



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE



**RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA**

CENTRO DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA

Maria Elizangela de Lima Caldas

Campina Grande - PB,
Setembro de 2005.

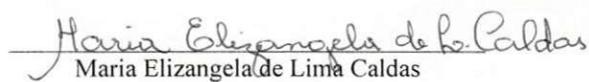


Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

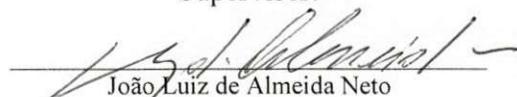
Sumé - PB

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Aluna:


Maria Elizangela de Lima Caldas

Supervisor:


João Luiz de Almeida Neto

Orientador:


Luís Reyes Rosales Montero

Campina Grande – PB,
Setembro de 2005

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido esta vitória. Agradeço ao meu esposo Wellyngton que me deu apoio em tudo que precisei. Agradeço aos meus pais e aos meus sogros. Agradeço também ao meu orientador pela dedicação que foi dada para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. A Empresa	7
2.1. Histórico da Empresa.....	7
2.2 Algumas Obras Realizadas pela Empresa (Referência da parte Elétrica)	7
3. Trabalho Desenvolvido.....	8
4. Fundamentação Teórica.....	8
4.1 Cabeamento Estruturado.....	8
4.1.1. Composição de um Sistema de Cabeamento Estruturado	9
4.2. Os tipos de redes.....	12
5. Execução e Resultados.....	15
5.1.1. Infra-estrutura do Sistema de Energia Não Estabilizada.....	15
5.1.2. Infra-estrutura para o Sistema de Energia Estabilizada.....	16
5.1.3. Quadros.....	16
5.1.4. Condutores.....	18
5.1.5. Caixas, Tomadas e Interruptores.....	19
5.1.6. Malha de Piso e Infra-estrutura de interligação entre os pavimentos.....	20
5.1.7. Iluminação	21
5.2. Sistema de Cabeamento Estruturado	21
5.2.1. Entrada da Rede de Telecomunicações	22
5.2.2. Cabos de Comunicação	23
5.2.3. Certificação.....	23
5.3. Equipamentos de Telecomunicação	24
5.3.1. Cabos UTP (<i>Unshield Twisted Pair</i>).....	24
5.3.2. Código de cores para sistemas de Cabeação UTP.....	26
5.3.3. Painel de Comutação (<i>Patch Panel</i>).....	27
5.3.4. <i>Hub</i>	28
5.3.5. <i>Switch</i>	29
5.3.6. Roteadores	30

5.4. Armário de Telecomunicação (RACK).....	30
7. Conclusão.....	34
8. Bibliografia Consultada	35

1. Introdução

O presente trabalho descreve as atividades desenvolvidas durante o estágio realizado do dia 29 de julho a 24 de agosto de 2005, na sede da Caixa Econômica Federal de Porto Velho-RO. Consistindo no acompanhamento e fiscalização técnica dos trabalhos de reforma das instalações elétricas em baixa tensão e do sistema de cabeamento estruturado de redes de computadores e telefonia, segundo as normas técnicas regentes.

O projeto abrange:

Projeto do sistema elétrico de baixa tensão para energia não estabilizada e energia estabilizada;

Projeto de cabeamento estruturado para suprimento de voz (telefonia) e dados (informática).

2. A Empresa

2.1. Histórico da Empresa

Fundada em 1987, a Hidronorte Construtora tem sua trajetória intimamente ligada ao desenvolvimento da construção civil e do mercado imobiliário brasileiro. Executora de obras residenciais, comerciais e industriais de pequeno à grande porte, a Hidronorte Construtora atua não apenas na capital, mas em diversas outras cidades de Rondônia.

Ligada a conceituados escritórios de arquitetura e projetos, a Hidronorte Construtora utiliza os mais recentes conceitos e tecnologias da construção civil para adaptar as necessidades de seus clientes as suas obras. O bom atendimento e a busca contínua pela excelência, transformam a companhia numa empresa viva, e a consequência disso é a competência em realizar seus serviços com qualidade.

Atualmente está realizando três obras: Reforma do edifício sede da Caixa Econômica Federal em Porto Velho, SESC Escola também em Porto Velho e finalizando reforma do Banco do Brasil em Ariquemes.

2.2 Algumas Obras Realizadas pela Empresa (Referência da parte Elétrica)

- Banco do Brasil de Cacoal, Cabixi e Ariquemes (reforma da parte lógica, elétrica e circuito fechado de TV- CFTV);
- Caixa Econômica Federal das Nações Unidas e Jatuarã em Porto Velho (reforma da parte lógica, elétrica e circuito fechado de TV- CFTV);
- Rede de iluminação pública em São Miguel de Guaporé (implantação de 18 postes com lâmpadas de vapor de sódio);
- Eletrificação Rural em Candeias (mais de 1km);
- Obras iniciais para implantação de uma subestação da Eletronorte (instalação da malha de aterramento com barras de cobre de 2,5 mm²).

3. Trabalho Desenvolvido

As atividades consistiram na implementação de projeto de reforma do edifício sede da Caixa Econômica Federal a qual pôde ser acompanhada do dia 29 de julho a 24 de agosto de 2005 onde foi possível completar a primeira etapa da reforma do 3º pavimento, etapa esta que deixou metade do pavimento em perfeitas condições de funcionamento.

Procurou-se ter bastante atenção em adequar todo projeto de instalações elétricas dentro das Normas Técnicas Brasileiras – NBR 5410 [1] e todo projeto de cabeamento estruturado dentro das normas técnicas pertinentes – EIA/TIA 568A [2].

Foi dada devida atenção com a segurança de trabalho no qual se tinha o cuidado de que todos os funcionários trabalhassem devidamente protegidos com capacetes, sapatos adequados, luvas.

4. Fundamentação Teórica

Abordaremos aqui alguns conceitos básicos sobre cabeamento estruturado, e rede local.

4.1 Cabeamento Estruturado

Um sistema de cabeamento estruturado [3] permite o tráfego de qualquer tipo de sinal elétrico: áudio, vídeo, controles ambientais e de segurança, dados e telefonia, convencional ou não, de baixa intensidade, independente do produto adotado ou fornecedor.

Este tipo de cabeamento, possibilita mudanças, manutenções ou implementações de forma rápida, segura e controlada, ou seja, toda alteração do esquema de ocupação de um edifício comercial é administrada e documentada seguindo-se um padrão de identificação que não permite erros ou dúvidas quanto aos cabos, tomadas, posições e usuários.

Para estas características sejam conseguidas, existem requisitos mínimos relativos à distâncias, topologias, pinagens, interconectividade e transmissão, permitindo desta forma que se atinja o desempenho esperado.

Tendo base que um sistema de cabeamento estruturado, quando da instalação, está instalado em pisos, canaletas e dutos, este sistema deve se ter uma vida útil de no mínimo 10 anos, este é o tempo médio da vida útil de uma ocupação comercial.

4.1.1. Composição de um Sistema de Cabeamento Estruturado

Um sistema de cabeamento estruturado compõe-se de 5 subsistemas, cada qual tendo suas próprias especificações de instalação, desempenho e teste.

Os subsistemas estão especificados abaixo:

1. Cabeamento Horizontal (*Horizontal Cabling*);
2. Área de Trabalho (*Work Area*);
3. Cabeamento Vertical (*Back Bone*);
4. Armário de Telecomunicações (*Telecommunications Closet*);
5. Entrada de Facilidades (*Entrance Facilities*)

4.1.2. Cabeamento Horizontal (*Horizontal Cabling*)

Funções

O cabeamento horizontal [4] interliga os equipamentos de redes, elementos ativos, às Áreas de Trabalho onde estão as estações. Cada ponto de telecomunicações localizado na Área de Trabalho é interligado a um único cabo dedicado até um painel de conexão instalado no Armário de Telecomunicações.

Meios de transmissão

O cabeamento horizontal poderá ser constituído por um dos seguintes meios de transmissão:

- Cabo UTP: cabo constituído por fios metálicos trançado aos pares com 4 pares de fios bitola 24 AWG e impedância de 100 ohms, em conformidade com o padrão EIA 568A categoria 5e (*Enhanced*) [5];
- Cabo de fibra óptica, com no mínimo 2 fibras multimodo 62,5/125 micrômetros em conformidade com o padrão EIA 492-AAAA.

Como a maior parcela dos custos de instalação de uma rede local corresponde ao sistema de cabeamento horizontal, e o mesmo deverá suportar uma larga faixa de aplicações, recomenda-se o emprego de materiais de excelente qualidade e de desempenho superior (categoria 6 ou 7).

Distâncias

O comprimento máximo de um segmento horizontal, isto é, a distância entre o equipamento eletrônico instalado no Armário de Telecomunicações e a estação de trabalho é de 100 metros. A norma TIA/EIA 568-A definem as distâncias máximas do cabeamento horizontal independente do meio físico considerando duas parcelas desse subsistema:

- O comprimento máximo de um cabo horizontal será de 90 metros. Essa distância deve ser medida do ponto de conexão mecânica no Armário de Telecomunicações, centro de distribuição dos cabos, até o ponto de telecomunicações na Área de Trabalho;
- Os 10 metros de comprimento restantes são permitidos para os cabos de estação, cabos de manobra e cabos do equipamento.

A Figura 1 ilustra os componentes que integram um sistema de cabeamento horizontal e a Figura 2 ilustra a distancia limite entre o equipamento eletrônico instalado no Armário de Telecomunicações e a estação de trabalho.

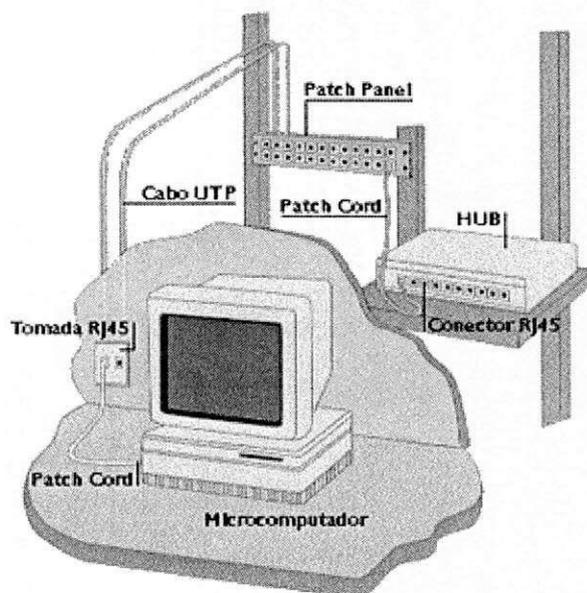


Figura 1 - Componentes de um sistema de cabeamento horizontal

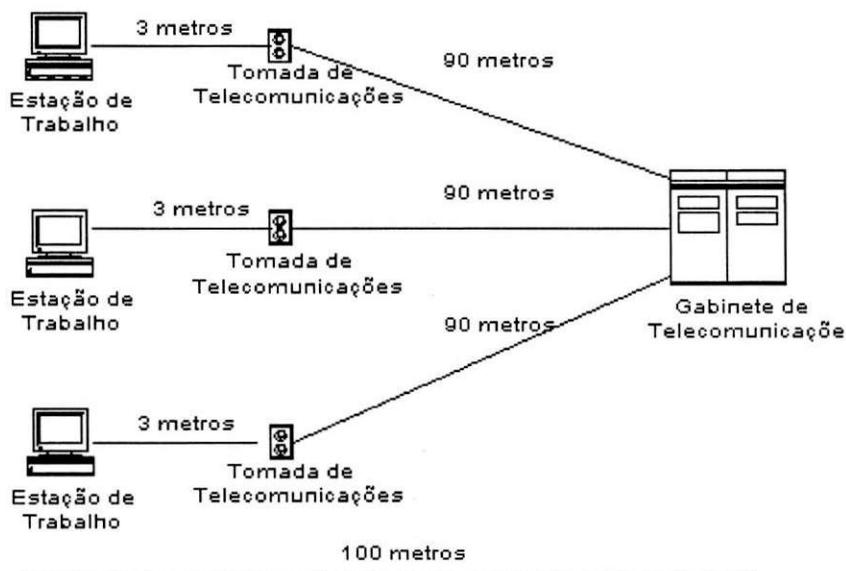


Figura 2 - Distância Limite

4.1.3. Área de Trabalho (*Work Area*)

Área de trabalho, também chamada no inglês de *work area*, é o local onde o usuário começa a interagir com o sistema de cabeamento estruturado, é neste local que estão situados seus equipamentos de trabalho, estes equipamentos podem ser:

- Computador;
- Telefone;
- Sistemas de armazenagem de informações;
- Sistema de impressão;
- Sistema de videoconferência;
- Sistema de controle.

4.1.4. Cabos Verticais (*BackBone Cabling*)

A função básica dos cabos verticais ou *backbone cabling* é interligar todos os armários de telecomunicação instalados nos andares de um edifício comercial (*backbone cabling*) ou vários edifícios comerciais (*campus backbone*), onde também serão interligadas as facilidades de entrada (*entrance facilities*).

4.1.5. Armário de Telecomunicação (*Telecommunication Closet*)

Quando instalamos todos os cabos do cabeamento horizontal, fazemos sua instalação em cada área de trabalho e na outra ponta, no hardware de conexão escolhido. Este hardware de conexão deve ser protegido contra o manuseio indevido por parte de pessoas não autorizadas, para que isto não aconteça, instalamos todos os *hardwares* de conexão, suas armações, racks, e outros equipamentos em uma sala destinada para esta função locada em cada andar, esta sala é chamada de armário de telecomunicação (*telecommunication closet*).

4.1.6. Facilidades de Entrada (*Entrance Facilities*)

As facilidades de entrada estão relacionadas com os serviços que estarão disponíveis para o cliente, estes serviços podem ser de:

- Dados;
- Voz;
- Sistema de Segurança;
- Redes Corporativas;
- Outros serviços

4.2. Os tipos de redes

Podem ser projetadas, redes para servir organizações de todos os tamanhos, desde um único local com poucos ou até somente dois PC's, até corporações internacionais que reúnem milhares de estações de trabalho.

4.2.1. A LAN

Em distâncias curtas, por exemplo, dentro de uma área geográfica pequena como um edifício, você pode criar uma LAN (*Local Area Network*) [3]. Uma rede é chamada de LAN quando nós estamos conectando PC's em um só local, um edifício comercial por exemplo.

Uma LAN é composta de nodos (ou seja, "nós", um termo bastante estranho para um dispositivo eletrônico) de rede como um computador, impressora. (Um nodo é qualquer PC ou periférico que se conecta à rede.) Quando você conecta estes nodos juntos você tem uma rede. As principais vantagens de uma LAN são:

- Compartilhar banco de dados, softwares, discos rígidos e periféricos para vários departamentos;
- Interligar bancos de dados de diferentes áreas ou departamentos;
- Prover de um meio eficiente de comunicação e trânsito de mensagens - Correio Eletrônico.
- Tornar o sistema de computação descentralizado;

As principais características das LAN's são:

- Altas taxas de transmissão;
- Baixa taxa de erro;
- Propriedade privada;
- Acesso privado;

4.2.2. WANs

Uma rede que conecta uma LAN a outra LAN por uma área geográfica grande como uma cidade ou país é chamada de WAN (*Wide Area Network*) [3]. Uma WAN pode transmitir informações por linhas telefônicas, microondas, ou satélites mas o preferido é via fibra óptica.

Fora destas redes privadas está a Internet - uma enorme, WAN pública. A Internet une PCs em universidades, centros de pesquisa, e companhias pelo globo. Como as redes tornaram-se mais poderosas e são conectadas mais empresas e usuários domésticos diariamente, a Internet servirá como um ponto de contato entre a sua companhia, seus fornecedores e clientes

4.2.3. Equipamentos

Dentro de uma rede de telecomunicações, pública ou privada, iremos encontrar vários tipos de acessórios e equipamentos, para que possamos entender como funciona uma rede de telecomunicações, vamos concentrar nosso estudo em rede de telecomunicações privada, que atende um edifício comercial, com muitos usuários, dotados de vários tipos de facilidades, tais como:

- Telefonia;
- Dados;
- Sistemas de controle ambientais e de acesso;
- Internet.

4.2.4. Componentes e Equipamentos de uma Rede Local

Para que uma rede local possa trabalhar adequadamente, necessita-se de alguns componentes que podem ser divididos em 4 grupos:

- Equipamentos Ativos de Rede;
- Periféricos;
- Softwares;
- Cabeamento de Rede.

Estes equipamentos fazem com que uma ou mais Redes funcionem adequadamente. Os Principais componentes de cada grupo são:

Equipamentos de Redes

São os equipamentos que fazem com que as informações sejam transmitidas de forma correta, através de padrões e protocolos de comunicação desde a fonte até o destino.

Os principais são:

- Placas de Rede
- Barramento
- Conector da Placa
- Padrão de Rede
- Velocidade de transmissão
- Repetidores
- HUB
- Pontes (*Bridges*)
- Roteadores (*Routers*)
- *Switching*

Periféricos

São chamados de Periféricos os equipamentos que servem de suporte a uma rede local, dentre estes os principais são:

- Impressoras e *Plotters*
- *Modems*
- *Faxes*

Softwares

São programas, como Sistema Operacional da rede (*Network Operational System*) que permite que os computadores interligados em rede executem seus programas. Muitos desses programas permitem o compartilhamento dos dispositivos periféricos através da rede, porém a principal função do sistema é a de gerenciar e administrar logicamente a mesma.

5. Execução e Resultados

As especificações do memorial descritivo do projeto foram rigorosamente cumpridas, todas dentro da norma NBR 5410/97 – “Instalações Elétricas de Baixa Tensão” a qual fixa as condições que as instalações de baixa tensão devem atender a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança das pessoas e a conservação de bens bem como a parte de cabeamento estruturado que seguiram a norma EIA/TIA 568A – Norma pertinente.

5.1.1. Infra-estrutura do Sistema de Energia Não Estabilizada.

De acordo com as especificações da empresa, a entrada de energia existente cujo padrão de entrada era trifásico 380/220 V, não foi alterada. A alimentação do QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos) do 3º pavimento foi realizada, a partir do QDG (Quadro de Distribuição Geral), instalado do Sub-Solo do prédio.

As cargas referentes às tomadas de energia normal em eletrocalhas de piso, foram distribuídas para as caixas de tomadas através deste sistema, utilizando com exclusividade uma das 3 vias da eletrocalha, sendo cada uma das demais destinadas ao sistema de energia estabilizada, e lógica mais telefonia, respectivamente.

As tomadas de energia normal foram de três pinos (F, N, T) devendo atender a equipamentos dotados tanto de plugs tipo "pino chato" quanto à plugs tipo "pino redondo".

Todo o sistema de energia normal ficou rigidamente aterrado, a fim de garantir a proteção necessária. Foi utilizado para tanto o aterramento existente do prédio.

5.1.2. Infra-estrutura para o Sistema de Energia Estabilizada.

A alimentação do QEE (Quadro de Energia Estabilizada), também do 3º pavimento, foi feita pelo QGEE (Quadro Geral de Energia Estabilizada). Os quadros de energia antigos foram substituídos por novos quadros contendo a nova distribuição de circuitos.

O sistema de energia estabilizada utilizado é de uso exclusivo para atendimento à rede de computadores da agência. A estabilização foi realizada por meio de um nobreak de 10 kVA para cada pavimento, conforme esquema de ligação na Figura em anexo – planta 6/11.

Em cada pavimento existe um quadro de distribuição local, e os diversos circuitos se encaminharão através de eletrocalhas de piso exclusivo para este sistema, compartilhando da mesma infra-estrutura de energia comercial, lógica e telefonia. Em cada caixa de tomadas foi disponibilizado um ponto de tomada de energia de estabilização, com dois pinos chatos e um pino redondo apropriada para computadores.

Todo o sistema de energia estabilizada foi rigidamente aterrado, a fim de garantir a proteção necessária às diversas estações de trabalho. Foi utilizado para tanto o aterramento existente do prédio.

5.1.3. Quadros

Os Quadros de Distribuição de Circuitos de Energia Normal e de Energia Estabilizada foram de sobrepôr, providos do conjunto de barramentos de fases, neutro e terra os quais foram de barra de cobre eletrolítico com placa de proteção em acrílico e montados conforme detalhamento em projeto. Observe nas figuras abaixo como ficou a montagem dos quadros de energia. A Figura 3 ilustra o QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos) e a Figura 4 o QEE (Quadro de Energia Estabilizada).

Nas descidas e subidas para o quadro elétrico de distribuição, em cada pavimento, os eletrodutos foram embutido(s) em parede, a fim de garantir condição estética favorável ao ambiente do pavimento.

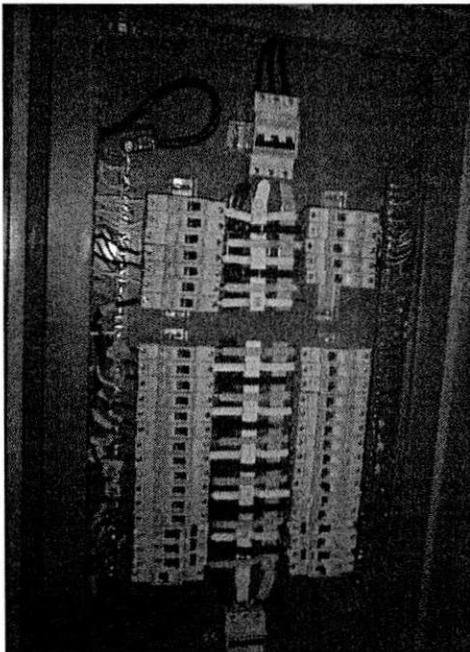


Figura 3 - Quadro de Energia Normal

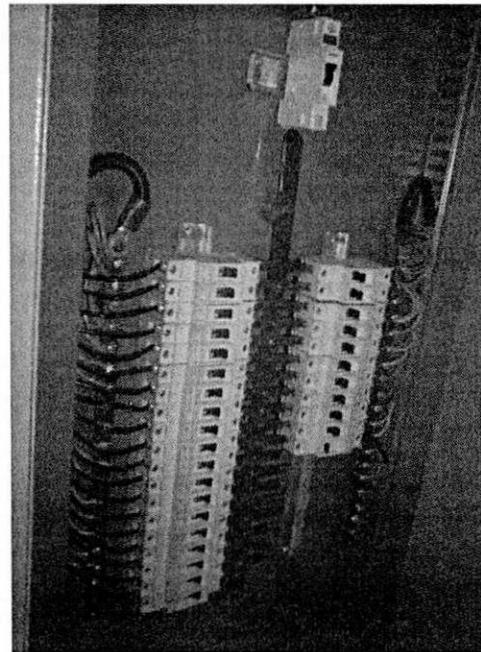


Figura 4 – Quadro de Energia Estabilizada

Para os quadros de distribuição seguimos a NBR 5410 no que diz respeito à distribuição e quantidade de circuitos elaborado pelo projeto devidamente aprovado. Com relação à marca do disjuntor, optamos em usar uma marca similar - Eletromar, por questão de preço.

No que diz respeito à divisão da instalação pode-se citar a seção 4.2.4.5 da NBR 5410 a qual relata que devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente, ou seja, não se deve misturar em um mesmo circuito pontos de iluminação com pontos de tomada.

O diagrama unifilar dos Quadros de Distribuição de Circuitos (QDC) encontra-se em anexo – planta 06/11.

5.1.4. Condutores

Os condutores nas instalações internas tanto para energia normal como estabilizada foram flexíveis com isolamento de 750 V (PVC 70°). Todos os condutores foram instalados de forma a evitar possíveis esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência, isolamento ou revestimento.

As emendas e derivações dos condutores foram executadas de modo a assegurarem resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de conectores apropriados. As emendas foram realizadas sempre nas caixas de passagem (ver Figura 5) localizadas sob piso elevado. O isolamento das emendas e derivações foram feitas em parte com fita isolante, tipo alta fusão outra parte foram soldadas.

Com relação à cor dos condutores a NBR 5410 faz recomendações claras sobre como identificar corretamente os componentes em geral, em particular os condutores. A norma traz diversas recomendações tais como:

Condutor Neutro: o item 6.1.5.3.1 da norma prevê que qualquer condutor isolado ou cabo unipolar, utilizado como condutor neutro deve ser identificado como essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser adotada a cor azul-clara na isolação do condutor isolado ou na cobertura do cabo unipolar. A norma não obriga ao uso de cores para identificar um condutor. Diz apenas, que em caso de “identificação por cor”, o condutor neutro deve ser azul claro.

Condutor de Proteção: segundo o item 6.1.5.3.2 da NBR, caso a identificação seja por cor, deve ser utilizada a dupla coloração verde-amarela (cores exclusivas da função de proteção). E acrescenta, através de nota: “na falta da dupla coloração verde-amarela, admite-se, provisoriamente, o uso da cor verde”. Para nosso caso, adotamos a cor verde para proteção em energia normal e a cor verde amarela para energia estabilizada a fim de que houvesse distinção entre ambas. Segundo a norma não é admissível as cores verde-amarela e verde para outra função que não a de proteção, mas quanto ao caráter “provisório” com que se admite o uso da cor verde, na realidade não há qualquer data limite estabelecida para o fim desse reconhecimento. Aliás, é mais comum encontrar no mercado o cabo totalmente verde que o verde-amarelo.

Condutor de Fase: no item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que se a identificação do condutor de fase for por cor, poderá ser usada qualquer tonalidade, observadas as restrições estabelecidas em 6.1.5.3.1 e 6.1.5.3.2

Resumidamente, os condutores de fase podem ser de qualquer cor, exceto azul-clara, verde ou verde-amarela. Conforme especificado no projeto foram utilizadas as cores:

- ✓ Fase: preta, vermelha ou branca;
- ✓ Neutro: azul;
- ✓ Terra: verde (para energia normal) e verde-amarelo (para energia estabilizada).

Todos os circuitos antigos foram desativados e suas fiações foram retiradas.



Figura 5– Caixa de Passagem

5.1.5. Caixas, Tomadas e Interruptores.

Todas as tomadas instaladas nas paredes, nos balcões e nas caixas de piso elevado foram de três pinos (F, N, T), universal, na cor preta e de tensão 110V para energia comercial e na cor vermelha com 220V para energia estabilizada.

As caixas de passagem embutidas no piso foram do tipo Caixa de Passagem da Mopa (ver Figura 5) atendendo todas as instalações de rede elétrica (normal e estabilizada) e rede estruturada. As caixas no piso elevado de nylon com tomadas continham suporte de tomadas para energia normal, energia estabilizada e rede estruturada (ver Figura 6). As caixas de nylon foram fixadas levando em conta a segurança dos usuários, seguindo as especificações do fabricante. Toda implementação se deu através do projeto – planta 04/11, que se encontra em anexo.

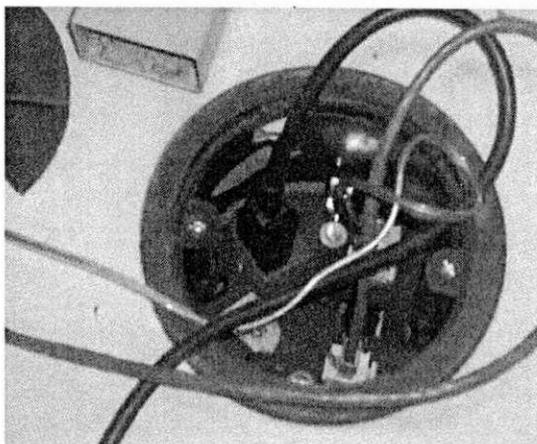


Figura 6 – Caixa de Tomada sobre o piso elevado

5.1.6. Malha de Piso e Infra-estrutura de interligação entre os pavimentos.

Foi instalado no contra piso, uma malha de piso constituída de eletrocalhas de piso de 25x70 mm em chapa de aço galvanizado, com caixas de passagem, caixas de tomadas com tampa basculante (niveladas à placa de piso elevado), que integraram os 03 sistemas (três vias independentes): energia elétrica comum, energia elétrica estabilizada, voz e dados.

A Figura 7 ilustra a caixa de passagem sob o piso elevado destacando as divisórias das três vias onde passam as redes de energia comercial, energia estabilizada, e lógica (dados e voz).

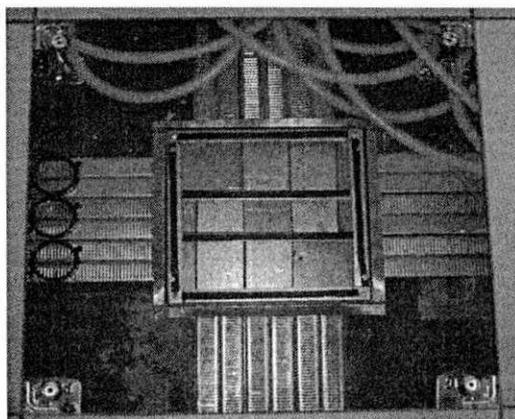


Figura 7 – Caixa de Passagem Sob o Piso Elevado

5.1.7. Iluminação

Com relação as normas, como regra geral, a NBR 5410 estabelece, em 4.2.1.2.2, que as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 5413: Iluminância de Interiores – Procedimento.

O sistema de iluminação foi feito em luminárias sobrepostas na laje para duas lâmpadas fluorescentes tubulares convencionais de 32 W, fluxo luminoso de 2.700 lúmens, em todos os ambientes, a exceção de áreas como copas, corredores, e sanitários, que foram utilizadas luminárias para uma lâmpada fluorescente compacta de 16 W (ver projeto elétrico - Iluminação – planta 02/11).

Todas as luminárias foram aterradas ao aterramento predial.

5.2. Sistema de Cabeamento Estruturado

Dadas as especificações com relação a parte de cabeamento estruturado procurou-se implementa-las de acordo com o projeto enquadrado dentro das norma técnica pertinentes ao cabeamento estruturado que é a Norma EIA/TIA 568A. Com relação a parte de telefonia seguimos as normas da Concessionária de Telefonia – BrasilTelecom. Todo material necessário para tanto foi fornecido pela Hidronorte Construtora.

Os serviços de instalações de cabeamento estruturado da obra, compreendendo tubulações, cabos, fios, caixas, quadros e demais acessórios foram de acordo com as Normas Técnicas pertinentes. A Figura 8 ilustra o esquema de montagem do sistema de voz e dados (ver planta 09/11 em anexo – Cabeamento Estruturado)

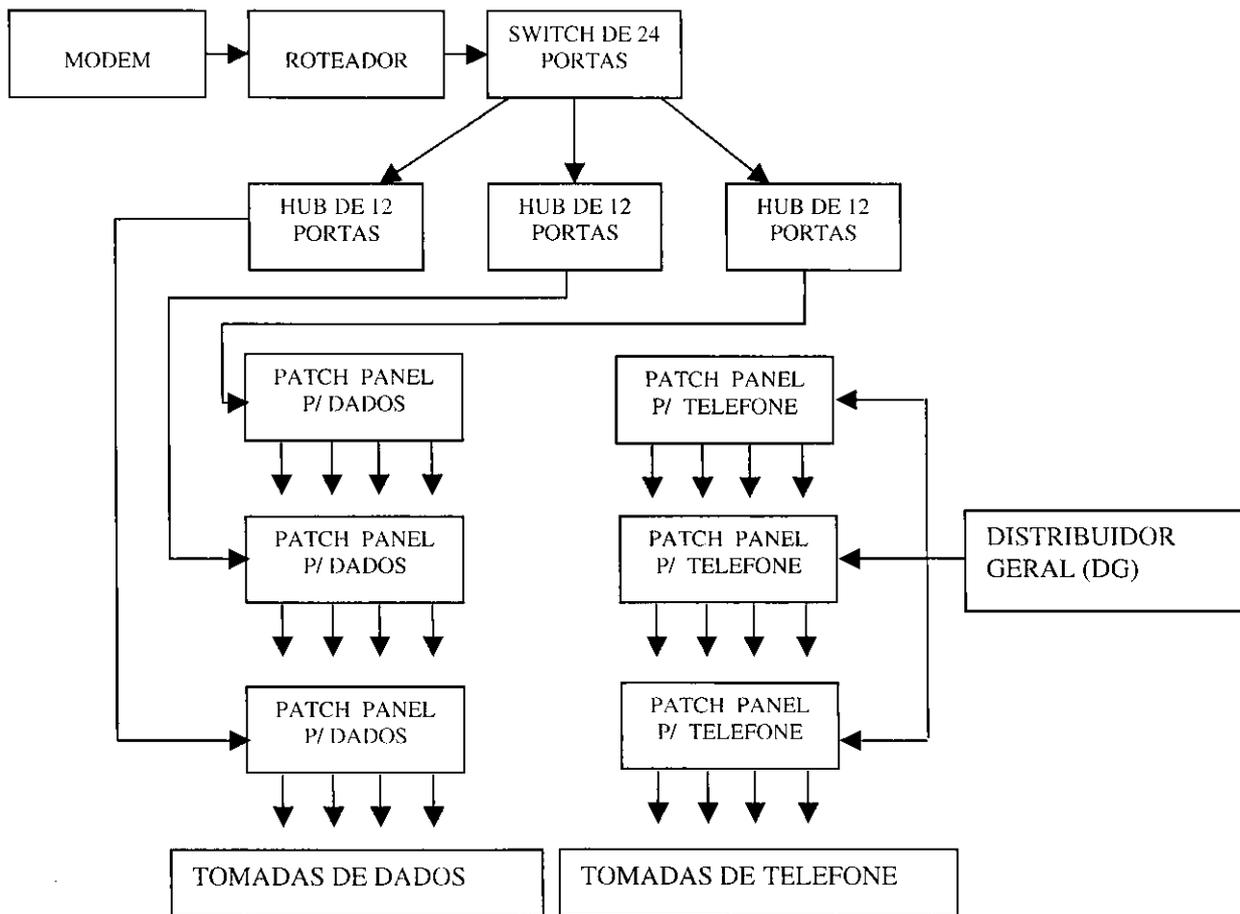


Figura 8 - Esquema de montagem do sistema de voz e dados.

5.2.1. Entrada da Rede de Telecomunicações

Conforme especificação, a tubulação de entrada de telecomunicações e o Distribuidor Geral (DG) existentes não foram alterados.

Os blocos BLI's do DG que antes eram de 100 pares, foram substituídos por 10 blocos de 10 pares, pois a manutenção seria facilitada. Observe na Figura 9 o DG do 3º pavimento após a montagem.

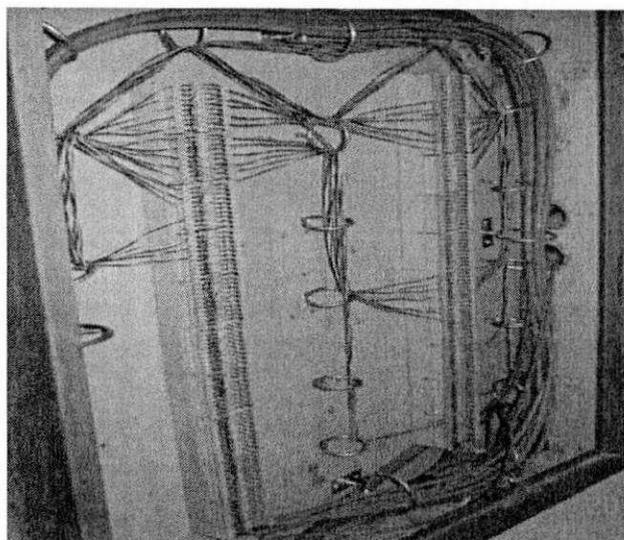


Figura 9 – Distribuidor Geral (DG) do 3º Pavimento do Prédio

5.2.2. Cabos de Comunicação

Os cabos saíram do Rack e não continham nenhum tipo de emenda. Todos os cabos UTP, *Line Cords* e *Patch Cords* de comunicação foram identificados em suas extremidades por etiquetas apropriadas, bem como os *Patch Panels* e pontos de acesso a Rede Estruturada (espelho e tomadas RJ-45).

A organização dos cabos que foram até o rack foi realizada de modo que todos os cabos ficassem dispostos na forma de chicotes e fixado à estrutura metálica, sendo que os cabos de derivação (*Patch Cords*) não foram amarrados, mas foram devidamente acomodados.

5.2.3. Certificação

Foi executada a certificação do cabeamento estruturado, obedecendo aos parâmetros estabelecidos pela norma EIA/TIA 568A.

O objetivo dos testes de desempenho é garantir que a rede instalada esteja dentro das Normas e dos parâmetros de desempenho aplicáveis. Estes testes também permitem a confecção da documentação do Sistema de Cabeamento Estruturado, imprescindível para detecção de defeitos em futuros trabalhos de manutenção.

Após a conclusão dos trabalhos, que foi realizada em meio dia de trabalho pelo técnico responsável e pela estagiaria, foi entregue o “Relatório de Certificação do *Cabling*”, usando-se para isto um testador de cabos UTP Categoria 5E SCANNER. Observe nas Figuras 10 e 11, como o aparelho indica se houve falha ou não.

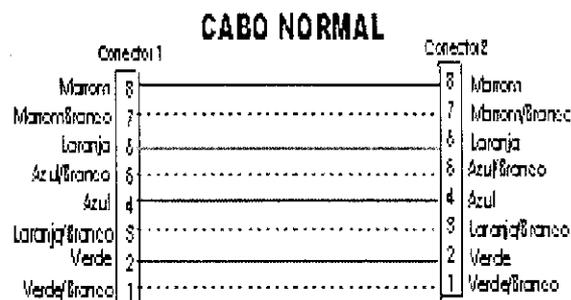


Figura 10 – Indicador de normalidade

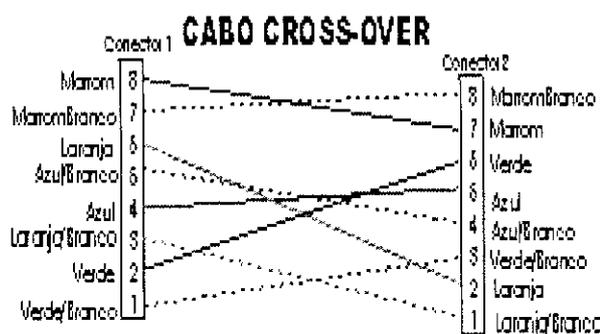


Figura 11 – Indicador de anormalidade

5.3. Equipamentos de Telecomunicação

5.3.1. Cabos UTP (*Unshield Twisted Pair*)

Os cabos UTP's são compostos de pares de fios trançados não blindados de 100 Ohms. Este tipo de cabo, nos dias de hoje, são projetados para alto desempenho na transmissão de dados ou voz. Os cabos de telecomunicações utilizados possuíam as descritas na especificação do projeto.

O par trançado é composto por pares de fios. Os fios de um par são enrolados em espiral a fim de através do efeito de cancelamento, reduzir o ruído e manter constante as propriedades elétricas do meio por toda a sua extensão. O efeito de cancelamento reduz a diafonia entre os pares de fios e diminui o nível de interferência eletromagnética/radiofrequência. O número de tranças nos fios pode ser variado a fim de reduzir o acoplamento elétrico.

A EIA/TIA (*Electronic Industries Association/Telecommunication Industry Association*) – Norma de Cabeação Estruturada levou a cabo a tarefa de padronização dos

cabos UTP através da recomendação 568. Os cabos UTP foram divididos em 5 categorias no que se refere a:

- ✓ Bitola do fio, especificada em AWG (*American Wire Gauge*), onde números maiores indicam fios com diâmetros menores;
- ✓ Níveis de segurança, especificados através de regulamentação fornecida pelos padrões reguladores da *Underwriter Laboratories* (UL) [6].

Em todas as categorias a distância máxima permitida é de 100 metros. O que muda é a taxa máxima de transferência de dados e o nível de imunidade a interferências:

Categoria 1: Este tipo de cabo foi muito usado em instalações telefônicas antigas, porém não é mais utilizado;

Categoria 2: Outro tipo de cabo obsoleto. Permite transmissão de dados a até 4 Mbps;

Categoria 3: Era o cabo de par trançado sem blindagem usado em Redes até alguns anos atrás. Pode se estender por até 100 metros e permite transmissão de dados a até 10 Mbps. A diferença do cabo de categoria 3 para os obsoletos cabos de categoria 1 e 2 é o número de tranças. Enquanto nos cabos 1 e 2 não existe um padrão definido, os cabos de categoria 3 (assim como os de categoria 4 e 5) possuem atualmente de 24 a 45 tranças por metro, sendo muito mais resistente a ruídos externos. Cada par de cabos tem um número diferente de tranças por metro, o que atenua as interferências entre os cabos. Praticamente não existe a possibilidade de dois pares de cabos terem exatamente a mesma disposição de tranças;

Categoria 4: Por serem blindados, estes cabos já permitem transferências de dados a até 16 Mbps, e são o requisito mínimo para Redes *Token Ring* de 16 Mbps, podendo ser usados também em Redes *Ethernet* de 10 Mbps no lugar dos cabos sem blindagem;

Categoria 5: Este é o tipo de cabo de par trançado usado atualmente, que existe tanto em versão blindada quanto em versão sem blindagem, a mais comum. A grande vantagem sobre esta categoria de cabo sobre as anteriores é a taxa de transferência, até 100 Mbps.

Os cabos de categoria 5 são praticamente os únicos que ainda podem ser encontrados à venda, mas em caso de dúvida basta checas as inscrições decalcadas no cabo, entre elas está a categoria do cabo.

Independentemente da categoria, todos os cabos de par trançado usam o mesmo conector, chamado RJ-45. Este conector é parecido com os conectores de cabos telefônicos, mas é bem maior por acomodar mais fios. Uma ponta do cabo é ligada na placa de Rede e a outra no HUB.

5.3.2. Código de cores para sistemas de Cabeação UTP

A EIA/TIA 568A define um sistema de codificação com quatro cores básicas, em combinação com o branco, para os condutores UTP de 100 Ohms, assim como a ordem dos pares no conector RJ-45, conforme ilustrado na Figura 12.

a) Código de cores da cabeação UTP 100 Ohms segundo o padrão EIA/TIA 568 A

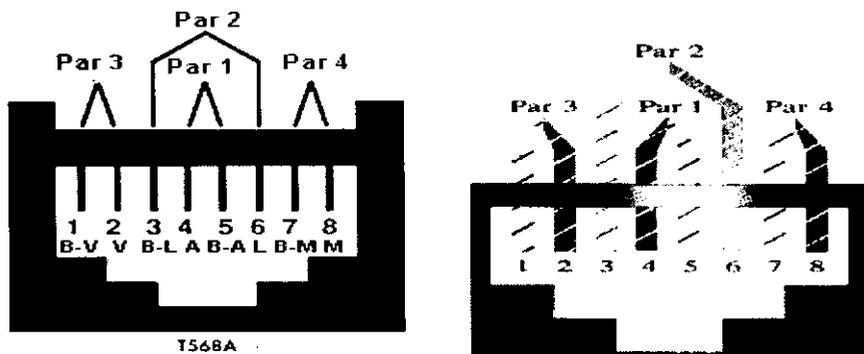


Figura 12 - Padrão de Cores da Cabeação UTP

Tabela 1 - Código de Cores do Cabo UTP

Pino	Cores
1	BRANCO-VERDE
2	VERDE
3	BRANCO-LARANJA
4	AZUL
5	BRANCO-AZUL
6	LARANJA
7	BRANCO-MARROM
8	MARROM

Os pares são formados por um fio que é azul, laranja, verde ou marrom, e um segundo fio que é branco. Em alguns cabos, como nas figuras acima, os fios de cor branca possuem listras finas de acordo com a cor do par que pertencem (azul, laranja, verde ou marrom). Na maioria das vezes, no entanto, o fio será totalmente branco. Para saber a qual par pertencem, basta ver com que fio colorido o fio branco está "enroscado". Por exemplo, o fio branco do par marrom estará trançado com o fio marrom e assim por diante. Assim, nas figuras acima as listras coloridas que colocamos nos fios brancos servem para saber de qual par é o fio branco que estamos nos referindo, embora na prática os fios brancos não tenham tais listras.

5.3.3. Painel de Comutação (*Patch Panel*)

O *patch panel* [7] é um painel intermediário de distribuição de cabos que fica entre os pontos de conexão de equipamentos e o *hub* [8]. Esse painel distribuidor concentra os cabos que vem dos pontos de rede com ou sem equipamentos. Do *patch panel* saem os cabos para a conexão ao *hub*. Quando colocamos uma nova estação (novo nó de rede) num ponto ainda não utilizado, basta conectarmos essa posição do *patch panel* ao *hub*, sem a necessidade de passar um novo cabo do local da nova estação. Ou seja, os cabos são instalados em todo os pontos que possam ter estações e deixados no *patch panel*, e poderão ser ligados ao *hub* quando necessário. A Figura 13 ilustra um *patch panel* com os cabos UTP's conectados.

O painel de comutação - *Patch Panel*, utilizado possui as seguintes características:

- ✓ Painel modular para conexão/gerenciamento de cabos UTP;
- ✓ Obedece aos requisitos físicos e elétricos da norma para cabos UTP, EIA/TIA 568 A, categoria 5E;
- ✓ Possui 24 portas através de conectores RJ-45 fêmea de 08 pinos na parte frontal;
- ✓ Possui conexões para crimpagem dos cabos na parte traseira;
- ✓ Possui identificação, através de cores padronizadas conforme a norma EIA/TIA 568 A, para as conexões de crimpagem na parte traseira;
- ✓ Possui conectores banhados a ouro;

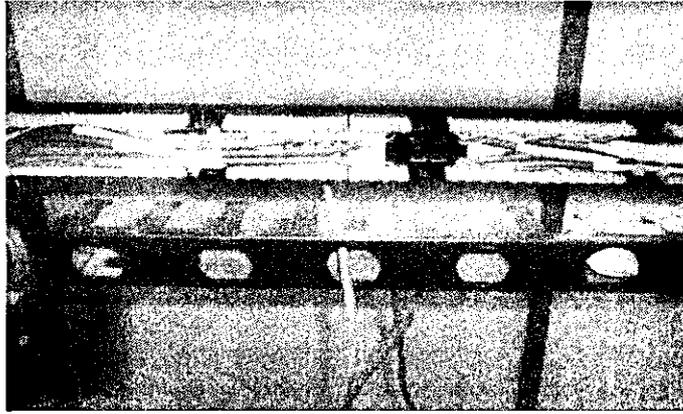


Figura 13 – Patch Panel de 24 Portas

5.3.4. Hub

O *hub* é um dispositivo que tem a função de interligar os computadores de uma rede local. Sua forma de trabalho é a mais simples se comparado ao *switch* [8] e ao roteador [8]: o *hub* recebe dados vindos de um computador e os transmite às outras máquinas. No momento em que isso ocorre, nenhum outro computador consegue enviar sinal. Sua liberação acontece após o sinal anterior ter sido completamente distribuído.

Em um *hub* é possível ter várias portas, ou seja, entradas para conectar o cabo de rede de cada computador. Geralmente, há aparelhos com 8, 12, 16, 24 e 32 portas. A quantidade varia de acordo com o modelo e o fabricante do equipamento.

Caso o cabo de uma máquina seja desconectado ou apresente algum defeito, a rede não deixa de funcionar, pois é o *hub* que a "sustenta". Também é possível adicionar um outro *hub* ao já existente. Por exemplo, nos casos em que um *hub* tem 8 portas e outro com igual quantidade de entradas foi adquirido para a mesma rede.

Hubs são adequados para redes pequenas e/ou domésticas. Havendo poucos computadores é muito pouco provável que surja algum problema de desempenho.

Foram utilizados no rack da Caixa Econômica Federal, temporariamente, três *hubs* de 12 portas em conjunto com um *switch* de 24 portas, como ilustram as Figuras 14 e 15 respectivamente.

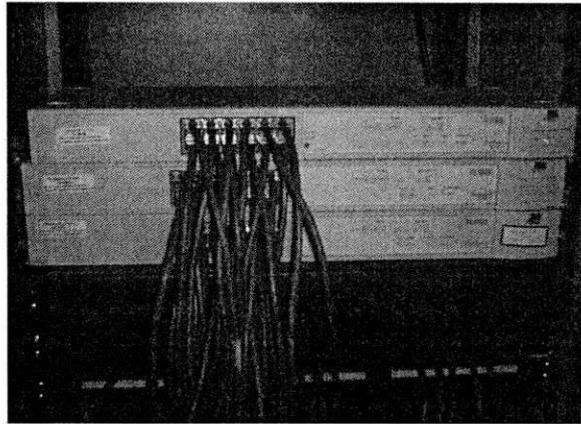


Figura 14 – Hub de 12 Portas

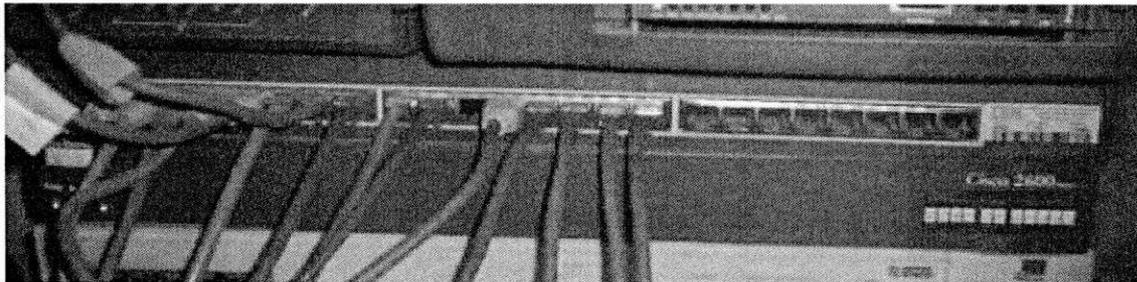


Figura 15 – Switch de 24 Portas

5.3.5. Switch

O *switch* (ver Figura 15) é um aparelho muito semelhante ao *hub*, mas tem uma grande diferença: os dados vindos do computador de origem somente são repassados ao computador de destino. Isso porque os *switchs* criam uma espécie de canal de comunicação exclusiva entre a origem e o destino. Dessa forma, a rede não fica "presa" a um único computador no envio de informações. Isso aumenta o desempenho da rede já que a comunicação está sempre disponível, exceto quando dois ou mais computadores tentam enviar dados simultaneamente à mesma máquina. Essa característica também diminui a ocorrência de erros (colisões de pacotes, por exemplo).

Assim como no *hub*, é possível ter várias portas em um *switch* e a quantidade varia da mesma forma.

Para montagem do rack, utilizamos um *switch* em conjuntos com os três *hubs*.

5.3.6. Roteadores

O roteador (ou *router*) é um equipamento utilizado em redes de maior porte. Ele é mais "inteligente" que o *switch*, pois além de poder fazer a mesma função deste, também tem a capacidade de escolher a melhor rota que um determinado pacote de dados deve seguir para chegar em seu destino. É como se a rede fosse uma cidade grande e o roteador escolhesse os caminhos mais curtos e menos congestionados. Daí o nome de roteador. Existem basicamente dois tipos de roteadores:

Estáticos: este tipo é mais barato e é focado em escolher sempre o menor caminho para os dados, sem considerar se aquele caminho tem ou não congestionamento;

Dinâmicos: este é mais sofisticado (e conseqüentemente mais caro) e considera se há ou não congestionamento na rede. Ele trabalha para fazer o caminho mais rápido, mesmo que seja o caminho mais longo. De nada adianta utilizar o menor caminho se esse estiver congestionado. Muitos dos roteadores dinâmicos são capazes de fazer compressão de dados para elevar a taxa de transferência. Os roteadores são capazes de interligar várias redes e geralmente trabalham em conjunto com *hubs* e *switchs*.

5.4. Armário de Telecomunicação (RACK)

O Armário de Telecomunicações (ver Figura 16) é o local, dentro de um prédio, onde são alojados os elementos de cabeção. Dentro do Armário de Telecomunicações são encontrados terminadores mecânicos, conectores de cruzamento (*cross-connects*), terminadores para os sistemas de Cabeção Horizontal e Vertical (*patch panel*), *switch/hub*, modem, roteadores.

O rack que foi utilizado possui modelo padrão 19"x40 (largura = 550mm e profundidade = 570mm), auto-portante, posicionado diretamente no piso elevado, para abrigar os equipamentos ativos da rede, modem, roteador e *patch panel's*, com as características descritas na especificação do projeto.

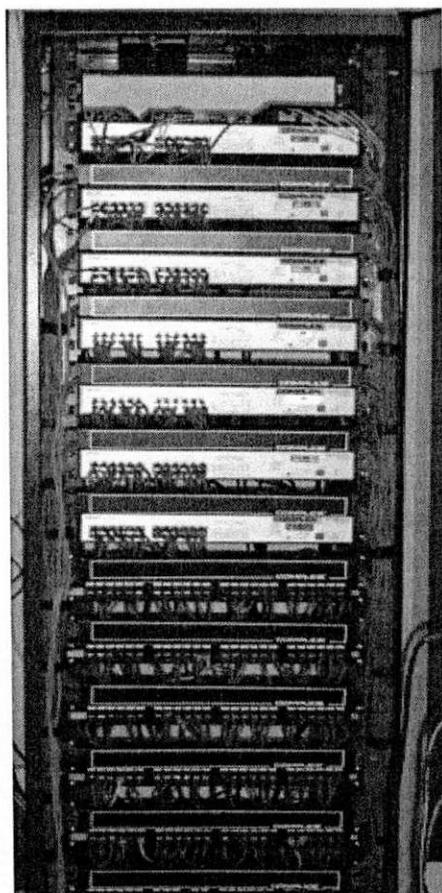


Figura 16 – Armário de Telecomunicações ou Rack

O novo layout do 3º pavimento ficou basicamente como ilustra a Figura 17.

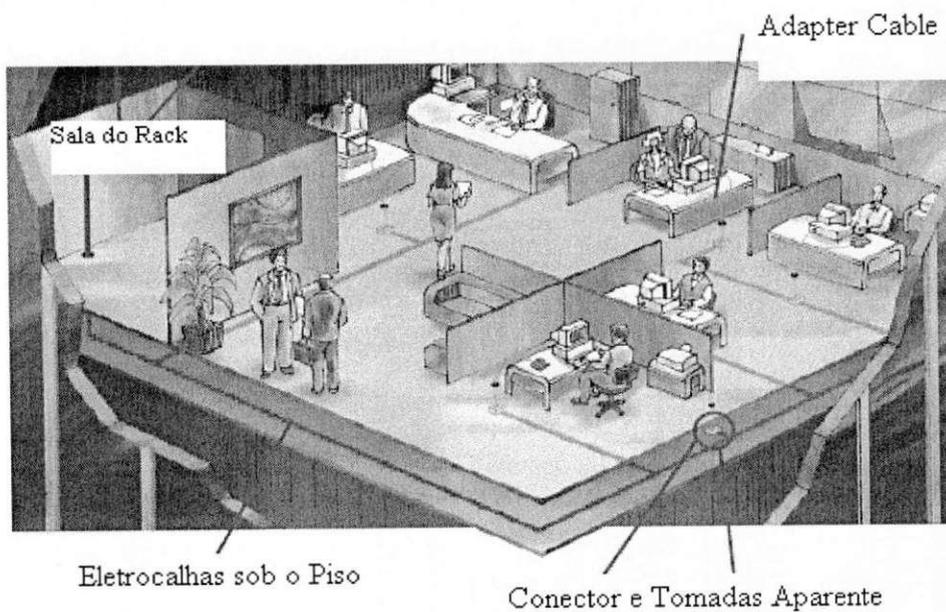


Figura 17 – Esquema detalhado do novo layout adotado

As Figuras 18 e 19 ilustram o terceiro pavimento durante a reforma e depois da reforma.

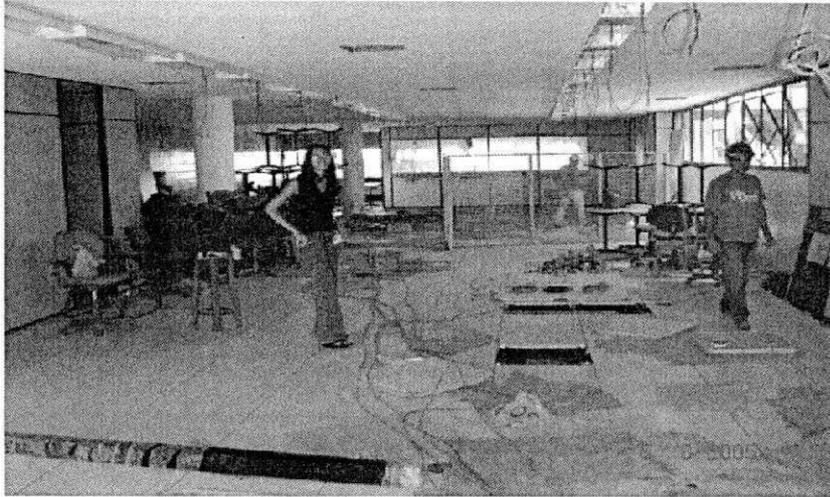


Figura 18 – Durante a Reforma do 3º Pavimento



Figura 19 – Após a Reforma do 3º Pavimento

Lista de Siglas em Ordem Alfabética

AWG - *American Wire Gauge*

BLI – Bloco de Ligação Interna

DG – Distribuidor Geral

EIA/TIA - *Electronic Industries Association/Telecommunication Industry Association*

LAN – Local Area Network

QDC – Quadro de Distribuição de Circuitos

QDG – Quadro de Distribuição Geral

QEE – Quadro de Energia Estabilizada

QGEE – Quadro Geral de Energia Estabilizada

UL - *Underwriter Laboratories*

UTP - *Unshield Twisted Pair*

WAN – Wide Area Network

7. Conclusão

As atividades de estágio realizadas na Construtora Hidronorte foi de grande valia, pois pude colocar em prática aquilo que por muito se ver teoricamente durante o curso. Foi possível obter conhecimentos que outrora não tinha tais como noções básicas de implementação de redes e distribuição de ramais telefônicos.

É bastante válida a experiência que se ganha quando é possível ter contato direto com a execução de um projeto bem elaborado e cheio de desafios. No decorrer do estagio foi possível não só aprender a parte técnica da implementação física de um projeto, mas também obter recursos para lidar com pessoas.

8. Bibliografia Consultada

Sites da Internet:

- [1] Guia EM da NBR 5410 – PROCOBRE Instituto Brasileiro do Cobre, dezembro de 2001.
<http://www.procobre.org/br/> (data de acesso: 12/09/2005)

- [2] EIA/TIA 568A (*Electronic Industries Association/Telecommunication Industry Association*) – Norma de Cabeação Estruturada.

- [3] Martignoni, Marco Aurélio, Texto extraído da apostila *Cabling I*.
<http://www.lucalm.hpg.ig.com.br/cabeamento.htm> (data de acesso: 12/09/2005)

- [4] Suporte a Redes e Desenvolvimento Web.
<http://www.ufgnet.ufg.br> (data de acesso: 12/09/2005)

- [5] Categorias *Enhanced* - Canal # HTML, Site sob licença GNU/GPL.
<http://www.htmlstaff.org/redes/redes25.php> (data de acesso: 12/09/2005)

- [6] Enciclopédia Livre - *Underwriter Laboratories* (UL)
http://pt.wikipedia.org/wiki/Underwriter_Laboratories (data de acesso: 12/09/2005)

- [7] Torres, Gabriel: Paineis de Comutação – *Patch Panel*, junho de 1998.
<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/> (data de acesso: 25/08/2005)

- [8] Alecrim, Emerson- Diferenças entre *Hub*, *Switch* e Roteador, novembro de 2004.
<http://www.infowester.com/hubswitchrouter.php> (data de acesso: 25/08/2005)

- [9] FURUKAWA – Fabricante de Cabos e Acessórios para Cabeamento Estruturado.
<http://www.furukawa.com.br> (data de acesso: 25/08/2005)

ANEXOS

1. Especificações Exigidas pela Caixa Econômica Federal

1.1. Instalações Elétricas

1.1.1. Entrada de Energia

A entrada de energia existente não será alterada.

1.1.2. Instalações

- A alimentação do QDC-2º pavimento e do QDC-3º pavimento até o QDG (Quadro de Distribuição Geral), instalado no sub-solo, é existente e deverá permanecer;
- Deverá ser feita uma nova alimentação para os Quadros de Energia Estabilizada (QEE- 2º pavimento, QEE-3º pavimento);
- A alimentação dos quadros: QEE's (Quadros de Energia Estabilizada) será diretamente do QGEE (Quadro Geral de Energia Estabilizada);
- Toda prumada existente e a ser executada deverá ser organizada. Os cabos e eletrodutos deverão ser fixados na lateral da parede e identificados de tal forma que sejam visualizados facilmente;
- As instalações elétricas serão executadas de acordo com a presente especificação e o projeto fornecido;
- A CONTRATADA será responsável pela execução e perfeito funcionamento de toda a instalação;
- Quaisquer danos que venham a ocorrer à própria edificação, prédios vizinhos ou a terceiros, em decorrência dos serviços aqui especificados serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA e deverão ser devidamente recuperados, quais sejam: recomposição de paredes, revestimentos, pinturas, calçadas, instalações elétricas, telefônicas, etc;
- Todos os serviços e materiais deverão obedecer as Normas da ABNT e CERON.

1.1.3 Quadros

- Os Quadros de Distribuição de Circuitos (QDC-2º pavimento e QDC-3º pavimento) serão de sobrepor, providos do conjunto de barramentos, com placa de proteção em acrílico e montados conforme detalhamento em projeto, com dimensões de 1000x600x200 mm da Elsol ou similar (estas dimensões poderão ser revistas de acordo com a especificação dos equipamentos a serem utilizados na montagem);
- Os Quadros de Energia Estabilizada (QEE-2º pavimento e QEE-3º pavimento), terão dimensões 1000x600x200 mm da Elsol, ou similar, de sobrepor, providos do conjunto de barramentos, com placa de proteção em acrílico e montados conforme detalhamento em projeto;
- Todos os disjuntores dos Quadros de Energia Estabilizada serão Siemens na linha N-Curva de Disparo C ou similar, nas capacidades indicadas em projeto conforme detalhamento e especificações no projeto fornecido. As dimensões do QEE poderão ser revistas de acordo com a especificação dos equipamentos a serem utilizados na montagem;
- Todos os disjuntores a instalar dos quadros de energia normal serão da marca Siemens ou similar, curva N, Curva de disparo B, instalados no conjunto de barramentos na forma recomendada pelo fabricante;
- Todos os Quadros serão providos de barramento de fases, neutro e terra os quais serão de barras de cobre eletrolítico e serão pintados com tinta epóxi nas cores convencionais;
- Na face interna das portas dos quadros serão instaladas as respectivas legendas em papel datilografado e plastificado que designarão os circuitos de forma a que possam ser identificados facilmente pelos usuários da edificação;
- Todos os quadros elétricos deverão ser montados deixando uma reserva inicial de 30% no interior dos mesmos.

- Deverão ser utilizadas na montagem dos quadros todas as conexões necessárias para perfeito acabamento dos mesmos, tais como: terminais apropriados, anilhas de identificação dos circuitos nos fios fase, neutro e terra dos condutores, presilhas, etc.
- Todos os quadros serão pintados ao final dos serviços, com tinta esmalte sintético na mesma tonalidade (branco) das paredes.

1.1.4 Tubulação

- Toda tubulação será em PVC rígido, rosqueável, da marca Tigre, Wetzel ou Fortilit. As conexões serão obrigatoriamente do mesmo material
- Toda tubulação aparente será fixada na estrutura será feita por meio de abraçadeiras metálicas com vergalhão ou fita valsva de 1,5 m e em toda mudança de direção serão utilizadas caixas de passagem com dimensões indicadas;
- A tubulação será instalada de modo a não formar cotovelos, apresentando, outrossim, uma ligeira e contínua declividade para as caixas;
- Os eletrodutos só deverão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, abrindo-se nova rosca na extremidade a ser aproveitada e retirando-se cuidadosamente todas as rebarbas deixadas nas operações de corte e de aberturas de roscas.
- Qualquer emenda deve garantir resistência mecânica equivalente a da tubulação, vedação suficiente, continuidade e regularidade da superfície interna;
- O acabamento dos dutos em todos os quadros e caixas de passagem deverá ser feito com bucha e arruela nas bitolas adequadas;
- As tubulações da malha das tomadas de piso serão feitas com DUTOS MODULADOS, luvas de 2,00 m, pré-zincados de dimensões 25x70 mm, ref. 140-1/70-4000 ou similar para rede de energia normal e estabilizada, conforme especificado em projeto.
- Todos os acessórios necessários para uma perfeita instalação dos DUTOS deverão ser usados, tais como: Luva de Arremate, Junção, Curva Vertical 90°, Tampão para caixa e Conector para Eletroduto, conforme o caso;
- Os DUTOS deverão estar perfeitamente alinhados, para melhor adequação nas Caixas de Passagem e nas Caixas de Tomada com Tampa Basculante;
- Em algumas derivações serão perfeitamente utilizadas eletrocalhas da Mopa ou similar fixadas no piso, com dimensões indicadas na planta baixa, conforme projeto;
- Serão utilizados eletrodutos flexíveis na derivação caixa de tomada x duto da Mopa.

1.1.5 Condutores

- Os condutores nas instalações internas serão do tipo Antinflan da Pirelli, Ficap ou Alcoa com isolamento de 750V (PVC 70 °C) para circuitos de energia normal;
- Para os circuitos de energia estabilizada deverão ser utilizados cabos flexíveis Antiflan, com isolamento de 750V (PVC 70 °C);
- Os condutores deverão ser instalados de forma a evitar que sofram esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência, isolamento ou revestimento.
- As emendas e derivações dos condutores deverão ser executados de modo a assegurarem resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de conectores apropriados, as emendas serão sempre efetuadas em caixas de passagem. Igualmente o desencapamento dos fios, para emendas será cuidadoso, só podendo ocorrer nas caixas;
- O isolamento das emendas e derivações deverá ter características no mínimo equivalente às dos condutores usados, sendo que as emendas em caixas no piso deverão ser efetuadas com fita isolante de alta fusão;
- As ligações dos condutores aos bornes dos barramentos deverão ser feitas de modo a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente, sendo que:
Os condutores de seção igual ou menor que 10 mm² poderão ser ligados diretamente aos bornes, sob pressão de parafusos;
Os condutores de seção maior que 10mm² poderão ser ligados por meio de conectores adequados.

- O emprego de condutores obedecerá rigorosamente a seguinte legenda de cores:
 - ✓ Fase: preto, vermelha ou branca
 - ✓ Neutro: azul;
 - ✓ Terra: verde
- As derivações (jampemento) deverão obedecer ao circuito próprio de cada tomada, principalmente o condutor neutro, que deverá ter o cuidado de pertencer ao circuito que está sendo derivado.
- Todos os circuitos desativados deverão ter as fiações retiradas;
- Todos os circuitos existentes a permanecer e os circuitos a instalar deverão ser identificados nas caixas de passagem e quadros.

1.1.6. Barramentos

- Todos os quadros serão providos de barramentos de fase, neutro e terra;
- Os barramentos serão constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nu, com pintura epóxi, cujas diferentes fases, neutro e terra serão caracterizadas por cores convencionais;
- Todos o barramentos deverão ser instalados com isoladores em epóxi 20x20 mm, 20x30 mm ou compatíveis com sua capacidade e dimensões.

1.1.7 Caixas, Tomadas e Interruptores

- Todos os interruptores serão do tipo Silentoque da marca Pial, Siemens ou Prime;
- As tomadas de energia normal instaladas na parede ou nos balcões deverão ser obrigatoriamente, 03 (três) pinos (F,N,T), universal, cor preta, ref. 112 da Strahl ou similar;
- As tomadas de energia normal instaladas nas caixas de piso do Sistema Mopa deverão ser, obrigatoriamente, 03 (três) pinos (F,N,T), universal, cor preta, ref. 102 da Strahl ou similar;
- As tomadas de energia estabilizada instaladas na parede ou nos balcões deverão ser obrigatoriamente, 02 (dois) pinos (F,N) e 01 (um) pino redondo, ref. 116-VO, cor vermelha, da marca Strahl ou similar;
- As tomadas de energia estabilizada instaladas nas caixas de piso do Sistema Mopa deverão ser obrigatoriamente, 02 (dois) pinos (F,N) e 01 (um) pino redondo, ref. 142-VO, cor vermelha, da marca Strahl ou similar;
- Os espelhos para fixação das tomadas nas paredes serão do tipo Silentoque da marca Pial, Siemens ou Prime, na mesma especificação dos interruptores;
- As caixas embutidas em alvenaria ou entre as lajes de piso e laje de forro, serão em ferro esmaltadas, nas dimensões indicadas no projeto, e deverão facear o revestimento da alvenaria e estar niveladas e prumadas;
- A fixação de interruptores e tomadas nas caixas será feita por parafusos metálicos zincados;
- As diferentes caixas de uma mesma sala serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a não apresentarem discrepâncias sensíveis no seu conjunto;
- As caixas de passagem embutidas nos piso serão caixas do tipo Caixa de passagem da Mopa e atenderão todas as instalações de rede elétrica (normal e estabilizada) e rede estruturada;
- As caixas no piso elevado de nylon com tomadas serão do tipo Caixa de tomadas ref. 148-1, do Sistema Mopa ou similar com tampa, contendo suporte de tomadas (normal e estabilizada) e rede estruturada.
- A fixação das caixas de piso elevado deverão garantir total segurança aos usuários. Para tanto deverão estar convenientemente de acordo com as exigências do fabricante;
- Todas as caixas no piso elevado do Sistema Mopa deverão possuir suportes para tomadas (mesmo as caixas de reserva);
- Todas as caixas embutidas no piso elevado tipo Caixa de Tomadas para Piso Elevado deverão ser isoladas eletricamente e separadas fisicamente a rede de energia (normal + estabilizada) com a rede estruturada, utilizando-se de divisores internos de separação, caso seja necessário.

1.1.8 Iluminação

- As luminárias fluorescentes para 02 lâmpadas de 32W e 16W de sobrepor a serem instaladas serão do modelo 3053 DA ITAIM, ou similar, corpo em chapa de aço galvanizada com pintura eletrostática em pó poliéster epóxi, cor branca, soquetes antivibratórios, refletor em alumínio anodizado e aletas brancas;
- Os reatores e soquetes existentes deverão ser aproveitados, desde que estejam em perfeitas condições de funcionamento;
- Todos os reatores a serem empregados para lâmpadas fluorescentes serão duplos de alto fator de potência ($fp \geq 0.98$), TDH $\leq 20\%$, partida rápida ou instantânea, do tipo eletrônico, com garantia mínima de 03 (três) anos, ref.: Eertron ou similar. O respectivo certificado de garantia deverá ser entregue á CAIXA como parte integrante da obra;
- As lâmpadas incandescentes serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas de 15W da Osram ou similar, exceto nas luminárias incandescentes da casa de máquinas (Central de Ar Condicionado);
- Todas as lâmpadas fluorescentes tubulares a serem instaladas serão do tipo TLDRS COR 84 Super 84 IRC da Philips ou similar (desde que atendam o mesmo fluxo luminoso médio de 2700 lm para lâmpada de 32W);
- Todas as lâmpadas fluorescentes deverão ser aterradas.

1.1.9. Instalação da Energia Estabilizada

- Toda tubulação será em PVC da marca Tigre, Wetzol ou Fortilit, seguindo as prescrições para instalações elétricas;
- Todos os condutores serão de cabos flexíveis Antiflan da Pirelli ou Siemens;
- Os condutores de energia estabilizada deverão ser instalados conforme o especificado para energia elétrica;
- Todos os pontos serão alimentados por condutores de terra, sendo que cada circuito terá o terra independente interligado ao barramento de terra do QEE respectivo;
- Os quadros serão providos de barramentos de fase, neutro e terra e de todas as demais conexões necessárias à sua instalação como terminais, anilhas de identificação, braçadeiras para cabos, barra de bornes, etc.;
- Os barramentos serão constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nu, com pintura epóxi nas cores convencionais;
- Todas as tomadas para automação deverão possuir obrigatoriamente 02 (dois) pinos chatos (F, N) e 01 (um) pino redondo (T) especificamente conforme item 3.1.7 (Caixas, Tomadas e Interruptores);
- A fixação de tomadas nas caixas será feita por parafuso metálico zincados;
- As entradas e todos os circuitos serão protegidos por disjuntores da marca Siemens, linha N, curva de disparo C, dimensionadas na implantação do sistema de automação;
- As caixas de passagem no piso elevado serão as mesmas a serem utilizadas na instalação da rede elétrica normal, onde serão instaladas tomadas de energia normal e energia estabilizada, conforme projeto;
- Todas as tomadas estabilizadas serão fornecidas e instaladas pela CONTRATADA.

1.2. Cabeamento Estruturado

1.2.1 Disposições Gerais

- Caberá a CONTRATADA executar toda a fiação e cabeamento de telecomunicação
- Os serviços de instalações de cabeamento estruturado da obra, compreendendo tubulações, cabos, fios, caixas, quadros e demais acessórios, serão de acordo com as Normas Técnicas pertinentes;

- Todos os eletrodutos para a rede de dados serão de ferro em chapa 18 com galvanização a fogo com no mínimo 63 microns de espessura e nas dimensões indicadas no projeto;
- As caixas de piso obedecerão ao especificado para instalações elétricas;
- Será afixada na face interna da porta do CDS-2º pavimento e CDS-3º pavimento, legenda das linhas instaladas, em papel normatizada da TELERON;
- A instalação será entregue à CAIXA em condições de uso imediato;
- Os serviços de instalação deverão obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

1.2.2. Entrada da Rede de Telecomunicações

A tubulação de entrada de telecomunicações e o Distribuidor Geral (DG) são existentes e não serão alterados.

1.2.3. Quadros de Distribuição

- Todas as caixas deverão ser pintadas interna e externamente com esmalte sintético branco gelo, brilhante;
- Os blocos BLI serão substituídos por blocos BER de 10 pares no CDS-2º pavimento e CDS-3º pavimento;
- A carcaça do DG deverá ser ligada à terra através de fio de cobre #6mm². O aterramento do DG será proveniente da caixa de Equipotencialização do terra, devendo ser aterrados os módulos de proteção de linha.

1.2.4. Cabos de Comunicação

- Os cabos sairão do Rack e não poderão possuir emendas;
- Todos os cabos tipo UTP, *Line Cords* e *Patch Cords* de comunicação deverão ser identificados em suas extremidade por etiquetas apropriadas. A escrita das etiquetas deverá ter padrão de qualidade de impressora matricial e obedecer a nomenclatura apresentada em projeto.
- Assim como os cabos UTP, também deverá ser identificados todos os *Patch Panels* e pontos de acesso a rede estruturada (espelho de tomadas RJ-45 fêmea). As etiquetas a serem utilizadas também deverão ser da marca Brady e nos tipos indicadas para cada situação. As dúvidas pertinentes a identificação deverão ser resolvidas com a fiscalização da CAIXA;
- A organização dos cabos que vão até o Rack deverá ser tal que todos os cabos fiquem dispostos na forma de chicotes e fixados à estrutura metálica. Os cabos de derivação (*Patch Cords*) não necessitam de serem amarrados, mas devem ser acomodados em organizadores apropriados;
- Na saída do Rack todos os cabos deverão estar organizados em um chicote feito com cordão encerado e localizado sob o piso elevado, de forma que nenhum cabo fique fora do chicote. O tamanho do chicote deverá ser tal que permita um movimento do Rack de até um metro e meio da posição original. Não será admitido neste processo, trabalhos executados inadequadamente, cabendo a fiscalização da CAIXA a aceitação ou não dos serviços;
- Nos pontos de acesso deverá ser deixado 20 cm de folga nos cabos colocados dentro das caixas, respeitando-se o raio de curvatura;
- Nos locais de piso elevado deverá ser deixado folga suficiente para alimentação dos pontos junto aos balcões de caixa, ou seja, deverá ser deixado uma sobra de cabo que irá da caixa de piso até a parte externa de todos os balcões e mais dois metros externo;
- Os cabos de telecomunicações terão as seguintes características:
 - ✓ Ser do tipo par trançado sem blindagem (UTP) categoria 5E;
 - ✓ Possuir 04 pares de fio UTP, rígido, em cores padronizadas conforme norma ISSO 8802.3 tipo 10BaseT para padrão *Ethernet*;
 - ✓ Possuir bitola AWG 24;
 - ✓ Possuir impedância de 100 ± 15 ohms;
 - ✓ Suportar frequência de até 155MHz;

- ✓ Possuir certificado de verificação UL (*Underwriters Laboratories*).

1.2.5 Certificação

- O cabeamento, a crimpagem das tomadas e a conectorização dos pontos no Rack deverão ser feitos por empresa/pessoal comprovadamente especializada na área e fornecer à CAIXA a instalação certificada, conforme normas e com garantia de 5 anos
- A certificação será realizada através do uso de testador de cabos UTP Categoria 5E SCANNER (155Mhz), conforme norma EIA/TIA – TSB-67;
- A CONTRATADA deverá apresentar os relatórios gerados pelo aparelho, datados (coincidente com a data do teste) e rubricados pelo Responsável Técnico da obra;
- Por determinação da fiscalização da parte do contratante, também poderá ser exigido o “Download” diretamente do equipamento de teste para um microcomputador de propriedade da Caixa Econômica Federal;
- O cabeamento deverá suportar taxas de transmissão de 155 Mbps;
- Não serão aceitos testes por amostragem. Todos os cabos UTP deverão ser testados na extremidade da tomada RJ-45 e na extremidade do painel distribuidor (bidirecionalmente).

1.3. Equipamentos de telecomunicações

1.3.1. Tomadas RJ-45

As tomadas RJ-45 para cabos de telecomunicações deverão obedecer as seguintes especificações:

- ✓ Possuir conectores RJ-45 fêmea;
- ✓ Possui 08 pinos (04 pares) padrão EIA/TIA 568A;
- ✓ Possui contatos que permite conexão ao conector RJ-45 macho sem blindagem, categoria 5E;
- ✓ Possuir contatos banhados a ouro;
- ✓ Ser do tipo para crimpagem (através de ferramenta de inserção apropriada);
- ✓ Possuir certificado de verificação UL (*Underwriters Laboratories*), comprovada por documentação;
- ✓ Ser da marca AMP ou Furukawa.

1.3.2. Conectores RJ-45

Os conectores RJ-45 macho rígido deverá ter as seguintes características:

- ✓ Conector para cabo tipo par trançado sem blindagem, UTP;
- ✓ Possui 8 pinos (4 pares) padrão EIA/TIA 568 A;
- ✓ Conector RJ-45 para crimpagem com alicates apropriados;
- ✓ Possuir contatos de verificação UL (*Underwriters Laboratories*);
- ✓ Ser da marca AMP ou Furukawa.

1.3.3. Cabo Par Trançado com Terminação RJ-45 - *Patch Cord*

Deverá ter as seguintes características:

- ✓ Ser do tipo par trançado sem blindagem (UTP) categoria 5E;
- ✓ Possui 04 pares de fio UTP, sólido, com classificação por cores padrão EIA/TIA 568A;
- ✓ Obedecer os requisitos físicos e elétricos da norma para cabos UTP, EIA/TIA 568A categoria 5E;
- ✓ Possuir bitola AWG 24;
- ✓ Possuir impedância de 100 ± 15 ohms;
- ✓ Suportar frequência de até 155MHz;
- ✓ Possuir terminador do tipo RJ-45 com contatos banhados a ouro;
- ✓ Possuir certificado de verificação UL (*Underwriters Laboratories*);

- ✓ O tamanho do *patch cord* deverá ser de 1,5m e deverá ser adquirido pronto com o comprovante de qualidade (certificação) feito pela fábrica. Não será aceito *patch cords* confeccionados de forma artesanal.

1.3.4. Cabo Par Trançado com Terminação RJ-45 - *Jumper cord*

Cabo Par Trançado com Terminação RJ-45 para conexões padrão de *Ethernet*, conforme norma 8802.3 tipo 10BaseT para ligação tomada x micro. Deverá ter as seguintes características:

- ✓ Ser do tipo par trançado sem blindagem (UTP) categoria 5E;
- ✓ Possuir 04 pares de fio UTP, sólido, com classificação por cores padrão EIA/TIA 568A;
- ✓ Obedecer os requisitos físicos e elétricos da norma para cabos UTP, EIA/TIA 568A categoria 5E;
- ✓ Possuir bitola AWG 24;
- ✓ Possuir impedância de 100 ± 15 ohms;
- ✓ Suportar frequência de até 155MHz;
- ✓ Possuir terminador do tipo RJ-45 com contatos banhados a ouro;
- ✓ Possuir certificado de verificação UL (*Underwriters Laboratories*);
- ✓ O tamanho do *Jumper Cord* deverá ser de 3m e deverá ser adquirido pronto com o comprovante de qualidade (certificação) feito pela fábrica. Não será aceito *patch cords* confeccionados de forma artesanal.

1.3.5. Patch Panel

Deverá ter as seguintes características:

- ✓ Painel modular para conexão/gerenciamento de cabos UTP;
- ✓ Obedecer os requisitos físicos e elétricos da norma para cabos UTP, EIA/TIA 568A categoria 5E;
- ✓ Possuir 24 portas através de conectores RJ-45 fêmea de 08 pinos na parte frontal;
- ✓ Possuir conexões para crimpagem dos cabos na parte traseira;
- ✓ Possuir identificação, através de cores padronizadas conforme a norma EIA/TIA 568A, para as conexões de crimpagem na parte traseira;
- ✓ Possuir conectores banhados a ouro;
- ✓ Possuir certificado de verificação UL (*Underwriters Laboratories*);
- ✓ Ser da marca AMP ou Furukawa.

1.3.6. Armário de Telecomunicações (Rack)

Deverá ter as seguintes características:

- ✓ Estrutura soldada;
- ✓ 04 colunas em chapa de aço bitola 18;
- ✓ Quadros superiores e inferiores em chapa de aço bitola 14;
- ✓ Painéis laterais e traseiros em chapa de aço bitola 18;
- ✓ Venezianas laterais para ventilação;
- ✓ Base soleira em chapa de aço bitola 14;
- ✓ Bandejas fixas reforçadas para acomodação de equipamentos ativos;
- ✓ Porta de aço e acrílico com fecho escamoteável com chave;
- ✓ Bandeja de ventilação no teto com 02 ventiladores;
- ✓ Régua de 06 tomadas padrão 19";
- ✓ Guia de cabo horizontal aberta 1U, para cada *patch panel* e *hub/switch*;
- ✓ Pés em alumínio com sistema de nivelamento.

2. HISTÓRICO DA NORMA TIA/EIA-568-A*

No início de 1985, as companhias representantes das indústrias de telecomunicações e informática estavam preocupadas com a falta de uma norma para os sistemas de fiação de telecomunicações em edifícios. A Computer Communications Industry Association (CCIA) solicitou à Electric Industries Association (EIA) o desenvolvimento deste padrão necessário. Em julho de 1991 a primeira versão da norma foi publicada como EIA/TIA-568. Em agosto de 1991 um Boletim Técnico de Sistemas (Technical Systems Bulletin) TSB-36 foi publicado com especificações para os níveis mais avançados (Cat 4 e Cat 5) de pares trançados. Em agosto de 1992 o TSB-40 foi publicado abordando hardware de conexão para níveis avançados de UTP. Em janeiro de 1994 a norma TSB-40 sofreu uma revisão para a TSB-40A passando a cobrir cabos de conexão (patch cables) com mais detalhes e esclarecer requisitos de testes para os conectores modulares de par trançado. A norma 568 foi revisada para a norma TIA/EIA 568-A. Os boletins TSB-36 e TSB-40 foram incorporados ao núcleo desta norma revisada juntamente com outras atualizações. Podemos prever que outras revisões e TSBs surgirão no futuro.

2.1. OBJETIVO DA NORMA TIA/EIA-568-A:

- Implementa um padrão genérico de cabeamento de telecomunicações que irá suportar ambientes multiproduto e multifornecedores.
- Possibilita o planejamento e a instalação de sistemas de cabeamento estruturado para prédios comerciais.
- Estabelece critérios técnicos e de desempenho para várias configurações de sistemas de cabeamento.

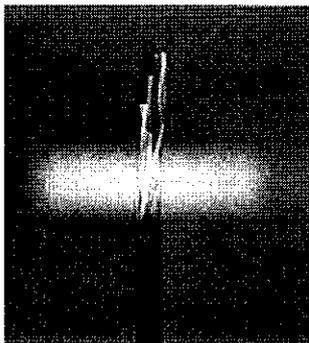
2.2. ESCOPO DA NORMA TIA/EIA-568-A ESTA NORMA ESPECIFICA:

- os requisitos mínimos para cabeamento de telecomunicações dentro de um ambiente de escritório.
- topologia e distâncias recomendadas.
- meios de transmissão, por parâmetros que determinam desempenho.
- designações de conectores e pinos, para garantir a interconectividade.
- a vida útil dos sistemas de cabeamento de telecomunicações como sendo maior que dez anos.

* Documento equivalente no Canadá: CSA T529 A ISO atualmente desenvolve um padrão de cabeamento internacional sob o título Generic Cabling for Customer Premises (Cabeamento Genérico para Instalações do Cliente) - ISO/IEC 11801.

3. MATERIAL UTILIZADO

3.1. CABO MULTI-LAN® CATEGORIA 5 ENHANCED



Multi-Lan® Categoria 5 Enhanced
Performance elétrica estável até 350 MHz

3.1.1. Aplicação

• Sistemas de Cabeamento Estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos das normas ANSI/TIA/EIA-568B.2 e ISO/IEC 11801, Categoria 5e, para cabeamento horizontal ou secundário entre os painéis de distribuição (Patch Panels) e os conectores nas áreas de trabalho.

3.1.2. Descrição

- Cabo de pares trançados compostos de condutores sólidos de cobre nu, 24 AWG, isolados em polietileno especial. Capa externa em PVC não propagante à chama, na cor azul, nas opções CM e CMR.
- Marcação seqüencial métrica decrescente (305 - 0 m) na embalagem FASTBOX, com gravação de dia/mês/ano - hora de fabricação, proporcionando rastreamento do lote.

Características Elétricas Básicas

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	VALOR
Resistência elétrica máxima do condutor em C.C. a 20°C	Ω/km	93,8
Capacitância mútua máxima a 20°C	pF/m	56
Impedância característica nominal de 1 a 350 MHz	Ω	100 \pm 15%
Tensão aplicada entre condutores	$V_{oc}/3s$	1500
Atraso de propagação máximo a 10 MHz	ns/100 m	545
Variação do atraso de propagação - valor típico	ns/100 m	15
Velocidade de propagação nominal	%	68

Características Gerais

NÚMERO DE PARES	DIÂMETRO EXTERNO NOMINAL (mm)	MASSA LÍQUIDA NOMINAL (kg/km)	LANCE PADRÃO (m) (embalagem)
4	5,2	31	305 (FASTBOX)

Principais Características Elétricas em Transmissões de Alta Velocidade

FREQUÊNCIA (MHz)	ATENUAÇÃO (dB/100m)	NEXT PIOR CASO (dB)		PS NEXT (dB)		ACR (dB)		PS ACR (dB)		ELFEXT PIOR CASO (dB)		PS ELFEXT (dB)		RL (dB)
	TÍPICO	MÍNIMO	TÍPICO	MÍNIMO	TÍPICO	*	**	TÍPICO	MÍNIMO	TÍPICO	MÍNIMO	TÍPICO	MÍNIMO	
1	1,8	65,3	79,0	62,3	75,0	63,3	77,0	60,3	73,0	63,8	74,0	60,8	71,0	20,0
4	3,6	56,3	70,0	53,3	66,0	52,2	66,0	49,2	62,0	51,7	62,0	48,7	60,0	23,1
8	5,1	51,8	62,0	48,8	58,0	46,0	57,0	43,0	53,0	45,7	55,0	42,7	54,0	24,5
10	5,7	50,3	61,0	47,3	57,0	43,8	54,0	40,8	51,0	43,8	49,0	40,8	48,0	25,0
16	7,3	47,3	59,0	44,3	55,0	39,0	52,0	36,0	48,0	39,7	47,0	36,7	46,0	25,0
20	8,2	45,8	57,0	42,8	53,0	36,5	49,0	33,5	45,0	37,7	45,0	34,7	44,0	25,0
25	9,3	44,3	55,0	41,3	51,0	33,9	46,0	30,9	42,0	35,8	43,0	32,8	41,0	24,3
31,25	10,4	42,9	54,0	39,9	50,0	31,2	43,0	28,2	40,0	33,9	41,0	30,9	40,0	23,6
62,5	15,0	38,4	52,0	35,4	48,0	21,4	37,0	18,4	33,0	27,8	39,0	24,8	36,0	21,5
100	19,2	35,3	48,0	32,3	44,0	13,3	29,0	10,3	25,0	23,8	36,0	20,8	31,0	20,1
155	23,7	-	46,0	-	42,0	-	22,0	-	18,0	-	33,0	-	27,0	-
200	27,5	-	43,0	-	39,0	-	15,0	-	12,0	-	30,0	-	25,0	-
250	31,1	-	40,0	-	36,0	-	9,0	-	5,0	-	28,0	-	23,0	-
350	37,4	-	37,0	-	33,0	-	-	-	-	-	24,0	-	20,0	-

Valores não especificados na Norma ANSI/TIA/EIA-568-B.2:

* ACR (dB) = NEXT Mínimo - Atenuação Máxima em 100 m.

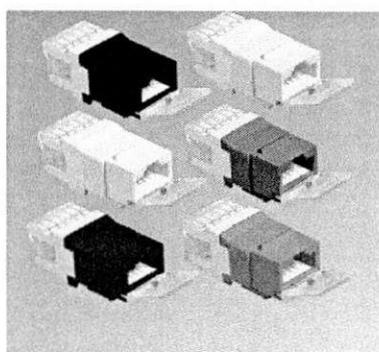
** PS ACR (dB) = PS NEXT Mínimo - Atenuação Máxima em 100 m.

Códigos do Produto

CÓDIGO	PRODUTO	COR	LISTED VERIFIED
23200070	Multi-Lan® - CM	Azul	Produtos com Certificados de Homologação ANATEL 1145-04-0256 UL - Underwriters Laboratories ETL Semko - Intertek Testing Services
23200005	Multi-Lan® - CMR		
23200010	Multi-Lan® - CM	Cinza	

3.2. CONECTOR

3.2.1. CATEGORIA 5 ENHANCED



Conector Categoria 5 Enhanced com tampa de proteção frontal articulada.

3.2.2. Aplicação

- Sistemas de Cabeamento Estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568B.2 (*Balanced Twisted Pair Cabling Components*), para cabeamento

horizontal ou secundário, uso interno, em ponto de acesso na área de trabalho para tomadas de serviços em sistemas de cabeamento estruturado.

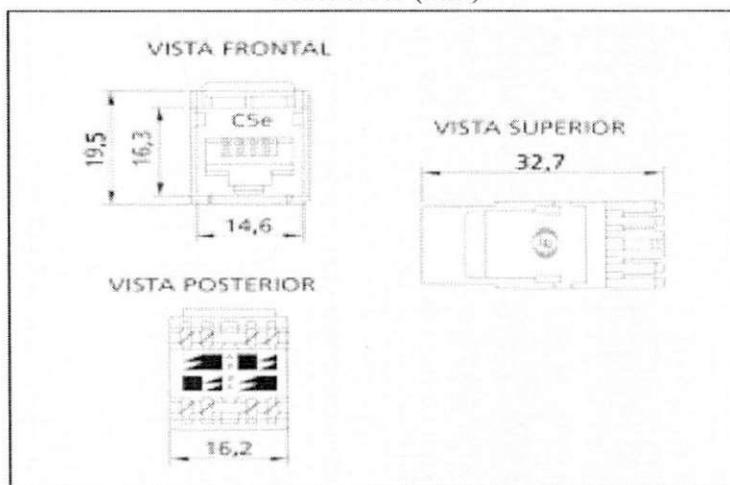
3.2.3. Descrição

- Corpo em termoplástico de alto impacto não propagante à chama (UL 94 V-0).
- Vias de contato produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54 µm de níquel e 1,27 µm de ouro.
- Montado em placa de circuito impresso dupla face.
- Possibilidade de fixação de ícones de identificação diretamente sobre tampa de proteção frontal articulada.
- Terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG.
- Fornecido com capa traseira e tampa de proteção frontal articulada.
- Disponível em pinagem T568A/B.
- Fornecido nas cores Azul, Vermelho, Amarelo, Laranja, Marrom, Preto, Bege, Cinza, Verde e Branco.

3.2.4. Características

- Tamanho compacto.
- Compatível com todos os patch panels descarregados, espelhos e tomadas.
- Permite a instalação em ângulos de 180°, oferecendo melhor performance elétrica, maior agilidade e organização na montagem, reduzindo os raios de curvatura dos cabos.

Dimensões (mm)



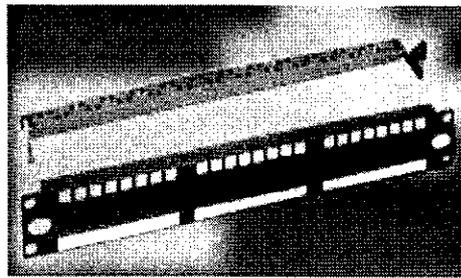
Código do Produto

CÓDIGO	PRODUTO	PINAGEM	COR	EMBALAGEM (caixa)
35050350	Conector GigaLan CAT. 5e	T568A/B	Branco	25 peças
35050351			Bege	
35050352			Preto	
35050353			Cinza	
35050354			Azul	
35050358			Vermelho	



LISTED VERIFIED
 Produto com Certificado de Homologação
 UL - Underwriters Laboratories

3.3. PATCH PANEL 24 POSIÇÕES CATEGORIA 5 ENHANCED



Patch Panel 24 Posições Categoria 5 Enhanced com Guia Traseiro

3.3.1. Aplicação

- Sistemas de Cabeamento Estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568B.2 (*Balanced Twisted Pair Cabling Components*), para cabeamento horizontal ou secundário, em salas de telecomunicações (*cross-connect*) na função de distribuição de serviços em sistemas horizontais e em sistemas que requeiram margem de segurança sobre especificações normalizadas para a Categoria 5e, provendo suporte às aplicações como *GigaBit Ethernet* (1000 Mbps).
- As condições e locais de aplicação são especificados pela norma ANSI/TIA/EIA-569 - *Pathway and Spaces*.

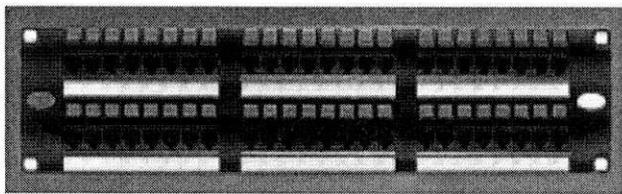
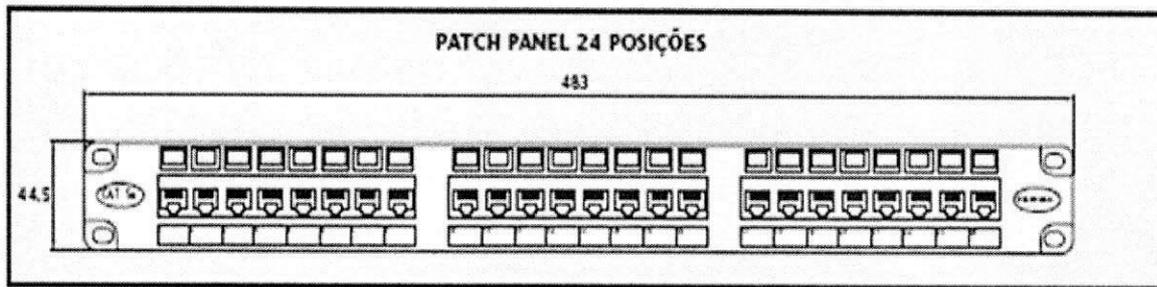
3.3.2. Características

- Fornecido com ícones de identificação (ícones na cor azul e ícones na cor vermelha) e velcros para organização.
- Instalação direta em racks de 19".
- Atende FCC part 68.5 (EMI - Indução Eletromagnética).
- Fornecido com guia traseiro para melhor organização dos cabos.
- Permite a utilização da Trava Patch Panel GigaLan (para o Patch Panel de 24 posições) que aumenta a segurança da sua rede.

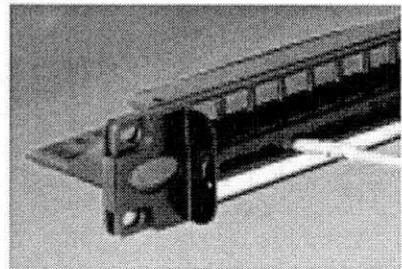
3.3.3. Descrição

- Corpo fabricado em termoplástico de alto impacto não propagante à chama (UL 94 V-0).
- Painel frontal em plástico com porta etiquetas para identificação.
- Terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG.
- Vias de contato produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54 μm de níquel e 1,27 μm de ouro.
- Possui borda de reforço para evitar empenamento.
- Apresenta largura de 19", conforme requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-310D e altura de 1U ou 44,45 mm para Patch Panel 24 posições e 2U ou 88,90 mm para Patch Panel 48 posições.
- Disponível em pinagem T568A/B.
- Fornecido com parafusos e arruelas para fixação
- Fornecido na cor preta.

Dimensões (mm)



Patch Panel 48 Posições Categoria 5 Enhanced



Detalhe da Trava Patch Panel

Códigos do Produto

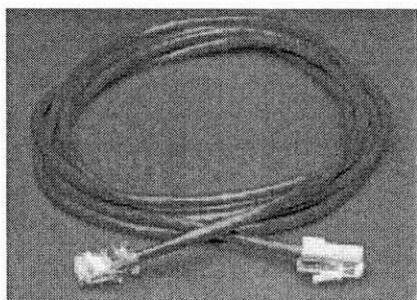
CÓDIGO	PRODUTO	PINAGEM	NÚMERO DE POSIÇÕES	EMBALAGEM (caixa)
35050310	Patch Panel GigaLan CAT. 5e	T568 A/B	24	15 peças
35050311			48	10 peças



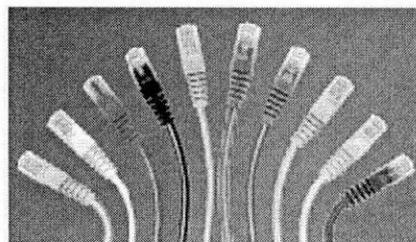
LISTED VERIFIED

Produto com Certificado de Homologação
UL - Underwriters Laboratories

3.4. PATCH/ADAPTER CABLE CATEGORIA 5 ENHANCED



Adapter Cable Categoria 5 Enhanced



Patch Cable Categoria 5 Enhanced

3.4.1. Aplicações

Sistemas de Cabeamento Estruturado, para tráfego de voz, dados e imagem. Para cabeamento horizontal ou secundário, uso interno, em ponto de acesso na área de trabalho para interligar o equipamento do usuário e as tomadas de conexão à rede.

- Adapter Cable: para uso na área de trabalho interligando o equipamento do usuário à tomada.
- Patch Cable: para uso na sala de telecomunicações ou sala de equipamentos, para a manobra entre os painéis de distribuição ou equipamentos ativos da rede.

3.4.2. Características

- Montado e testado 100% em fábrica.
- Excede as características TIA/EIA 568 B.1 para CAT. 5e e ISO/IEC 11.801.
- Performance de conector centralizada com as normas, garantindo a interoperabilidade e performance.
- Contatos dos conectores com 50 micropolegadas de ouro.
- Produzido com Cabo Multi-Lan Extra-flexível.
- Disponível nas configurações 568/A ou 568/B.

3.4.3. Descrição

- Boot injetado no Adapter Cable permitindo um melhor manuseio e proteção da conexão evitando a desconexão acidental da estação de trabalho.
- Produzido em 10 cores diferentes permitindo a organização e identificação visual do sistema (verde, amarelo, branco, azul, vermelho, preto, cinza, bege, marrom e azul claro).
- Permite fácil acesso principalmente em locais de grande concentração de pontos.

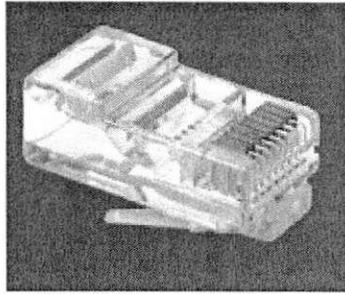
Características do Cabo Multi-Lan Categoria 5e Extra Flexível

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	VALOR
Resistência elétrica máxima do condutor em C.C. a 20°C	Ω /km	93,8
Capacitância mútua máxima a 20°C	pF/m	56
Impedância característica nominal de 1 a 100 MHz	Ω	100 \pm 15%
Tensão aplicada entre condutores	$V_{cc}/3s$	1500
Atraso de propagação máximo a 10 MHz	ns/100 m	545
Variação do atraso de propagação - valor típico	ns/100 m	45
Velocidade de propagação nominal	%	66

Códigos dos Produtos

CÓDIGO		PRODUTO	PINAGEM	COR		
1,5 m	2,5 m					
35100033	35100042	Adapter Cable GigaLan CAT. 5e	T568A	Azul		
35101304	35101329			Verde		
35101385	35101401			Amarelo		
35100980	35101009			Branco		
35101063	35101080			Cinza		
35101147	35101160			Preto		
35101221	35101249			Vermelho		
35100019	35100025			Patch Cable Categoria 5 Enhanced	T568A	Azul
35100802	35100827					Verde
35100883	35100900					Amarelo
35100502	35100527	Branco				
35100577	35100597	Cinza				
35100640	35100663	Preto				
35100723	35100740	Vermelho				

3.5. PLUG RJ-45 CATEGORIA 5 ENHANCED



Plug RJ-45 Categoria 5 Enhanced

3.5.1. Aplicação

- Sistema de Cabeamento Estruturado para cabeamento horizontal ou secundário, uso interno, em sala de telecomunicações, pontos de distribuição ou em pontos de acesso na área de trabalho.

3.5.2. Descrição

- Corpo em termoplástico de alto impacto (UL 94 V-0).
- Vias de contato produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54µm de níquel e 1,27µm de ouro.

3.5.3. Características

- Atende FCC 68.5 (EMI – Interferência Eletromagnética).
- Contatos adequados para conectar condutores sólidos.

Código de Cores

Par 1	Azul / Azul Claro
Par 2	Laranja / Branco
Par 3	Verde / Verde Claro
Par 4	Marrom / Marrom Claro

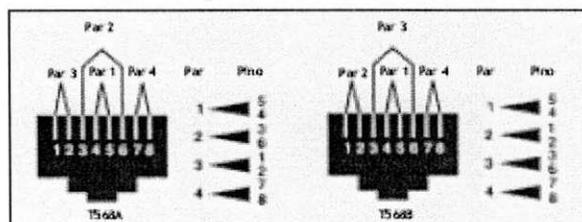
Código do Produto

CÓDIGO	PRODUTO	EMBALAGEM
35050004	Plug RJ-45 CAT. 5e	1000 peças



Produto com Certificado de Homologação
UL - Underwriters Laboratories

Esquema de Conexão



4. Conceitos de Internet e TCP/IP

A Internet é uma rede pública de comunicação de dados, com controle descentralizado e que utiliza o conjunto de protocolos TCP/IP como base para a estrutura de comunicação e seus serviços de rede. Isto se deve ao fato de que a arquitetura TCP/IP fornece não somente os protocolos que habilitam a comunicação de dados entre redes, mas também define uma série de aplicações que contribuem para a eficiência e sucesso da arquitetura. Entre os serviços mais conhecidos da Internet estão o correio-eletrônico (protocolos SMTP, POP3), a transferência de arquivos (FTP), o compartilhamento de arquivos (NFS), a emulação remota de terminal (Telnet), o acesso à informação hipermídia (HTTP), conhecido como WWW (World Wide Web).

A Internet é dita ser um sistema aberto uma vez que todos os seus serviços básicos assim como as aplicações são definidas publicamente, podendo ser implementadas e utilizadas sem pagamento de royalties ou licenças para outras instituições.

O conjunto de protocolos TCP/IP foi projetado especialmente para ser o protocolo utilizado na Internet. Sua característica principal é o suporte direto a comunicação entre redes de diversos tipos. Neste caso, a arquitetura TCP/IP é independente da infra-estrutura de rede física ou lógica empregada. De fato, qualquer tecnologia de rede pode ser empregada como meio de transporte dos protocolos TCP/IP, como será visto adiante.

Alguns termos utilizados freqüentemente são explicados de forma resumida adiante:

- A Internet (nome próprio) é a denominação da rede mundial que interliga redes no mundo. É formada pela conexão complexa entre centenas de milhares de redes entre si. A Internet tem suas políticas controladas pelo IAB (Internet Architecture Board), um fórum patrocinado pela Internet Society, uma comunidade aberta formada por usuários, fabricantes, representantes governamentais e pesquisadores.
- Um internet é um termo usado para definir uma rede genérica formada pela interligação de redes utilizando o protocolo TCP/IP.
- Uma intranet é a aplicação da tecnologia criada na Internet e do conjunto de protocolos de transporte e de aplicação TCP/IP em uma rede privada, interna a uma empresa. Numa intranet, não somente a infra-estrutura de comunicação é baseada em TCP/IP, mas também grande quantidade de informações e aplicações são disponibilizadas por meio dos sistemas Web (protocolo HTTP) e correio-eletrônico.
- Uma extranet, ou extended intranet é a extensão dos serviços da intranet de uma empresa para interligar e fornecer aplicações para outras empresas, como clientes, fornecedores, parceiros, etc... Desta forma a extranet é a utilização de tecnologias como Web e correio-eletrônico para simplificar a comunicação e a troca de informações entre empresas.

World Wide Web é a designação do conjunto de informações públicas disponibilizadas na Internet por meio do protocolo HTTP. É o somatório das informações que podem ser acessadas por um browser Web na Internet. As informações internas de uma empresa que são acessíveis via um browser Web são enquadradas no termo intranet.

4.1. Protocolos TCP/IP

TCP/IP é um acrônimo para o termo Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite, ou seja, é um conjunto de protocolos, onde dois dos mais importantes (o IP e o TCP) deram seus nomes à arquitetura. O protocolo IP, base da estrutura de comunicação da Internet é um protocolo baseado no paradigma de chaveamento de pacotes (packet-switching).

Os protocolos TCP/IP podem ser utilizados sobre qualquer estrutura de rede, seja ela simples como uma ligação ponto-a-ponto ou uma rede de pacotes complexa. Como exemplo, pode-se empregar estruturas de rede como Ethernet, Token-Ring, FDDI, PPP, ATM, X.25, Frame-Relay, barramentos SCSI, enlaces de satélite, ligações telefônicas discadas e várias outras como meio de comunicação do protocolo TCP/IP.

4.2. Protocolo IP

O Protocolo IP é responsável pela comunicação entre máquinas em uma estrutura de rede TCP/IP. Ele provê a capacidade de comunicação entre cada elemento componente da rede para permitir o transporte de uma mensagem de uma origem até o destino. O protocolo IP provê um serviço sem conexão e não-confiável entre máquinas em uma estrutura de rede. Qualquer tipo de serviço com estas características deve ser fornecido pelos protocolos de níveis superiores. As funções mais importantes realizadas pelo protocolo IP são a atribuição de um esquema de endereçamento independente do endereçamento da rede e independente da própria topologia da rede utilizada, além da capacidade de rotear e tomar decisões de roteamento para o transporte das mensagens entre os elementos que interligam as redes.

Na arquitetura TCP/IP, os elementos responsáveis por interligar duas ou mais redes distintas são chamados de **roteadores**. As redes interligadas podem ser tanto redes locais, redes geograficamente distribuídas, redes de longa distância com chaveamento de pacotes ou ligações ponto-a-ponto seriais. Um roteador tem como característica principal a existência de mais de uma interface de rede, cada uma com seu próprio endereço específico.

Um roteador pode ser um equipamento específico ou um computador de uso geral com mais de uma interface de rede.

4.2.1. Endereços IP

Todas as vezes que você acessa a internet seu provedor de acesso identifica seu computador (ou outro equipamento como um telefone IP) por meio de um número chamado IP (internet protocol). Este número pode ser fixo ou pode mudar a cada conexão com a internet dependendo do seu plano e tipo de acesso.

Um endereço IP é um identificador único para certa interface de rede de uma máquina. Este endereço é formado por 32 bits (4 bytes) e possui uma porção de identificação da rede na qual a interface está conectada e outra para a identificação da máquina dentro daquela rede. O endereço IP é representado pelos 4 bytes separados por, e representados por números decimais. Desta forma o endereço IP: **11010000 11110101 0011100 10100011** é representado por **208.245.28.63**.

Como o endereço IP identifica tanto uma rede quanto a estação a que se refere, fica claro que o endereço possui uma parte para rede e outra para a estação. Desta forma, uma porção do endereço IP designa a rede na qual a estação está conectada, e outra porção identifica a estação dentro daquela rede.

5. Voz sobre IP (VoIP)

5.1. O que é VoIP

VoIP (Voice over IP) significa o transporte da voz sob uma infra-estrutura IP. Esta infra-estrutura pode ser LAN ou WAN (Frame Relay/ATM/PPP, etc). Geralmente, quando mencionamos VoIP, estamos falando da integração do PABX com um gateway (roteador ou switch), que faz a conversão da voz tradicional para Voz sobre IP. Este conceito é um pouco diferente da Telefonía IP, em que não há mais a figura do PABX e os próprios telefones já fazem a conversão para VoIP.

No caso da VoIP, acreditamos que mais de 70% das médias e grandes empresas já estejam se beneficiando desta tecnologia na comunicação entre matriz e filial. O Retorno de Investimento varia de 4 a 15 meses, dependendo da quantidade de tráfego de voz.

No caso da Telefonía IP, a CISCO lançou no mercado há quase três anos seu PABX IP - chamado Call Manager. O mercado mundial já adotou esta tecnologia e a CISCO está vendendo cerca de 3000 telefones IP por dia, enquanto o mercado de PABX tradicional já caiu mais de 20%. A CISCO possui clientes com mais de 50.000 telefones IP instalados.

Os maiores benefícios da Telefonía IP são:

Administração - Os administradores da Rede LAN podem administrar o Call Manager de qualquer ponto da rede.

Flexibilidade - O usuário pode usar um computador de mão (Windows CE) como seu próprio telefone, apenas instalando um software que simula o telefone. Com o uso de um cartão de rede sem fio, o usuário pode ainda se locomover dentro da empresa, mantendo seu ramal e classe de serviço. Se preferir usar um Telefone IP, ele pode mudar de sala simplesmente levando o seu telefone ou se "logando" em outro telefone, sem qualquer programação adicional. Vale ressaltar que em ambos os casos o deslocamento também pode ocorrer entre filiais.

Plataforma aberta - Já existem vários fornecedores de Telefone IP que podem ser usados na solução CISCO.

Plataforma padronizada - O Call Manager é baseado em padrões de mercado (H.323/SIP/MGCP/XML), permitindo o desenvolvimento rápido de novas aplicações de acordo com a necessidade do usuário.

Solução completa - Hoje, a Telefonia IP pode ser considerada uma solução completa envolvendo o PABX IP, correio de voz/mensagens unificadas, Unidade de Resposta Audível (URA), Call Center, etc.

Economia de escala - O investimento em infra-estrutura pode ser centralizado na matriz e as filiais terão apenas telefones e gateways.

A VoIP (voz sobre IP) habilita o gateway Cisco (roteador ou switch) para o transporte de tráfego de voz (por exemplo, chamadas telefônicas e faxes) sobre uma rede IP. O suporte de voz da Cisco é implantado usando-se a tecnologia de pacotes de voz. Na VoIP, o processador de sinais digitais (DSP) segmenta o sinal de voz em quadros e os armazena em pacotes de voz. Esses pacotes de voz são transportados através da rede IP, de acordo com protocolos específicos, como o H.323 do ITU-T (International Telecommunications Union-Telecommunications), também usado para a transmissão de vídeo através da rede IP. Como se trata de uma aplicação sensível a atrasos, é necessário o uso de equipamentos que suportam parâmetros de Qualidade de Serviço (QoS), além de um projeto de rede bem definido.

Para utilizar a VoIP, são necessários módulos específicos no roteador ou switch que possuam os processadores digitais (DSPs). Neste caso, chamamos o roteador ou switch de gateways de voz.

Como a VoIP processa uma chamada de voz típica antes de configurar a VoIP em seu roteador, é preciso entender o que acontece com uma aplicação quando se coloca uma chamada usando-se a VoIP. O fluxo geral de uma chamada entre duas partes usando a VoIP é o seguinte:

1. O usuário pega o monofone; ocorre a sinalização que indica telefone fora do gancho para a parte da aplicação sinalizadora da VoIP no roteador.
2. A parte de aplicação da sessão da VoIP emite um sinal de discagem e aguarda que o usuário disque um número de telefone.
3. O usuário disca o número de destino; esses dígitos são acumulados e armazenados pela aplicação da sessão.
4. O gateway compara os dígitos acumulados com os números programados e, quando há uma coincidência, ele mapeia o número discado com o endereço IP do gateway de destino.
5. A aplicação de sessão roda então o protocolo de sessão H.245 sobre TCP, para estabelecer um canal de transmissão e recepção para cada direção através da rede IP. Se a chamada estiver sendo realizada por um PBX, o gateway troca sinalização (analógica ou digital) com o PABX, informando o estado da ligação (envio de ring, ocupado, etc).
6. Se o número de destino atender a ligação é estabelecido um fluxo RTP sobre UDP entre o gateway de origem e destino.

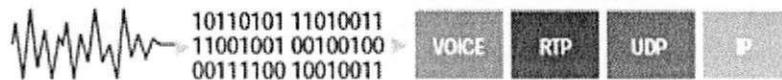
7. Os esquemas de compressão do codificador-decodificador (CODECs) são habilitados para ambas as extremidades da conexão - e a conversação prossegue usando o RTP/UDP/IP (Real-Time Transport Protocol/User Datagram Protocol/Internet Protocol) como pilha de protocolos.

8. Quaisquer indicações de andamento de chamada (ou outros sinais que podem ser transportados dentro da banda) cruzam o caminho da voz assim que um fluxo de voz (RTP) for estabelecido. Após a chamada ser completada, pode-se enviar sinalizações dentro da banda como, por exemplo, sinais DTMF (frequências de tons) para ativação de equipamentos como Unidade de Resposta Audível (URA).

9. Quando qualquer das extremidades da chamada desligar, a sessão é encerrada. Cada uma das extremidades então se torna disponível, aguardando a próxima condição de "fora do gancho" para iniciar outro estabelecimento de chamada.

5.1.1. A tecnologia VoIP

A voz é digitalizada (transformada em dados) que são passados por meio de pacotes entre cada telefone IP



A tecnologia VoIP utiliza a troca de pacotes com vantagens enormes sobre a telefonia convencional. Por exemplo, a troca de pacotes possibilita que diversas chamadas telefônicas ocupem o espaço antes ocupado por somente uma chamada da rede convencional.

A maior vantagem da tecnologia VoIP é que o custo das chamadas telefônicas utilizando a Internet ou as redes Lan entre telefones ip é inexistente, ou seja, não custa nada falar pela Internet a não ser o preço da própria conexão com seu provedor de acesso.

5.2. Como Funciona Telefonia IP?

A telefonia IP utiliza o mesmo princípio dos números de IP, cada computador ou telefone IP tem seu próprio número quando ligado a Internet, assim como cada telefone convencional tem um único número.

As informações são passadas entre cada computador em pequenos fragmentos chamados pacotes, o protocolo ip é um programa capaz de fragmentar e depois unir os pacotes de informações em uma informação inteira.

5.2.1. Tipos de telefones IP

a) SoftPhones – Softwares

Softwares que simulam telefones reais e são instalados no computador para utilizarem a conexão do micro à internet ou Lan e que processam a comunicação e tradução dos pacotes em voz. Utilizam as caixas de som e o microfone do computador. A qualidade da conversação é baixa e depende da placa de som, microfone e caixas acústicas do computador e o computador precisa estar ligado para que funcionem.

b) HardPhones - Telefones Reais

Aparelhos telefônicos reais que são diretamente ligados à internet ou rede Lan e que processam a comunicação e tradução dos pacotes em voz sem utilizar o computador. Existem também adaptadores que permitem o uso de seu aparelho telefônico convencional transformando o mesmo em um telefone IP.

c) Gateways - Aparelhos Especiais

Aparelhos especiais geralmente utilizados para conectar os sistemas telefônicos (PABX) das empresas a internet, transformando os ramais e extensões em Telefones IP.

5.2.2. Protocolos utilizados na Telefonia IP

Para haver a comunicação entre os aparelhos de telefonia IP eles devem falar a mesma língua, ou seja, utilizar o mesmo protocolo de comunicação, além do protocolo IP. Eles servem para lidar especificamente com a fragmentação e remontagem dos pacotes de voz. Existem hoje dois protocolos mais utilizados pelos aparelhos de telefonia IP:

a) H.323

O primeiro protocolo utilizado, muito complexo e que define especificações para comunicação em tempo real de dados para vídeo, dados e voz.

b) Session Initiation Protocol (SIP)

Desenvolvido especificamente para telefonia IP, é muito mais simples e eficiente e por isto está substituindo gradativamente o anterior (H.323).

5.2.3. Qualidade de Conversação

A qualidade da conversação por meio da telefonia IP depende da velocidade de seu acesso a Internet e da qualidade do aparelho utilizado, quando o acesso é lento podem ocorrer perdas de pacotes de informação ou atrasos em sua remessa de um computador a outro, o que causa falhas e qualidade baixa de som. Quando o aparelho é de baixa qualidade existe eco e problemas na transmissão da voz.

5.2.4. Provedores de Serviços de Telefonia IP (ITSP)

Para ligar para os telefones normais, fixos ou celulares em qualquer lugar no mundo é necessário o uso de um ITSP - Internet Telephony Service Provider, estes provedores possuem aparelhos especiais (gateways) que são ligados nas redes telefônicas normais em muitos países, este serviço é chamado de "Terminação".

Conectando seu Telefone IP a um destes ITSP você poderá ligar pela Internet até o país desejado e lá realizar uma ligação local para o telefone de destino. Por isso as tarifas internacionais da Telefonia IP são tão baixas.

Os ITSP também fornecem números de telefone locais em muitos países, desta forma você pode ter um número de telefone e receber chamadas de telefones normais sem que a pessoa que está chamando pague tarifas internacionais.

Com um telefone IP você também pode ligar diretamente para outro telefone IP sem nenhum custo extra. Você simplesmente não paga nada além do preço de sua conexão para acessar qualquer Telefone IP no mundo.

Existem serviços gratuitos de Telefonia IP que permitem aos usuários chamar outros Telefones IP utilizando um número simples e fácil de memorizar e não cobram nada por isto. Um

exemplo é o serviço FWD - Free World Dialup que apóia a idéia de um mundo sem fronteiras e permite que seus milhares de associados comuniquem-se gratuitamente por meio de seus Telefones IP. Em geral estes provedores gratuitos não fornecem serviços de ligação para telefones normais.

Campo de aplicação da NBR 5410

A norma brasileira NBR 5410 - "Instalações Elétricas de Baixa Tensão", última edição de dezembro de 1997, fixa as condições que as instalações de baixa tensão devem atender, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança das pessoas e animais domésticos e a conservação de bens. Aplica-se a instalações novas e a reformas em instalações existentes — considerando como "reforma" qualquer ampliação de instalação existente (criação de novos circuitos, alimentação de novos equipamentos, etc.), bem como qualquer substituição de componentes que implique alteração de circuito.

A norma cobre praticamente todos os tipos de instalações de baixa tensão, a saber:

- edificações residenciais e comerciais em geral;
- estabelecimentos institucionais e de uso público;
- estabelecimentos industriais;
- estabelecimentos agropecuários e hortigranjeiros;
- edificações pré-fabricadas;
- reboques de acampamentos (*trailers*), locais de acampamentos (*campings*), marinas e instalações análogas; e
- canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

A norma aplica-se também:

- aos circuitos que, embora alimentados através de instalação com tensão igual ou inferior a 1000 V em CA, funcionam com tensão superior a 1000 V, como é o caso dos circuitos de lâmpadas de descarga, de precipitadores eletrostáticos (excetuam-se os circuitos desse tipo que sejam internos aos equipamentos);
- a qualquer linha elétrica (ou fiação) que não seja especificamente coberta pelas normas dos equipamentos de utilização; e
- às linhas elétricas fixas de sinal, exceto àquelas correspondentes aos circuitos internos dos equipamentos, no que se refere aos aspectos relacionados à segurança (contra choques elétricos e efeitos térmicos em geral) e à compatibilidade eletromagnética.

Por outro lado, a norma *não se aplica a*:

- instalações de distribuição (redes) e de iluminação pública;
- instalações de tração elétrica, de veículos automotores,

embarcações e aeronaves;

- instalação em minas;
- instalação de cercas eletrificadas;
- equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas, na medida em que eles não comprometam a segurança das instalações; e
- instalações específicas para proteção contra descargas atmosféricas.

A NBR 5410 é complementada atualmente por outras duas normas, a NBR 13570 - "Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos" e a NBR 13534 - "Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos para segurança". Ambas complementam, quando necessário, prescrições de caráter geral contidas na NBR 5410 e relativas aos campos de aplicação específicos das duas normas.

A NBR 13570 aplica-se às instalações elétricas de locais como cinemas, teatros, danceterias, escolas, lojas, restaurantes, estádios, ginásios, circos e outros recintos especificados, com a indicação da capacidade mínima de ocupação (número de pessoas).

A NBR 13534, por sua vez, aplica-se a determinados locais de hospitais, ambulatórios, unidades sanitárias, clínicas médicas, clínicas veterinárias e odontológicas, tendo em vista a segurança dos pacientes.

Definições e conceitos (I): instalações e alimentação

Define-se *instalação elétrica* como um conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, constituído para uma finalidade determinada. No uso corrente do termo, essa finalidade é via de regra associada à *utilização* de energia elétrica.

As instalações elétricas podem ser classificadas quanto à sua *tensão nominal*, U_N , utilizada para designar a instalação, como:

- *de baixa tensão* (BT), com $U_N \leq 1000$ V em corrente alternada (CA), ou com $U_N \leq 1500$ V em corrente contínua (CC);
- *de alta tensão* (AT), com $U_N > 1000$ V em CA, ou com

$U_N > 1500$ V em CC;

- de *extra-baixa tensão* (EBT ou ELV, de *extra-low voltage*), com $U_N \leq 50$ V em CA, ou com $U_N \leq 120$ V em CC.

Em sua maioria, as instalações BT situam-se, total ou parcialmente, no interior de edificações, sejam de uso comercial, industrial ou residencial. O termo “instalação predial”, muitas vezes utilizado para designar apenas instalações residenciais ou comerciais, corresponde, na verdade, a qualquer tipo de instalação contida num “prédio”, seja ele destinado a uso residencial, comercial ou industrial. É preferível usar o termo “edificação” ao invés de “prédio”, pois é a tradução mais precisa dos termos *building* e *bâtiment*, utilizados pela IEC.

Uma *instalação temporária* é uma instalação elétrica prevista para uma duração limitada às circunstâncias que a motivam. As instalações temporárias são admitidas durante o período de construção, reforma, manutenção, reparo ou demolição de edificações, estruturas, equipamentos ou atividades similares. São três os tipos de instalação temporária considerados pela NBR 5410: instalação de reparos, de trabalho e semipermanente.

Uma *instalação de reparos* é a instalação temporária que substitui uma instalação permanente, ou parte de uma instalação permanente, que esteja defeituosa. As instalações de reparos são necessárias sempre que ocorre um acidente que impeça o funcionamento de uma instalação (ou de um setor) existente.

Já a *instalação de trabalho* é uma instalação temporária que admite reparações ou modificações de uma instalação existente sem interromper seu funcionamento.

E a *instalação semipermanente* é a instalação temporária destinada a atividades não-habituais ou que se repetem periodicamente. As *instalações elétricas de canteiros de obras* são um exemplo típico de instalação semipermanente, e como tal são consideradas as instalações destinadas:

- à construção de edificações novas;
- aos trabalhos de reforma, modificação, ampliação ou demolição de edificações existentes; e
- a obras públicas (redes de água, gás, energia elétrica, obras viárias, etc.).

Alimentação de instalações BT

Uma instalação de baixa tensão pode ser alimentada:

a) diretamente em baixa tensão:

- por rede pública em baixa tensão da concessionária, caso típico de pequenas edificações residenciais, comerciais e mesmo industriais (pequenas oficinas, por exemplo);
- por transformador exclusivo, da concessionária, como é o caso de edificações residenciais e comerciais de maior porte (muitas vezes as unidades residenciais ou comerciais em edificações de uso coletivo são alimentadas,

em baixa tensão, por sistemas de distribuição padronizados, da concessionária, internos à edificação, que partem, seja da rede pública de baixa tensão, seja de transformador exclusivo);

b) em alta tensão, através de subestação de transformação do usuário, caso típico de edificações de uso industrial de médio e grande porte;

c) por fonte própria em baixa tensão, como é o caso típico dos chamados “sistemas de alimentação elétrica para serviços de segurança”, ou mesmo de instalações em locais não servidos por concessionária.

A figura 1 indica os elementos básicos constituintes da alimentação de uma instalação por parte de uma concessionária, correspondendo às condições (a) e (b) descritas anteriormente. A *entrada de serviço* é o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede (de alta ou de baixa tensão) da concessionária e a proteção e medição, inclusive. O *ponto de entrega* é o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica, participando dos investimentos necessários, bem como responsabilizando-se pela execução dos serviços, pela operação e pela manutenção. A *entrada consumidora* é o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de entrega e a proteção e medição, inclusive. Os conjuntos de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação e o ponto de entrega, de um lado, e entre o ponto de entrega e a proteção e medição, correspondem, respectivamente, ao *ramal de ligação* e ao *ramal de entrada*. Os diversos tipos padronizados de entradas de serviço são descritos pormenorizadamente nos “manuais de ligação” e nos regulamentos das concessionárias.

Chama-se *unidade de consumo* a instalação elétrica pertencente a um único consumidor, recebendo energia elétrica em um só ponto, com sua respectiva medição. Numa edificação de uso coletivo, comercial ou residencial, cada conjunto comercial (de salas), cada loja, cada apartamento, etc. constitui uma unidade de consumo.

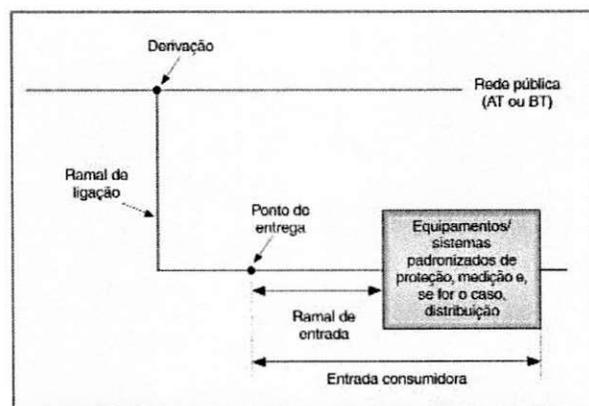


Fig. 1 – Esquema simplificado da entrada de serviço

A origem de uma instalação de baixa tensão é o ponto a partir do qual se aplicam as prescrições da NBR 5410. Devemos observar que:

- quando a instalação é alimentada diretamente em baixa tensão, correspondendo à condição (a) descrita anteriormente, a origem corresponde aos terminais de saída do dispositivo geral de comando e proteção. Nos casos em que esse dispositivo se encontra antes do medidor, a origem corresponde aos terminais de saída do medidor (figura 2);
- quando a instalação é alimentada através de subestação de transformação do usuário, condição (b) descrita anteriormente, a origem corresponde ao secundário (terminais de saída) do transformador; se a subestação possuir dois ou mais transformadores não ligados em paralelo, haverá tantas origens (e tantas instalações) quantos forem os transformadores (figura 3);
- numa instalação alimentada por fonte de baixa tensão própria, condição (c), a origem deve incluir a fonte.

No caso de uma edificação de uso coletivo, comercial ou residencial, a cada unidade de consumo corresponde uma instalação elétrica — cuja origem está localizada nos terminais de saída do respectivo dispositivo geral de comando e proteção ou do respectivo medidor, se for o caso.

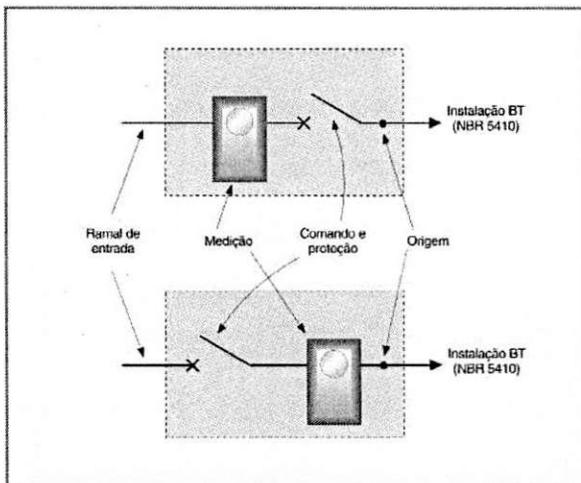


Fig. 2 – Origem de instalação alimentada diretamente em baixa tensão

A NBR 5410 considera, para a alimentação da instalação, diversos esquemas de condutores vivos, em corrente alternada (CA) e em corrente contínua (CC). São eles:

- em CA:
 - monofásico a 2 condutores (fase–neutro ou fase–fase);
 - monofásico a 3 condutores (2 fases–neutro);
 - bifásico a 3 condutores (2 fases–neutro);
 - trifásico a 3 condutores (3 fases);
 - trifásico a 4 condutores (3 fases–neutro).

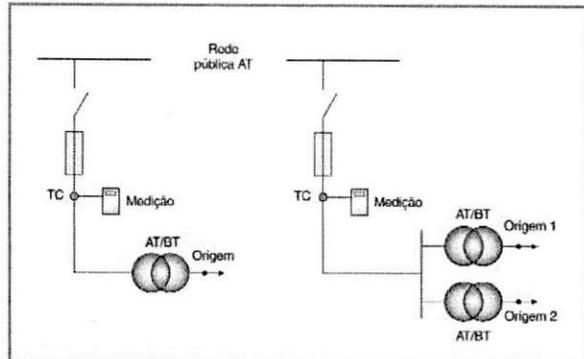


Fig. 3 – Origem de instalação alimentada a partir de subestação do usuário

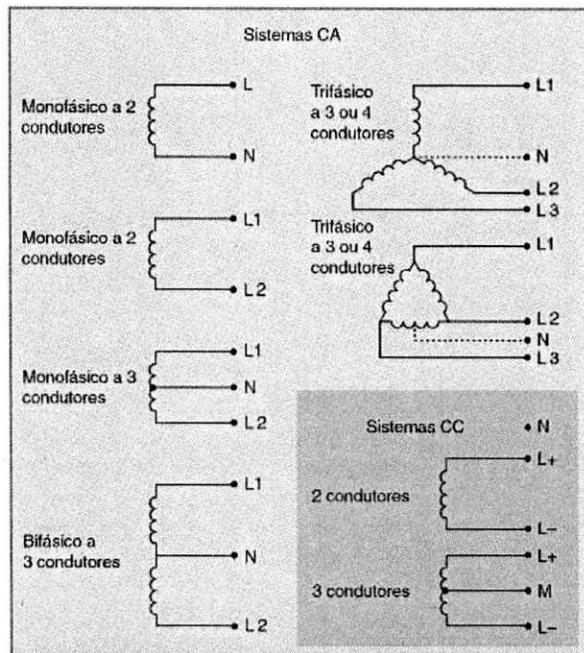


Fig. 4 – Esquemas de condutores vivos, em CA e em CC, segundo a NBR 5410

– em CC:

- 2 condutores;
- 3 condutores.

É o que mostra a figura 4, indicando o tipo de fonte (secundário do transformador, em CA, e saída do gerador, em CC).

Para as unidades consumidoras alimentadas pela concessionária diretamente em baixa tensão — a chamada “tensão secundária de distribuição” —, o esquema de condutores vivos é determinado em função do sistema de distribuição (rede pública com transformadores com secundário em delta ou em estrela), da potência instalada e da potência máxima, individual, para motores e outros equipamentos, conforme indicam os “manuais de ligação” das diversas concessionárias.

Cores de fios e cabos de BT

A identificação por cores dos condutores, em uma instalação elétrica, tem como finalidade facilitar a execução de conexões, emendas e as intervenções em geral para manutenção. Além disso, a correta identificação dos condutores aumenta a segurança de quem executa esses trabalhos.

A NBR 5410 faz recomendações claras sobre como identificar corretamente os componentes em geral e, em particular, os condutores.

Antes de apresentar as prescrições da norma sobre o assunto, é conveniente recordar três definições: condutor isolado, cabo unipolar e cabo multipolar (figura 1).

O *condutor isolado* é aquele que possui condutor e isolamento. Mesmo óbvia, essa definição é necessária para diferenciar o condutor isolado dos cabos nus e dos cobertos ou protegidos, em que a camada de revestimento não tem função isolante elétrica, mas apenas de proteção mecânica e/ou química.

O *cabo unipolar* possui um único condutor, isolamento e uma segunda camada de revestimento, chamada *cobertura*, para proteção mecânica. O *cabo multipolar* possui, sob a mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados, denominados *veias*.

Como geralmente os condutores isolados são disponíveis comercialmente na classe de tensão 750 V, e os cabos uni ou multipolares na classe 0,6/1 kV, muitas vezes associam-se, equivocadamente, as definições às classes de tensão — identificando-se os condutores isolados como cabos 750 V e os uni e multipolares como cabos 1 kV. Isso não é absolutamente correto, uma vez que, por exemplo, existem cabos multipolares na classe 750 V, como os comumente conhecidos como PP e PB.

Voltando ao tema da identificação, a NBR 5410, como mencionado, traz diversas recomendações, apresentadas a seguir.

Condutor neutro

O item 6.1.5.3.1 da norma prevê que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve

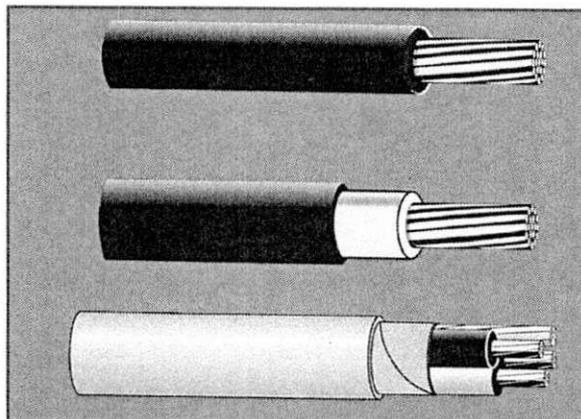


Fig. 1 – Condutor isolado (acima) e cabos uni e multipola



Fig. 2 – Cabos identificados por anilhas

ser adotada a cor azul-clara na isolamento do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar”.

Na nota deste item, temos que “a veia com isolamento azul-clara de um cabo multipolar pode ser usada para outras funções, que não a de condutor neutro, se o circuito não possuir condutor neutro ou se o cabo apresentar um condutor periférico utilizado como neutro”.

A norma *não obriga ao uso de cores* para identificar um condutor. Diz apenas, como vimos, que, “em caso de identificação por cor”, o condutor neutro deve ser azul-clara. Como alternativa às cores, podem ser utilizadas gravações aplicadas na isolamento do cabo ou também empregados sistemas externos de identificação, como anilhas, adesivos, marcadores, etc. (figura 2).

A nota destaca outro ponto importante, permitindo o uso da cor azul-clara para outra função *apenas no caso de veia de um cabo multipolar*. Ou seja, só podem ser usados condutores isolados ou cabos unipolares de cor azul-clara, numa instalação, se destinados à função de neutro.

Condutor de proteção

Segundo o item 6.1.5.3.2 da NBR 5410, “qualquer con-

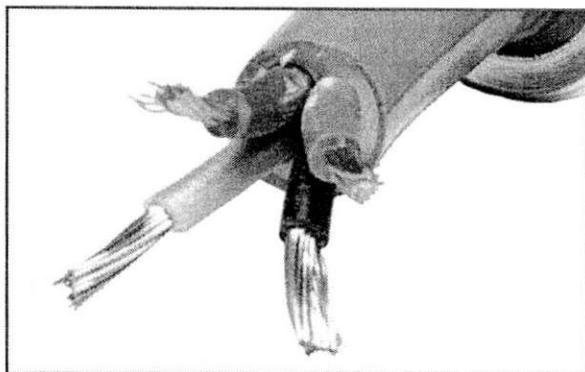


Fig. 3 – Identificação por meio de cores dos condutores de um cabo multipolar

condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de proteção (PE) deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser utilizada a dupla coloração verde-amarela (cores exclusivas da função de proteção), na isolamento do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar”. E acrescenta, através de nota: “na falta da dupla coloração verde-amarela, admite-se, provisoriamente, o uso da cor verde”.

Portanto, não se admite utilizar as cores verde-amarela e verde para outra função que não a de proteção. Quanto ao caráter “provisório” com que se admite o uso da cor verde, na realidade não há qualquer data limite estabelecida para o fim desse reconhecimento. Aliás, é mais comum encontrar no mercado o cabo totalmente verde que o verde-amarelo.

Condutor PEN

Trata-se do condutor com dupla função: proteção (PE) e neutro (N). Vale lembrar que seu uso ocorre nos esquemas de aterramento tipo TN-C e que há limitações quanto à seção nominal mínima desses condutores (ver 6.4.6.2 da NBR 5410).

Sobre a identificação do PEN, em 6.1.5.3.3 temos que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor PEN deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser adotada a cor azul-clara, com anilhas verde-amarelas nos pontos visíveis ou acessíveis, na isolamento do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar”.

Os “pontos visíveis ou acessíveis” mencionados ocorrem, por exemplo, no interior de quadros, caixas de passagem e de ligações.

Condutor de fase

O item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que “qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar

utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, poderá ser usada qualquer tonalidade, observadas as restrições estabelecidas em 6.1.5.3.1, 6.1.5.3.2 e 6.1.5.3.3”.

A nota do item 6.1.5.3.4 indica que, por razões de segurança, a cor da isolamento não deve ser exclusivamente amarela “onde houver risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela, cores exclusivas do condutor de proteção”.

Resumidamente, os condutores de fase podem ser de qualquer cor, exceto azul-clara, verde ou verde-amarela. O “risco de confusão” ao qual o texto se refere acontece com frequência no interior de quadros.

Coberturas dos cabos de BT uni ou multipolares

A análise feita permite concluir que, no caso de identificação por cores, a cobertura dos cabos unipolares deve ser azul-clara para os condutores neutro e PEN; verde ou verde-amarela para o PE; e de qualquer outra cor que não as anteriores para os condutores de fase — comercialmente, as coberturas mais comuns são as pretas e cinzas.

Já para os cabos multipolares, em princípio a cobertura pode ser de qualquer cor, uma vez que as prescrições referem-se apenas às veias no interior do cabo (figura 3). No entanto, é recomendável não utilizar em cabos multipolares coberturas nas cores azul-clara, verde ou verde-amarela, para que não haja confusão com as funções de neutro e proteção. De qualquer forma, as coberturas de cabos multipolares são, normalmente, disponíveis nas cores preta e cinza.

Características essenciais da isolamento dos condutores

No Brasil, os compostos isolantes mais utilizados na fabricação de condutores elétricos são o PVC e o EPR. O cloreto de polivinila (PVC) é, na realidade, uma mistura de cloreto de polivinila puro (resina sinté-

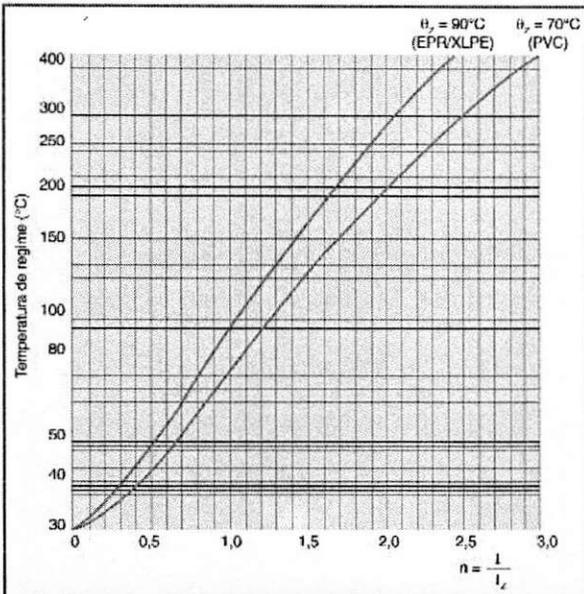


Fig. 1 - Temperatura nos condutores em função da sobrecarga

tica) com plastificante, cargas e estabilizantes. Sua rigidez dielétrica é relativamente elevada, porém apresenta perdas dielétricas também elevadas, principalmente em tensões superiores a 10 kV. Com isso, o emprego de cabos isolados com PVC fica limitado, no máximo, à tensão de 6 kV.

A resistência do PVC a agentes químicos e à água é relativamente alta. Além disso, possui boa característica de não-propagação de chama — gerando, no entanto, uma considerável quantidade de fumaça e de gases tóxicos e corrosivos quando submetido ao fogo.

Já a *borracha etileno-propileno* (EPR), por se tratar de uma mistura reticulada quimicamente, possui excelente resistência ao envelhecimento térmico. Apresenta também ótima flexibilidade, mesmo em baixas temperaturas, e rigidez dielétrica elevada, com baixas perdas dielétricas, o que possibilita seu emprego em alta tensão, usualmente até 138 kV.

Quando formulada adequadamente, a borracha EPR possui boa resistência à água e aos agentes químicos em geral. Seu bom desempenho em relação ao envelhecimento térmico permite a aplicação de altas densidades de corrente.

O dimensionamento dos cabos em função da isolação

As duas principais solicitações a que a camada de isolação está sujeita são o campo elétrico (tensão) e a temperatura (corrente).

Tensão elétrica

Como mencionado, o PVC está limitado a 6 kV, o que

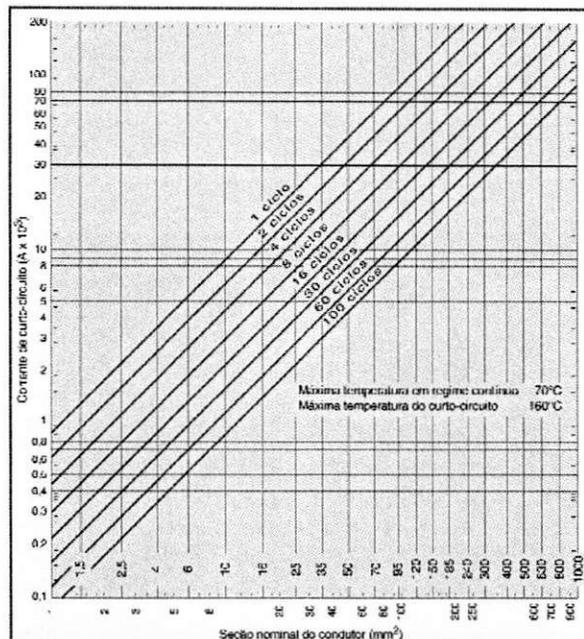


Fig. 2 - Características de curto-circuito de cabos de PVC

o torna recomendado para emprego em cabos de baixa tensão, sejam de potência, de controle, de sinal ou para ligação de equipamentos. Por sua vez, o EPR pode ser utilizado em cabos de baixa, média ou alta tensão.

A principal característica construtiva dos cabos associada com a tensão elétrica é a espessura da isolação. Ela varia de acordo com a classe de tensão do cabo e a qualidade do material utilizado, sendo fixada pelas respectivas normas técnicas. Em geral, quanto maior a tensão elétrica de operação do cabo, maior a espessura da isolação.

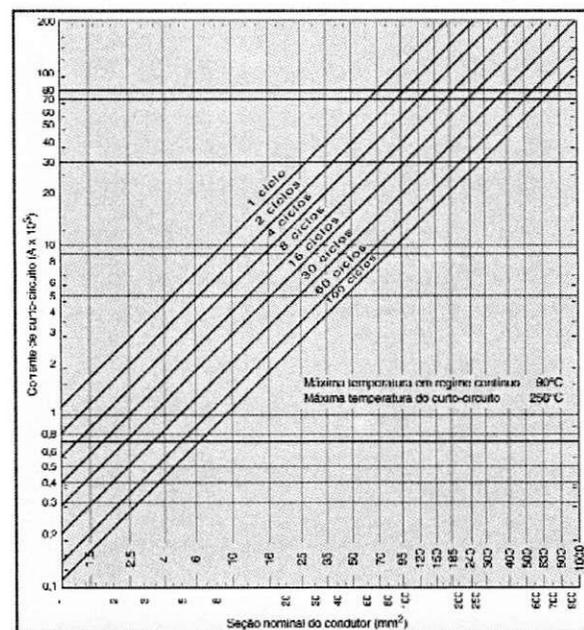
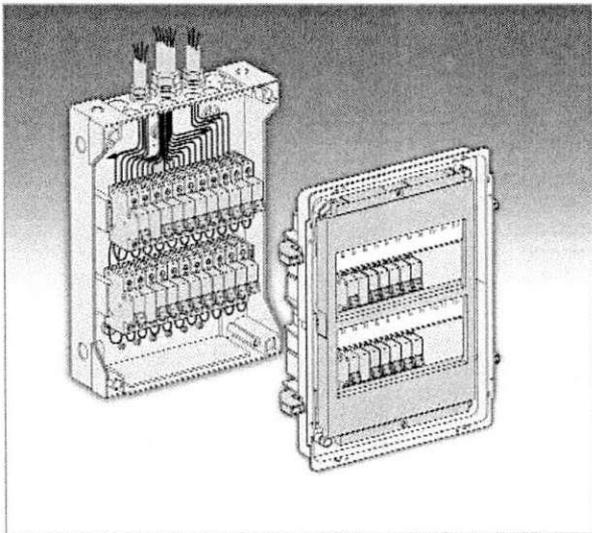


Fig. 3 - Características de curto-circuito de cabos de EPR

Dimensionamento do quadro de distribuição

De acordo com a NBR IEC 60050 (826), *quadro de distribuição* é o “equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica através de uma ou mais alimentações, e distribuí-la a um ou mais circuitos, podendo também desempenhar funções de proteção, seccionamento, controle e/ou medição.”

Um quadro de distribuição pode ser entendido como o “coração” de uma instalação elétrica, já que distribui energia elétrica por toda a edificação e acomoda os dispositivos de proteção dos diversos circuitos elétricos.



Quantidade de circuitos

Antes da especificação técnica, propriamente dita, de um quadro de distribuição, é preciso dimensioná-lo, começando pela quantidade de circuitos que ele deverá acomodar — e obtendo-se, com essa informação, uma primeira idéia das dimensões e do tipo de quadro.

A quantidade de circuitos de uma instalação elétrica depende, entre outros fatores, de sua potência instalada, da potência unitária das cargas a serem alimentadas, dos critérios adotados na distribuição dos pontos, do maior ou

menor “conforto elétrico” previsto, do grau de flexibilidade de que se pretende e da reserva assumida visando futuras necessidades.

A NBR 5410 oferece um bom ponto de partida para essa definição. É verdade que o posicionamento da norma, sobre quantidade de circuitos, se afigura bem mais explícito no campo das instalações elétricas residenciais. Aliás, ela oferece aí várias regras que podem ser encaradas como o receituário mínimo da instalação. Mas a utilidade desses critérios, sobretudo pela lição conceitual que encerram, se estende muito além do domínio residencial.

E é assim que deve ser apreendido o exemplo em cima do qual discorreremos acerca do dimensionamento de um quadro de distribuição. O exemplo é aquele mostrado na figura 1: um apartamento de dois dormitórios, com cerca de 50 m² de área útil.

Divisão da instalação

Começemos pelas regras da NBR 5410 que tratam da divisão da instalação em circuitos.

Na seção 4.2.4 (“Divisão das instalações”), mais exatamente, em 4.2.4.5, a norma diz que “devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.” Ou seja, não se deve misturar em um mesmo circuito pontos de iluminação com pontos de tomada. Portanto, já teríamos aqui, para começo de história, no mínimo dois circuitos: um para iluminação e o outro para tomadas.

No artigo seguinte, 4.2.4.6, a norma acrescenta outra regra balizadora da definição do número de circuitos: a de que em unidades residenciais e acomodações (quartos ou apartamentos) de hotéis, motéis e similares, devem ser previstos circuitos independentes para cada equipamento com corrente nominal superior a 10 A. Logo, não se pode “pendurar”, em um mesmo circuito, mais de um equipa-

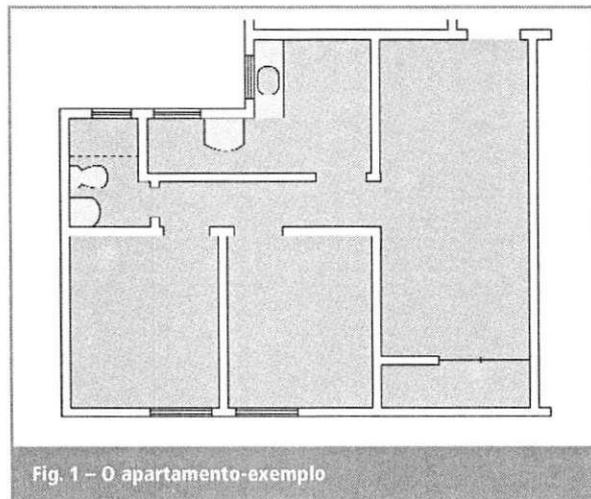


Fig. 1 – O apartamento-exemplo

mento com corrente nominal superior a 10 A — como é o caso, por exemplo, de chuveiros, torneiras elétricas, aparelhos de microondas, máquinas de lavar louça e máquinas de secar roupa. Cada equipamento deverá ter o seu próprio circuito.

No nosso apartamento-exemplo (figura 1) entendemos que o mínimo a ser previsto, de cargas com essa característica, que exigiriam circuito individual, são: um chuveiro elétrico, no banheiro; uma torneira elétrica, na cozinha; e uma máquina de lavar louça, também na cozinha. Todos esses equipamentos domésticos têm potências que resultam em corrente superior a 10 A (no caso da máquina de lavar louça, em particular, assumiu-se alimentação em 127 V). Logo, somado isso ao nosso ponto de partida de pelo menos dois circuitos, um de iluminação e outro de tomada, já passamos para cinco circuitos:

- o do chuveiro,
- o da torneira elétrica,
- o da máquina de lavar louça,
- o de iluminação e
- o de tomadas (ou de *outras* tomadas, já que a conexão da máquina de lavar louça à instalação também se dá via tomada, diferentemente do chuveiro e da torneira elétrica, que são ligados diretamente à caixa de derivação).

Mas será que um só circuito para todas as tomadas do apartamento (exceto a da máquina de lavar louça, claro) é algo razoável?

Evidentemente, não. Como se verá, teremos não apenas um, mas quatro circuitos de tomadas. E por razões muito sólidas. Entre elas, a necessidade de atender à previsão de carga — mínima! — ditada pela NBR 5410; a necessidade prática ou conveniência de evitar o uso de condutores de “grande” seção nominal em circuitos de tomadas de uso geral; e a obrigação de proporcionar um mínimo de conforto ao usuário, garantindo uma certa flexibili-

dade para a instalação. E tudo isso constitui, na verdade, o mínimo que se pode esperar de uma instalação elétrica.

Pois bem, o que nos diz a NBR 5410 sobre previsão de carga, particularmente no que se refere a circuitos de tomadas?

O assunto é tratado em 4.2.1.2.3 (“Tomadas de uso geral”). Aí a norma diz, por exemplo, que em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias, e locais análogos, deve-se instalar, no mínimo, uma tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro. E que devem ser atribuídas a essas tomadas potência de 600 VA por tomada, até três tomadas, e de 100 VA por tomada para as excedentes, *considerando cada um desses ambientes separadamente*.

Ora, aplicado o critério do número *mínimo* de tomadas à cozinha e à área de serviço do apartamento-exemplo, resultam três tomadas para a cozinha (além da destinada especificamente à máquina de lavar louça) e duas para a área de serviço. Com que potências? Seguindo-se os critérios dados pela norma, vem:

- na cozinha, como são três tomadas, teremos, necessariamente, 3×600 VA;
- na área de serviço, com suas duas tomadas, o mesmo raciocínio: 2×600 VA.

Se as tomadas desses dois ambientes (o que dá cinco tomadas) fossem atendidas por um único circuito, considerando tensão nominal de 127 V e as potências a elas atribuídas, o dimensionamento do circuito certamente nos conduziria a um condutor de 4 mm². No entanto, razões de ordem prática aconselham evitar o uso de condutores de seção superior a 2,5 mm² em circuitos de tomadas de uso geral. Pelo menos, esse é um critério adotado “nas boas casas do ramo” de projetos. Adotado esse critério, como faremos aqui, cozinha e área de serviço constituirão então

Capacidade de reserva dos quadros

Em seu artigo 6.5.9.2, a NBR 5410 estipula que todo quadro de distribuição, não importa se geral ou de um setor da instalação, deve ser especificado com capacidade de reserva (espaço), que permita ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos efetivamente previstos inicialmente.

Esta previsão de reserva deve obedecer os seguintes critérios:

a) quadros com até 6 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 2 circuitos;

b) quadros de 7 a 12 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 3 circuitos;

c) quadros de 13 a 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 4 circuitos;

d) quadros acima de 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 15% dos circuitos.

A norma frisa que a capacidade de reserva por ela indicada deverá ser considerada no cálculo do circuito de distribuição que alimenta o quadro em questão.

dois circuitos de tomadas (ou tomadas *de uso geral*, como qualifica a norma).

Com isso, a quantidade de circuitos passa agora de cinco para sete. Recapitulando:

- o do chuveiro,
- o da torneira elétrica,
- o da máquina de lavar louça,
- o de iluminação,
- o das tomadas da cozinha,
- o das tomadas da área de serviço e
- o das demais tomadas.

Mas o que a norma fala a respeito de tomadas nos ambientes ainda não analisados no nosso exemplo — o banheiro, o corredor, os dormitórios e a sala?

No mesmo item 4.2.1.2.3, já citado, a NBR 5410 dispõe que

- em banheiros deve-se instalar, no mínimo, uma tomada junto ao lavatório (observadas as restrições do capítulo 9 da norma, que fixa os requisitos para instalações ou locais especiais), com potência mínima de 600 VA; e que
- no caso de dormitórios e salas (incluindo o corredor do nosso exemplo) deve-se instalar no mínimo uma tomada, se a área for igual ou inferior a 6 m²; e no mínimo uma tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro se a área for superior a 6 m², espaçadas o mais uniformemente possível. A potência a ser atribuída é de 100 VA por tomada.

Isso posto, e seguindo basicamente os critérios *mínimos* fornecidos pela norma, teríamos

- uma tomada no banheiro, com 600 VA;
- uma tomada no corredor, com 100 VA;
- três tomadas em cada dormitório, com 100 VA cada; e

- quatro tomadas na sala, com 100 VA cada.

No entanto, destinar quatro tomadas para a sala, ainda que atendendo o mínimo exigido pela norma, seria “lavar as mãos” de forma censurável. Por quê? Imaginemos o seguinte enredo, que reproduz situações comuns na vida real. Na nossa historieta o projetista recebe, junto com a documentação passada pelo arquiteto ou construtora, material promocional do imóvel, onde consta o *layout* sugerido para a mobília. E há lá, na sala, a sugestão de uma “estante” com TV, aparelho de som, vídeo... Como o nosso personagem não é praticante do me-engana-que-eu-gosto, nem mais realista do que o rei (daqueles que fazem da atividade de projeto sabujice), ele não tem dúvidas em passar do *mínimo exigido pela norma* ao *mínimo necessário*. E acrescenta duas outras tomadas às quatro da conta inicial, posicionando essas duas ao lado daquela locada no ponto onde se sugere a estante. Assim, raciocina ele, atenderemos uma necessidade real do futuro morador, evitando o uso de benjamins.

Com isso, a conta das nossas tomadas passa então das 12 pré-historieta para 14, isto é,

$$(1 \times 600) + (13 \times 100),$$

totalizando 1900 VA.

De qualquer forma, sendo esses os números, pouco importando duas tomadas a mais ou a menos, nenhum dos critérios até aqui mencionados — seja os da norma, seja o de evitar condutores de seção superior a 2,5 mm² em circuitos de tomadas de uso geral — impede a inclusão de todas elas num só circuito.

Mas aí entra o bom senso e um mínimo de preocupação com a comodidade do usuário, o que pede uma insta-

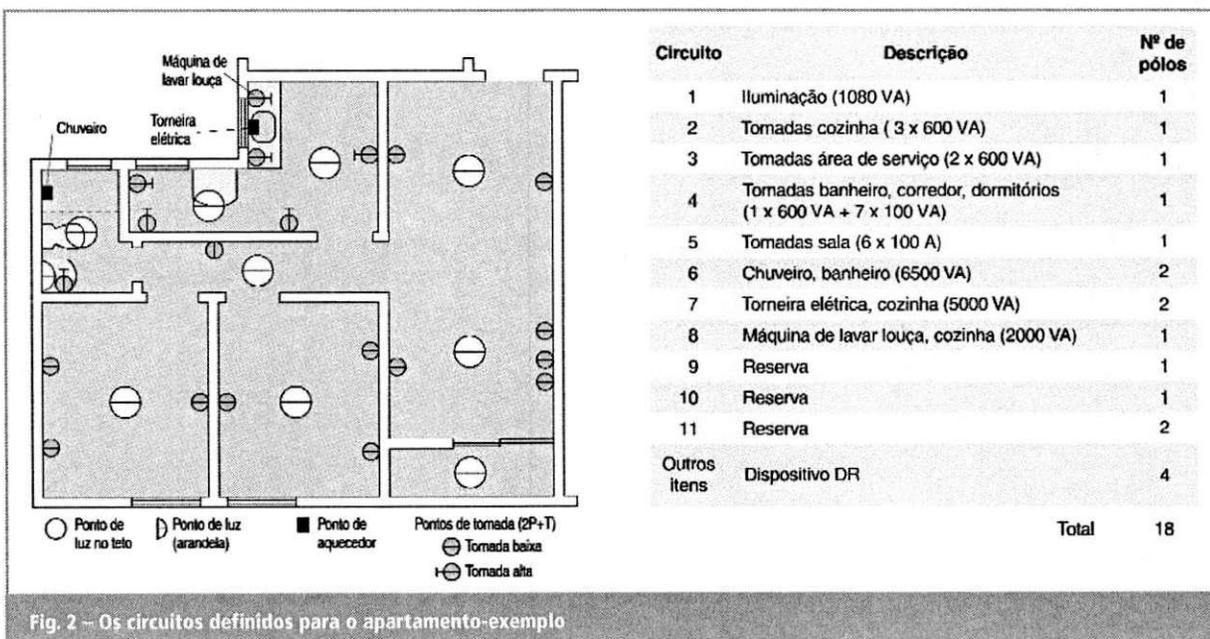


Fig. 2 – Os circuitos definidos para o apartamento-exemplo

lação com certa flexibilidade. Assim, entre outros exemplos, supondo que o morador venha a usar, embora não de forma permanente, aquecedores de ambiente — o que é algo absolutamente comum em algumas regiões do país — é aconselhável então dividir as 14 tomadas relacionadas para o conjunto (banheiro, corredor, dormitórios e salas), em dois circuitos: um reunindo as tomadas do banheiro, do corredor e dos dormitórios; e outro ficando só com as tomadas da sala.

Assim, e finalmente, chegamos ao número de circuitos que o nosso apartamento-exemplo, sem luxo algum (seja do apartamento, seja da instalação elétrica), deveria ter. Ou seja, oito circuitos, assim discriminados:

- o do chuveiro,
- o da torneira elétrica,
- o da máquina de lavar louça,
- o de iluminação,
- o das tomadas da cozinha,
- o das tomadas da área de serviço,
- o das tomadas do banheiro, corredor e dormitórios e
- o das tomadas da sala.

O resultado final está ilustrado e computado na figura 2.

No caso do circuito de iluminação, as potências consideradas seguiram as recomendações mínimas da norma, dadas em 4.2.1.2.2:

1) em cada cômodo ou dependência com área igual ou inferior a 6 m² deve ser prevista uma carga de iluminação mínima de 100 VA; e

2) em cada cômodo ou dependência com área superior a 6 m² deve ser prevista uma carga de iluminação mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

Por outro lado, a única exigência da norma *diretamente* associada ao número de pontos de luz é que “em cada cômodo ou dependência deve ser previsto no mínimo um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede.”

Como há os que preferem interpretar o mínimo como sendo o máximo, é importante ressaltar que não basta colocar apenas um “bico de luz” em cada local. Mesmo porque a NBR 5410 faz referência a normas de iluminação a serem atendidas. E frisa que as potências por ela indicadas, para iluminação, são para efeito de dimensionamento dos circuitos, não havendo assim, necessariamente, vinculação entre potência e ponto.

De qualquer forma, voltando ao nosso exemplo, o circuito de iluminação nele incluído prevê então:

- um ponto de luz, com 100 VA, na cozinha, na área de serviço, no corredor, na varanda e em cada dormitório;
- um ponto de luz com 100 VA e uma arandela com 60 VA no banheiro; e

- dois pontos de luz com 160 VA cada (atendendo a exigência 2 acima) na sala.

Logo, são ao todo 10 pontos de luz, totalizando 1080 VA.

O quadro de distribuição

Na figura 2, com os resultados do exemplo, a tabela inclusa funciona também como um levantamento das necessidades mínimas que o quadro de distribuição deverá prover. Até porque os circuitos estão aí indicados em termos de número de pólos, que é a unidade básica para dimensionamento do quadro.

Foram previstos ainda nesse quadro, seguindo o que a norma dispõe:

- um dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (dispositivo DR), tetrapolar, funcionando como chave geral (presume-se aqui que na origem do circuito de distribuição que alimenta o quadro deverá haver um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, devidamente coordenado. Poder-se-ia, alternativamente, prever um disjuntor imediatamente a montante do dispositivo DR. Tudo isso são opções de projeto);
- espaço reserva (ver boxe) para três disjuntores, sendo dois monopolares e um bipolar.

Ao dimensionamento do quadro de distribuição, como aqui feito, segue-se sua especificação técnica.

A especificação técnica de um quadro de distribuição é a identificação minuciosa das diversas características que ele deve apresentar, em função das características do projeto e do local de instalação. É nesse momento que se “qualifica” o tipo de quadro de distribuição mais adequado para a instalação sendo projetada.

Nada a ver, portanto, com as “especificações” equivocadas que comumente se vêem — preguiçosas, incompletas e denotando ausência total de profissionalismo,

A correta especificação técnica de um quadro exige, além do atendimento ao mínimo que se espera de uma instalação elétrica — como aqui exposto, no exemplo de dimensionamento —, o exame de todos os demais parâmetros pertinentes à sua seleção e instalação. Aí, é função da norma de instalações (a NBR 5410) ditar as condições a serem preenchidas no exame desses parâmetros — por sua vez, fixados e disciplinados pela norma do produto.

O conhecimento desses parâmetros, ou características, é assim fundamental para que a seleção seja bem-sucedida. É do que trata o artigo seguinte.

Requisitos de segurança e marcação de luminárias

As luminárias, além de visualmente agradáveis e fornecer boa iluminação, têm de ser seguras. O que se segue é um resumo dos requisitos específicos de segurança estabelecidos pela norma NBR IEC 60598 com relação à proteção contra choque elétrico, proteção contra penetração de corpos estranhos e proteção contra ignição/fogo. São descritos também os critérios para marcação das luminárias, que indicam o atendimento dos requisitos estabelecidos pela norma.

A norma brasileira NBR IEC 60598, baseada integral-

Previsão de cargas de iluminação

Como regra geral, a NBR 5410 estabelece, em 4.2.1.2.2, que as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 5413: *Iluminância de interiores – Procedimento*.

Como alternativa ao uso da NBR 5413, e especificamente em unidades residenciais, a NBR 5410 apresenta os seguintes critérios:

- em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

A norma adverte que os valores indicados são para efeito de dimensionamento dos circuitos, não havendo qualquer vínculo, portanto, com potência nominal de lâmpadas.

O texto também precisa que deve ser considerada, como potência nominal dos aparelhos fixos de iluminação a descarga, o valor total, isto é, incluindo potência das lâmpadas, perdas e fator de potência dos equipamentos auxiliares.

mente na IEC 60598, abrange todos os aspectos relativos à segurança (elétrica, térmica e mecânica) de luminárias. É constituída por duas partes: a *Parte 1 – Requisitos gerais e ensaios*, que especifica os requisitos gerais para a classificação e marcação de luminárias, bem como para sua construção mecânica e elétrica, juntamente com os ensaios correspondentes; e a *Parte 2 – Requisitos particulares*, que detalha os requisitos para um tipo particular de luminária ou grupo de luminárias com tensão de alimentação não superior a 1000 V.

Em matéria de segurança, as luminárias são classificadas segundo três critérios:

- de acordo com o tipo de proteção contra choque elétrico;
- de acordo com o grau de proteção contra penetração de pó, objetos sólidos e umidade; e
- de acordo com o material da superfície de apoio para o qual a luminária é projetada.

Marcação nas luminárias

Com o objetivo de definir as características das luminárias, a norma especifica as informações que devem ser marcadas nas luminárias, de forma clara e permanente.

Além de dados sobre potência, tensão, tipo de lâmpadas e outros, devem ter marcação específica referente às classificações quanto à segurança, conforme indicado adiante.

Proteção contra choque elétrico

Com relação ao tipo de proteção contra choque elétrico, as luminárias são classificadas em quatro classes: 0, I, II, e III. A tabela I indica os símbolos utilizados para identificação de cada tipo, e suas principais características.

As luminárias classe 0 possuem somente isolamento básica, sem provisão para aterramento, e não são admitidas pelas normas nacionais de muitos países. Ou, quando admitidas, o são para uso restrito, limitado a determinadas aplicações, não devendo ser sequer concebidas como classe 0 as luminárias para condições severas de serviço, as luminárias montadas sobre trilhos, nem as luminárias portáteis.

As luminárias classe I, além da isolamento básica, possuem um ponto de aterramento que interliga todas as suas partes metálicas sujeitas a se tornarem vivas na ocorrência de uma falta. Esse terminal de aterramento deve ser obrigatoriamente

Tab. I – Proteção contra choques elétricos

Classe	Símbolo	Proteção
0		Isolação básica somente (não recomendado)
I		Isolação básica mais conexão para aterramento
II		Isolação dupla ou reforçada, sem provisão de ponto para aterramento
III		Alimentação SELV

No mínimo, um ponto de luz no teto. Obrigatório

Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede. A regra também é válida para acomodações de hotéis, motéis e similares, mas neste caso admite-se que o ponto de luz fixo, no teto, seja substituído por ponto de tomada, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede (item 4.2.1.2.2 da NBR 5410).

te conectado ao condutor PE da instalação, e a luminária deve possuir um condutor específico para aterramento incorporado ao rabicho de alimentação elétrica. Quando a ligação é feita por meio de bornes de ligação, deve existir um borne de aterramento específico. A não-observância a estas condições transforma a luminária em classe 0.

As luminárias classe II são projetadas e construídas de forma que suas partes metálicas expostas não possam se tornar vivas, seja em condições normais, seja no caso de falta. Isto é conseguido mediante a utilização de isolamento dupla ou isolamento reforçada.

As luminárias classe III são aquelas alimentadas por uma fonte de extra-baixa tensão de segurança (SELV), isto é, que não gera tensões de saída superiores a 50 VCA. Estas luminárias não devem possuir provisão para aterramento.

A norma estabelece que a classe de uma luminária é única. Ou seja: é inconcebível uma luminária que seja, ao mesmo tempo, classe 0 e classe I; ou classe I e classe II; ou clas-

Circuitos distintos para iluminação e tomadas

Na seção 4.2.4, em que fixa as regras gerais a serem observadas na divisão da instalação em circuitos, a NBR 5410 diz, com clareza, que *devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.*

Isso na seqüência de prescrições mais genéricas, com a mesma preocupação. A própria regra citada acima é a continuação de um artigo, o 4.2.4.5, onde se lê que "os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam."

Antes, em 4.2.4.2., o texto já anuncia os propósitos e as razões da seção: "a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários, de forma a proporcionar facilidade de inspeção, ensaios e manutenção, bem como evitar que, por ocasião de um defeito em um circuito, toda uma área fique desprovida de alimentação (por exemplo, circuitos de iluminação)."

se 0 e classe II, etc. Assim, por exemplo, uma luminária incorporando um transformador de extra-baixa tensão, com provisão para aterramento, deve ser classificada como classe I e nenhuma parte da luminária pode ser classificada como classe III, mesmo que o compartimento da lâmpada seja separado por uma barreira do compartimento do transformador.

Proteção contra penetração de pó, objetos sólidos e umidade

O sistema de identificação IP é utilizado para classificar as luminárias de acordo com o grau de proteção contra a penetração de corpos estranhos, pó ou umidade. O termo "corpos estranhos" inclui elementos tais como partes do corpo humano, objetos, ferramentas, que possam entrar em contato com as partes vivas da luminária.

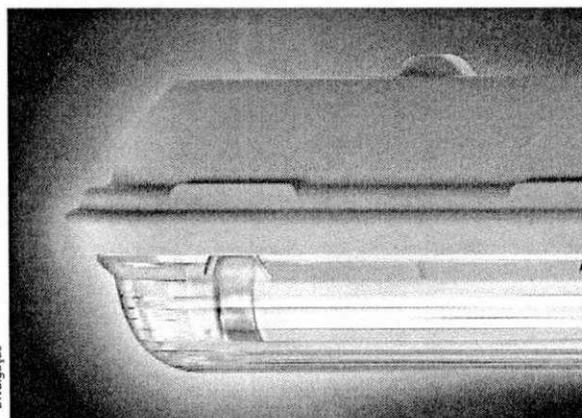
A IEC 60529 apresenta os detalhes completos, e dela foi extraído o resumo a seguir, que faz parte da norma brasileira de luminárias [ver, neste **Guia EM da NBR 5410**, a seção "Influências externas", que traz explicações sobre os graus de proteção IP]:

"O tipo de proteção coberto por este sistema de classificação é como segue:

"a) proteção de pessoas contra contato ou proximidade de partes vivas e contra contato com partes móveis (exceto eixos lisos rotativos ou similares), no interior do compartimento, e proteção do equipamento contra o ingresso de corpos sólidos externos; e

"b) proteção de equipamento no interior do compartimento contra ingresso prejudicial de água.

"A designação para indicar os graus de proteção consiste das letras características IP seguidas por dois numerais (os "numerais característicos"). O primeiro numeral indica o grau de proteção descrito no item a) acima e o segundo numeral o grau de proteção descrito no item b) acima."



Luminária fluorescente com grau de proteção IP 66 (protegida contra penetração de pó e contra fortes jatos d'água)

Divulgação

Tab. II – Proteção proporcionada pela luminária relativamente ao material da superfície de apoio

Classe de luminária	Marcação	Condições
Luminárias adequadas para montagem direta sobre superfícies de inflamabilidade normal		Temperatura máxima de 180°C na superfície de montagem.
Luminárias adequadas para montagem direta em/sobre superfícies de inflamabilidade normal, quando um material isolante térmico pode cobrir a luminária		Temperatura máxima de 130°C na superfície de montagem.
Luminárias não adequadas para montagem direta sobre superfícies inflamáveis (adequadas somente para montagem sobre superfícies não inflamáveis)		

Proteção com relação ao material da superfície de apoio

As luminárias, e os componentes elétricos da instalação, em geral, devem ser selecionados e instalados de modo a evitar que possam provocar incêndio, tanto sob condições operacionais normais como no caso de uma falta.

Assim, ao planejar sistemas de iluminação e selecionar as luminárias, devem ser consideradas as propriedades de proteção contra incêndio — do material que as constitui, das superfícies em que serão montadas e de outras superfícies que possam ser termicamente influenciadas. Além disso, deve ser levada em conta a distância mínima exigida com relação a materiais inflamáveis, bem como os tipos de local em que se admite o uso da luminária, ou para os quais ela foi concebida.

Entende-se como superfície de montagem qualquer parte de uma construção, de uma mobília ou de outra estrutura em que uma luminária possa, de um modo ou de

outro, ser fixada, suspensa, repousada ou colocada em uso normal, e que é destinada a suportar a luminária.

Os materiais da superfície de montagem são classificados em:

- materiais facilmente inflamáveis,
- materiais de inflamabilidade normal e
- materiais não-inflamáveis.

Os materiais *facilmente inflamáveis* são aqueles que não podem ser classificados como de inflamabilidade normal ou baixa, nem como incombustíveis. Exemplos: fibra de madeira e materiais à base de madeira com espessura de até 2 mm.

Os materiais de *inflamabilidade normal* são aqueles cuja temperatura de ignição é de, pelo menos, 200°C e que não se deformam ou enfraquecem nesta temperatura. Exemplos: madeira e materiais à base de madeira com mais de 2 mm de espessura.

Por fim, os *materiais não-inflamáveis* (incombustíveis) são aqueles incapazes de manter a combustão. Materiais tais como metal, gesso e concreto são considerados incombustíveis.

A tabela II indica as marcações obrigatórias para as luminárias apropriadas para uso em cada tipo de superfície de montagem. São utilizados os símbolos:



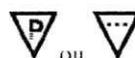
Quando a luminária contém o símbolo



isto significa que ela é adequada para montagem diretamente sobre superfícies de inflamabilidade normal⁽¹⁾.

Quando a luminária incorporar reator ou transformador para lâmpadas de descarga, a norma indica três opções equivalentes para proteger a superfície de montagem contra aquecimento excessivo:

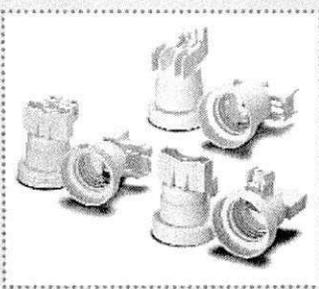
- mediante espaçamento adequado entre o reator ou transformador e a superfície de montagem, observando-se uma distância mínima e condições indicadas na norma;
- mediante medições de temperatura para verificar se a superfície de montagem da luminária não alcançará temperaturas muito elevadas, sob condições anormais de operação ou sob condições de defeito do reator; ou
- mediante a aplicação de proteção térmica, que pode ser uma proteção com material isolante térmico adicional, ou dispositivos protetores térmicos integrantes do reator. Os reatores termicamente protegidos são marcados com o símbolo



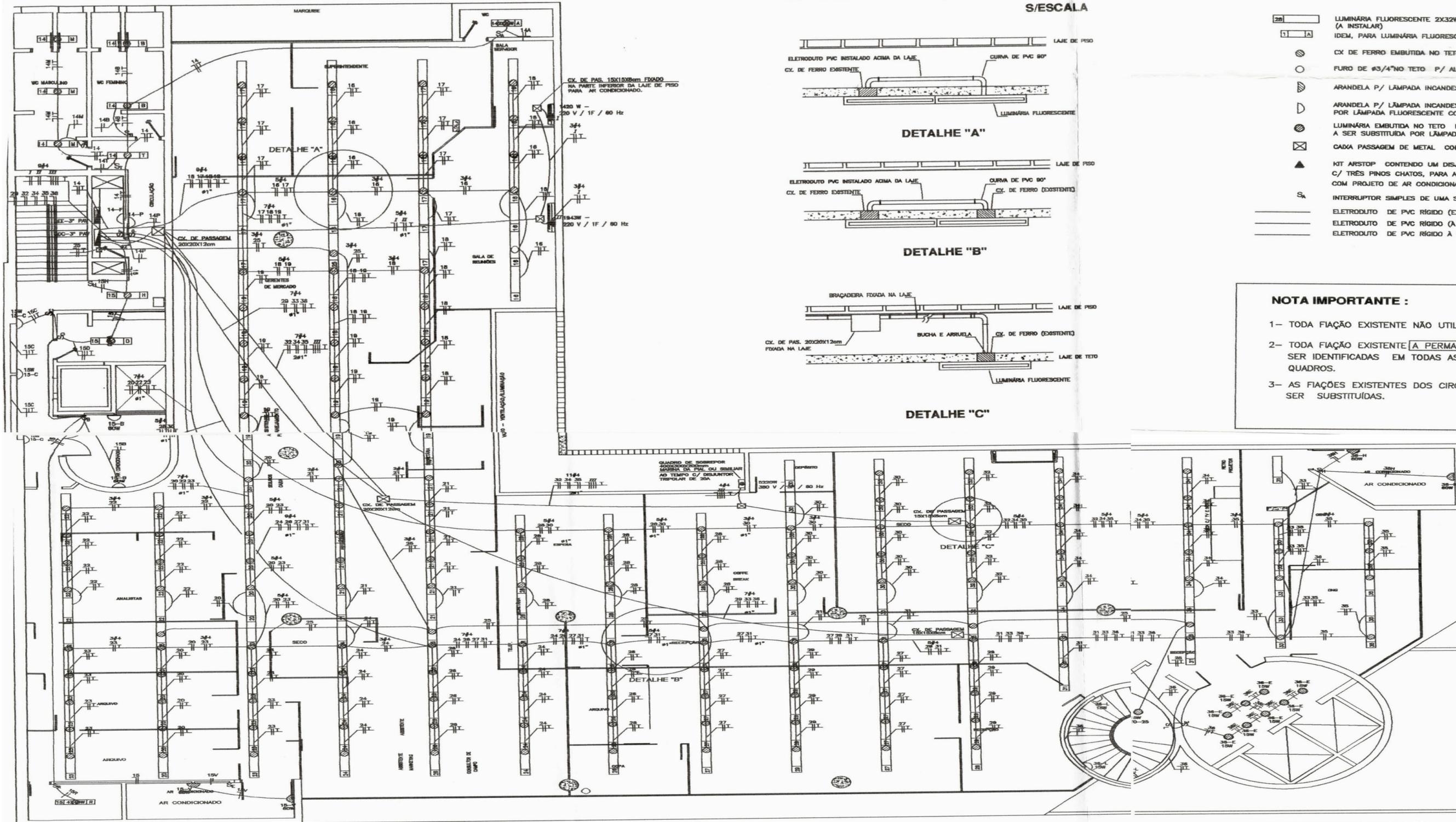
ou

Porta-lâmpadas, só com proteção contra choques

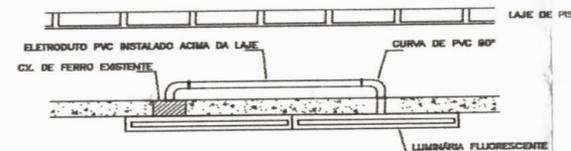
Porta-lâmpadas (isoladamente ou incorporados a aparelhos) que não ofereçam proteção contra risco de contatos acidentais com partes vivas não são admitidos



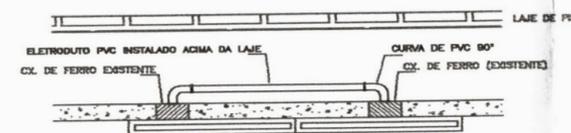
em instalações prediais. É o que diz a NBR 5410 em 6.5.8.2.2: "em instalações residenciais e semelhantes só podem ser usados porta-lâmpadas devidamente protegidos contra riscos de contatos diretos ou equipamentos de iluminação que confirmam ao porta-lâmpada, quando não protegido por construção, uma proteção equivalente. Esta mesma prescrição se aplica a qualquer outro tipo de instalação em que as lâmpadas dos equipamentos de iluminação forem suscetíveis de serem manipuladas ou substituídas por pessoas que não sejam advertidas (BA4) nem qualificadas (BA5)."



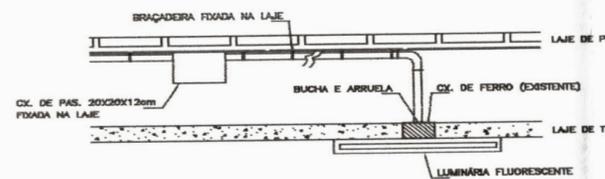
DETALHES DAS INSTALAÇÕES DAS LUMINÁRIAS S/ESCALA



DETALHE "A"



DETALHE "B"



DETALHE "C"

LEGENDA

- LUMINÁRIA FLUORESCENTE 2X32W, SOBREPOR, REFLETOR EM ALUMÍNIO ANODIZADO (A INSTALAR)
- IDEM, PARA LUMINÁRIA FLUORESCENTE 2X16W (A INSTALAR)
- CX DE FERRO EMBUTIDA NO TETO P/ ALIMENTAÇÃO DAS LUMINÁRIAS (EXISTENTE)
- FURO DE 3/4" NO TETO P/ ALIMENTAÇÃO DAS LUMINÁRIAS (A INSTALAR)
- ARANDELA P/ LÂMPADA INCANDESCENTE DE 60W (EXISTENTE)
- ARANDELA P/ LÂMPADA INCANDESCENTE DE 60W (EXISTENTE) A SER SUBSTITUÍDA POR LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA DE 15W
- LUMINÁRIA EMBUTIDA NO TETO P/ LÂMPADA INCANDESCENTE DE 100W (EXISTENTE) A SER SUBSTITUÍDA POR LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA DE 15W
- CAIXA PASSAGEM DE METAL COM DIMENSÕES INDICADAS
- KIT ARSTOP CONTENDO UM DISJUNTOR E UMA TOMADA MONOFÁSICA (2P+1), C/ TRÊS PINOS CHATOS, PARA AR CONDICIONADO ALTURA ESPECIFICADA DE ACORDO COM PROJETO DE AR CONDICIONADO.
- INTERRUPTOR SIMPLES DE UMA SEÇÃO INSTALADO A 1,10m DO PISO (EXISTENTE)
- ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (EXISTENTE)
- ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (A INSTALAR)
- ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO A INSTALAR CONFORME DETALHE "A"

NOTA IMPORTANTE :

- 1- TODA FIAÇÃO EXISTENTE NÃO UTILIZADA DEVERÁ SER RETIRADA.
- 2- TODA FIAÇÃO EXISTENTE **A PERMANECER** E **A INSTALAR** DEVERÃO SER IDENTIFICADAS EM TODAS AS CXS DE PASSAGEM E/OU QUADROS.
- 3- AS FIAÇÕES EXISTENTES DOS CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO DEVERÃO SER SUBSTITUÍDAS.

OBS:
 1- EQUIVALÊNCIA DE ELETRODUTOS (DIÂMETRO INTERNO):
 Ø 19mm = 3/4" Ø 60mm = 2 1/2"
 Ø 25mm = 1" Ø 75mm = 3"
 Ø 38mm = 1 1/2" Ø 100mm = 4"
 Ø 50mm = 2"

METROPOLIS
 consultoria e planejamento ltda

CAIXA
 CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

EN PORTO VELHO

ENDEREÇO: RUA CARLOS GOMES 688 - CENTRO - PORTO VELHO/RS FONE:324.2161

ÁREA TOTAL: 2363,36m²

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL:

AUTOR DO PROJETO: PATRÍCIA NASSER NAVES - CREA: 21860

RESPONSÁVEL OBRAS:

PN PATRÍCIA NASSER NAVES
 ENGENHEIRA ELETRICISTA

PROJETO ELÉTRICO (ILUMINAÇÃO)

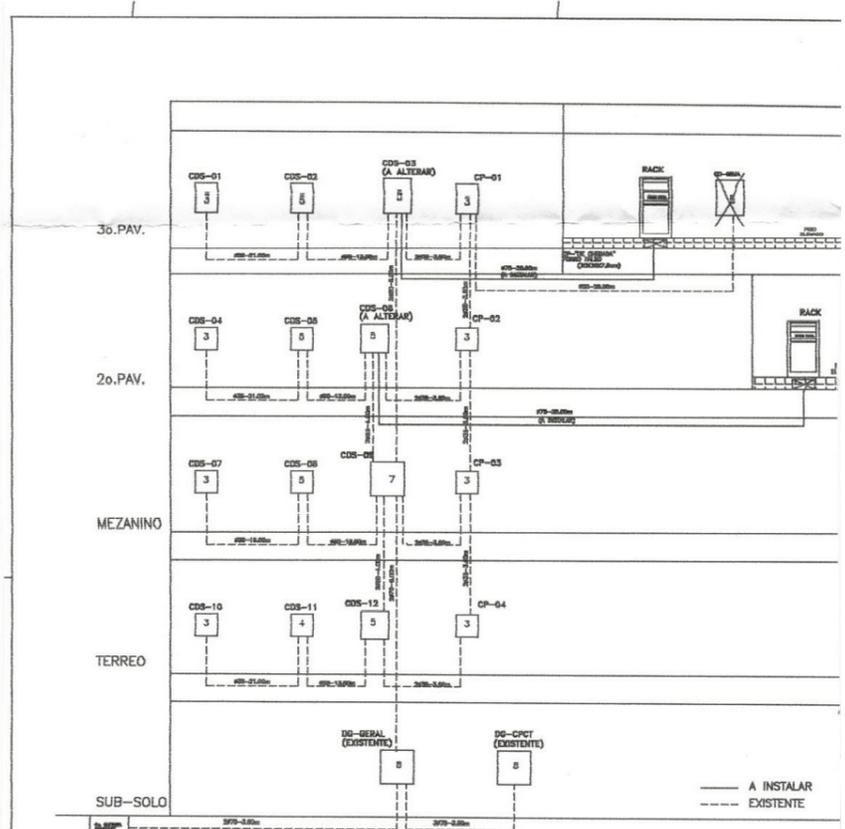
TIPO DE PROJETO:

PLANTA BAIXA 3º PAVIMENTO

LEGENDA

EN PORTO VELHO PLANTA BAIXA 3º PAV. REFORMA ESC. 1/50

DATA: 06/07/2004	ESCALA: 1:50	REVISÃO: 00	PROJETO DE ILUMINAÇÃO EN PORTO VELHO PLANTA BAIXA 3º PAV.	FOF. Nº: 02/11
PROJ. DATA:	PROJ. DATA:	PROJ. DATA:	PROJ. DATA:	PROJ. DATA:



PRUMADA - SEM ESCALA

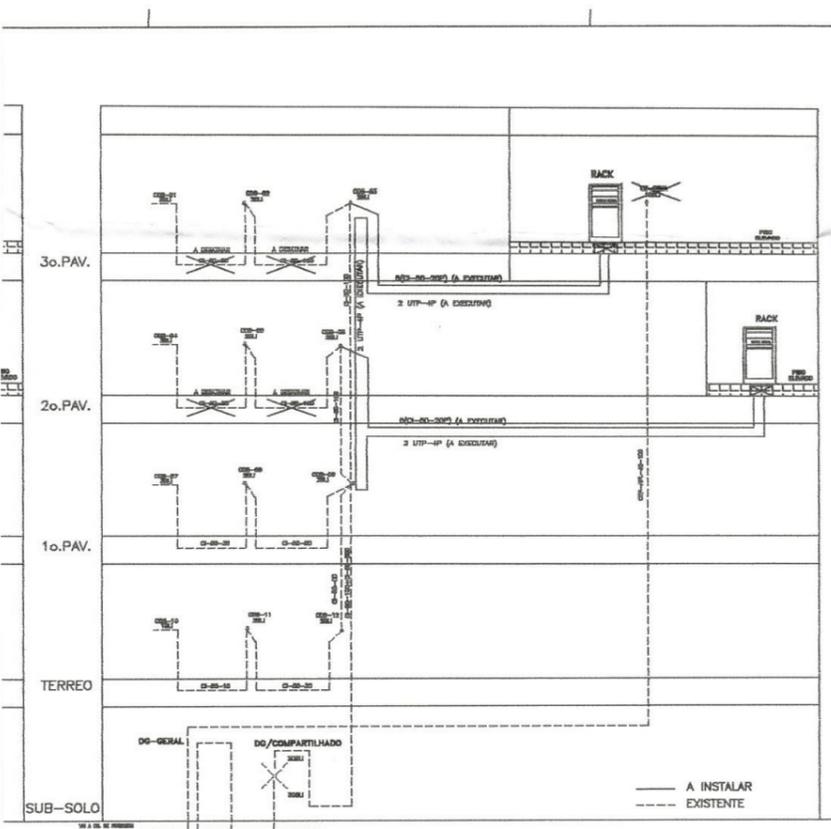
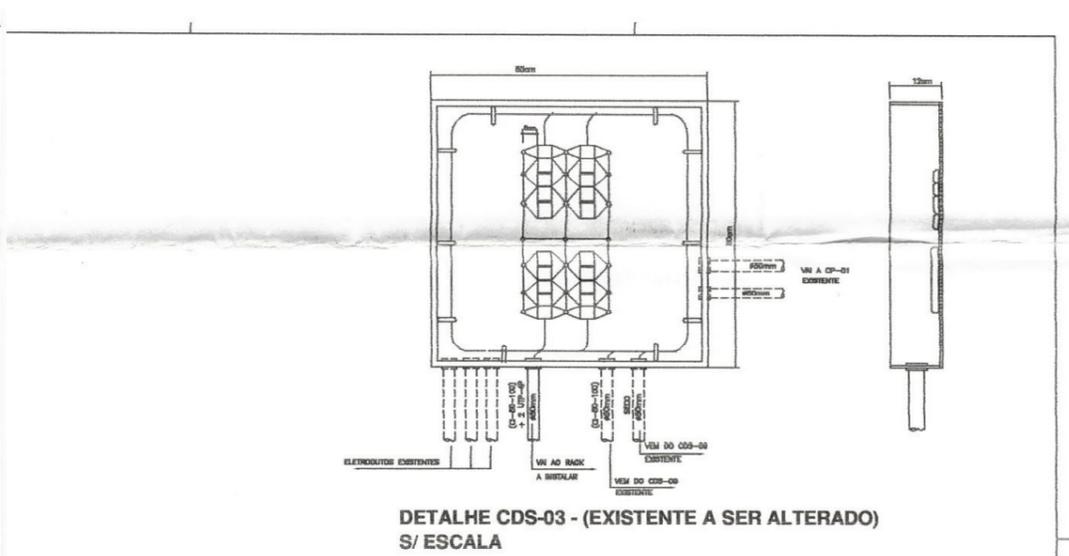
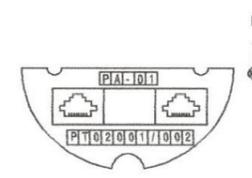


DIAGRAMA UNIFILAR - SEM ESCALA

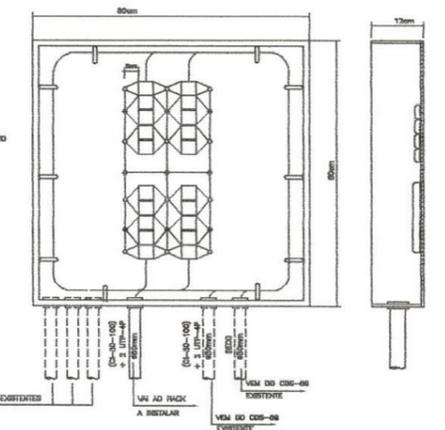


DETALHE CDS-03 - (EXISTENTE A SER ALTERADO) S/ ESCALA

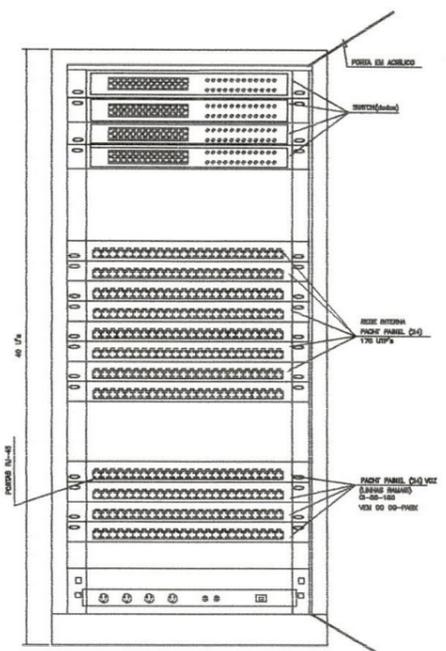


DET. TOMADA RJ-45 S/ ESCALA

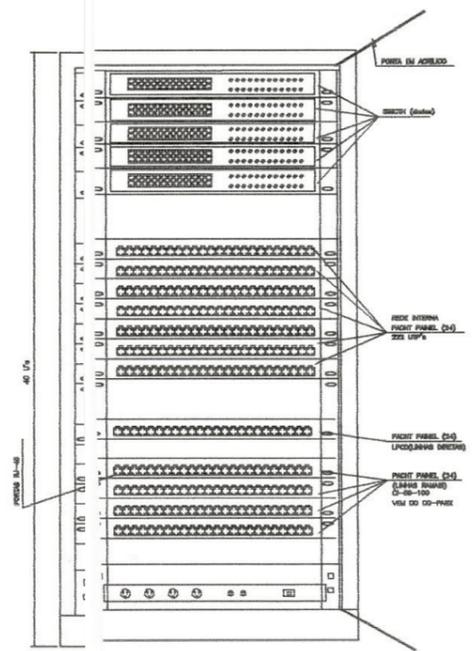
- NOTAS:
- 1 - TODOS OS PONTOS DEVEM SER IDENTIFICADOS CONFORME NOMEAÇÃO EM PLANTA BAIXA.
 - 2 - MANEIRA DO PONTO IDENTIFICAÇÃO DO PAVIMENTO (01-1º PAVIMENTO) (02-2º PAVIMENTO) (03-3º PAVIMENTO)
 - 3 - PONTO DE TELECOMUNICAÇÕES
 - 4 - IDENTIFICAÇÃO DO PATCH PANEL



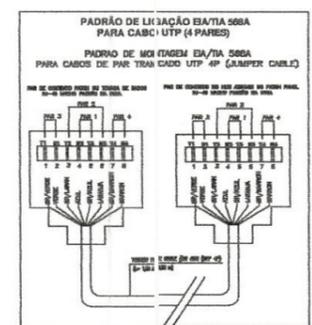
DETALHE CDS-06 - (EXISTENTE A SER ALTERADO) S/ ESCALA



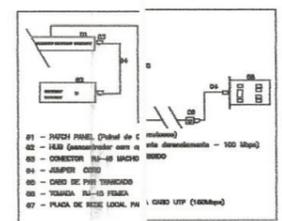
DETALHE DO RACK DE TELECOMUNICAÇÕES 3º. PAVIMENTO - S/ ESCALA



DETALHE DO RACK DE TELECOMUNICAÇÕES 2º. PAVIMENTO - S/ ESCALA

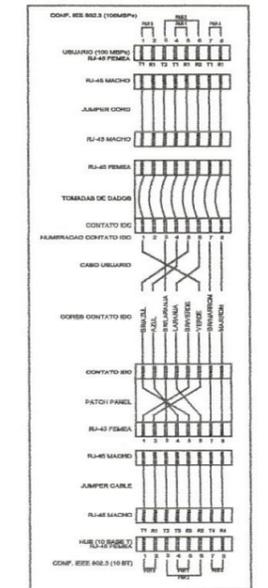


DETALHES DE PADRÃO EIA/TIA 568A PARA CONECTORES s/escala



DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE LIGAÇÃO PADRÃO EIA/TIA 568A



METRÓPOLIS
consultoria e planejamento Ltda

CAIXA
CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

EN PORTO VELHO

ENDEREÇO: RUA CARLOS GOMES 668 - CENTRO - PORTO VELHO/RN FONE: 324 2161

ÁREA TOTAL: 2363,36m²

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL:

AUTOR DO PROJETO: PATRÍCIA NASSER NAVES - CREA 21960

RESPONSÁVEL OBRA:

PAUCIA NASSER NAVES
ENGENHEIRA ELÉTRICA
REG. Nº 4.978 - RJ - 00000000000000000000
PIS/PASEP: 00000000000000000000

CAB. ESTRUTURADO (DETALHES)

TIPO DE PROJETO: DIAGRAMA UNIFILAR PRUMADA

DETALHES DETALHE DO RACK

DATA: 05/07/2004

ESCALA: 1:20

REVISÃO: 00

HOME DO ARQUIVO: C:\PROJETO\CAIXA\DETALHES CAB. ESTR.

FOLHA: 09/11