restante energizado (por questões de DEC, FEC, etc.), deve-se abrir "jumpers" do circuito em anel para possibilitar a execução dos serviços de manutenção.
- h) Nos serviços de manutenção com rede desenergizada, instalar Bastão Curto Circuitador de BT.
- i) S3-S3 no mesmo poste, transformar em S4.
- j) S3-S3 em postes diferentes e cabos de mesma bitola, transformar em S4-S1 ou S4-S4.
- k) REITERAR que, ANTES do início de qualquer trabalho em circuitos ou trechos desenergizados de redes de BT ou AT, são OBRIGATÓRIOS o teste de ausência de tensão e o aterramento temporário da rede.
- l) Em um projeto novo prever S4 em pontos estratégicos do circuito em anel, os mesmos funcionarão como chaves para a Manutenção e Operação, quando da intervenção do circuito.

2.3.1.1.1 - Segurança em Trabalhos de Manutenção - Rede Nua de BT ligada em Anel

A manutenção em circuitos em anel poderá ser executada em duas situações.

2.3.1.1.1.1 - Com todo o Circuito Desenergizado

- 1 - Estaciona e sinaliza o veículo, defronte à estrutura do transformador que alimenta a rede de BT ligada em ANEL, e que sofrerá manutenção.
- 2 - Solicita o bloqueio do RA (Religador Automático) daquele circuito, através do VHF, a central do CALL CENTER (COD). O RA passa a atuar como disjuntor.
- 3 - Com auxílio da vara de manobra e de todos os EPI's pertinentes à tarefa (luva de borracha classe 2, óculos de segurança, capacete e meia bota), abre as chaves do transformador, desenergizando todo o circuito em ANEL.
- 4 - Calçado com as luvas de borracha testa o circuito de BT.
- 5 - Ainda calçado com as luvas de borracha, instala na rede de BT, o Bastão Curto Circuitador de BT, junto ao poste do transformador.

- 6 - Após, dirige-se ao local da rede com o defeito e executa os trabalhos de manutenção.
- 7 - Após a conclusão do serviço, certifica-se que tudo se encontra em perfeitas condições. Dirige-se ao poste do transformador, retira da rede de BT o Bastão Curto Circuitador de BT e em seguida, procede o fechamento do transformador, energizando novamente o circuito.
- 8 - Solicita ao CALL CENTER (COD) o desbloqueio do RA (Religador Automático).

2.3.1.1.1.2 - Com parte do Circuito de BT Desenergizado e demais partes Ligado (DEC/FEC)

- 1 - Estaciona e sinaliza o veículo, defronte à estrutura do transformador que alimenta a rede de BT ligada em ANEL, e que sofrerá manutenção.
- 2 - Solicita o bloqueio do RA (Religador Automático) daquele circuito, através do VHF, a central do CALL CENTER (COD). O RA passa a atuar como disjuntor.
- 3 - Com auxílio da vara de manobra e de todos os EPI's pertinentes à tarefa (luva de borracha classe 2, óculos de segurança, capacete e meia bota), abre as chaves do transformador, desenergizando todo o circuito em ANEL.
- 4 - Calçado com as luvas de borracha, testa o circuito da rede de BT, confirmando que o mesmo se encontra desenergizado.
- 5 - Ainda calçado com as luvas de borracha, instala na rede de BT 1 (hum) Bastão Curto Circuitador de BT, junto ao poste do transformador.
- 6 - Dirige-se ao trecho em que será efetuado a manutenção, e após os procedimento de segurança de rotina, como sinalização, amarração de escada, utilização dos EPI's, instala somente 1 (hum) Bastão Curto Circuitador de BT, no trecho de trabalho.
- 7 - Em seguida, abre os jumpers (S4) de ambos os lados do trecho que sofrerá manutenção, tomando o cuidado de fixá-los nos seus respectivos cabos na rede, para que estes não venham a tocar nos demais jumpers do outro circuito, que ficará energizado.
- 8 - Após, dirige-se novamente ao poste do transformador, calça as luvas de borracha retira o Bastão Curto Circuitador de BT e religa o transformador, energizando assim todo o restante do trecho que não sofrerá manutenção. Desta forma poderá executar a manutenção necessária, deixando um menor número de consumidores desligados.
- 9 - Concluído os serviços, dirige-se novamente ao transformador do circuito, procedendo a abertura das chaves e instalando outro Bastão Curto Circuitador de BT, na rede de BT.
- 10 - No trecho que sofreu a manutenção, religa os jumpers e retira o Bastão Curto Circuitador, certificando-se que tudo está em perfeitas condições de segurança.
- 11 - Novamente na estrutura do transformador, retira o Bastão Curto Circuitador, e religa o circuito, fechando as chaves do mesmo, dando por encerrada a tarefa.
- 12 - Solicita ao CALL CENTER (COD) o desbloqueio do RA (Religador Automático).

NOTAS:

- a) Para maiores detalhes sobre Aterramento Temporário, inclusive para rede secundária com condutor protegido, consultar a Recomendação de Segurança 02/01/90 DPSM - revisão 12/97: ATERRAMENTO TEMPORÁRIO PARA TRABALHOS EM LD's E RD's DESENERGIZADAS.

- b) Toda vez que for repassar um serviço ao eletricista de emergência e/ou encarregado de equipe de manutenção, o supervisor deverá orientá-lo(s) quanto ao tipo de circuito que irão trabalhar, salientando os riscos inerentes ao circuito que será trabalhado.
- c) Sempre procurar o melhor e mais seguro local possível para estacionar o veículo. Após, freiá-lo convenientemente e calçá-lo. Sinalizar o local com cordas e cones, impedindo a entrada de terceiros no local de trabalho. Disponibilizar uma passagem com segurança para os pedestres.
- d) Durante trabalhos de abertura de chaves, utilizar todos os EPI's pertinentes á tarefa, tais como, vara de manobra (três gomos), luva de borracha (classe 2), óculos de segurança, meia bota/coturno e capacete.
- e) Em trabalhos acima do nível do solo, amarrar a escada no topo e na base.
- f) Todo o circuito elétrico só é considerado desligado quando for testado e aterrado.

2.3.2 - Aeródromos

Nas proximidades de aeródromos as estruturas deverão ser locadas obedecendo as prescrições estabelecidas na Portaria Nº 1141/GM5 de 8 de agosto de 1987, cujos parâmetros estão mostrados no ANEXO 22.

2.4 - Proteção e Seccionamento

2.4.1 - Rede Primária

2.4.1.1 - Proteção Contra Sobrecorrente

A aplicação de equipamentos de proteção e a sua coordenação visam oferecer, ao sistema de distribuição, segurança, confiabilidade, melhor qualidade no fornecimento, economia para a Empresa e minimização do número de interrupções nas instalações de consumidores quando em condições anormais do sistema.

NOTA 1: O detalhamento dos critérios de proteção contra sobrecorrente consta no MIT 162501 - PROTEÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE - CRITÉRIOS DE AJUSTES E COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO.

NOTA 2: Os equipamentos de proteção contra sobrecorrente devem ser projetados conforme descrito na NTC 849000/245 - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA e NTC 856000/344 e demais - MONTAGEM DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA.

2.4.1.2 - Proteção Contra Sobretensão

A proteção contra sobretensão será feita por pára-raios, adequadamente dimensionados e localizados de modo a se obter a máxima proteção possível.

Ver MIT 162401 - PROTEÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO - APLICAÇÃO DE PÁRA-RAIOS.

a - Tipos

Os pára-raios a serem utilizados são:

- 15 kV - NTC 811258 para 13,8 kV

-
- 27 kV - NTC 811261 para 34,5 kV

b - Instalação e Localização

A instalação dos pára-raios deverá ser feita conforme indicado na NTC 849000/245 - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA e na NTC 856000/344 e demais - MONTAGEM DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA.

A localização dos pára-raios deverá ser projetada conforme o MIT - 162401 - Proteção de redes de distribuição contra sobretensão - Aplicação de pára-raios.

2.4.1.3 - Seccionamento e Manobra

2.4.1.3.1 - Equipamentos

São os seguintes os tipos de equipamentos de seccionamento e manobra a serem utilizados nas Redes de Distribuição Urbana - RDU:

a - Chave Fusível

a.1 - 15 kV

- Base tipo C 300 A - NTC 811234
- Porta fusível Tipo C - 100 A-10kA - NTC 811246
- Porta fusível Tipo C - 200 A-10kA - NTC 811247

a.2 - 24,2kV

- Base tipo C 300 A - NTC 811235
- Porta fusível Tipo C - 100 A-6,3kA - NTC 811249

b - Seccionadora de faca unipolar, com dispositivo para abertura em carga

- 15 kV/400A - NTC 811220
- 15 kV/630A - NTC 811221
- 24,2 kV/200A - NTC 811223
- 24,2 kV/400A - NTC 811224

c - Chave a ar tripolar de operação manual para abertura em carga

- 15 kV/630A

d - Chave tripolar para operação com carga

- 15 kV/630 A - NTC 810028

- 36,2 kV/630 A - NTC 810028

e - Lâmina Desligadora para base de chave fusível tipo "C"

- 15 kV/300 A - NTC 8111250
- 24,2 kV/300 A - NTC 8111251

2.4.1.3.2 - Instalação e Localização

A instalação dos equipamentos, de seccionamento e manobra, deverá ser feita conforme indicado na NTC 849000/245 - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA e na NTC 856000/344 e demais - MONTAGEM DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA.

A localização dos equipamentos deverá ser feita após consulta às Superintendências de Engenharia, onde será implantado o projeto de Redes de Distribuição Urbana.

2.4.1.4 - Aterramentos

O aterramento, deverá ser feito conforme indicado no MIT 163104 - ATERRAMENTO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO.

2.4.1.4.1 - Elementos a serem aterrados

Deverão ser aterrados todos os pára-raios e tanque de transformadores, de religadores, de reguladores de tensão, de capacitores, de chaves de operação sob carga, de seccionadoras tripolares e blindagem de cabos de A.T.

2.4.1.4.2 - Resistência de Aterramento

Os valores máximos de resistência de terra, previstos para a malha de terra dos equipamentos acima, são:

- RD-15 kV $\leq$ 20 ohms
- RD-34,5 kV $\leq$ 10 ohms

2.4.2 - Rede Secundária

2.4.2.1 - Aterramento

A elaboração do aterramento deverá ser feita, conforme o indicado na NTC 849000/245 - MONTAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA e no MIT 163104 - ATERRAMENTO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO.

2.4.2.1.1 - Elementos a Serem Aterrados

- a) Os neutros devem ser interligados e aterrados em intervalos de aproximadamente 150 metros, e conectados à malha do posto de transformação.

Além desses aterramentos, para se obter uma maior proteção, é aconselhável projetar aterramentos especiais em lugares convenientes.

A quantidade de aterramentos especiais necessária dependerá de uma análise técnica e econômica em função da resistividade do solo.

b) Os estais devem ser interligados ao condutor neutro.

2.4.2.1.2 - Resistência de Terra

Os valores máximos de resistência de terra, quando a descida de terra for comum para primário e secundário, serão as seguintes:

- RD 13,8 kV $\leq$ 20 ohms
- RD 34,5 kV $\leq$ 10 ohms

Se o aterramento for exclusivamente do circuito secundário (ramal de entrada), os valores de resistência de terra máximos devem ser de até 25 ohms.

2.5 - Iluminação Pública

Na elaboração do projeto de Rede de Distribuição Urbana - RDU, deverá sempre ser prevista a iluminação pública, consultando-se a Prefeitura Municipal.

No caso do Sistema de Iluminação Pública ser de propriedade do Município, caberá a ele a responsabilidade pela elaboração do projeto e execução da iluminação pública e à COPEL a análise do projeto e fiscalização dos serviços executados, bem como a energização ou desenergização da rede de energia elétrica, quando necessário.

No caso do Sistema de Iluminação Pública ser transferido à COPEL pela Prefeitura Municipal, deverá ser observado os critérios definido na Notificação/DDI - 011/97 - Iluminação Pública.

Na elaboração do projeto de Iluminação Pública deverá ser observada a NTC 841050 - PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.

Para execução da Iluminação Pública deverá ser observada a NTC 848500/686 - MONTAGEM DE REDES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.

A relação de material, referente a Iluminação Pública deverá ser feita à parte da relação de material da rede de distribuição.

2.6 - Apresentação do Projeto

O projeto definitivo deverá ser composto de:

- a) Cálculo de queda de tensão;
- b) Planta da rede primária e secundária;
- c) Desenho do projeto em planta;
- d) Desenho de detalhes complementares do projeto;
- e) Relação de materiais - GDD 3310;
- f) Orçamentação do projeto - GDD 4360;
- g) Ordem em curso - GDD 4100 (deverá ser emitido somente quando o projeto for enviado à execução);

h) Fechamento físico da Obra - GDD 6100.

2.6.1 - Cálculo de Queda de Tensão

Deverá ser apresentado separadamente, para a rede primária e secundária, contendo diagrama unifilar e planilha de cálculo (ANEXO 6).

O projetista deverá fazer uso do programa SIMUL (Simulação da Rede Secundária) e do aplicativo de apoio à área de projeto o GD-Projeto de Redes (Gerência de Redes - Projeto de Redes), no SIG-GD (Sistema de Informações Geográficas - Gestão da Distribuição), de forma a obter com maior precisão e rapidez os valores de queda tensão, potência e carregamento do transformador do circuito secundário em análise.

2.6.1.2 - Critério para o Cálculo de Queda de Tensão

Com o objetivo de estabelecer um percentual ideal em cálculos de queda de tensão para a aplicação em projetos de distribuição, estabeleceu-se:

- a) Elaboração de estudo realizado em 76 circuitos de 12 localidades diferentes com as variações de crescimento tomadas em 1 à 5 anos;
- b) Níveis de tensão de fornecimento (116 V – 132 V);
- c) Levantamento de quedas máximas de alimentadores.

Após estas medidas detectou-se que para alcançar uma queda de tensão de 8% ao final de 5 anos, deverá ser adotado um percentual inicial, conforme tabela:

Taxa de Crescimento	Queda de Tensão Inicial
Até 5% a.a.	4,5%
Acima de 5% até 10% a.a.	4,0%
Acima de 10% a.a.	3,5%

NOTA: A definição do valor da taxa de crescimento da localidade deverá ser fornecida pela COPEL (ENGs e UD's).

2.6.2 - Planta da Rede Primária e Secundária

Deverá ser apresentada contendo:

- a) Localização e numeração de toda posteação, com indicação do tipo, altura e carga nominal;
- b) Indicação das estruturas primárias e secundárias, estaiamentos, aterramentos e seccionamentos;
- c) Identificação da rede telefônica e de TV a Cabo;
- d) Identificação do equilíbrio de fases;
- e) Localização das derivações aéreas e subterrâneas e dos alimentadores rurais;
- f) Indicação do tipo, bitola e número de condutores primários e secundários;
- g) Nome de ruas, rios e outros acidentes geográficos;

-
- h) Tipo e capacidade de todos os transformadores;
 - i) Chaves fusíveis, seu tipo, capacidade (porta-fusível) e especificação do elo fusível;
 - j) Religadores, chaves de manobra, com suas características técnicas;
 - k) Potência e tipo das lâmpadas de iluminação pública e tipo de comando;
 - l) Reguladores de tensão;
 - m) Pára-raios;
 - n) Capacitores;
 - o) Em ampliação de rede de distribuição, indicar os consumidores, constando:
Número de fases, número da casa e/ou da conta do consumidor, demanda e equilíbrio de fases - simbolizar a(s) fase(s);
 - p) Nome legível do projetista;
 - q) Assinatura do responsável técnico.

2.6.3 - Desenho do Projeto

Deverá ser elaborado de acordo com a NTC 841005 - DESENHO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA.

2.6.4 - Desenho de Detalhes Complementares do Projeto

Deverão ser desenhados à parte, travessias, cruzamentos e/ou ocupação de faixa de domínio e zonas de aproximação de aeroportos, de acordo com as NORMAS e MANUAIS existentes.

Outros detalhes que se fizerem necessários por imposição de circunstâncias especiais, quando o simples desenvolvimento planimétrico não for suficiente para definir com precisão, a montagem das estruturas ou a disposição e fixação dos condutores, estaiamentos e outros elementos.

2.6.5 - Relação de Materiais

Elaborada através dos macro e micro módulos pelo sistema GDD ou através do sistema LIE.

- INCLUSÃO - GDD 1300
- ALTERAÇÃO - GDD 1310

3 - ARQUIVAMENTO DE PROJETO

Uma vez concluído o projeto, serão enviadas cópias para a construção.

As eventuais alterações, feitas na obra, serão anotadas nas cópias.

Concluída a obra, as cópias já anotadas serão devolvidas e encaminhadas ao setor de cadastro para a atualização dos originais do projeto, sendo posteriormente arquivados.

NOTA: O sistema a ser utilizado para arquivamento e atualização periódica de plantas, deverá ser tal que o cadastro de RDU permaneça sempre o mais atualizado possível.

Ver MIT 163101 - ORIENTAÇÃO A FISCALIZAÇÃO DE OBRAS.

E - ANEXOS

NÚMERO	DESCRIÇÃO
ANEXO 1	Terminologia
ANEXO 2	Recursos Especiais de Projeto
ANEXO 3	Levantamento de Cargas
ANEXO 4	Fluxograma - Determinação da Demanda
ANEXO 5	Classificação de Consumidores
ANEXO 5 A	Núcleos Habitacionais
ANEXO 6	Formulário para Cálculo de Queda de Tensão
ANEXO 6 A	Exemplo de Cálculo de Queda de Tensão
ANEXO 7	Demanda Diversificada
ANEXO 7 A	Loteamentos Industriais
ANEXO 8	Fator de Potência
ANEXO 9	Curva-Frequência de Oscilações
ANEXO 10	Tensões Normais de Operação
ANEXO 11	Configuração Básica da Rede Primária
ANEXO 12	Características Elétricas dos Condutores Rede Primária
ANEXO 13	Coeficiente de Queda de Tensão Primária
ANEXO 14	Características Elétricas dos Condutores Rede Secundária
ANEXO 15	Coeficiente de Queda de Tensão Secundária
ANEXO 16	Chaves Fusíveis e Elos Fusíveis
ANEXO 17	Elos Fusíveis para Proteção de Transformadores
ANEXO 18	Seqüência de Fases
ANEXO 19	Configuração Básica da Rede Secundária
ANEXO 20	Locais Adequados para Redes e Plantio de Árvores
ANEXO 21	Compensação de Reativos
ANEXO 22	Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos

TERMINOLOGIA

1. OBJETIVO

Uniformizar entre as diversas áreas da Diretoria de Distribuição os conceitos dos segmentos do sistema elétrico (linha, rede, alimentador e outros).

2. DEFINIÇÕES

2.1 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ABNT)

Conjunto de linhas elétricas, com equipamentos e materiais diretamente associados, destinados a distribuição de energia elétrica.

2.1.1 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO URBANA - RDU

Rede de distribuição situada dentro do perímetro urbano.

2.1.2 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL - RDR

Rede de distribuição situada fora do perímetro urbano.

2.1.3 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO PARTICULAR - RDP

Rede de distribuição de propriedade de terceiros.

2.2.- LINHA DE SUBTRANSMISSÃO - LSU

Linha elétrica destinada ao transporte de energia entre duas subestações (SEs) que alimenta ou não consumidores entre elas.

2.3 - ALIMENTADOR

Rede ou linha de distribuição elétrica que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição do concessionário e/ou consumidores.

2.3.1 - TRONCO

Segmento da linha elétrica responsável pelo transporte da maior quantidade da carga com a extensão determinada pelas necessidades operacionais do alimentador.

2.3.2 - RAMAL

Segmento da linha elétrica que deriva do tronco, responsável pela distribuição de energia aos consumidores.

2.4 - CIRCUITO DE BAIXA TENSÃO

Conjunto de linhas elétricas alimentado por um posto de transformação e responsável pela distribuição de energia elétrica aos consumidores.

2.5 - CARGA INSTALADA

Somatória das potências nominais das cargas ligadas ao sistema considerado.

2.6 - DEMANDA

Requisito de potência de carga durante um determinado período de tempo.

2.7 - DEMANDA MÁXIMA

É a maior de todas as demandas ocorridas durante um determinado período de tempo.

2.8 - DEMANDA MÉDIA

É a relação entre a quantidade de energia elétrica consumida, durante um período de tempo qualquer e o número de horas do mesmo período.

2.9 - DEMANDA DIVERSIFICADA

Demanda resultante da carga, tomando em conjunto, de um grupo de consumidores ligados em um mesmo circuito.

2.10 - FATOR DE CARGA

Relação entre a demanda média de potência e a demanda máxima, ocorrida em um determinado período de tempo.

Exemplo:

$\text{Período de um ano } FC = \frac{C}{8760 \times D}$
--

onde:

C = Consumo anual em kWh;

D = Demanda máxima anual em kW;

8760 = Número de horas de um ano.

2.11 - FATOR DE DEMANDA

Relação entre a demanda máxima de uma instalação, verificada em um período especificado e a correspondente carga instalada.

2.12 - FATOR DE DIVERSIDADE

Relação entre a soma das demandas máximas individuais e a demanda simultânea máxima do conjunto.

2.13 - FATOR DE UTILIZAÇÃO

Relação entre a máxima demanda verificada e a capacidade nominal de um sistema.

2.14 - FATOR DE POTÊNCIA

Relação entre a potência ativa e a potência aparente.

2.15 - FLUTUAÇÃO DE TENSÃO

É uma série de variações na tensão, podendo ser regular ou não.

2.16 - FLICKER

É a impressão visual de uma variação na luminosidade, regular ou não, podendo, dependendo do grau, causar irritação à visão humana.

3 - SIMBOLOGIAS ESPECÍFICAS PARA CADASTRO

De acordo com a situação geográfica das redes ou com as características funcionais das linhas podemos obter as seguintes nomenclaturas para efeito de cadastramento:

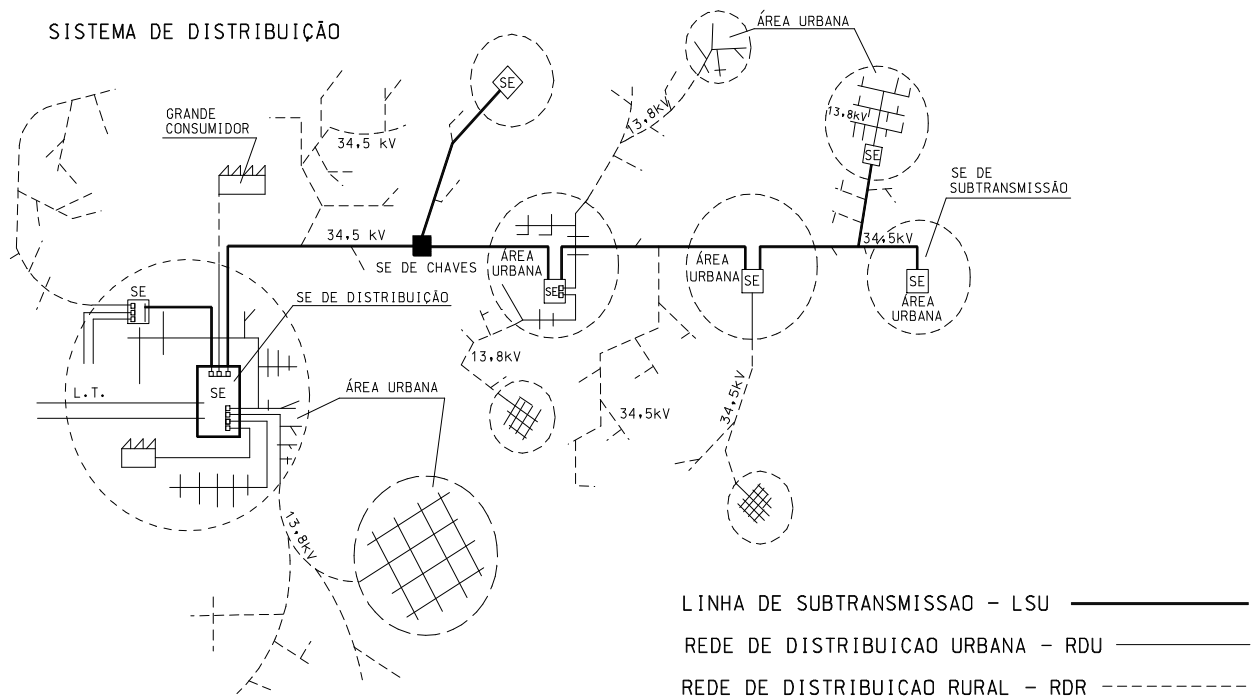
	RDU	RDR	RDP	LSU
TRONCO	TU	TR		TS
RAMAL	RU	RR	RP	

Onde:

TU	Tronco de Rede de Distribuição Urbana
TR	Tronco de Rede de Distribuição Rural
TS	Tronco de Linha de Subtransmissão
RU	Ramal de Rede de Distribuição Urbana
RR	Ramal de Rede de Distribuição Rural
RP	Ramal de Rede de Distribuição Particular

Observação: O Ramal de Subtransmissão sempre será uma Rede de Distribuição.

EXEMPLO



RECURSOS ESPECIAIS DE PROJETO

1 - CORREÇÃO DE NÍVEIS DE TENSÃO

Quando os níveis de tensão se mantiverem fora dos limites predeterminados pelo perfil de tensão adotado, as diversas alternativas apresentadas a seguir, deverão ser analisadas técnica e economicamente, em função da situação específica do projeto, como recursos adicionais para a solução do problema.

1.1 - Correção dos Níveis de Tensão na Rede Primária

Os métodos pertinentes exclusivamente à distribuição, para correção da tensão na rede primária, serão:

- Troca de bitola do alimentador;
- Instalação de reguladores de tensão;
- Melhoria do fator de potência.

1.1.1 - Troca de Bitola do Alimentador

Quando o alimentador estiver sobrecarregado, a queda de tensão muitas vezes se torna excessiva, contribuindo para que a tensão atinja valores inadmissíveis. Para que essa irregularidade seja eliminada, procede-se o reforço de condutores, isto é, troca-se a bitola dos condutores nos trechos do alimentador onde esta ocorre. A correção de tensão com a troca de bitola do condutor, será mais sensível, quanto maior for o trecho do alimentador a sofrer alteração.

1.1.2 - Instalação de Reguladores de Tensão

Os reguladores de tensão permitem obter uma faixa adequada de regulação, bem como a compensação da queda de tensão no alimentador. Para isso devem ser ajustados, o nível de tensão e a compensação de queda, na linha desses equipamentos.

O projetista deverá consultar MIT - AJUSTE DO CONTROLE AUTOMÁTICO DE REGULADORES DE TENSÃO TENSÃO - MIT 161201, para a determinação do tipo de ligação e seleção do regulador.

1.1.3 - Melhoria do Fator de Potência

Consiste na elevação do fator de potência, mediante a instalação de bancos de capacitores, no alimentador. Os benefícios resultantes da instalação de banco de capacitores na rede primária são:

- a) Redução das perdas, associada com o fornecimento de energia elétrica no ponto de utilização.
- b) Redução de investimentos, necessários em equipamentos, para a entrega de energia nos locais de utilização através de:
 - Redução na corrente, para a mesma carga (kW);
 - Redução na capacidade em kVA, dos equipamentos necessários, para o mesmo kW;
 - Redução na queda de tensão, para a mesma carga (kW);
 - Controle das tensões de chegada, se puder variar a potência em capacitores ligados.

Naturalmente que na determinação da potência capacitiva total, a ser instalada no sistema, deve-se pesar convenientemente, os benefícios acima indicados, com o custo das instalações, ou determinar se o fator de potência é ótimo para o sistema.

1.1.3.1 - Providências Para o Conhecimento do Sistema

Para o bom conhecimento do sistema, serão necessárias e essenciais, as seguintes providências:

- a) Determinar a variação, de preferência por meio de instrumentos gráficos, dos kW e dos kVA, em cada circuito alimentador, por períodos de 24 horas.
Usualmente o número mínimo de kVAr, determina a potência dos capacitores a serem instalados, sem necessidade de controle.
Isto resultaria em um fator de potência igual a 1 (um), para carga mínima; os capacitores adicionais, receberiam controle, quer automático ou não.
- b) Obter as medidas da tensão real no alimentador, durante períodos de plena carga e de carga leve, em um número suficiente de pontos, a fim de ser determinada a melhor localização dos capacitores.
- c) Será aconselhável a instalação dos kVAr, necessários, o mais próximo possível da carga, a fim de reduzir as perdas no circuito alimentador. Assim os bancos de capacitores, deverão ser instalados nos centros de carga ou nas extremidades dos circuitos alimentadores.
- d) Após a instalação do banco de capacitores, determinar os kW e kVA liberados no circuito alimentador.

1.1.3.2 - Redução das Perdas

A ligação de capacitores na rede, traz como consequência, a diminuição da corrente indutiva, o que acarreta redução na corrente circulante e nas perdas.

As perdas são proporcionais ao quadrado da corrente e como a corrente é reduzida na razão direta da melhoria do fator de potência, as perdas são inversamente proporcionais ao quadrado do fator de potência.

A redução das perdas de demanda é dado por:

$$\text{Redução das perdas \%} = [1 - (\cos \phi_1 / \cos \phi_2)^2] \times 100$$

Onde:

$\cos \phi_1$ = fator de potência antes de se instalar capacitores;

$\cos \phi_2$ = fator de potência depois da instalação de capacitores.

Conclusão:

Se o fator de potência for melhorado, para liberar capacidade do sistema e, em vista disso, for ligada a carga máxima permissível, o número total de Amperes é o mesmo, de modo que as perdas serão também as mesmas; entretanto, a carga total em kW, será maior e portanto, a perda percentual no sistema, será menor.

No caso da limitação ser térmica, a capacidade liberada poderá ser calculada por:

$$kVAT = kVA \times \left[\frac{kVAr \times \sin \phi_1}{kVA} - 1 + \sqrt{1 - (\cos \phi_1)^2 \times \left(\frac{kVAr}{kVA} \right)^2} \right]$$

Onde:

kVA = OB

kW = OA

kVAr = BC

1.1.3.4 - Elevação do Nível de Tensão

A instalação de capacitores, provoca uma elevação de tensão na rede, cujo valor é calculado pela fórmula:

$$V\% = \frac{X \times kVAr}{kV^2 \times 10}$$

Onde:

X = reatância por fase;

kVAr = potência dos capacitores;

kV = tensão entre fases.

1.1.3.5 - Regulação de Tensão

A utilização de capacitores fixos, não serve para regular a tensão, mas sim, para diminuir a queda de tensão.

Os capacitores automáticos, entretanto, possibilitam regular a tensão. Além deste benefício, os capacitores automáticos, propiciam também, os benefícios anteriormente descritos, durante o período em que se encontram em funcionamento.

1.1.3.6 - Tipos de Ligação de Bancos de Capacitores

Os bancos de capacitores, são ligados com neutro isolado ou com neutro flutuante. Em sistemas de distribuição primária a quatro fios, o neutro do banco de capacitores é aterrado, podendo ser ligadas cargas monofásicas entre fase e neutro desde que no ponto de sua instalação a corrente de curto-circuito não ultrapasse o limite considerado seguro para os capacitores. Para a proteção contra sobrecorrente de banco de capacitores em

redes de distribuição, o neutro é mantido flutuante e a máxima corrente de defeito é limitada a 300% da corrente nominal do banco.

Para sistemas a três fios, ou em que não existam cargas ligadas entre fase e o neutro, o banco de capacitores deve ser ligado com neutro desaterrado, pelos motivos a seguir:

a) nestes sistemas os relés de proteção de defeitos à terra, são ajustados de maneira a operarem com um mínimo de corrente de defeito para a terra.

Ocorrendo a queima de um fusível de proteção de um banco de capacitores, haveria (com neutro aterrado) uma corrente para a terra, igual a corrente nominal do banco, que, conforme a capacidade do banco, poderá ser suficiente para desarmar os relés acima referidos e desligar todo o alimentador.

b) se não houver neutro multiterrado, ligando o aterramento da estrutura do banco aos demais aterramentos próximos, e a subestação, provavelmente, a estrutura e o solo nas suas imediações, apresentarão gradientes de potencial perigosos para pessoas e animais, caso esse aterramento apresente alta resistência.

1.1.3.7 - Critérios para Localização de Bancos de Capacitores

1.1.3.7.1 - Bancos de Capacitores com Neutro Isolado

Quando o neutro de um banco de capacitores é flutuante, se houver o rompimento de um dos condutores de fase, ou se houver a abertura de uma fase por operação de chave unipolar, formar-se-á um circuito RLC que poderá entrar em ressonância e causar sobretensões perigosas para os equipamentos ligados e mesmo ocasionar a rotação em sentido contrário de motores trifásicos.

Para se evitar este fenômeno, basta que haja uma carga suficiente no circuito onde está ligado o banco.

É suficiente que a corrente de carga no ponto de instalação do banco, seja 150% da corrente capacitiva deste banco ou em caso de haverem outros bancos do lado da carga, a corrente deve ser maior que 150% da soma das correntes capacitivas. Para se obedecer a condição citada, em geral os bancos ficam localizados mais próximos da fonte do que a localização ideal indicada no item anterior.

1.1.3.8 - Comando dos Bancos de Capacitores

Os bancos de capacitores são dimensionados de acordo com a potência reativa que se deseja compensar, dependerá fundamentalmente da finalidade básica de instalação, alcançando maiores benefícios quando o fator de potência é mantido próximo de 1,0 durante o ciclo de carga do alimentador.

Os tipos de comando de bancos de capacitores automáticos normalmente usados em circuitos de distribuição, são:

- a) corrente;
- b) tensão;
- c) tempo;
- d) dispositivos conjugados.

A escolha de um dos quatro tipos, dependerá fundamentalmente da finalidade básica de instalação, ou seja, se for regulação de tensão, compensação de reativos ou ambas.

No primeiro caso, o comando mais aconselhável seria o de tensão e no segundo, o de corrente, desde que houvesse uma certa proporcionalidade entre a corrente total e a corrente reativa.

Os dispositivos de tempo se aplicam em casos onde o ciclo de carga diária é praticamente constante.

Existe a possibilidade deste comando levar em conta cargas menores que ocorrem no mesmo dia da semana, no domingo, por exemplo.

Os dispositivos conjugados, são os comandos corrente-tensão e tempo-tensão.

Em ambos os casos, quem comanda a operação do banco de capacitores é o dispositivo de corrente ou de tempo, sendo que o dispositivo de tensão serve como supervisão ou seja, o capacitor somente poderá ser operado, caso a tensão esteja dentro dos limites preestabelecidos.

Esta supervisão poderá se dar na faixa inferior, faixa superior, ou em ambas. Atualmente a COPEL utiliza nas Redes de Distribuição apenas o comando tempo - tensão devido a sua simplicidade e resultados obtidos no objetivo de corrigir o fator de potência.

1.2 - Correção dos Níveis de Tensão na Rede Secundária

Os métodos pertinentes, exclusivamente à Distribuição, para correção da tensão secundária serão:

- Inspeção e pequenas manutenções;
- Balanceamento de cargas;
- Fechamento do circuito em anel;
- Remanejamento de cargas;
- Deslocamento do transformador;
- Aumento da bitola dos condutores;
- Divisão de circuitos secundários.

1.2.1 - Inspeções e Pequenas Manutenções

Métodos de inspeção nos circuitos e pequenas manutenções têm sido suficientes para adequar os níveis de tensão da rede secundária.

A seguir serão mostradas algumas inspeções e manutenções que poderão evitar variação de tensão na rede:

- Substituição e reapertos de conexão;
- Aterramento;
- Troca de condutores danificados;
- Condutor neutro interrompido em ramal de entrada embutido.

1.2.2 - Balanceamento de Cargas

O desequilíbrio de correntes nas diferentes fases de um circuito secundário poderá ocasionar níveis inadequados de tensão.

A fase mais carregada sofrerá maior queda de tensão.

Poderá ocasionar também o aparecimento de níveis indesejados de corrente no condutor neutro, bem como maior carregamento nos condutores e transformadores.

Consegue-se corrigir boa parte de problemas de tensão baixa nos circuitos, fazendo-se o devido equilíbrio das cargas.

Esse equilíbrio deverá ser alcançado ao longo de todo o comprimento do circuito, principalmente no horário de carga máxima.

1.2.3 - Fechamento do Circuito em Anel

Entende-se por fechamento do circuito em anel, a baixa tensão de um circuito fechado em anel no próprio circuito e este anel passando pelo transformador. Alterando a configuração radial para anel, é possível corrigir o nível de tensão na rede secundária.

1.2.4 - Remanejamento de Cargas

O remanejamento de cargas que consiste na transferência parcial de carga de um para outro circuito adjacente, através do desmembramento e acréscimo de pontas de circuito, poderá ser a solução para adequar os níveis de tensão da rede secundária.

1.2.5 - Deslocamento do Transformador

Após a observância das possibilidades de correção dos níveis de tensão citados nos itens 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 e 1.2.4 e a permanência em níveis inadequados de tensão nos circuitos, a mudança da posição do transformador, mantidas as suas configurações poderá ser a solução para a obtenção da tensão desejada.

1.2.6 - Aumento das Bitolas dos Condutores

Após a observância das possibilidades de correção dos níveis de tensão citados nos itens 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4 e 1.2.5 e a permanência em níveis inadequados de tensão nos circuitos, o aumento das bitolas dos seus condutores, com ou sem troca dos transformadores, mantidas as suas configurações poderá ser a solução para obtenção da tensão desejada.

Tais medidas redundam, normalmente, em projetos e orçamentos de investimentos no sistema de distribuição e são mais demoradas que as anteriores.

Dois fatores podem concorrer para que venham ocorrer tais situações:

- Crescimento da carga em determinadas áreas, de formas diferentes e maiores que as previstas;
- O horizonte de planejamento adotado para o circuito foi ultrapassado.

1.2.7 - Divisão de Circuitos Secundários

Esta medida deverá ser considerada após a conclusão de que as alternativas retromencionadas, são insuficientes para a adequação dos níveis de tensão.

A adoção desta medida consiste na alteração das configurações dos circuitos existentes, e na instalação de transformadores, implicando em projetos e orçamentos de investimentos muitas vezes significativos.

A determinação desta alternativa será obtida através do roteiro abaixo descrito:

- a) Calcular a queda de tensão na situação atual;
- b) Para cada circuito, estudar alternativas de solução, levando-se em conta o fator econômico;
- c) Preparar as folhas de cálculo para cada alternativa proposta por circuito, considerando-se as cargas atuais;

-
- d) Calcular as quedas de tensão das alternativas propostas por circuitos, para situações futuras, adotando-se o horizonte de planejamento considerado conveniente e projetando-se as cargas de acordo com os índices de crescimento de carga das áreas em estudo;
 - e) Escolher a melhor alternativa para cada circuito em estudo;
 - f) Preparar o projeto e o orçamento de investimento da alternativa escolhida para cada circuito e enviá-los para execução.

NOTA: Sempre que houver a necessidade de correção dos níveis de tensão na Rede Secundária, deverá ser consultado o MIT 162301 - Planejamento de Sistemas de Distribuição - BAIXA TENSÃO: OBRAS DE MELHORIA.

LEVANTAMENTO DE CARGAS

RAMO DE ATIVIDADE: _____ Nº. DA CONTA: _____

ENDEREÇO: _____

MOTORES E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Quant. (N)	Tipo	Potência P (kW)	FD (%)	FP (%)	Potência Demandada (kVA) PD = [NxP (kW) / FP] x FD
TOTAL					

obs.:

RAMO DE ATIVIDADE: _____ Nº. DA CONTA: _____

ENDEREÇO: _____

LÂMPADAS E APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS

Quant. (N)	Tipo	Potência P (kW)	FD (%)	FP (%)	Potência Demandada (kVA) PD = [NxP (kW) / FP] x FD
TOTAL					

obs.:

CARGAS	POTÊNCIA TOTAL DEMANDADA (kVA)
Motores e Equipamentos Especiais	
Lâmpadas e Aparelhos Eletrodomésticos	
TOTAL	
obs.:	

EXEMPLO DE APLICAÇÃO PARA O LEVANTAMENTO DE CARGAS:

Em um barracão industrial o levantamento de campo mostrou a existência das seguintes cargas:

12 Lâmpadas fluorescentes de 40 W

10 lâmpadas incandescentes de 100 W.

2 motores de 1,0 cv IV polos

2 motores de 0,50 cv IV polos

4 condicionadores de ar 12.000 BTU

1 máquina de raio X - gerador trifásico de seis pulsações - $f_c = 0,95$

V máx. = 50 kV

I máx. = 150 mA

1 aparelho de solda GS-360, trifásico - 220 - 380 - 440 V – 3 fases

Tensão primária (V) = 220 V

Corrente nominal da solda = 300 A

Tensão de abertura (V) = 65 V

Obs.: Os dados de placa deverão ser fornecidos à COPEL.

CARGAS NORMAIS**A - Lâmpadas Fluorescentes**

Quantidade = 12

Tipo = AFP (alto fator de potência)

Potência (kW) = $40 \times 10^{-3} = 0,04$ kW

Fator de demanda (FD) Tabela 12 ANEXO 7 = 1,0

Fator de Potência (FP) Tabela 01 ANEXO 8 = 0,95

Potência demandada (kVA) PD = $(12 \times 0,04/0,95) \times 1,0 = 0,505$ kVA

B - Lâmpadas Incandescentes

Quantidade = 10

Tipo = incandescente

Potência (kW) = $100 \times 10^{-3} = 0,1$ kW

Fator de Demanda (FD) Tabela 12 ANEXO 7 = 1,0

Fator de Potência (FP) Tabela 01 ANEXO 8 = 1,0

Potência Demandada (kVA) PD = $(10 \times 0,1/1,0) \times 1,0 = 1,0$ kVA

CARGAS ESPECIAIS

A - Motores de 1,0 cv funcionam simultaneamente

Quantidade = 2

Tipo = indução

Potência (kW) Tabela 07 ANEXO 7 = 1,05 kW

Fator de Demanda (FD) vide NOTA 1

Fator de Potência (FP) Tabela 07 ANEXO 7 = 0,69

Potência Demandada (kVA) $PD = (2 \times 1,05 / 0,69) \times 1,0 = 3,04 \text{ kVA}$

NOTA 1:

Existindo motores que partam simultaneamente, deve-se somar suas potências e considerá-los como um só motor.

Logo: Tabela 11 ANEXO 7 FD = 1,0

B - Os motores de 0,5 cv não funcionam simultaneamente

Quantidade = 2

Tipo = indução

Potência (kW) = Tabela 07 ANEXO 7 = 0,58

Fator de demanda (FD) Tabela 07 ANEXO 7 = 0,90

Fator de Potência (FP) Tabela 07 ANEXO 7 = 0,66

Potência demandada (kVA) $PD = (2 \times 0,58 / 0,66) \times 0,90 = 1,58 \text{ kVA}$

C - Condicionador de Ar

Quantidade = 4

Tipo = condicionador de ar

Potência (kW) = 12.000 BTU Tabela 03 ANEXO 7 = 1600 W = 1,6 kW

Fator de Demanda (FD) Tabela 04 ANEXO 7 = 1,0

Fator de Potência (FP) Tabela 01 ANEXO 8 = 1,0

Potência Demandada (kVA) $PD = (4 \times 1,6 / 1,0) \times 1,0 = 6,4 \text{ kVA}$

D - Aparelho de Raio X

Quantidade = 1

Tipo = Raio X

Potência (kW) = $V \text{ máx.} \times I \text{ máx.} \times f_c = 0,15 \times 50 \times 0,95 = 7,12 \text{ kW}$

Fator de demanda (FD) Tabela 08 ANEXO 7 = 1,0

Fator de Potência (FP) Tabela 01 ANEXO 8 = 0,80

Potência demandada (kVA) $PD = (7,12 / 0,80) \times 1,0 = 8,9 \text{ kVA}$

E - Aparelho de Solda GS - 360 - 3

Quantidade = 1

Tipo = Aparelho de Solda

Potência (kW) = $IN \times VN = 300 \times 0,065 = 19,5 \text{ kW}$

Fator de demanda (FD) Tabela 08 ANEXO 7 = 1,0

Fator de Potência (FP) Tabela 01 ANEXO 8 = 0,70

Potência Demandada $PD = (19,5 / 0,70) \times 1,0 = 27,85 \text{ kVA}$

RAMO DE ATIVIDADE:Industrial..... Nº DA CONTA: 22222 - 1

ENDEREÇO: Rua do Consumo, 000 / Jardim Demanda

MOTORES E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Quant. (N)	Tipo	Potência P (kW)	FD (%)	FP (%)	Potência Demandada (kVA) PD = [NxP (kW) / FP] x FD
2	indução	1,05	1,0	0,69	3,04
2	indução	0,58	0,90	0,66	1,58
4	cond. de ar	1,60	1,00	1,00	6,40
1	raio X	7,12	1,00	0,80	8,90
1	solda	19,5	1,00	0,70	27,85
TOTAL					47,77

obs.:

RAMO DE ATIVIDADE:Industrial..... Nº DA CONTA: 22222 - 1

ENDEREÇO: Rua do Consumo, 000 / Jardim Demanda

LÂMPADAS E APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS

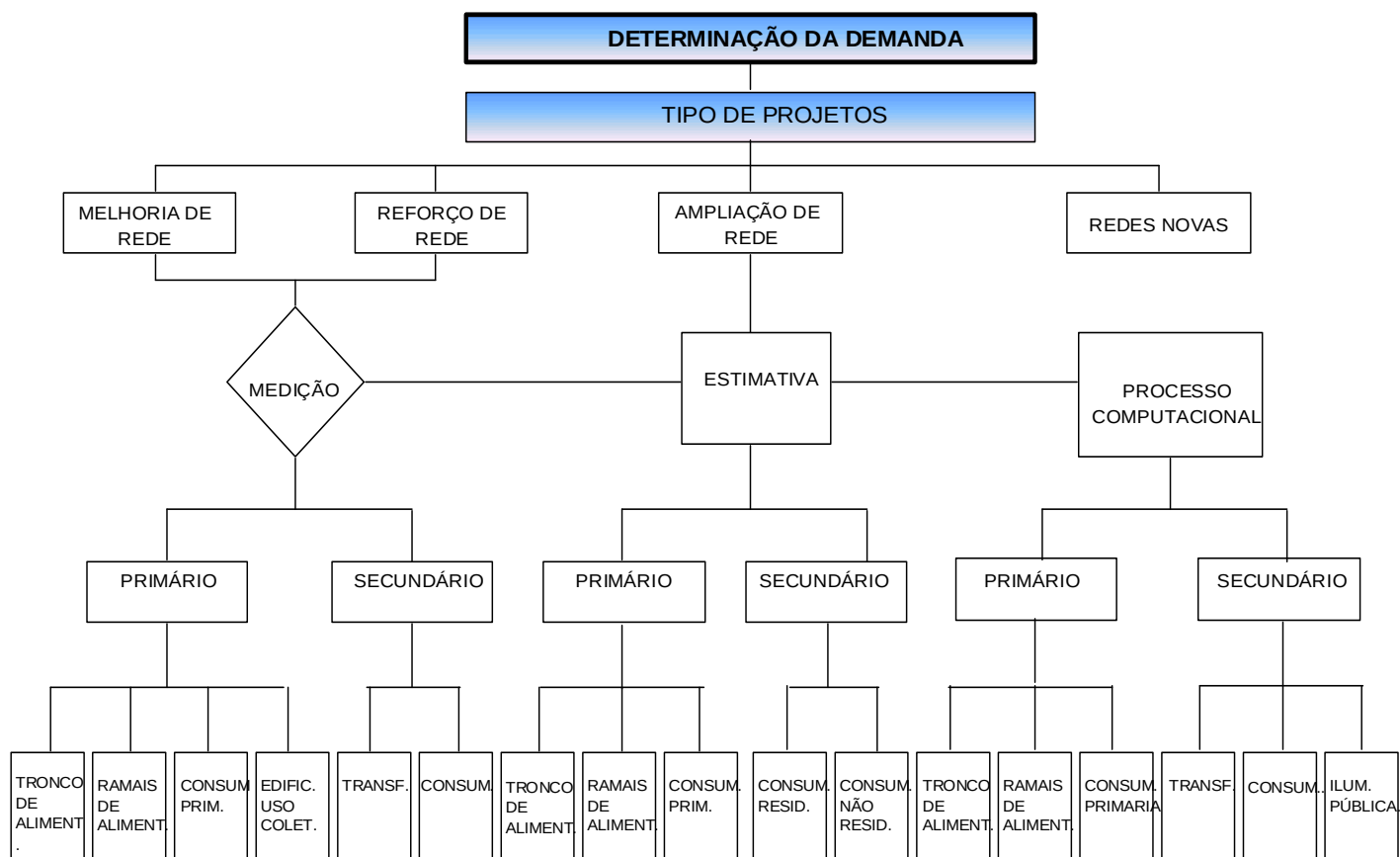
Quant. (N)	Tipo	Potência P (kW)	FD (%)	FP (%)	Potência Demandada (kVA) PD = [NxP (kW) / FP] x FD
12	FLUOR	0,04	1,0	0,95	0,505
10	INCAND.	0,10	1,0	1,0	1,00
TOTAL					1,505

obs.:

CARGAS	POTÊNCIA TOTAL DEMANDADA (kVA)
Motores e Equipamentos Especiais	47,77
Lâmpadas e Aparelhos Eletrodomésticos	1,505
TOTAL	49,27

obs.:

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA



CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES RESIDENCIAIS**TABELA 01**

TIPOS	FAIXA DE CONSUMO MENSAL em kWh
BAIXO	de 0 a 75
MÉDIO	de 76 a 150
ALTO	de 151 a 300
ALTÍSSIMO	ACIMA DE 300

TABELA 02

Nº DE CONSUMIDORES NO CIRCUITO	DEMANDA DE CONSUMIDORES POR FAIXA DE CONSUMO			
	BAIXO	MÉDIO	ALTO	ALTÍSSIMO
01 a 05	0,69	1,38	2,72	9,11
06 a 10	0,68	1,28	2,64	8,33
11 a 15	0,67	1,17	2,53	7,50
16 a 20	0,63	1,07	2,34	6,34
21 a 25	0,60	0,97	2,09	5,39
26 a 30	0,56	0,87	1,80	4,41
31 a 40	0,52	0,78	1,56	3,50
acima de 40	0,49	0,71	1,40	2,74

NOTA: Os valores de consumo e demanda acima, deverão ser pesquisados em função das particularidades de cada área. Dependendo do caso, estes valores poderão ser obtidos do SISTEMA GEDIS.

APLICAÇÃO DAS TABELAS 01 E 02

- 1) De acordo com o consumo mensal em kWh do consumidor, verifica-se na Tabela 01 o tipo a que pertence o consumidor.
- 2) Classificam-se num circuito os consumidores por tipo e, de posse da quantidade de consumidores nos diversos tipos, consulta-se a Tabela 02 para conseguir-se a demanda de cada consumidor.

Ex.: 28 consumidores tipo médio - demanda = 0,87 kVA para cada consumidor tipo médio.

NÚCLEOS HABITACIONAIS

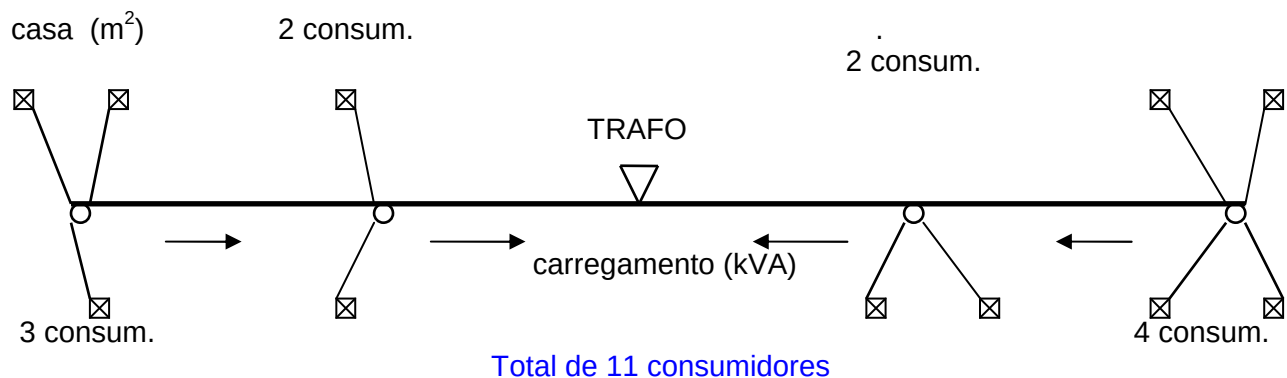
A metodologia para a determinação da demanda (kVA) em relação ao tamanho das casas (m^2), para projetos de implantação de Núcleos Habitacionais, consiste na análise dos circuitos com características semelhantes, tamanho das casas (m^2) em relação ao tempo de implantação (6, 18 e 36 meses).

As Informações levantadas foram:

A potência do transformador, número de consumidores e carregamento por circuito.

Os dados foram extraídos do Sistema GEDIS e as medições em “campo” com o equipamento MUG (medidor universal de grandezas).

EXEMPLO ESQUEMÁTICO DE UM CIRCUITO



EXEMPLO DE CÁLCULO

- Supondo um Núcleo Habitacional com casas de $48 m^2$, tempo de implantação de 36 meses (crescimento estabilizado) e 3 circuitos, onde:

O 1º circuito com 43 consumidores e 36,70 kVA de carregamento $\Rightarrow$ 0,85 kVA/consum.

O 2º circuito com 89 consumidores e 74,76 kVA de carregamento $\Rightarrow$ 0,84 kVA/consum.

O 3º circuito com 57 consumidores e 50,74 kVA de carregamento $\Rightarrow$ 0,89 kVA/consum.

Perfazendo uma média de 0,86 kVA/consumidor.

- Outro Núcleo Habitacional de característica semelhante com casas de $48 m^2$, tempo de implantação de até 6 meses (início de crescimento) e 2 circuitos, onde:

O 1º circuito com 38 consumidores e 30,90 kVA de carregamento $\Rightarrow$ 0,81 kVA/consum.

O 2º circuito com 52 consumidores e 41,10 kVA de carregamento $\Rightarrow$ 0,79 kVA/consum.

Resultando em uma média de 0,80 kVA/consumidor

- Portanto, neste exemplo de casas com 48 m², poderíamos adotar o valor de 0,86 kVA/consumidor sendo a taxa de crescimento ao ano de 2,44 %.

RESULTADOS OBTIDOS

casa	kVA/consum. Inicial - i				
	UDCEL	UDFOZ	UDPTO	UDFBL	UDTDO
40 m ²	0,75 - 6,0%	0,80 - 8,5%	-	-	0,66 - 3,5%
48 m ²	0,80 - 6,0%	0,94 - 8,5%	0,72 - 4,0%	0,70 - 4,0%	-
54 m ²	-	-	-	0,84 - 4,0%	-
69 m ²	0,91 - 6,0%	-	-	-	-

casa	kVA/consum. Inicial - i		
	UDPGO	UDIRT	UDUVI
24 m ²	0,66 - 4,0%	-	0,55 - 4,0%
31 m ²	-	0,40 - 3,8%	0,68 - 4,0%
35 m ²	-	0,57 - 3,8%	-
48 m ²	0,88 - 4,0%	-	-
60 m ²	0,92 - 4,0%	-	-
82 m ²	0,95 - 4,0%	-	-
90 m ²	1,10 - 4,0%	-	-

casa	kVA/consum. Inicial - i	
	UDMGA	UDPVI
27m ²	0,80 - 6,0%	0,68 - 4,0%
44 m ²	0,92 - 6,0%	0,70 - 4,0%
52 m ²	-	0,80 - 4,0%

casa	kVA/consum. Inicial - i	
	UDLNA	UDCPO
40 m ²	0,66 - 7,0%	-
47 m ²	-	0,70 - 3,0%
54 m ²	0,85 - 7,0%	-

NOTAS:

- 1) kVA/consum. Inicial = Valor inicial a ser aplicado em projetos de Núcleos Habitacionais.
- 2) i = Taxa de crescimento ao ano (%) médio, obtido para cada UD.
- 3) Os dados de carga foram obtidos do Sistema GEDIS e de medições com o equipamento MUG (Medidor Universal de Grandezas).
- 4) Para o desenvolvimento deste estudo foi solicitado a todas as Unidades de Distribuição através de suas Superintendências, o levantamento das informações pertinentes aos Núcleos Habitacionais.
Os resultados obtidos referem-se as Unidades de Distribuição que participaram do estudo.

FORMULÁRIO PARA CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

 COPEL	FOLHA DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO - FQT PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	CIRCUITO NÚMERO							
PROJETO DE:									
ESQUEMA DO CIRCUITO:									
RELATIVOS À(S) PRANCHA(S)									
AT.: kV BT.: V ESCALA APROXIMADA 1:									
TRECHO	CARGA EM kVA			CONDUTORES	kVA x hm	QUEDA %			
Designação	hm	Distribuída	Concentrada	Total = $\frac{D}{2} + C$			UNITÁRIO	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CARGA DIURNA kVA		ILUMINAÇÃO PÚBLICA kVA		CARGA NOTURNA kVA		APROVEITAMENTO DIURNO %		APROVEITAMENTO NOTURNO %	
DATA		CALCULADO POR:		VISTO		FOLHA			

DEFINIÇÃO DOS ITENS DE CÁLCULO:

- 1 - DESIGNAÇÃO:** Corresponde ao número do início e fim do trecho do qual será calculada a queda de tensão.
- 2 - hm:** Corresponde ao comprimento do trecho designado, em hectômetro (m/100).
- 3 - DISTRIBUÍDA:** Corresponde à carga existente entre os extremos do trecho designado.
- 4 - CONCENTRADA:** Corresponde à carga existente fora do trecho designado, incluindo o ponto.
- 5 - TOTAL:** Corresponde ao valor total da carga no trecho designado. é determinado pela seguinte fórmula:

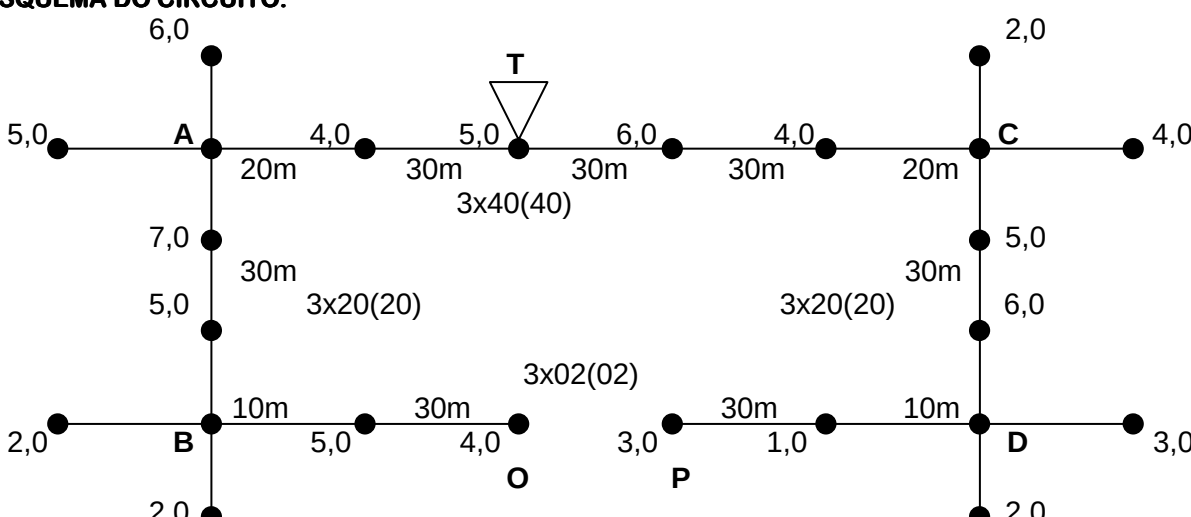
$$\text{Total} = \frac{D}{2} + C$$

Onde:

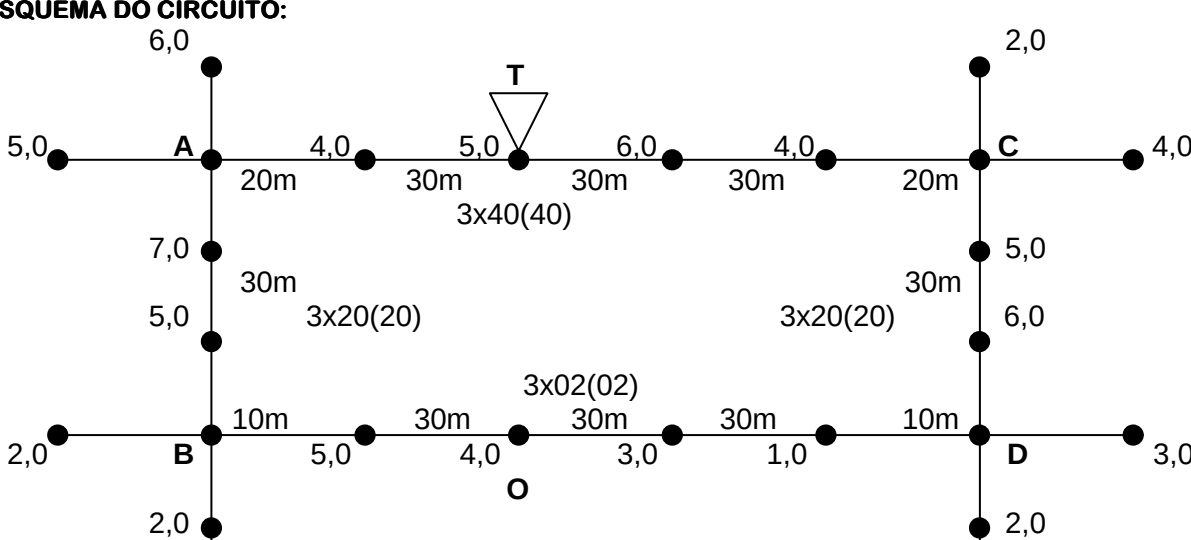
D = carga distribuída
C = carga concentrada

- 6 - CONDUTORES:** corresponde à bitola dos condutores que farão a alimentação do trecho designado.
- 7 - kVA x hm:** corresponde a multiplicação do valor do hm (definido no item 2) com o valor da carga total (definido no item 5).
- 8 - QUEDA UNITÁRIA:** coeficiente determinado em função da bitola do cabo e fator de potência do circuito, os coeficientes de queda de tensão unitária encontram-se no ANEXOS 13 e 15.
- 9 - QUEDA PARCIAL:** corresponde ao valor da multiplicação das variáveis.
 - a) kVA x hm (definido no item 7)
 - b) QU (definido no item 8)
$$QP = (kVA \times hm) \times (QU)$$
- 10 - TOTAL:** corresponde à soma das quedas nos trechos designados.

EXEMPLO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO - RADIAL

	FOLHA DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO - FQT PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	CIRCUITO NÚMERO							
PROJETO DE:									
ESQUEMA DO CIRCUITO:									
									
RELATIVOS À(S) PRANCHA(S)									
AT.: kV BT.: V ESCALA APROXIMADA 1:									
TRECHO		CARGA EM kVA			CONDUTORES	kVA x hm	QUEDA %		
Designação	hm	Distribuída	Concentrada	Total = $\frac{D}{2} + C$			UNITÁRIO	PARCIAL	TOTAL
T-A	0,5	4,0	36,0	38,0	3x40(40)	19,0	0,0851	1,6169	1,6169
A-B	0,6	12,0	13,0	19,0	3x20(20)	11,4	0,1183	1,3486	2,9655
B-O	0,4	5,0	4,0	6,5	3x02(02)	2,6	0,2051	0,5333	3,4988
T-C	0,8	10,0	26,0	31,0	3x40(40)	24,8	0,0851	2,1105	2,1105
C-D	0,6	11,0	9,0	14,5	3x20(20)	8,7	0,1183	1,0292	3,1397
D-P	0,4	1,0	3,0	3,5	3x02(02)	1,4	0,2051	0,2871	3,4268
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CARGA DIURNA	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	CARGA NOTURNA	APROVEITAMENTO DIURNO	APROVEITAMENTO NOTURNO					
kVA	kVA	kVA	%	%					
DATA	CALCULADO POR:		VISTO	FOLHA					

EXEMPLO DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO - ANEL

	FOLHA DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO - FQT PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	CIRCUITO NÚMERO							
PROJETO DE:									
ESQUEMA DO CIRCUITO:									
									
RELATIVOS À(S) PRANCHA(S)									
AT.: kV BT.: V ESCALA APROXIMADA 1:									
TRECHO		CARGA EM kVA			CONDUTORES	kVA x hm	QUEDA %		
		Designação	hm	Distribuída			Concentrada	Total = $\frac{D}{2} + C$	UNITÁRIO
T-A	0,5	4,0	36,0 - x	38,0 - x	3x40(40)	19,0 - 0,5x	0,0851	1,617 - 0,043x	1,617 - 0,043x
A-B	0,6	12,0	13,0 - x	19,0 - x	3x20(20)	11,4 - 0,6x	0,1183	1,349 - 0,071x	2,966 - 0,114x
B-O	0,4	5,0	4,0 - x	6,5 - x	3x02(02)	2,6 - 0,4x	0,2051	0,533 - 0,082x	3,499 - 0,196x
T-C	0,8	10,0	26,0 + x	31,0 + x	3x40(40)	24,8 + 0,8x	0,0851	2,110 + 0,068x	2,110 + 0,068x
C-D	0,6	11,0	9,0 + x	14,5 + x	3x20(20)	8,7 + 0,6x	0,1183	1,029 + 0,071x	3,139 + 0,139x
D-O	0,4	4,0	x	2,0 + x	3x02(02)	0,8 + 0,4x	0,2051	0,164 + 0,082x	3,303 + 0,221x
3,499 - 0,196x = 3,303 + 0,221x 0,417x = 0,196 x = 0,470 (substituir na coluna 10 para obter o valor de Queda %)									1,597
									2,442
									3,407
									2,142
									3,204
									3,407
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CARGA DIURNA	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	CARGA NOTURNA	APROVEITAMENTO DIURNO	APROVEITAMENTO NOTURNO					
kVA	kVA	kVA	%	%					
DATA	CALCULADO POR:		VISTO	FOLHA					

DEMANDA DIVERSIFICADA**TABELA 01 - FATOR DE DEMANDA TÍPICO INDUSTRIAL (A.T.)**

RAMO DE ATIVIDADE	F.D. %
Extração e tratamento de minerais	41
Indústria de produtos de minerais não metálicos	52
Indústria metalúrgica	30
Indústria mecânica	34
Indústria de material elétrico e comunicações	47
Indústria de material de transporte	28
Indústria de madeira	36
Indústria do mobiliário	38
Indústria de celulose, papel e papelão	44
Indústria de borracha	42
Indústria química	36
Indústria de couros, peles e produtos similares	41
Indústria de produtos farmacêuticos e veterinários	28
Indústria de perfumaria, sabões e velas	46
Indústria de produtos e materiais plásticos	45
Indústria de têxtil	26
Indústria de vestuário, calçados e artefatos de tecidos	45
Indústria de produtos alimentares	40
Indústria de bebidas	44
Indústria de editorial e gráfica	41
Indústria de construção	26
Indústrias diversas	37

NOTA: O fator de demanda típico comercial (Rede Secundária), deverá ser estabelecido com o confronto de consumidores já ligados na mesma área abrangida pelo projeto e com as mesmas características.

(Ex.: restaurante, impressora, oficina mecânica, açougue, armazém, colégio, hotel, panificadora, etc.).

Os Fatores de Demanda foram obtidos através do MIC - (Manual de Instruções para Consumidores) INDICADORES DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - MIC 06, TÍTULO 13, MÓDULO 02.

Deverá ser obtido através do MIC - Participação Financeira - Título 13, Módulo 02 - INDICADORES DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, (ANEXO I)

TABELA 02 - POTÊNCIA APROXIMADA DE APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS

APARELHO	POTÊNCIA (W)	APARELHO	POTÊNCIA (W)
Aquecedor para banho	2.500	Geladeira	180
Grill	1.000	Geladeira duplex	500
Enceradeira	300	Liquidificador	200
Aspirador de pó	750	Máquina de costura	150
Batedeira	250	Máq. de lavar roupa	500
Chuveiro	4.500	Rádio	25
Enceradeira	300	Freezer	500
Torneira Elétrica	3.000	Secador de cabelo	1.200
Ferro Elétrico	1.000	Televisor	200
Fogão Elétrico	5.000	Torradeira	1.000
Torneira elétrica	3.000	Ventilador	150
Circulador de ar	150	Forno microondas	1.500
Projeto de Slides	100	Aparelho de som	300
Exaustor	300	Secadora de roupa	2.500
Barbeador	10	Esterilizador	200

NOTA: Estes valores são os mínimos considerados pela Copel.

TABELA 03 - POTÊNCIA E CORRENTE DE AR CONDICIONADO TIPO JANELA

CAPAC. BTU/h	8.500		10.000		12.000		14.000	18.000	21.000	30.000
CAPAC. kcal/h	2.125		2.500		3.000		3.500	4.500	5.250	7.500
Tensão(V)	127	220	127	220	127	220	220	220	220	220
Amperes (A)	12	7	13	7,5	15	8,7	9,5	13	14	18
Potência (W)	1300	1300	1400	1400	1600	1600	1900	2600	2800	3600
Potência (VA)	1550	1550	1650	1650	1900	2100	2100	2860	3080	4000

NOTA: 1 BTU/h = 0,25 kcal

TABELA 04 - FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS DE AR CONDICIONADO TIPO JANELA PARA USO COMERCIAL

NÚMERO DE APARELHOS	FD
01 A 10	1,00
11 A 20	0,90
21 A 30	0,82
31 A 40	0,80
41 A 50	0,77
ACIMA DE 50	0,75

NOTA:

- 1 - Quando se tratar de unidade central de condicionamento de ar, deve-se tomar o fator de demanda igual a 1,00.
- 2 - Para unidades consumidoras residenciais, deve-se tomar o fator de demanda igual a 1,00.

TABELA 05 - FATORES DE DEMANDA DE CHUVEIROS, TORNEIRA, AQUECEDORES DE ÁGUA E FERROS ELÉTRICOS

Nº DE APARELHOS	FD	Nº DE APARELHOS	FD
01	1,00	16	0,43
02	1,00	17	0,42
03	0,84	18	0,41
04	0,76	19	0,40
05	0,70	20	0,40
06	0,65	21	0,39
07	0,60	22	0,39
08	0,57	23	0,39
09	0,54	24	0,38
10	0,52	25	0,38
11	0,49	26 A 30	0,37
12	0,48	31 A 40	0,35
13	0,46	41 A 50	0,35
14	0,45	51 A 60	0,34
15	0,44	61 OU MAIS	0,33

NOTA: O número de aparelhos indicado na tabela deve ser considerado para cada tipo de aparelho

TABELA 06 - MOTORES MONOFÁSICOS

POTÊNCIA NOMINAL (cv)	POTÊNCIA ABSORVIDA DA REDE		CORRENTE NOMINAL (A)		CORRENTE DE PARTIDA (A)		COS α MÉDIO
	kW (c. inst.)	kVA demanda	127 V	220 V	127 V	220 V	
1/4	0,42	0,66	5,2	3,0	27	14	0,63
1/3	0,51	0,77	6,0	3,5	31	16	0,66
1/2	0,79	1,18	9,3	5,4	47	24	0,67
3/4	0,90	1,34	10,6	6,1	63	33	0,67
1	1,14	1,56	12,3	7,1	68	35	0,73
1 1/2	1,67	2,35	18,6	10,7	96	48	0,71
2	2,17	2,97	23,4	13,4	132	68	0,73
3	3,22	4,07	32,0	18,5	220	110	0,79
5	5,11	6,16	-	28,0	-	145	0,83
7 1/2	7,07	8,84	-	40,2	-	210	0,80
10	9,31	11,64	-	52,9	-	260	0,80
12 1/2	11,58	14,94	-	67,9	-	330	0,78
15	13,72	16,94	-	77,0	-	408	0,81

NOTA: As correntes de partida citadas na tabela acima podem ser utilizadas quando não dispuser das mesmas nas placas dos motores.

TABELA 07 - MOTORES TRIFÁSICOS

POTÊNCIA NOMINAL (cv)	POTÊNCIA ABSORVIDA DA REDE		CORRENTE NOMINAL		CORRENTE DE PARTIDA		COS α MÉDIO
	kW (c. inst.)	kVA demanda	127 V	220 V	127 V	220 V	
1/3	0,39	0,65	0,98	1,7	4,1	7,1	0,61
1/2	0,58	0,87	1,3	2,3	5,8	9,9	0,66
3/4	0,83	1,26	1,9	3,3	9,4	16,3	0,66
1	1,05	1,52	2,3	4,0	11,9	20,7	0,69
1 1/2	1,54	2,17	3,3	5,7	19,1	33,1	0,71
2	1,95	2,70	4,1	7,1	25,0	44,3	0,72
3	2,95	4,04	6,1	10,6	38,0	65,9	0,73
4	3,72	5,03	7,6	13,2	43,0	74,4	0,74
5	4,51	6,02	9,1	15,8	57,1	98,9	0,75
7 1/2	6,57	8,65	12,7	22,7	90,7	157,1	0,76
10	8,89	11,54	17,5	30,3	116,1	201,1	0,77
12 1/2	10,85	14,09	21,3	37,0	156,0	270,5	0,77
15	12,82	16,65	25,2	43,7	196,6	340,6	0,77
20	17,01	22,10	33,5	58,0	243,7	422,1	0,77
25	20,92	25,83	39,1	67,8	275,7	477,6	0,81
30	25,03	30,52	46,2	80,1	326,7	566,0	0,82
40	33,38	39,74	60,2	104,3	414,0	717,3	0,84
50	40,93	48,73	73,8	127,9	528,5	915,5	0,84
60	49,42	58,15	88,1	152,6	632,6	1095,7	0,85
75	61,44	72,28	109,5	189,7	743,6	1288,0	0,85
100	81,23	95,56	144,8	250,8	934,7	1619,0	0,85
125	100,67	117,05	117,3	307,2	1167,7	2014,0	0,86
150	120,09	141,29	214,0	370,8	1455,9	2521,7	0,85
200	161,65	190,18	288,1	499,1	1996,4	3458,0	0,85

NOTA:

- 1 - Os valores da tabela foram obtidos pela média de dados fornecidos pelos fabricantes.
- 2 - As correntes de partida citadas na tabela acima podem ser utilizadas quando não dispuser das mesmas, nas placas dos motores.

TABELA 08 - FATORES DE DEMANDA PARA EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

EQUIPAMENTO	Nº DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
Aparelho de Raio X	1	1,00
	Restantes	0,60
Máquinas de Solda	1	1,00
	Restantes	0,60

NOTA:

- 1 - Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeito de computação de suas potências, deve-se considerar apenas como o maior, e o(s) outro(s) como segundo em potência.
- 2 - Existindo equipamentos, que obrigatoriamente partam ao mesmo tempo (mesmo sendo os maiores), deve-se somar suas potências e considerá-los como um só motor.

TABELA 09 - FATORES DE DEMANDA PARA BOMBA DE ÁGUA

EQUIPAMENTO	Nº DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
Bomba D' água	1ª Bomba	1,00
	Bombas Restantes	0,50

NOTA:

- 1 - Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeito de computação de suas potências, deve-se considerar apenas um como o maior, e o(s) outro(s) como segundo em potência.
- 2 - Existindo equipamentos, que obrigatoriamente partam ao mesmo tempo (mesmo sendo os maiores), deve-se somar suas potências e considerá-los como um só motor.

TABELA 10 - FATORES DE DEMANDA PARA ELEVADORES

EQUIPAMENTO	Nº DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
Elevadores	até dois	1,00
	Restantes	0,60

NOTA:

- 1 - Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeito de computação de suas potências, deve-se considerar apenas um como o maior, e o(s) outro(s) como segundo em potência.
- 2 - Existindo equipamentos, que obrigatoriamente partam ao mesmo tempo (mesmo sendo os maiores), deve-se somar suas potências e considerá-los como um só motor.

TABELA 11 - FATORES DE DEMANDA PARA MOTORES

NÚMERO TOTAL DE MOTORES	1	2	3 a 5	MAIS DE 5
FATOR DE DEMANDA %	1,0	0,90	0,80	0,70

NOTA:

- 1 - Se os maiores equipamentos forem iguais, para efeitos de computação de suas potências, deve-se considerar apenas um como o maior e o(s) e os outro(s), segundo em potência.
- 2 - Existindo equipamentos, que obrigatoriamente partam ao mesmo tempo (mesmo sendo os maiores), deve-se somar suas potências e considerá-los como um só motor.

TABELA 12 - FATORES DE DEMANDA PARA ILUMINAÇÃO

DESCRIÇÃO	FATOR DE DEMANDA
Auditório, Salões para Exposição e semelhantes	1,00
Bancos, Lojas e semelhantes	1,00
Barbearia, Salão de Beleza e semelhantes	1,00
Clubes e semelhantes	1,00
Escolas e semelhantes	1,00 p/ os primeiros 12 kW 0,50 p/ os que excederem
Edifícios de Escritórios (comerciais)	1,00 p/ os primeiros 20 kW 0,70 p/ os que excederem
Garagens Comerciais e semelhantes	1,00
Hospitais e semelhantes	0,40 p/ os primeiros 50 kW 0,20 p/ os que excederem
Igrejas e semelhantes	1,00

NOTA: A critério do consumidor a COPEL poderá aceitar outros valores, desde que o projeto esteja de acordo com a NBR - 5413.

LOTEAMENTOS INDUSTRIAIS**CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES INDUSTRIAIS ATENDIDOS EM BAIXA TENSÃO**

NÚMERO DE CONSUMIDORES NO CIRCUITO	DEMANDA DE CONSUMIDORES POR FAIXA DE CONSUMO (KVA)
1	17,72
2	14,56
3	12,34
4	10,93
5	9,46
6	6,66
7	6,39
8	5,53
9	5,00
10	4,26
ACIMA DE 10	3,16

Em função das particularidades de cada área e tipo de consumidor, poderão ser obtidos valores detalhados através de pesquisa no Sistema GEDIS.

NOTA: Os valores apresentados na tabela foram obtidos pela média das demandas de consumidores industriais atendidos em baixa tensão a nível de Estado e servem de referência para projetos de loteamentos industriais.

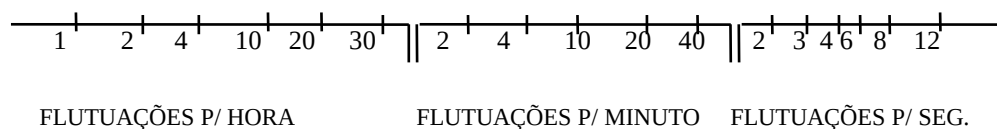
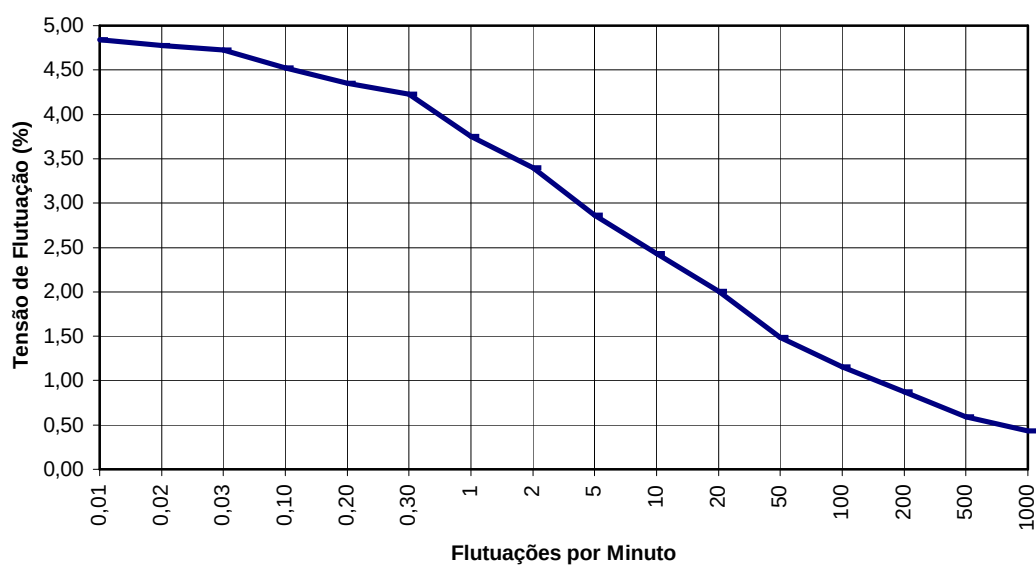
FATOR DE POTÊNCIA**TABELA 01 - FATOR DE POTÊNCIA APROXIMADO PARA EQUIPAMENTOS**

TIPO DE EQUIPAMENTO	FATOR DE POTÊNCIA
Lâmpadas incandescentes	1,0
Chuveiro, torneira, Aquecedor, ferro de passar, fogão ou outros com resistência de aquecimento	1,0
Lâmpadas fluorescentes, neon, vapor de sódio ou mercúrio e outras com descarga através de gases; a) Sem compensação de fator de potência	0,5
b) Com compensação de fator de potência	0,95
Máquina de solda	0,70
Máquina de raio X	0,80
Motores elétricos	Tab. 06 e 07 ANEXO 7

NOTA: O fator de potência das máquinas de solda e máquina de raio X, será usado quando não for fornecido à COPEL os valores de placa destes equipamentos.

CURVA - FREQUÊNCIA DE OSCILAÇÕES

Curva - Frequência de Oscilações



LIMITE DE PERCEPÇÃO E DE IRRITAÇÃO À FREQUÊNCIA E O VALOR DA OSCILAÇÃO DE TENSÃO, conforme equação, item 2.2.2.1.3. - Flutuação de Tensão

TENSÕES NORMAIS DE OPERAÇÃO

TABELA 01 - REDE PRIMÁRIA

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO		LIMITES DE TENSÃO DE OPERAÇÃO (V)			
		MÍNIMOS		MÁXIMOS	
		ANEEL	COPEL	COPEL	ANEEL
NOMINAL 13,8 kV	TRIFÁSICO E MONOFÁSICO	12.210	12.900	13.800	13.860
NOMINAL 34,5 kV	TRIFÁSICO	30.525	32.250	34.500	34.650
	MONOFÁSICO	17.624	18.620	19.919	20.005

TABELA 02 - REDE PRIMÁRIA EM CONTINGÊNCIA

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO		LIMITES DE TENSÃO DE OPERAÇÃO (V)			
		MÍNIMOS		MÁXIMOS	
		ANEEL	COPEL	COPEL	ANEEL
NOMINAL 13,8 kV	TRIFÁSICO E MONOFÁSICO	11.880	12.600	13.800	13.860
NOMINAL 34,5 kV	TRIFÁSICO	29.700	31.500	34.500	34.650
	MONOFÁSICO	17.147	18.187	19.919	20.005

TABELA 03 - REDE SECUNDÁRIA

SISTEMAS		LIMITES DE TENSÃO DE OPERAÇÃO (V)			
		MÍNIMOS		MÁXIMOS	
FIOS	TENSÃO NOMINAL (V)	CONTINGÊNCIA	NORMAL	NORMAL	CONTINGÊNCIA
4	220/127	189/109	201/116	229/132	233/135
2 e 3	254/127	218/109	232/116	264/132	270/135

Referência: Limites fixados pela ANEEL (ex DNAEE) , através das PORTARIAS Nº 047/78 e 04/89, pela COPEL através da Notificação DDI-007/91 e MIT 162201- Níveis de Tensão de Fornecimento.

CONFIGURAÇÃO BÁSICA - REDE PRIMÁRIA

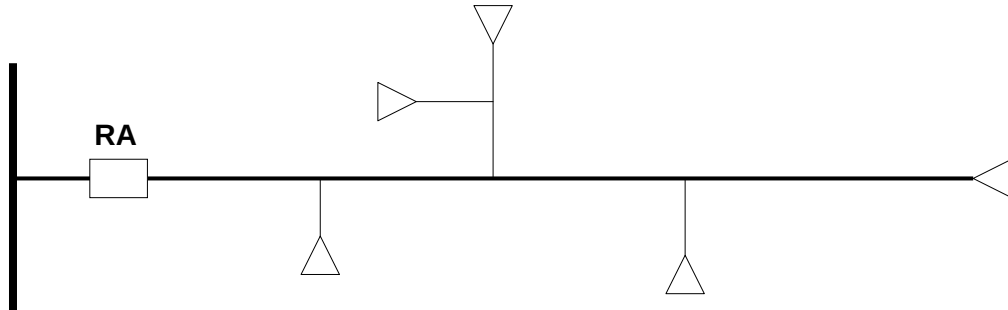


FIGURA 1 – CONFIGURAÇÃO RADIAL SIMPLES

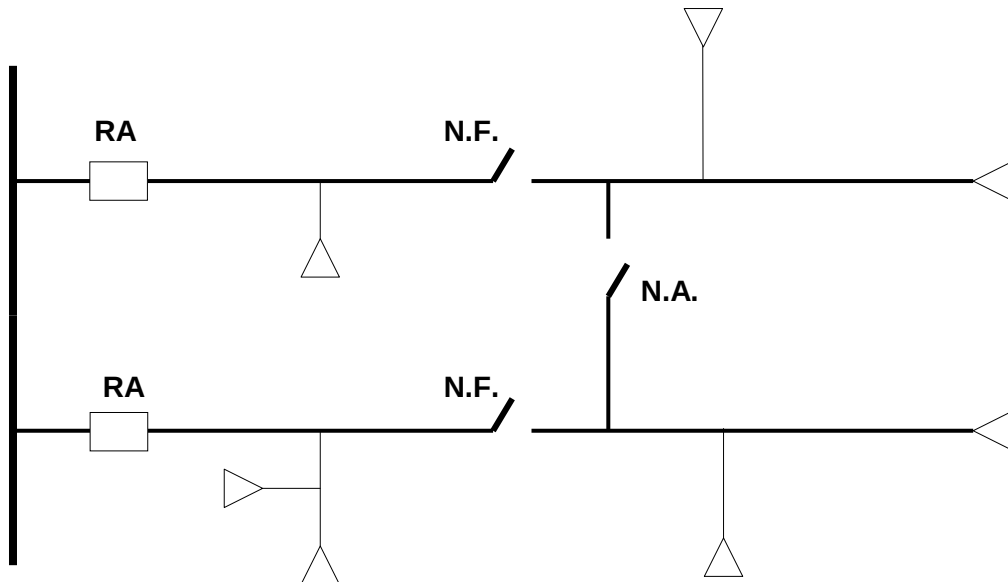


FIGURA 2 – CONFIGURAÇÃO RADIAL COM RECURSO

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS CONDUTORES - REDE PRIMÁRIA

TABELA 01 - DISTÂNCIA EQUIVALENTE ENTRE FASES

ITEM	ESTRUTURA		TIPO	CRUZETA 2,0 metros			
	ARRANJO			DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES (mm)			DISTÂNCIA EQUIVALENTE (mm)
				d12	d23	d31	Deq
1	NORMAL	TRIFÁSICO	N1	600	1200	1800	1090
2			N2	850	850	1700	1071
			N3				
			N4				
3		MONOFÁSICO (2 fios)	N1	-	-	1800	1800
4			N2	-	-	1700	1700
			N3				
			N4				
5	BECO	TRIFÁSICO	B1	600	600	1200	756
6			B2	650	600	1250	787
			B3				
			B4				
1	2		3				4

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 e 3 - Distância entre os condutores e estruturas, conforme NTC 849000 - Montagem de Redes de Distribuição Urbana e NTC 856000 - Montagem de Redes de Distribuição Aérea

Coluna 4 - Distância equivalente

SISTEMA TRIFÁSICO:

$$Deq = \sqrt[3]{d12 \times d23 \times d31}$$

Onde:

d = distância entre fases

1 2 3 - disposição das fases (tipo N)

• • •

SISTEMA MONOFÁSICO A 2 FIOS:

Deq = Distância entre condutores

TABELA 02 - CONDUTORES DE ALUMÍNIO CA E CAA

NTC	BITOLA AWG/MCM	RAIO MÉDIO GEOMÉT. A 60 Hz	RESISTÊNCIA		REATÂNCIA INDUTIVA A 60 Hz em Ω/km para Deq (Tab. 01) em mm					
			A 25°C 60 Hz MÁXIMA	A 50°C 60 Hz MÁXIMA	MONOFÁSICO		TRIFÁSICO			
		G (mm)	R 25°C (Ω/km)	R 50°C (Ω/km)	2 FIOS		NORMAL N1-N2	NORMAL N3-N4	BECO B1-B2	BECO B3-B4
					NORMAL N1-N2	NORMAL N3-N4				
					1800	1700	1090	1071	756	787
0553	02 CA	2,69	0,870	0,958	0,491	0,486	0,453	0,451	0,425	0,428
0555	2/0 CA	3,81	0,434	0,478	0,464	0,460	0,426	0,425	0,399	0,402
0556	4/0 CA	4,81	0,273	0,301	0,447	0,442	0,409	0,408	0,381	0,384
0558	336,4CA	6,40	0,173	0,190	0,425	0,421	0,387	0,386	0,360	0,363
0572	04 CAA	1,39	1,354	1,490	0,540	0,536	0,502	0,501	0,475	0,478
1	2	3	4	5	6					

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 a 4 - Conforme NTC 810552/58 - Cabos de Alumínio CA e
NTC 810572/76 - Cabos de Alumínio CAA

Coluna 5 - $R_{50^\circ\text{C}} = R_{25^\circ\text{C}} \times 1,1008$

Coluna 6 - $X = 0,1736 \log \frac{\text{Deq}}{G} \quad (\Omega/\text{km})$

Onde:

X - Reatância indutiva

Deq - TABELA 01 - COLUNA 4

G - TABELA 02 - COLUNA 3

TABELA 03 - CONDUTORES DE COBRE NÚ

NTC	BITOLA mm ²	RAIO MÉDIO GEOMÉT. A 60 Hz	RESISTÊNCIA	REATÂNCIA INDUTIVA A 60 Hz em Ω/km para Deq (Tab.01) em mm					
			A 20°C 60 Hz MÁXIMA	MONOFÁSICO		TRIFÁSICO			
		G (mm)		R 20°C (Ω/km)	2 FIOS		NORMAL N1 - N2	NORMAL N3-N4	BECO B1-B2
			NORMAL N1-N2		NORMAL N3 - N4				
			1800		1700				
0553	35	2,72	0,538	0,490	0,485	0,452	0,450	0,424	0,427
0535	70	3,75	0,283	0,465	0,461	0,428	0,426	0,400	0,403
0536	120	5,51	0,148	0,436	0,432	0,399	0,397	0,371	0,374
1	2	3	4	5					

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 a 4 - Conforme NTC 810531/33/35/36

Coluna 5 - $X_L = 0,1736 \log \frac{Deq}{G} \quad (\Omega/km)$

Onde:

X_L - Reatância indutiva

Deq - TABELA 01 - COLUNA 4

G - TABELA 03 - COLUNA 3

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO PRIMÁRIA

TABELA 01 - CONDUTORES DE ALUMÍNIO CA e CAA

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (MVA x km)]									
NTC	BITOLA	13,8 kV						34,5 kV	
		TRIFÁSICO				MONOFÁSICO (2 FIOS)		TRIFÁSICO NORMAL	
		NORMAL		BECO					
	AWG/MCM	1090	1071	756	787	1800	1700	1090	1071
0553	02 CA	0,563	0,562	0,556	0,556	1,143	1,142	0,090	0,090
0555	2/0 CA	0,331	0,331	0,324	0,325	0,681	0,679	0,053	0,053
0556	4/0 CA	0,243	0,243	0,236	0,237	0,506	0,503	0,039	0,039
0558	336,4 CA	0,186	0,186	0,179	0,180	0,391	0,389	0,030	0,030
0572	04 CAA	0,825	0,825	0,818	0,819	1,669	1,667	0,132	0,132

TABELA 02 - CONDUTORES DE COBRE NÚ

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (MVA x km)]									
NTC	BITOLA	13,8 kV						34,5 kV	
		TRIFÁSICO				MONOFÁSICO (2 FIOS)		TRIFÁSICO NORMAL	
		NORMAL		BECO					
	mm ²	NORMAL		BECO					
		1090	1071	756	787	1800	1700	1090	1071
0533	35	0,391	0,391	0,384	0,385	0,801	0,798	0,063	0,063
0535	70	0,253	0,253	0,246	0,247	0,525	0,523	0,041	0,040
0536	120	0,176	0,176	0,169	0,170	0,371	0,369	0,028	0,028

NOTA:

1- CONDIÇÕES

- Frequência. = 60 Hz
- Temperatura do Condutor = 25°C
- Tensão = 13,2 kV; 33kV
- Fator de potência = 0,9
- Espaçamento = Tabela 01 do Anexo 12
- Condutor = Alumínio CAA, Alumínio CA e cobre

2 - CÁLCULO

- TRIFÁSICO (13,2 kV e 33 kV)

$$\Delta V\% = \frac{R \cos\psi + X \sin\psi}{(kV)^2} \times 100 \quad [\% / (MVA \times km)]$$

Onde:

- R e X - Conforme Tabelas 02 e 03 - ANEXO 12
- $\cos\psi$ - Fator de potência
- kV - Tensão entre fases
- $\Delta V\%$ - Coeficiente de queda de tensão em $[\% / (MVA \times km)]$

- MONOFÁSICO (13,2 kV - 2 fios)

$$\Delta V\% = \frac{2 R \cos\psi + 2X \sin\psi}{(kV)^2} \times 100 \quad [\% / (MVA \times km)]$$

Onde:

- R e X - Conforme tabelas 02 e 03 - ANEXO 12.
- $\cos\psi$ - Fator de potência
- kV - Tensão entre fases
- $\Delta V\%$ - Coeficiente de queda de tensão em $[\% / (MVA \times km)]$
- R e X - Resistência e Indutância da terra

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS CONDUTORES - REDE SECUNDÁRIA**TABELA 01 - DISTÂNCIA EQUIVALENTE ENTRE FASES**

ITEM	ARRANJO	TIPO	DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES (mm)			DISTÂNCIA EQUIVALENTE (mm)
			d12	d23	d31	Deq
1	1	TRIFÁSICO / BIFÁSICO	200	200	400	252
2		MONOFÁSICO	200	-	-	200
3	2	TRIFÁSICO / BIFÁSICO	400	400	800	504
4		MONOFÁSICO	400	-	-	400
1	2		3			4

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 e 3 - Distância entre os condutores e estruturas, conforme NTC 849000 - Montagem de Redes de Distribuição Urbana e NTC 856000 - Montagem de Redes de Distribuição Aérea

Coluna 4 - Distância equivalente

SISTEMA TRIFÁSICO OU BIFÁSICO:

$$Deq = \sqrt[3]{d12 \times d23 \times d31}$$

Onde:

d = distância entre fases

1 2 3 - disposição das fases (tipo N)

• • •

SISTEMA MONOFÁSICO (1 FASE E NEUTRO):

Deq = distância entre condutores

NOTA: ARRANJO 1 - para armação secundária com espaçamento de 200 mm.

ARRANJO 2 - para armação secundária com espaçamento de 400 mm.

TABELA 02 - CONDUTORES DE ALUMÍNIO CA

NTC	BITOLA AWG/MCM	RAIO MÉDIO GEOMÉT. A 60 Hz	RESISTÊNCIA		REATÂNCIA INDUTIVA A 60 Hz em Ω/km para Deq (Tab.01) em mm			
			A 25°C 60 Hz MÁXIMA	A 50°C 60 Hz MÁXIMA				
		G (mm)	R 25°C (Ω/km)	R 50°C (Ω/km)	200	252	400	504
0553	02 CA	2,69	0,870	0,958	0,325	0,342	0,377	0,394
0555	2/0 CA	3,81	0,434	0,478	0,298	0,316	0,350	0,368
0556	4/0 CA	4,81	0,273	0,300	0,281	0,298	0,333	0,350
1	2	3	4	5	6			

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 a 4 - Conforme NTC 810552/58 - Cabos de Alumínio CA

Coluna 5 - $R_{50^\circ\text{C}} = R_{25^\circ\text{C}} \times 1,1008$

Coluna 6 - $X = 0,1736 \log \frac{\text{Deq}}{G}$ (Ω/km)

Onde:

X - Reatância indutiva

Deq - TABELA 01 - COLUNA 4

G - TABELA 02 - COLUNA 3

TABELA 03 - CONDUTORES DE COBRE NÚ

NTC	BITOLA mm ²	RAIO MÉDIO GEOMÉT. A 60 Hz	RESISTÊNCIA	REATÂNCIA INDUTIVA A 60 Hz em Ω/km para Deq (Tab.01) em mm			
			A 20°C 60 Hz MÁXIMA				
		G (mm)	R 20°C (Ω/km)	200	252	400	504
0551	16	1,76	1,140	0,357	0,374	0,409	0,426
0533	35	2,72	0,538	0,324	0,341	0,376	0,393
0535	70	3,75	0,283	0,300	0,317	0,352	0,369
1	2	3	4	6			

FONTE DAS COLUNAS

Colunas 2 a 4 - Conforme NTC 810531/33/35/36

Coluna 5 - $X = 0,1736 \text{ LOG } \frac{\text{Deq}}{G} \quad (\Omega/\text{km})$
Onde:

X - Reatância indutiva

Deq - TABELA 01 - COLUNA 4

G - TABELA 02 - COLUNA 3

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO SECUNDÁRIA

TABELA 01 – CONDUTOR DE ALUMÍNIO 50° C - 220/127 V

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (kVA x hm)]							
FP = 0,85							
NTC	BITOLA AWG	Deq 252 mm		Deq 200mm	Deq 504 mm		Deq 400mm
		TRIFAS.	BIFAS.	MONOF.	TRIFAS.	BIFAS.	MONOF.
0553	02CA	0,2051	0,4615	1,2196	0,2108	0,4742	1,2536
0555	2/0CA	0,1183	0,2663	0,6983	0,1240	0,2790	0,7322
0556	4/0CA	0,0851	0,1915	0,4996	0,0908	0,2043	0,5336

TABELA 02 – CONDUTOR DE COBRE 50° C - 220/127 V

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (kVA x hm)]							
FP = 0,85							
NTC	BITOLA mm ²	Deq 252 mm		Deq 200mm	Deq 504 mm		Deq 400mm
		TRIFAS.	BIFAS.	MONOF.	TRIFAS.	BIFAS.	MONOF.
0531	16mm ²	0,2409	0,5421	1,4344	0,2467	0,5550	1,4683
0553	35mm ²	0,1316	0,2961	0,7785	0,1373	0,3088	0,8124
0535	70mm ²	0,0842	0,1895	0,4941	0,0899	0,2022	0,5281

TABELA 03 - CONDUTOR DE ALUMÍNIO 50° C - 254/127 V

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (kVA x hm)]					
FP = 0,85					
NTC	BITOLA AWG	Deq 252mm	Deq 200mm	Deq 504 mm	Deq 400mm
		BIFASICO	MONOFASICO	BIFASICO	MONOFÁSICO
0553	02CA	0,3462	0,9149	0,3558	0,9404
0555	2/0CA	0,1998	0,5239	0,2093	0,5493
0556	4/0CA	0,1437	0,3748	0,1532	0,4003

TABELA 04 - CONDUTOR DE COBRE 50° C - 254/127 V

COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO [% / (kVA x hm)]					
FP = 0,85					
NTC	BITOLA mm ²	Deq 252mm	Deq 200 mm	Deq 504 mm	Deq 400mm
		BIFÁSICO	MONOFÁSICO	BIFÁSICO	MONOFÁSICO
0551	16mm ²	0,4066	1,0761	0,4164	1,1015
0553	35mm ²	0,2221	0,5840	0,2317	0,6095
0535	70mm ²	0,1421	0,3707	0,1517	0,3962

NOTA:**1- CONDIÇÕES**

- Frequência. = 60 Hz
- Temperatura do Condutor = 50°C
- Bitola do neutro = igual a da fase
- Espaçamento = conforme Tabela 01 do ANEXO 14
- Valores de R e X = conforme Tabela 02 e 03 do ANEXO 14.
- Condutor = Alumínio CA e cobre

2 - CÁLCULO**- TRIFÁSICO - (3 FASES)**

$$\Delta V\% = \frac{R \cos\psi + X \sin\psi}{V^2} \times 10000 \quad [\% / (\text{KVA} \times \text{hm})]$$

Onde:

- R e X - Conforme Tabela 02 e 03 - ANEXO 14
- $\cos\psi$ - Fator de potência
- V - Tensão fase-fase
- $\Delta V\%$ - Coeficiente de queda de tensão em $[\% / (\text{kVA} \times \text{hm})]$

- BIFÁSICO - (2 fases e neutro)

$$\Delta V\% = \left[\left(R_F + \frac{R_N}{2} \right) \cos\psi + \left(X_F + \frac{X_N}{2} \right) \sin\psi \right] \frac{15000}{V^2} \quad [\% / (\text{kVA} \times \text{hm})]$$

Onde:

- R e X - Conforme Tabela 02 e 03 - ANEXO 14
- $\cos\psi$ - Fator de potência
- V - Tensão fase-fase
- $\Delta V\%$ - Coeficiente de queda de tensão em $[\% / (\text{kVA} \times \text{hm})]$
- F - Condutor fase
- N - Condutor neutro

- MONOFÁSICO - (1 fases e neutro)

$$\Delta V\% = [(R_F + R_N) \cos\psi + (X_F + X_N) \operatorname{Sen}\psi] \frac{30000}{V^2} \quad [\% / (\text{kVA} \times \text{hm})]$$

Onde:

- R e X - Conforme Tabela 02 e 03 - ANEXO 14
- $\cos\psi$ - Fator de potência
- V - Tensão fase-fase
- $\Delta V\%$ - Coeficiente de queda de tensão em $[\% / (\text{kVA} \times \text{hm})]$
- F - Condutor fase
- N - Condutor neutro

CHAVES FUSÍVEIS E ELOS FUSÍVEIS

TABELA 01 - CHAVES FUSÍVEIS - RDU 13,8 kV

BASE DE CHAVE FUSÍVEL				PORTA-FUSÍVEL				
NTC	TIPO	CARACTERÍSTICA		NTC	CARTUCHO (TUBO) COR	APLICÁVEL EM BASE TIPO	CARACTERÍSTICA	
		kV	CORRENTE NOMINAL (A)				CORRENTE NOMINAL (A)	CAPACIDADE ASSIMÉTRICA (A)
1234	C	15	300	1246	CINZA	C	100	10000
				1247			200	

TABELA 02 - CHAVES FUSÍVEIS - RDU 34,5 kV

BASE DE CHAVE FUSÍVEL				PORTA-FUSÍVEL				
NTC	TIPO	CARACTERÍSTICA		NTC	CARTUCHO (TUBO) COR	APLICÁVEL EM BASE TIPO	CARACTERÍSTICA	
		kV	CORRENTE NOMINAL (A)				CORRENTE NOMINAL (A)	CAPACIDADE ASSIMÉTRICA (A)
1235	C	24,2	300	1249	CINZA	C	100	6300

TABELA 03 - ELOS FUSÍVEIS

TENSÃO (KV)	TIPO	CORRENTE (A)	NTC
13,8 e 34,5	H	0,5 a 5	813810/14
	K	6 a 200	813815/29

NOTA: Quando, por razões de coordenação, for necessário outro tipo de elo fusível, poderá ser utilizado, em caráter excepcional, o tipo "T" - NTC 813830/40, para Rede de Distribuição Urbana 13,8 kV e 34,5 kV.

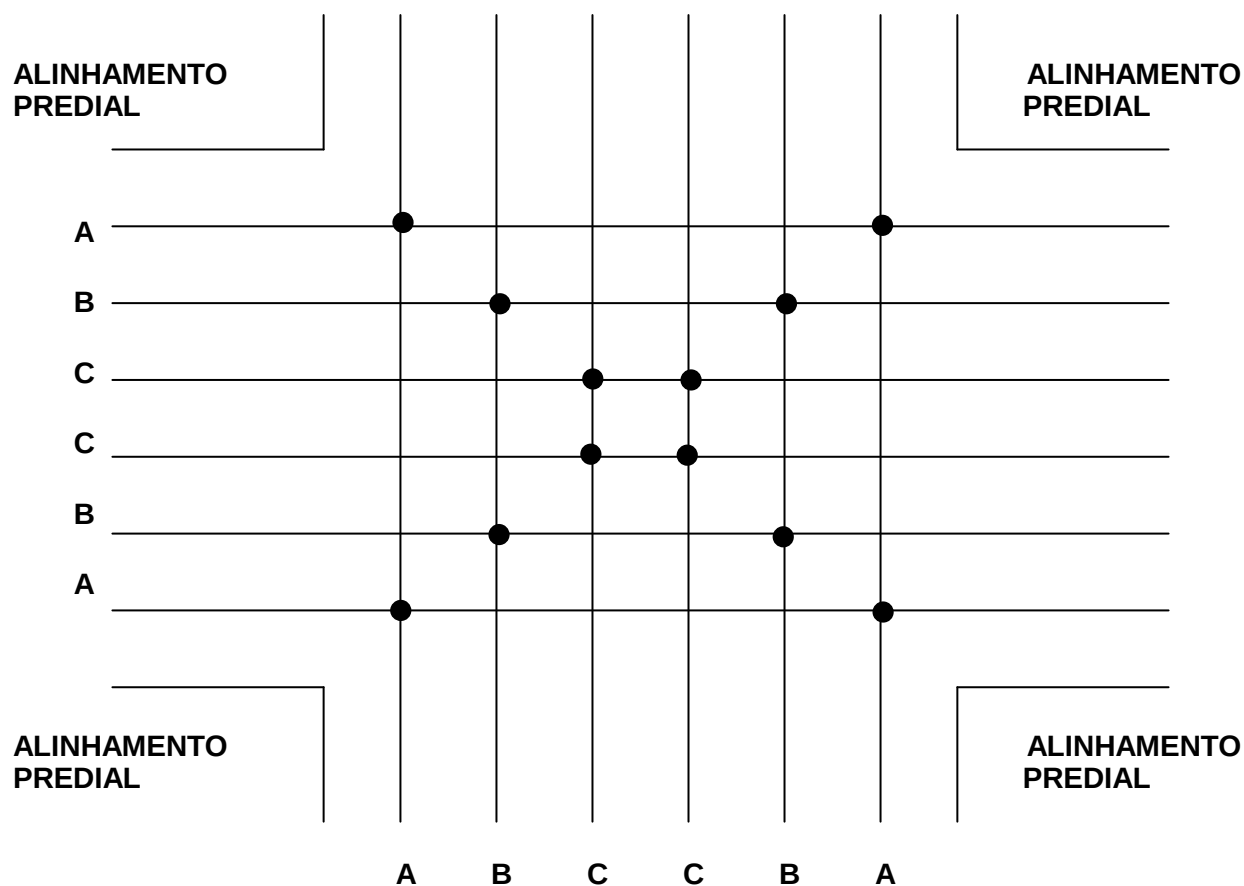
ELOS FUSÍVEIS PARA PROTEÇÃO DE TRANSFORMADORES**TABELA 01 – RDU 13,8 kV - ELOS FUSÍVEIS PARA TRANSFORMADOR DE 13,2 kV**

TRANSFORMADOR			ELO FUSÍVEL	
TIPO	kVA	NTC	TIPO	NTC
MONOFÁSICO	15	811012	2 H	813812
	25	811013	3 H	813813
	2 x 25	811013	6 K	813815
	37,5	811014	5 H	813814
	50	811015	6 K	813815
TRIFÁSICO	30	811042	2 H	813812
	45	811043	3 H	813813
	75	811044	5 H	813814
	112,5	811045	6 K	813815
	150	811046	10 K	813817
	225	811047	10 K	813817

TABELA 02 – RDU 34,5 kV - ELOS FUSÍVEIS PARA TRANSFORMADORES DE 33 kV E $33/\sqrt{3}$ kV

TRANSFORMADOR			ELO FUSÍVEL	
TIPO	kVA	NTC	TIPO	NTC
MONOFÁSICO	15	811022	1 H	813811
	25	811023	2 H	813812
	2 x 25	811023	5 H	813814
	37,5	811024	3 H	813813
	50	811025	5 H	813814
TRIFÁSICO	30	811062	1 H	813811
	45	811063	2 H	813812
	75	811064	2 H	813812
	112,5	811065	3 H	813813

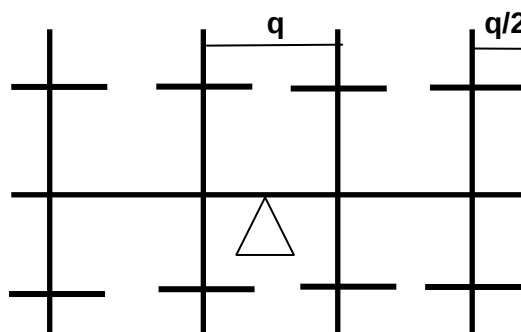
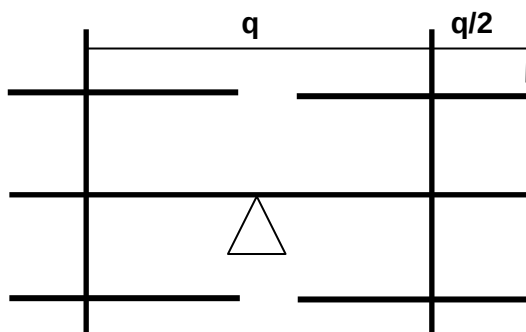
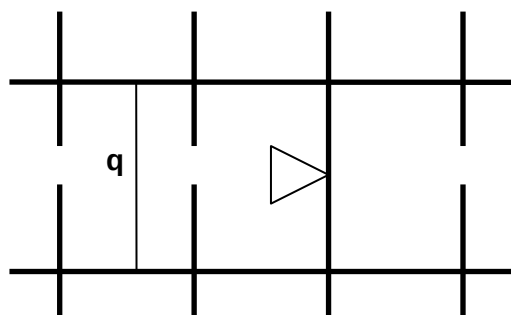
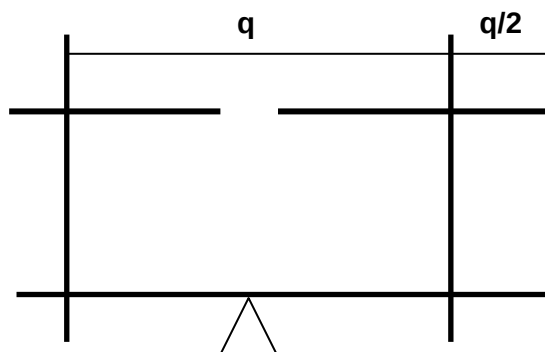
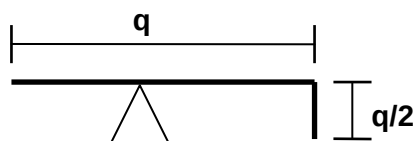
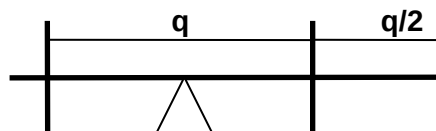
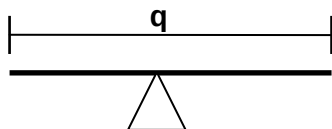
SEQUÊNCIA DE FASES



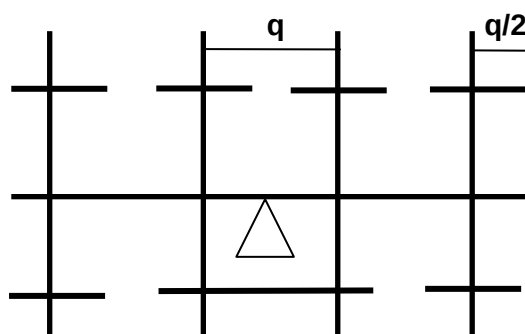
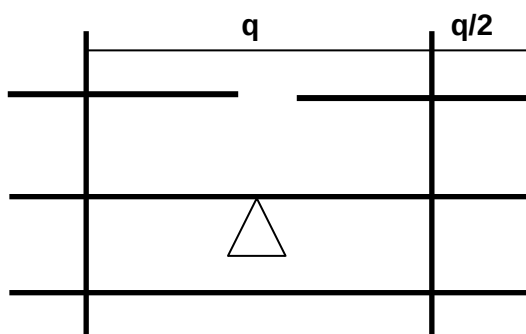
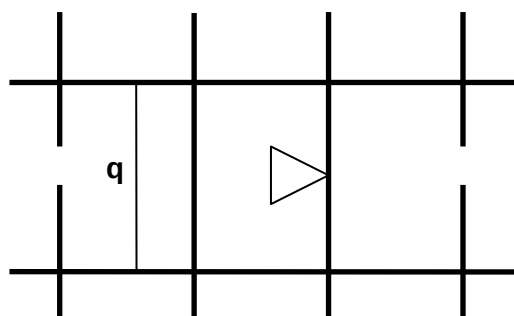
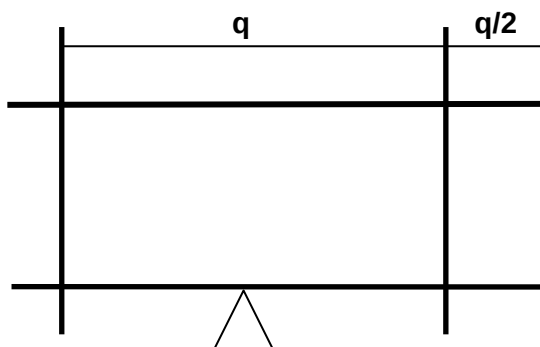
- Deverá ser considerado o alinhamento predial para orientação da sequência de fase (A,B,C).

CONFIGURAÇÃO BÁSICA DA REDE SECUNDÁRIA

RADIAL:



q = Frente da quadra, considerada de cruzamentos aéreos de uma esquina a outra.

ANEL:


q = Frente da quadra, considerada de cruzamentos aéreos de uma esquina a outra.

NOTA: Entende-se por fechamento do circuito em anel, a baixa tensão de um circuito fechado em anel no próprio circuito e este anel passando pelo transformador.

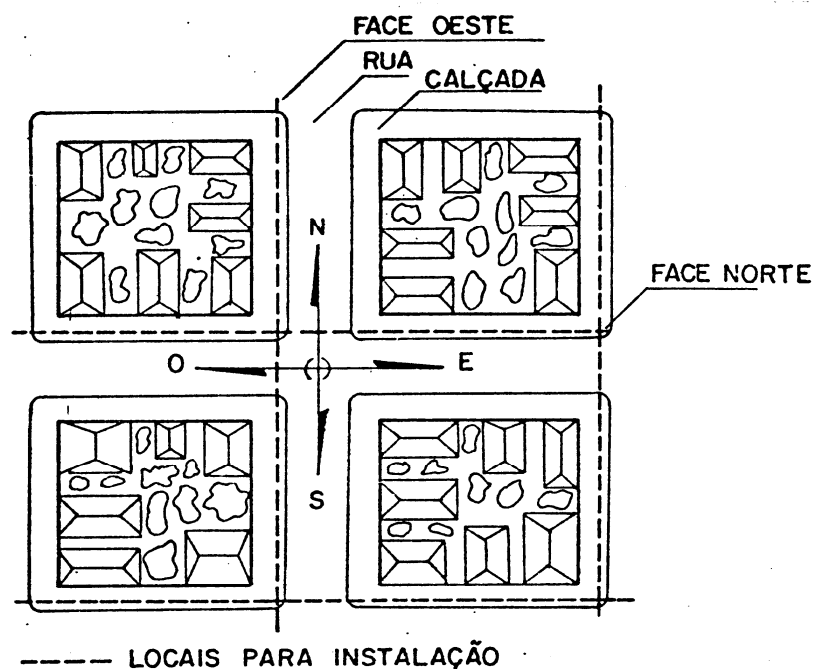
Portanto a rede secundária em anel deverá conter um único anel em um circuito de BT passando pelo transformador.

Não é permitido o fechamento em anel com outro circuito de BT.

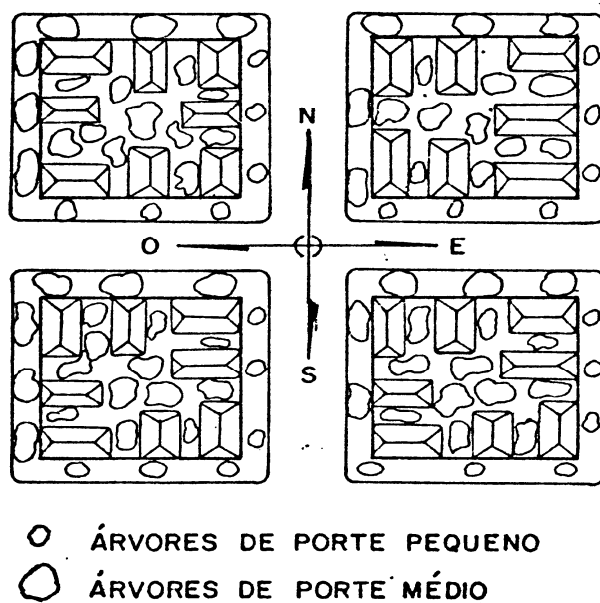
LOCAIS ADEQUADOS PARA REDES E PLANTIO DE ÁRVORES

FIGURA 1

LOCAIS ADEQUADOS PARA A INSTALAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA.


FIGURA2

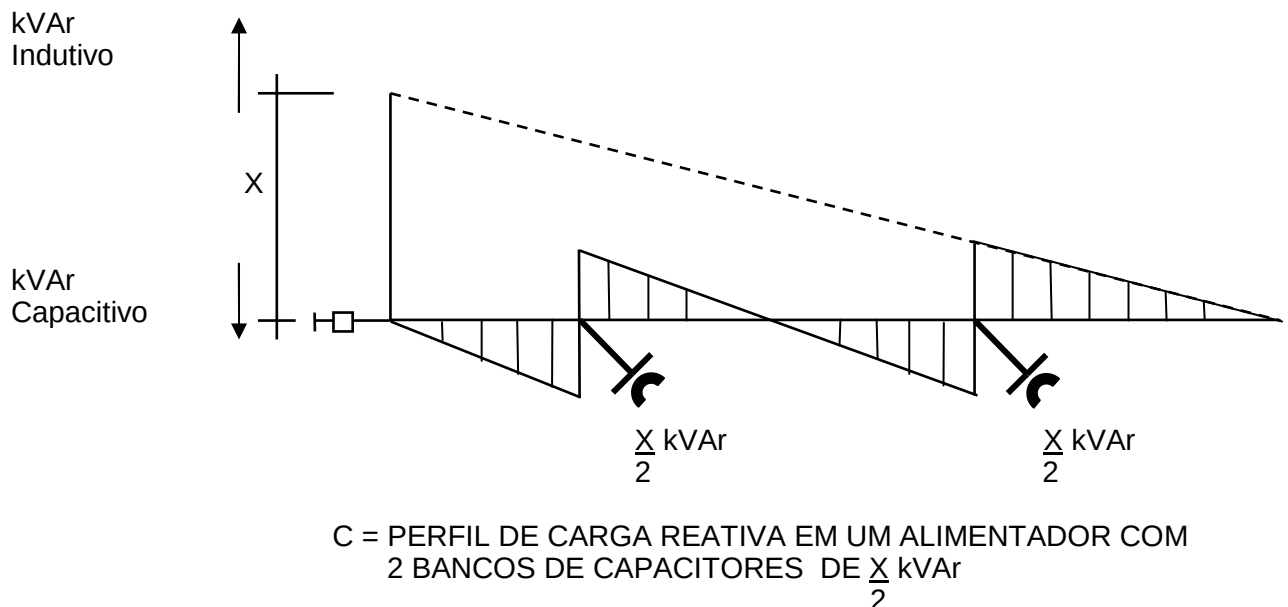
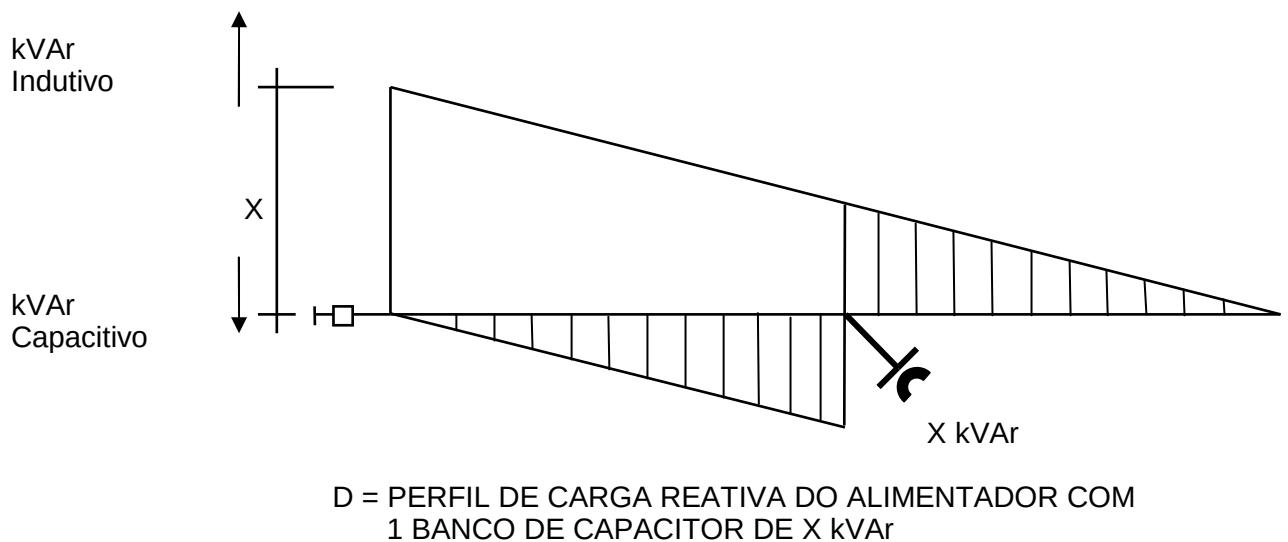
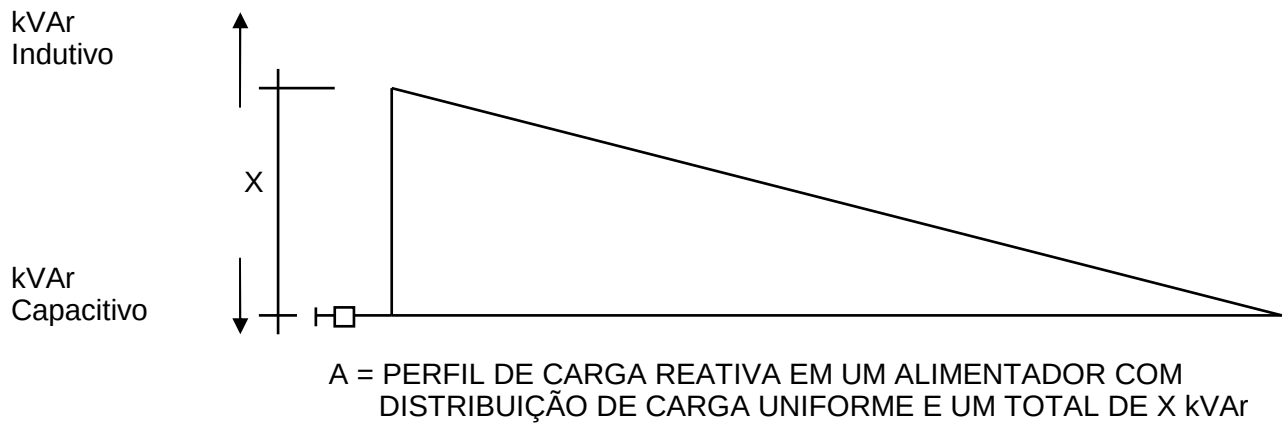
LOCAIS ADEQUADOS PARA O PLANTIO DE ÁRVORES DE PEQUENO PORTE.



NOTA: As árvores de grande porte só são recomendadas para plantio em praças, jardins e bosques.

COMPENSAÇÃO DE REATIVOS

Crítérios Básicos para instalação de capacitores na rede de distribuição



ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMOS E HELIPONTOS

A - PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMOS

O Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos contém as seguintes áreas: Faixa de Pista, Áreas de Aproximação, Áreas de Decolagem, Áreas de Transição, Área Horizontal Interna, Área Cônica e Área Horizontal Externa. (ver ilustração - item 1 e 2)

1 - GABARITOS

1.1 - Faixa da Pista

O Gabarito da Faixa de Pista envolve a pista de pouso e tem, em cada ponto, a altitude do ponto mais próximo situado no eixo da pista ou no seu prolongamento.

NOTA: Ao comprimento da pista, para efeito do Gabarito da Faixa da Pista, são acrescidas as Zonas de Parada.

1.2 - Áreas de Aproximação

Os Gabaritos das Áreas de Aproximação estendem-se em rampa, no sentido do prolongamento do eixo da pista, a partir da Faixa de Pista.

1.3 - Áreas de Decolagem

Os Gabaritos das Áreas de Decolagem estendem-se em rampa, no sentido do prolongamento do eixo da pista, a partir da Faixa de Pista ou do final da Zona Livre de Obstáculos, caso exista.

1.4 - Áreas de Transição

Estendem-se em rampa, a partir dos limites laterais da Faixa de Pista e da parte das Áreas de Aproximação, compreendida entre seu início e o ponto onde estas áreas atingem o desnível de 45 m (quarenta e cinco metros) em relação a elevação do Aeródromo.

1.4.1 - A declividade da rampa das Áreas de Transição é medida sobre um plano vertical, perpendicular ao eixo da pista ou ao seu prolongamento.

1.4.2 - O limite superior do Gabarito da Área de Transição é determinado por um plano horizontal com 45 m (quarenta e cinco metros) de altura em relação à elevação do Aeródromo.

1.5 - Área Horizontal Interna

Estende-se para fora dos limites dos Gabaritos das Áreas de Aproximação e Transição, com desnível de 45 m (quarenta e cinco metros) em relação a elevação do Aeródromo, e seus limites externos são semi-círculos, com centros nas cabeceiras das pistas.

1.6 - Área Cônica

Estende-se em rampa de 1/20 (um vinte avos) para fora dos limites externos do Gabarito da Área Horizontal Externa.

1.7 - Área Horizontal Externa

Estende-se para fora dos limites externos do Gabarito da Área Cônica.

2 - IMPLANTAÇÕES

2.1 - Faixa de Pista

Não são permitidos quaisquer aproveitamentos que ultrapassem, seus gabaritos, tais como construções, instalações e colocação de objetos de natureza temporária ou permanente fixos ou móveis, (ver exemplo na ilustração - item 4).

2.2 - Áreas de Aproximação, Decolagem e Transição

Não são permitidas implantações de qualquer natureza que ultrapassem seus gabaritos.

2.3 - "ARTIGO 15" - São permitidas, independentemente de autorização ou consulta ao Comando Aéreo Regional - COMAR, as implantações que se elevem acima da superfície do terreno em, no máximo, 8 m (oito metros) na Área Horizontal Interna, 19 m (dezenove metros) na Área Cônica e 30 m (trinta metros) na Área Horizontal Externa, qualquer que seja o desnível em relação à Elevação do Aeródromo.

Parágrafo Único - O disposto neste Artigo não se aplica a instalações ou construções de torres, redes de alta tensão, cabos aéreos, mastros, postes e outros objetos cuja configuração seja pouco visível a distância.

2.4 - "ARTIGO 16" - Qualquer aproveitamento que ultrapasse os gabaritos das Áreas Horizontal Interna, Cônica e Horizontal Externa, não enquadradas no artigo anterior, deverá ser submetido a autorização do Comando Aéreo Regional - COMAR.

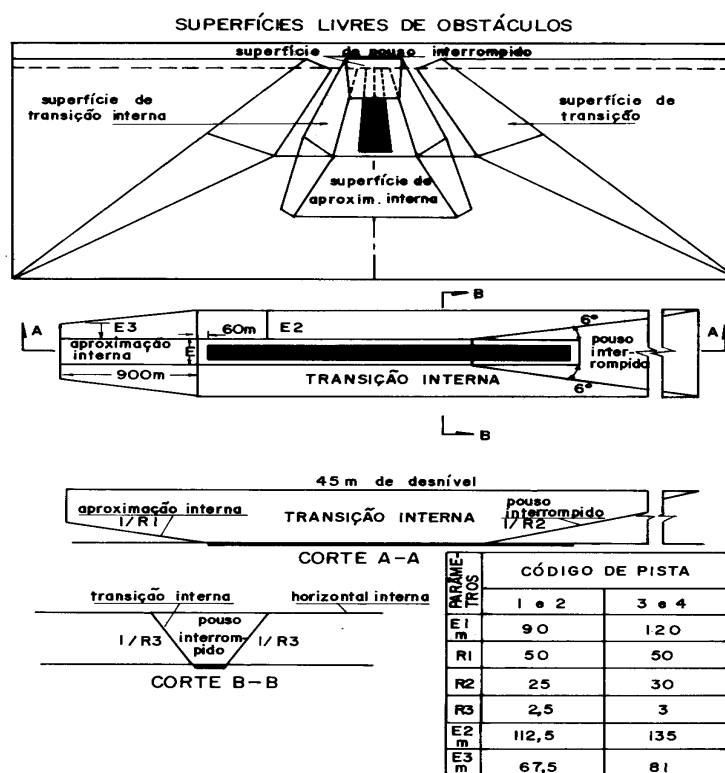
2.5 - Superfície Livre de Obstáculos

As superfícies livres de obstáculos só se aplicam aos Aeródromos da Classe IFR-PRECISÃO.

Destas superfícies só devem sobressair os objetos montados sobre suportes frágeis.

As superfícies livres de obstáculos são as seguintes: Superfície de Aproximação Interna, Superfície de Transição Interna e Superfície de Pouso interrompido.

Sua configuração e medidas constam na figura a seguir.



2.6 - Atribuições

Conforme PORTARIA Nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987.

I - Aos Comandos Aéreos Regionais

- Promover a interdição, remoção ou demolição, por meio adequado, das implantações ou dos usos que contrariem o disposto nas normas aqui fixadas;
- No caso de autorização para aproveitamento de que trata esta Portaria, emitir a decisão final do requerimento, publicá-la no Boletim Interno da Organização, comunicá-la ao interessado por meio de ofício e arquivar o processo para controle e fiscalização, após verificar a viabilidade da pretensão, através dos pareceres dos seguintes órgãos:

- Serviço Regional de Engenharia
- Serviço Regional de Aviação Civil
- Serviço Regional de Proteção ao Voo.

B - PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE HELIPONTOS

1 - O plano básico de Proteção de Helipontos consta das seguintes áreas: Área de Segurança, Área de Aproximação e decolagem e Área de Transição. (Ver ilustração - item 5)

2 - O gabarito de Área de segurança estende-se para fora da área de pouso e decolagem do heliponto, onde apenas são permitidos aproveitamentos frágeis de no máximo 35 cm (trinta e cinco centímetros) de altura.

3 - O gabarito da Área de Aproximação e Decolagem estende-se em rampa a partir da área de pouso e decolagem.

(Sua configuração e medidas constam na ilustração - item 5)

4 - O gabarito da área de Transição estende-se em rampa, a partir dos limites laterais da Área de Segurança e da parte lateral da Área de Aproximação, compreendida entre seu início e o ponto onde atinge o desnível de 30 m (trinta metros) em relação à elevação do heliponto.

4.1 - A declividade da rampa das Áreas de Transição é medida sobre um plano vertical, perpendicular a projeção do eixo central da Área de Aproximação num plano horizontal.

4.2 - Os helipontos com áreas de pouso circulares, que permitem aproximações ou decolagens em qualquer direção, não possuem Áreas de Transição. O gabarito de Área de Aproximação e Decolagem será utilizado em todas as direções.

5 - Não é permitida a implantação de quaisquer obstáculos nas áreas vizinhas dos helipontos, que ultrapassem os gabaritos fixados no Plano definido neste Capítulo, não cabendo portanto, consultas sobre o aproveitamento destas áreas.

6 - Os helipontos só poderão ser construídos e cadastrados se obedecerem aos gabaritos fixados nesta Portaria.

PARÁGRAFO ÚNICO - para que um heliponto possa operar por instrumentos, deverá possuir um Plano Específico de Zona de Proteção com as mesmas características do Plano definido no item A "PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMOS".

7 - É recomendável que, para as Áreas de Pouso e Decolagem de Emergência para Helicópteros, seja observado o prescrito neste Capítulo.

8 - DEFINIÇÕES:

8.1 - Área de pouso e decolagem para helicópteros.

Área de heliponto ou heliporto, com dimensões definidas, onde o helicóptero pousa ou decola.

8.2 - Elevação do aeródromo ou do heliponto.

Altitude do ponto mais elevado da pista de pouso e decolagem do aeródromo ou da área de pouso e decolagem do heliponto.

8.3 - Gabarito - superfícies limitadoras de obstáculos.

8.4 - Heliponto - aeródromo destinado exclusivamente a helicópteros.

8.5 - Heliporto - Heliponto público dotado de instalação e facilidades para apoio de operações de helicópteros, embarque e desembarque de pessoas e cargas.

8.6 - Obstáculo - acidente físico ou objeto de natureza temporária ou permanente, fixo ou móvel, situado em zona de proteção em que tenha altura superior ao gabarito fixado pelos diversos Planos definidos nesta Portaria.

8.7 - Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos.

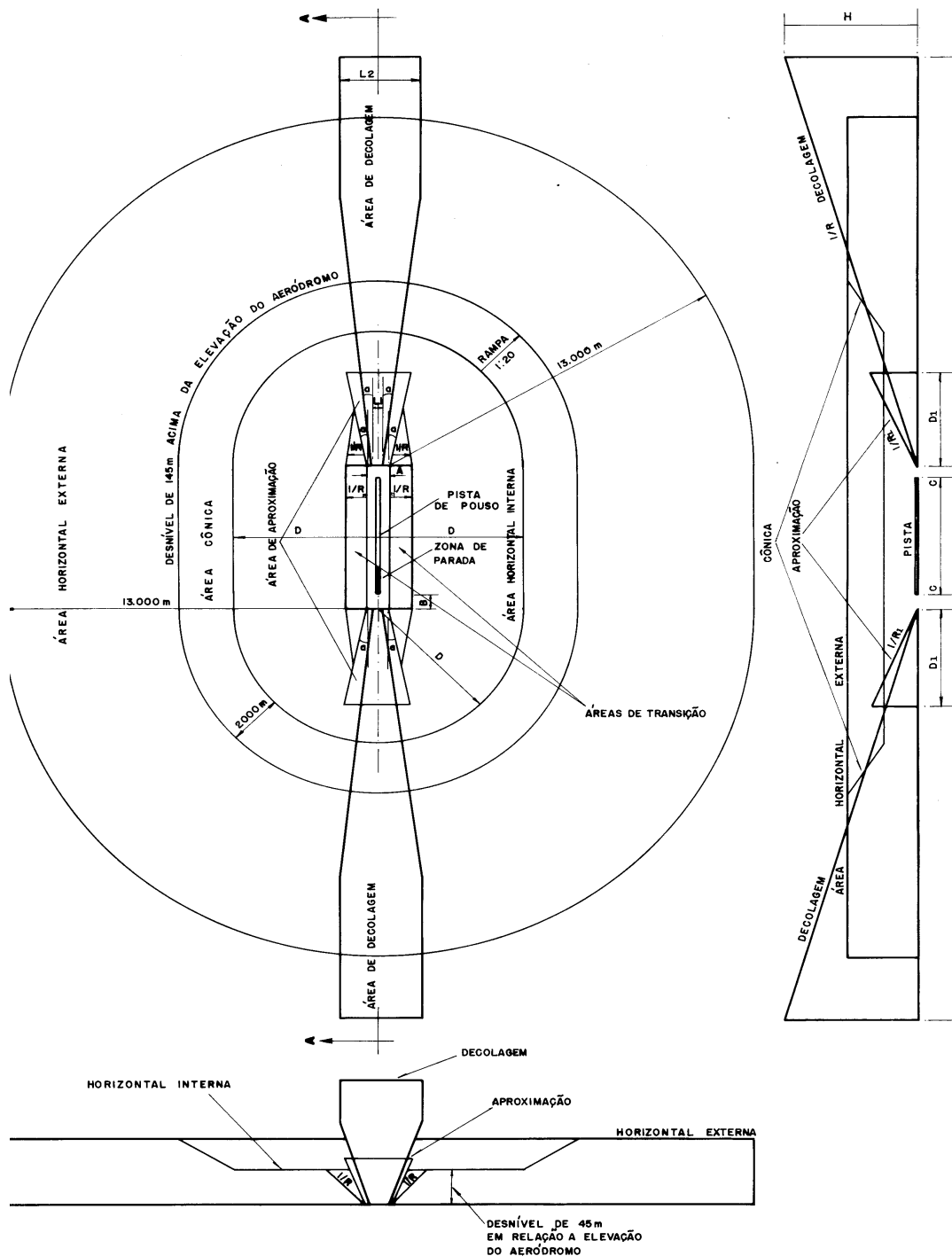
Documento de caráter definitivo e aplicação genérica que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades dentro das Zona de Proteção de heliponto.

8.8- Uso do solo - Tipos de atividades urbanas ou rurais localizadas nas áreas abrangidas pelos planos referentes às Zonas de Proteção.

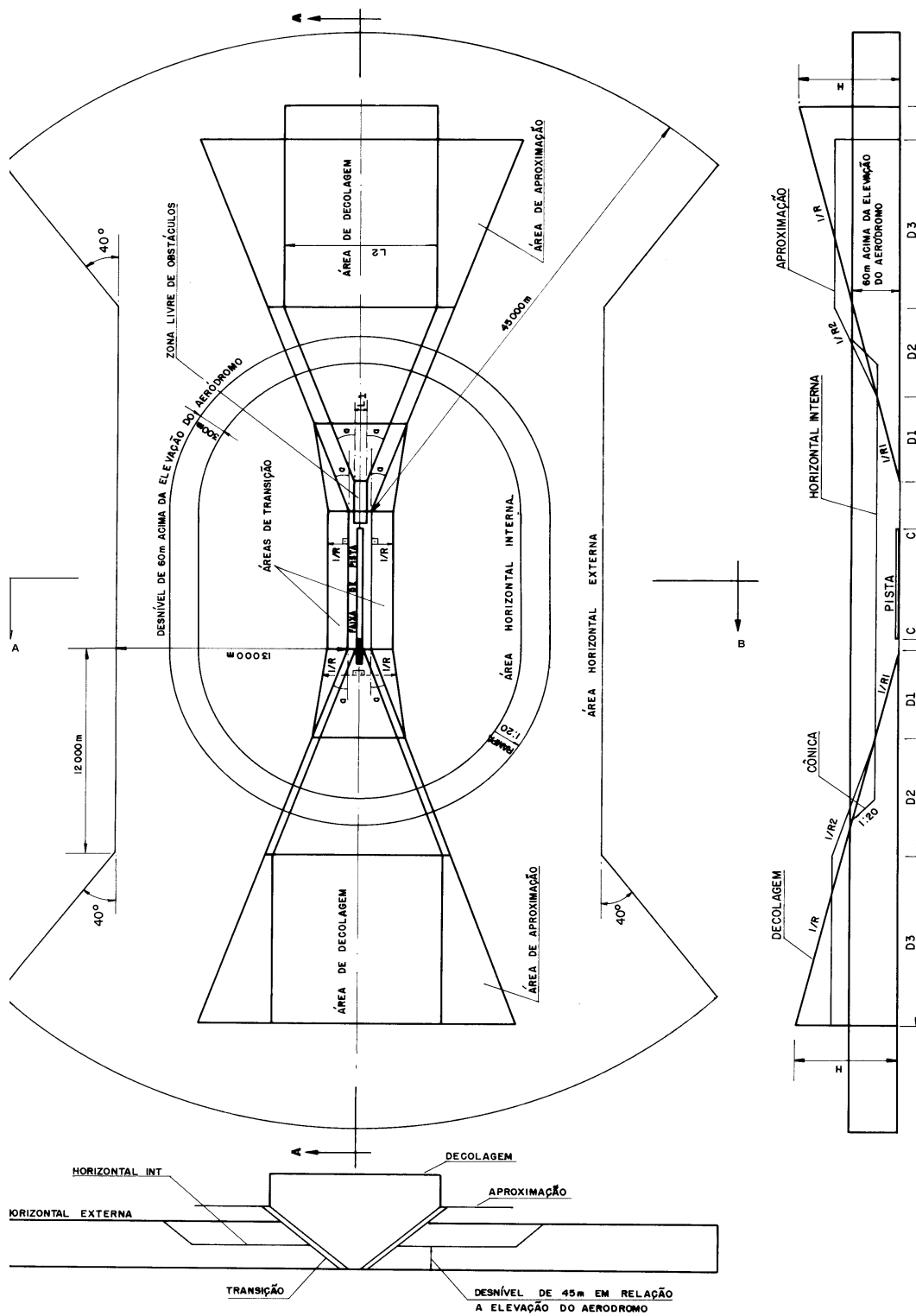
8.9 - Zona Livre de Obstáculos - Área retangular sobre o solo ou a água, sob controle de autoridades competentes e selecionadas ou preparada como área disponível sobre a qual uma aeronave possa efetuar parte de sua subida inicial, até uma altura especificada.

8.10 - Zona de Proteção - conjunto de áreas nas quais o aproveitamento e o uso do solo sofrem restrições definidas pelo Plano de Zona de Proteção.

1 - CLASSE VFR



2 - CLASSES IRF - NÃO PRECISÃO E IFR - PRECISÃO



3 - TABELA

PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO

CLASSE DO AERÓDROMO	COMPRIMENTO DA PISTA	FAIXA DE PISTA		ÁREA DE APROXIMAÇÃO				ÁREA DE DECOLAGEM						ÁREA DE TRANSIÇÃO		ÁREA HORIZONTAL INTERNA D(m)	ÁREA CÔNICA		ÁREA HORIZONTAL EXTERNA (m)						
		A(m)	B(m)	α	R 1	R 2	C(m)	D1m	D2m	D3m	C(m)	L1m	L2m	α	D(m)		R	H(m)		α	R	m	grau		
VFR	1	MENOR QUE 800m		60	30	6°	20	—	30	1600	—	—	60	60	380	6°	1600	20	80	6°	5	2000	13.000		
	2	DE 800m ATÉ 1200m EXCLUSIVE		80	60	6°	25	—	60	2500	—	—	60	80	580	6°	2500	25	100	6°	5	2500			
	3	DE 1200m ATÉ 1800m EXCLUSIVE		150	60	6°	30	—	60	3000	—	—	60	180	1800	7,12°	15000	50	300	6°	7	4000			
	4	1800m OU MAIOR				6°	40	—	60	3000	—	—								6°	7	4000			
IFR - NÃO PRECISÃO	1	MENOR QUE 800m		150	60	9°	40	—	60	2500	—	—	60	60	380	6°	1600	20	80	9°	5	3500	45.000		
	2	DE 800m ATÉ 1200m EXCLUSIVE				9°	40	—	60	2500	—	—	60	80	580	6°	2500	25	100	9°	5	3500			
	3	DE 1200m ATÉ 1800m EXCLUSIVE				300	60	9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	180	1800	7,12°	15000	50	300	9°		7	4000
	4	1800m OU MAIOR						9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	180	1800	7,12°	15000	50	300	9°		7	4000
IFR - PRECISÃO	1	MENOR QUE 800m		150	60	9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	60	380	6°	1600	20	80	9°	7	3500	45.000		
	2	DE 800m ATÉ 1200m EXCLUSIVE				9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	80	580	6°	2500	25	100			3500			
	3	DE 1200m ATÉ 1800m EXCLUSIVE				300	60	9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	180	1800	7,12°	15000			50		300	4000
	4	1800m OU MAIOR						9°	50	40	60	3000	3600	8400	60	180	1800	7,12°	15000			50		300	4000

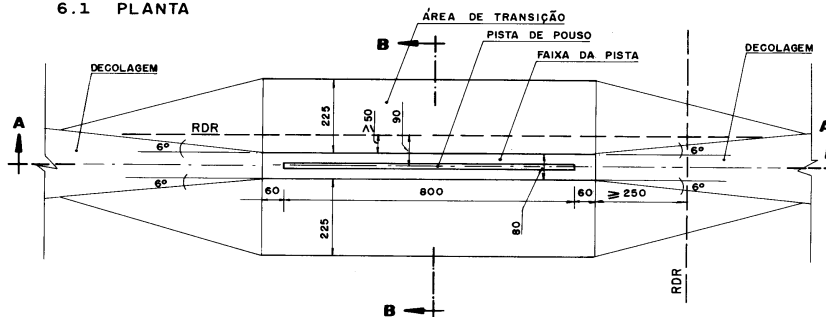
VFR - Operação de aeronaves sujeita às regras de vôo visual.
IFR NÃO PRECISÃO - Operação de aeronaves em aproximação sujeita às regras de vôo por instrumento, que utilizam para orientação auxílios à navegação de não-precisão, tais como: NDB, VOR, RECALADA E RADAR DE TERMINAL.
IFR PRECISÃO - Operação de aeronaves em aproximação sujeita às regras de vôo por instrumento, que utilizam para orientação informações de azimute e rampa de plano de plano fornecidos por auxílio à navegação de precisão, tais como: ILS, RADAR DE APROXIMAÇÃO DE PRECISÃO E MLS.

4 - PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE HELIPONTO

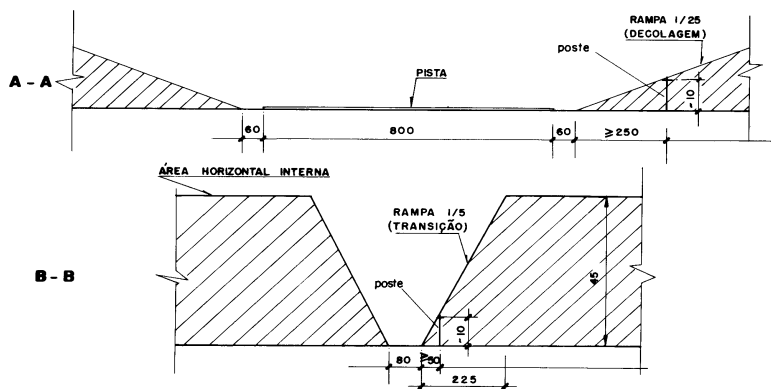
IMPLANTAÇÃO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL, PRÓXIMO A UM AERÓDROMO.

- CLASSE VFR
- CÓDIGO DE PISTA 2
- COMPRIMENTO PISTA + ZONA DE PARADA = 800m

6.1 PLANTA



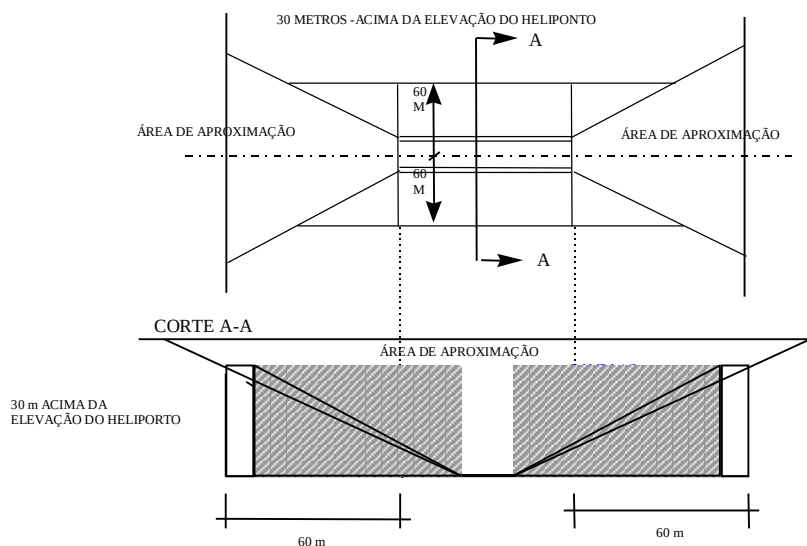
6.2 CORTES



OBS.: 1 - Medidas em metros
2 - Escalas Horizontal e Vertical diferenciadas

5 - ÁREAS DE TRANSIÇÃO

ÁREAS DE TRANSIÇÃO



DIVULGAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Estamos encaminhando uma cópia desta NTC 841001 - Projeto de Redes de Distribuição Urbana.

Em função da suspensão dos códigos *DCI - Distribuição de Comunicações Internas*, as cópias devem ser reproduzidas na área, para distribuição às respectivas Unidades de Distribuição desta SD.



Esta Norma encontra-se na **INTRANET COPEL**