

- PATEC -
PAINÉIS TÉCNICOS COMÉRCIO E
MONTAGENS LTDA

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE

- PARTE III -

- INSTALAÇÕES ELÉTRICAS -

- UNIDADES FUNCIONAIS -

- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS -

- BARRAMENTOS -

- 1ª EDIÇÃO -

- SÃO PAULO -
- OUTUBRO 2.013 -

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE

- PARTE - III -

- PAINÉIS TÉCNICOS - OMC - NORMAS -

- PENSAMENTO -

- “PARA COISAS INTELECTUAIS NÃO REPRODUZA, PRODUZA, USE SUA CAPACIDADE, contudo,... seja como for, faça”.

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.
(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

Concepção: Idealizar uma obra informativa, simples e sem a pretensão de ser absoluta, com atualizações, revisões ou correções constantes, e que podem servir de base a qualquer pessoa.

2.011

[illegible]

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- SUMÁRIO I -

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE - PARTE III: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
1	INTRODUÇÃO.....	11
2	O QUE SÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?.....	12
3	QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS E PROFISSIONAL.....	15
4	O QUE SÃO UNIDADES FUNCIONAIS?.....	17
5	UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:.....	18
5.1	CHOQUES ELÉTRICOS.....	18
5.1.1	CHOQUES ELÉTRICOS - CONCLUSÃO.....	30
5.2	SOBRECORRENTE DE SOBRECARGA E/OU CURTO-CIRCUITO.....	31
5.2.1	UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL.....	33
5.2.2	UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR.....	38
5.2.3	FUSÍVEL/DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR - CONCLUSÃO.....	53
5.3	SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS.....	60
5.3.1	UNIDADE FUNCIONAL: DPS - DISPOSITIVO DE PROTÇÃO CONTRA SURTO	73
5.3.2	SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS: CONCLUSÃO.....	80
6	UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS.....	81
6.1	GRAUS DE PROTEÇÃO PARA INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS.....	85

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- SUMÁRIO II -

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE - PARTE III: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
6.2	INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - APLICABILIDADE - TERMOPLÁSTICO ABS X AÇO AO CARBONO: Fe + C.....	88
6.2.a	INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS EM TERMOPLÁSTICO ABS...	88
6.2.b	INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS EM CHAPA DE AÇO AO CARBONO.....	89
6.2.c	NOMEAÇÃO DOS PAINÉIS TÉCNICOS PATEC.....	90
6.3	INVÓLUCROS: DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA.....	91
6.3.1	PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MONOCOLUNA.....	91
6.3.1.a	ARMÁRIO: DESCRIÇÃO DAS PEÇAS COMPLEMENTARES - TETO - TAMPAS LATERAIS, TAMPA TRASEIRA, PLACA DE MONTAGEM (92) - BASE SOLEIRA - FECHAMENTO FRONTAL COLUNA PADRÃO (93) - COLUNA PORTINHOLA (94).....	92/93/94
6.3.2	PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MULTICOLUNA.....	95
6.3.3	PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR: CAIXA - PLACA DE MONTAGEM - PORTA.....	96
6.3.4	PAINEL TÉCNICO TIPO MULTIMODULAR CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR.....	97
6.3.5	PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE EMBUTIR: CAIXA - PLACA DE MONTAGEM - MOLDURA.....	98
	PORTA.....	99
6.3.6	SISTEMA DE TRAVAMENTO DAS PORTAS.....	100
6.3.7	OBSTÁCULO.....	101
6.3.8	TRATAMENTO E REVESTIMENTO.....	102

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- SUMÁRIO III -

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE - PARTE III: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
6.3.9	CORES DO REVESTIMENTO.....	106
6.3.9.a	CORES DO REVESTIMENTO PADRÃO MUNSELL.....	107
6.3.9.b	CORES DO REVESTIMENTO PADRÃO RAL.....	109
6.3.10	DIMENSÕES CONSTRUTIVAS PADRONIZADAS.....	111
6.3.11	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO - SAE - AISI.....	113
6.3.12	ESPESSURA DE CHAPA DE AÇO AO CARBONO: USG-MSG	118
6.3.12.a	ESPESSURA PARA ARMÁRIOS.....	119
6.3.12.b	ESPESSURA PARA CAIXA DE SOBREPOR.....	120
6.3.12.c	ESPESSURA PARA CAIXA DE EMBUTIR.....	120
6.3.13	INVÓLUCRO: CONCLUSÃO.....	121
7	UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO.....	122
7.1	DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA (BARRAMENTO).....	122
7.1.1	BARRAMENTO TIPO PENTE.....	122
7.1.2	BARRAMENTO PARA PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO - PRINCIPAL - DE DISTRIBUIÇÃO - DE DERIVAÇÃO - DE NEUTRO - DE TERRA-PE.....	123
7.1.2.a	TRATAMENTO DAS ÁREAS DE CONTATO.....	124
7.1.2.b	PADRÃO DE CORES PARA BARRAMENTO.....	124
7.1.3	BARRAMENTO PARA PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR OU EMBUTIR.....	126
7.1.4	PROCESSOS DE REFINAMENTO DO COBRE.....	127
7.1.5	CONFORMAÇÃO.....	128

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- SUMÁRIO IV -

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - MDE - PARTE III: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
7.1.6	CONFORMAÇÃO ATUAL.....	128
7.1.7	LAMINAÇÃO.....	128
7.1.8	NOSSO PRODUTO: BARRAMENTO.....	129
7.1.9	BARRAMENTO: CONCLUSÃO.....	129
8	CONCLUSÃO GERAL.....	130
9	REFERÊNCIAS.....	131

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- TABELA - I -

- PARTE III - PAINÉIS ELÉTRICOS: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

TABELA	TEMA	PÁGINA
1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS & FUNDAMENTOS.....	13
2	QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS.....	15
3	COMO RECONHECER O PROFISSIONAL ELÉTRICO?.....	15
4	RECONHECIMENTO DA EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL.....	16
5	RESPONSABILIDADES DO PROFISSIONAL.....	16
6	UNIDADES FUNCIONAIS DE PROTEÇÃO.....	17
7	IDR: PADRÃO DE FABRICAÇÃO.....	26
8	CONCEITOS CONSTRUTIVOS: DISJUNTOR NEMA x IEC.....	43
9	NORMAS MUNDIAIS PARA DISJUNTORES: IEC - NEMA.....	44
10	NORMAS BRASILEIRAS PARA DISJUNTORES: NBR NM - NBR	44
11	INFORMATIVOS DO SELO NO MINIDISJUNTOR.....	48
12	MINIDISJUNTORES IEC: CORRENTES NOMINAIS DE FABRICAÇÃO.....	49
13	DISJUNTORES NEMA: CORRENTES NOMINAIS DE FABRICAÇÃO.....	49
14	CURVAS DE DISPARO x TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS.....	52
15	TENSÃO MÍNIMA DE IMPULSO SUPORTÁVEL: Uimp.....	69
16	Uimp - EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS.....	69
17	PADRÃO DE APLICAÇÃO DO DPS.....	73
18	CORES MUNSELL.....	107
19	ENTENDENDO A CODIFICAÇÃO MUNSELL.....	108

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO - - MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- TABELA - II -

- PARTE III - PAINÉIS ELÉTRICOS: - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS - - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
20	MUNSELL: CODIFICAÇÃO DA COR PRETA.....	108
21	MUNSELL: CODIFICAÇÃO DO CINZA AO BRANCO.....	108
22	CORES RAL.....	109
23	ENTENDENDO A CODIFICAÇÃO RAL.....	109
24	DIMENSÕES DE CAIXAS EM ABS.....	111
25	DIMENSÕES PARA ARMÁRIOS.....	111
26	DIMENSÕES PARA CAIXA DE SOBREPOR.....	111
27	DIMENSÕES DO FUNDO PARA CAIXAS DE EMBUTIR.....	112
28	COMPONDO AS DIMENSÕES DA CAIXA DE EMBUTIR.....	112
29	DIMENSÕES DA MOLDURA PARA CAIXA DE EMBUTIR.....	112
30	ENTENDENDO A CODIFICAÇÃO SAE PARA AÇO AO CARBONO.....	114
31	DESIGNAÇÃO SAE PARA ELEMENTOS DE LIGA.....	114
32	ELEMENTOS SECUNDÁRIOS DA LIGA.....	115
33	DESIGNAÇÃO SAE x EQUIVALÊNCIA ABNT.....	116
34	DESIGNAÇÃO SAE STEEL GRADES.....	116
35	ESPESSURA DE CHAPAS DE AÇO AO CARBONO: ABNT x USG x MSG.....	118
36	CHAPA DE AÇO AO CARBONO: ESPESSURA x PESO.....	119
37	ESPESSURA NA FABRICAÇÃO DE ARMÁRIOS.....	119
38	ESPESSURA NA FABRICAÇÃO DE CAIXA DE SOPREPOR.....	120

- MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO -

- MDE -

- “AQUI VOCÊ SE INSPIRA, DEPOIS PARA APRENDER, VOCÊ TRANSPIRA”.

(INSPIRADO EM THOMAS EDISON)

- TABELA - III -

- PARTE III - PAINÉIS ELÉTRICOS:
- INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - UNIDADES FUNCIONAIS -
- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS - BARRAMENTOS

ORDEM	TEMA	PÁGINA
39	ESPESSURA NA FABRICAÇÃO DA CAIXA DE EMBUTIR.....	120
40	BALANCEAMENTO MECANIZADO DO BARRAMENTO TIPO PENTE.....	122
41	BALANCEAMENTO MECANIZADO DO BARRAMENTO TIPO PRINCIPAL CRUZADO.....	125

- MDE - PARTE II -

1 - INTRODUÇÃO -

Este Memorial sobre Eletricidade não terá a pretensão de estabelecer um ponto final sobre o assunto, principalmente no que tange a “Painéis Elétricos”, afinal o interesse é Mundial, contudo, está direcionado aos estudantes, profissionais, pessoas interessadas, aos que se declaram não saber nada, e também relembrar algumas coisas aos que já sabem, portanto foi feito pensando em **Você**.

- MDE - PARTE III -

2 - O QUE SÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?

Para utilização da Energia Elétrica ou simplesmente Eletricidade, são necessárias as estruturas e componentes que permitam a geração e o seu encaminhamento seccionável com segurança até o ponto de conexão para consumo, que viabilizará a condição das Máquinas e Equipamentos em realizar trabalhos. Estas estruturas e componentes são feitos pelo Homem, e o seu agrupamento ordenado por regras recebe o nome de Instalações Elétricas, e que são compostas por:

- Condições acadêmicas: é matéria que ensina como se faz Instalações Elétricas, contribuindo na formação de Engenheiros Elétricos e Técnicos Eletrotécnicos;
 - Normas Técnicas, Jurídicas e Projetos, são as regras que limitam as condições mínimas de execução das Instalações Elétricas;
 - Na Geração: tudo o que for destinado a gerar; fixar; sustentar; conduzir; aterrar; manobrar; proteger; sinalizar; medir; transformar; etc;
 - Na Transmissão em Alta Tensão: são as torres; cabos de alumínio e/ou de cobre; isoladores; distanciadores; aterramentos; etc;
 - Na Transmissão em Baixa Tensão: são os postes; transformadores; isoladores; distanciadores; cabos de cobre e/ou alumínio; unidades religadoras; aterramentos; luminárias; etc;
 - Na Unidade Consumidora: é o ponto de entrega; cabos de cobre; eletrocalhas; eletrodutos; distanciadores; isoladores; aterramento; pára-raios; tomadas; interruptores; sistemas de iluminação; elementos de conexão; medidores de energia; caixas de passagem; Unidades Funcionais; Painéis Elétricos; etc.
- Os grandes objetivos tecnológicos envolvendo Eletricidade são: aperfeiçoar a geração, transmissão, isolação e proteção, desenvolvendo e construindo Unidades Funcionais para fins Elétricos cada vez mais eficazes, fazendo com que o uso da Eletricidade seja feito através de sistemas cada vez mais perfeitos e seguros.

- MDE - PARTE III -

2 - O QUE SÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?

A Norma Técnica ABNT NBR 5410/2004: Instalações Elétricas em Baixa Tensão estabelece, minimamente, quinze princípios fundamentais que quando aplicados nos projetos e execução, podemos firmar a sua realização.

Os princípios se fazem pela ordem a seguir, e que não é dada por grau de importância:

• **TABELA 1 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS & FUNDAMENTOS:**

➤ Item 4 da Norma ABNT NBR 5410/2004:		
- Proteção contra: • Choques elétricos;	- Proteção contra: • Efeitos Térmicos;	- Proteção contra: • Sobrecorrentes;
- Proteção contra: • Sobretensões;	- Circulação de Correntes de falta;	- Serviços de Segurança;
- Desligamento de Emergência;	- Seccionamento;	- Independência da Instalação Elétrica;
- Acessibilidade dos Componentes;	- Seleção dos Componentes;	- Instalação dos Componentes
- Prevenção de efeitos danosos ou indesejados;	- Verificação da Instalação;	• Qualificação Profissional

Salientamos que todos os princípios são importantes, contudo daremos ênfase aos que são destinados a garantir a segurança dos seres Vivos e Patrimônios, assim como das atividades Humanas contra os perigos e danos previsíveis em função da interação com as Instalações Elétricas, que pela Norma se faz pelo que podemos entender sobre:

- Qualificação Profissional; Proteção contra choques elétricos; Proteção contra efeitos térmicos; Proteção contra sobrecorrentes e Proteção contra sobretensões.

- MDE - PARTE III -

2 - O QUE SÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS?

- Qualificação Profissional:
 - O projeto, a execução, a verificação e a manutenção das Instalações Elétricas devem ser confiados somente a pessoas Qualificadas a conceber e executar os trabalhos em conformidade com a norma NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão;

- Proteção contra choques elétricos:
 - As pessoas e os animais devem ser protegidos contra choques elétricos, seja o risco associado a contato acidental com parte viva perigosa, sejam as falhas que possam colocar uma massa acidentalmente em tensão;

- Proteção contra efeitos térmicos:
 - A Instalação Elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio gerado por materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Além disso, em serviço normal, não deve haver riscos de queimaduras para as pessoas e os animais;

- Proteção contra sobrecorrentes:
 - As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos de temperaturas ou solicitações eletromecânicas excessivas e resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possam ser submetidos;

- Proteção contra sobretensões:
 - As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais de ocorrências que possam resultar em sobretensões, como as faltas entre partes vivas de circuitos com tensões diferentes, fenômenos atmosféricos e de manobras.

- MDE - PARTE III -

3 - QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS E PROFISSIONAL -

O ramo de Instalações Elétricas conta com dois tipos de pessoas que exercem Profissões ligadas ao ramo Eletrotécnico, inclusive estão codificadas e classificadas pela tabela 18 da Norma ABNT NBR 5410/2004: Instalações Elétricas em Baixa Tensão.

➤ Estas pessoas são classificadas como: ADVERTIDAS OU QUALIFICADAS:

• TABELA 2 - QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS

➤ TABELA 18 - COMPETÊNCIA DAS PESSOAS - NBR 5410/2004:			
Código	Classificação	Características	Onde se reúnem?
BA - 1	COMUNS	PESSOAS INADVERTIDAS - A GRANDE MAIORIA	EM TODOS OS LUGARES.
BA - 2	CRIANÇAS	EM LOCAIS A ELAS DESTINADOS	CRECHES E/OU ESCOLAS.
BA - 3	INCAPACITADAS	INCAPACITADOS FÍSICA OU INTELECTUALMENTE	CASAS DE REPOUSO E/OU UNIDADES DE SAÚDE
BA - 4	ADVERTIDAS	Pessoas suficientemente informadas ou que estão sendo supervisionadas por pessoa Qualificada, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade.	Geralmente no Departamento de Manutenção e/ou Operação, seja de uma obra ou empresa. São os Eletricistas formados pela prática através de sua relação diária com a Eletricidade. Em certas condições a própria estrutura da Empresa lhe proporciona alguma teoria.
BA - 5	QUALIFICADAS	Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da Eletricidade.	Geralmente no Departamento de Engenharia ou Técnico, seja de uma obra ou empresa. São os Engenheiros e/ou Técnicos formados em Universidades ou Escolas de Ensino Técnico.

➤ Como reconhecer tais Profissionais?

• TABELA 3 - COMO RECONHECER O PROFISSIONAL ELÉTRICO?

Código	Classificação	➤ Procedimento para Reconhecimento do Profissional:
BA - 4	ADVERTIDAS	- Faz-se através dos registros em Carteira Profissional; - Que possuam Certificados de cursos ministrados pelo SENAI, ou instituições similares, que por enquanto não dão direito ao registro no CONFEA/CREA;
BA - 5	QUALIFICADAS	- É através de documentação única gerada pelo Conselho Federal e emitida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia: - O primeiro em condição Nacional - CONFEA; - O segundo em condição Regional - CREA-emissor; - O CREA-emissor pode ser consultado quanto à veracidade dos documentos apresentados;

- MDE - PARTE III -

3 - QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS E PROFISSIONAL -

- Como estabelecer o quanto de experiência o Profissional possui?

• **TABELA 4 - RECONHECIMENTO DA EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL:**

Código	Classificação	➤ EXPERIÊNCIA:
BA - 4	ADVERTIDAS	• É através da condição temporal dos registros; • E se possível acompanhado de uma relação de obras das quais participou, informando as respectivas capacidades energéticas: kVA e Ue; e a que se destinavam: Hospital; Indústria; Prédios Comerciais, etc.
BA - 5	QUALIFICADAS	• É através de registros em Carteira Profissional, na condição de pessoa física; • É através de Contrato Social na condição de pessoa Jurídica; • Em ambos os casos seguidos das Anotações de Responsabilidades Técnicas: ART, evidenciando ao que se refere: Projeto; Execução; Projeto + Execução; Fiscalização; etc. • A Anotação deve conter relato a que se refere, e este relato deverá estar devidamente registrado no CREA, tanto do local do serviço quanto do CREA-emissor.

- Quais são as Responsabilidades destas pessoas em relação às Instalações Elétricas;

• **TABELA 5 - RESPONSABILIDADES DO PROFISSIONAL:**

Código	Classificação	➤ RESPONSABILIDADES:
BA - 4	ADVERTIDAS	• No que tange aos Eletricistas, são os que executam fisicamente as Instalações Elétricas, interpretando projetos e seguindo as orientações das pessoas Qualificadas; • Não respondem Juridicamente ou Tecnicamente pelas Instalações;
BA - 5	QUALIFICADAS	• No que tange aos Técnicos em Eletrotécnica, lhes são atribuídos responsabilidades em baixa tensão de até 800 kVA; • No que tange aos Engenheiros Elétricos, lhes são atribuídos responsabilidades totais; • Em ambos os casos respondem Juridicamente e Tecnicamente pela compatibilização dos projetos e execução das Instalações Elétricas; • Para ambos geram ART;

- Na prática estes princípios passam a ser fisicamente existentes, quando a Instalação Elétrica é feita por pessoas Advertidas orientadas por pessoas Qualificadas, que de forma consciente identificam e aplicam Unidades Funcionais para fins Elétricos que cumpram com os princípios a que se destinam.
- No entanto o que são Unidades Funcionais?

- MDE - PARTE III -

4 - O QUE SÃO UNIDADES FUNCIONAIS?

Num Painel Técnico Elétrico, classificado pela Norma NBR IEC 60439-1 como Conjunto de Manobras e Controle de Baixa Tensão, os componentes que individualmente formam este Conjunto incluindo o invólucro, podem conforme termo normativo, ser chamados genericamente de Unidades Funcionais que quando arranjados projetadamente, têm a função de cumprir com os princípios fundamentais de uma Instalação Elétrica, e que neste caso se fazem por:

- ❖ Fazer parte das Instalações Elétricas;
- ❖ **ABRIGAR E PROTEGER:** Os usuários, as outras Unidades Funcionais e o próprio ambiente de instalação: Ação feita pelo Invólucro;
- ❖ **MANOBRAR:** Ação feita através dos Disjuntores; Chaves; Contatores; Variadores ou Inversores de Frequência;
- ❖ **CONTROLAR:** Ação feita pelo Conjunto das Unidades Funcionais;
- ❖ **CONDUZIR:** Ação feita através dos cabos e barramentos de cobre eletrolítico;
- ❖ **MEDIR:** Ação feita através dos medidores de grandezas elétricas;
- ❖ **PROTEGER:** Ação feita através dos Disjuntores, Fusíveis, Interruptores Diferenciais Residuais, Dispositivos protetores contra surtos;
- ❖ A mesma Unidade Funcional pode conter funções múltiplas, por exemplo: Disjuntor: serve tanto para manobrar quanto proteger.

Salientamos que todas as Unidades Funcionais são importantes, contudo daremos ênfase às que são destinadas a garantir a segurança dos seres Vivos e Patrimônios, assim como das atividades Humanas contra os perigos e danos previsíveis em função da interação com as Instalações Elétricas, que pela Norma se faz pela aplicação de:

• **TABELA 6 - UNIDADES FUNCIONAIS DE PROTEÇÃO**

❖ Unidade Funcional para:	❖ Unidade Funcional para:
• Proteção contra Choques elétricos;	• Proteção contra os efeitos Térmicos;
❖ Unidade Funcional para:	❖ Unidade Funcional para:
• Proteção contra Sobrecorrentes;	• Proteção contra Sobretensões;
❖ Unidade Funcional para abrigar todas as outras Unidades Funcionais:	
• Invólucros de Elétricos	
❖ Barramentos Condutores em Cobre Eletrolítico	

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

Primeiramente a própria Instalação Elétrica deve gerar proteção contra Choques Elétricos, levando ao potencial da Terra as Máquinas e Equipamentos que realizam trabalhos através do consumo da Energia Elétrica, e que neste caso se faz através dos condutores identificados como:

- ❖ **CONDUTOR NEUTRO:** condutor usado em circuitos Trifásicos + Neutro: F/F/F + N; ou Bifásicos + Neutro: F/F + N; ou Monofásicos: F+N. Este condutor é mantido ao potencial da Terra, por isto é chamado de Neutro Aterrado.

Dependendo do Esquema de Aterramento, este condutor também pode ser designado para função PEN.

O condutor Neutro é reconhecido por ser obrigatoriamente de cor Azul Claro;

- ❖ **CONDUTOR PEN:** Condutor que combina, simultaneamente, as funções de Neutro e de Proteção PE.

O condutor PEN é de cor Azul Claro;

- ❖ **CONDUTOR PE: PROTECTIVE EARTH:** possível tradução: Proteção Terra. Condutor também conhecido popularmente como Terra, que é usado em todos os circuitos. A carcaça metálica de máquinas e equipamentos como: motores, chuveiros, torneiras elétricas, máquina de lavar roupas, etc., devem estar, por ação do Condutor PE, conectados ao potencial da Terra.

O Condutor PE é reconhecido por ser obrigatoriamente de cor Verde ou Verde/Amarelo;

- ❖ São introduzidos em uma Instalação Elétrica por condição normativa intitulada de “Esquema de Aterramento”.

- ❖ Para realização do Esquema de Aterramento, devemos sempre consultar a Norma NBR 5410-2004 juntamente com as recomendações publicadas pela Concessionária local, por exemplo, na cidade de São Paulo: LIG 2005 - Livro de Instruções Gerais - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição - publicado e distribuído pela Eletropaulo.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

As condições normativas para o Esquema de Aterramento são bem amplas, no entanto em Esquema Global se usa: “TN-C-S” que depois do Centro de Medição ou do primeiro Painel Elétrico incluindo ele próprio, passa para: “**TN-S**”. Além de ser Esquema Global, este é o esquema recomendado pela norma NBR 5410-2004.

- Todos os nossos produtos estão baseados nesta condição.
- As indicações dos Esquemas de Aterramento se fazem por três ou quatro letras maiúsculas do alfabeto latino:
- ❖ 1ª Letra: indica no Esquema de Aterramento, a sua condição de relação com a Terra:
 - **A 1ª Letra pode ser a letra: “T” de Terra; ou “I” de Isolado;**
 - **T = um ponto diretamente aterrado;**
 - **I = isolamento de todas as partes vivas em relação com a Terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância.**
- ❖ 2ª Letra: indica no Esquema de Aterramento, a condição das massas da Instalação Elétrica em relação com a Terra:
 - **A 2ª Letra pode ser: “T” de Terra; ou; “N” de Neutro:**
 - **T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação;**
 - **N = massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado, que neste caso é o Neutro quando em corrente alternada.**
- ❖ A primeira e a segunda letras são sequenciais, a terceira e quarta são separadas entre si e ambas das duas primeiras: **TN-C-S**.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- ❖ As duas últimas letras se referem ao posicionamento do condutor Neutro e condutor de Proteção Terra - PE: **TN-C-S; TN-S; TN-C:**
 - A 3ª letra pode variar entre: "C" de Combinado, ou "S", de Separado;
 - A 4ª letra, se existir, geralmente é o "S";
 - C = funções de Neutro e de Proteção Terra combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação;
 - **S = funções de Neutro e de proteção Terra asseguradas por condutores Separados, ou seja, é aplicado um condutor para cada função ao longo de toda a instalação.**
- **TN-S: É o esquema recomendado pela NBR 5410. Depois do Centro de Medição e/ou a partir do primeiro Painel Técnico Elétrico de Distribuição, incluindo ele próprio, é o Esquema de Aterramento previsto em nossos produtos.**
- ❖ **As funções de proteção Terra e de Neutro são feitas por condutores Separados ao longo de toda a instalação;**
 - ✓ TN-C = as funções de proteção Terra e de Neutro são **Combinadas** em condutor único ao longo de toda a instalação;
 - ✓ TN-C-S = as funções de proteção Terra e de Neutro são **Combinados** em parte da instalação em condutor único, e a outra parte as funções são por condutores **Separados**.
- **O Esquema de Aterramento TN-C-S é Global;**
- **Sua aplicação corresponde ao que podemos chamar de:**
 - ✓ 1ª Etapa do Esquema de Aterramento, ou ainda: Fase Primária do Esquema de Aterramento;
- **Quando passa para TN-S, podemos chamar de:**
 - ✓ 2ª Etapa do Esquema de Aterramento, ou ainda: Fase Secundária do Esquema de Aterramento;
 - ✓ A 2ª Etapa sempre estará diretamente conectada à 1ª Etapa.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

Geralmente a Concessionária de Energia entrega a proteção em esquema TN-C-S, portanto usando o condutor de proteção em condição PEN, e a cor do cabo da Concessionária é Preta. Quando a Concessionária chega ao ponto de entrega da Energia a uma Unidade Consumidora, o ponto de entrega deve estar em cor azul clara e o esquema de proteção continua em TN-C-S.

O condutor PEN que está em esquema TN-C-S se conecta a Instalação tanto de uma Unidade Consumidora Coletiva, como de uma Unidade Consumidora Individual:

- Unidade Consumidora Coletiva Multifamiliar, por exemplo: Prédios Residenciais;
- Unidade Consumidora Coletiva Multiempresarial, por exemplo: Prédios Comerciais;
- Unidade Consumidora Individual Unifamiliar, por exemplo: Casa;
- Unidade Consumidora Individual Unipresarial, por exemplo: Indústria ou restaurante.

O condutor PEN pode se conectar na Instalação em condição Direta ou Indireta:

- A condição Direta ou Indireta se faz pela referência do Barramento de Equipotencialização Principal - BEP:
 - **Condição Direta:** é quando conectamos o condutor de proteção PEN, que está em esquema TN-C-S, diretamente ao Barramento de Equipotencialização Principal - BEP, e depois conectamos ao Barramento de Neutro localizado no Centro de Medição ou no primeiro Painel Técnico Elétrico da Instalação;
 - **Condição Indireta:** é quando conectamos o condutor PEN, que está em esquema TN-C-S, primeiramente no Barramento de Neutro localizado no Centro de Medição ou no primeiro Painel Técnico Elétrico, e depois conectamos no BEP.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- Por sua vez, o Barramento BEP está conectado no Eletrodo de Aterramento da Instalação, e nesta condição o condutor PEN está Aterrado, independentemente se está conectado ao BEP em condição Direta ou Indireta. O termo apropriado a esta condição é: Neutro Aterrado;
- Eletrodo de Aterramento: Eletrodo é um condutor metálico de cobre ou aço galvanizado enterrado de forma horizontal a 50 cm de profundidade, circundando toda a Edificação. Eletrodos também podem ser em forma de hastes de aço recobertas com cobre (cooperweld), com dimensões de:
 - comprimento: 2,40 ou 3,00 m;
 - diâmetro: 1,60 cm;
 - e que são cravados contra a Terra por meio de percussão;
- Com o Condutor PEN Aterrado pelo Barramento BEP, o Esquema de Aterramento já está preparado para ser alterado de: TN-C-S para TN-S;
- Isto ocorrerá quando se lançar um condutor para Neutro, e outro condutor de Proteção PE;
- A partir do BEP, o condutor de proteção poderá ainda estar em condição PEN, contudo ao se chegar próximo aos Medidores de Energia, Neutro e Terra já devem ser por condutores distintos. Os condutores de Fases e Neutro são conectados ao Medidor, com Terra passando direto.
- O condutor Terra deverá estar conectado à todas as estruturas metálicas da Edificação, incluindo os pontos elétricos.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

Em toda Edificação alimentada por linha elétrica em Esquema de Aterramento TN-C-S, o condutor PEN deve ser separado após o Centro de Medição ou a partir do primeiro Painel Técnico Elétrico de Distribuição, em condutores distintos para as funções de Neutro, na cor azul clara, e de condutor de Proteção - PE na cor verde.

✓ **Globalmente o Esquema de Aterramento é TN-C-S;**

✓ **Processo fundamental nas questões envolvendo Choques Elétricos;**

✓ **No entanto o que é Choque Elétrico?**

- Choque Elétrico: é quando existe a passagem da corrente elétrica pelo corpo humano ou de animais:
 - Acontece quando fazemos contato em algo que tenha a passagem da Eletricidade;
 - Geralmente ocorre em aparelhos elétricos: por exemplo: Porta de geladeira; balcão de bar; estufas de salgadinhos; torneira de água do chuveiro; as tomadas; etc;
 - Pode ocorrer em função da falha da isolação, seja dos condutores, das Máquinas ou Equipamentos onde as partes energizadas estão expostas e encostadas em envoltórios metálicos, que por isto, passam a ter função condutora;
 - Ou ainda por Instalações em que a proteção por aterramento esteja inadequada, ou interrompida;
 - Por contato direto, principalmente envolvendo crianças que ainda estão engatinhando, e que também são movidas pela curiosidade múltipla que as “coisas” despertam.
- Para proteção contra choques elétricos, existe Unidade Funcional que faz a proteção pelo somatório algébrico do Diferencial Residual das correntes que percorrem os condutores vivos.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- Existem dois tipos de Unidades Funcionais que além da interrupção por acionamento manual, fazem em condição automática, a proteção contra choques elétricos por Diferença Residual. Estas Unidades são conhecidas como:
 - ❖ Disjuntor Diferencial Residual - DDR: oferecendo três condições de proteção:
 - Proteção contra a diferença residual;
 - Proteção contra sobrecarga: Corrente danosa causada pela elevação da temperatura em presença constante e acima do previsto;
 - Proteção contra curto-circuito: Corrente danosa e que se apresenta instantaneamente muito acima do previsto, causada pelo contato direto entre dois condutores vivos ou entre um condutor vivo e outro de proteção;
 - ❖ Interruptor Diferencial Residual - IDR: oferece a proteção contra a diferença residual. Nesta unidade, não estão incorporados os elementos de proteção contra Sobrecarga e Curto-circuito.
- A Diferença Residual é medida por um transformador de corrente que está dentro da Unidade Funcional:
 - Agregado ao transformador existe dispositivo para sua proteção;
 - Os condutores de Fase(s) e Neutro passam pelo núcleo do transformador;
 - Normalmente os efeitos das correntes entre os condutores se anulam, no entanto se existir diferenças entre correntes, gera no secundário do transformador uma tensão induzida, que aciona automaticamente as proteções, fazendo com que os contatos elétricos passem da condição fechada para aberta, seccionando a passagem da tensão e corrente.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- A Unidade Funcional de proteção contra a Diferença Residual é caracterizada pela passagem de duas correntes:
 - Uma que é aquela prevista para as atividades normais, e que geralmente é dada em ampères: A;
 - A outra é tida como danosa que provoca a tensão induzida no secundário do transformador, que neste caso determina a abertura da Unidade Funcional, e que é dada em miliampères: mA, ou mesmo em ampères: 30 mA = 0,03A;
 - Uma determinada corrente, que é indesejada, provoca a abertura da Unidade Funcional Diferencial Residual. Esta capacidade da Unidade abrir pela presença da corrente não desejada, é chamada, muito adequadamente de:
 - Corrente de Sensibilidade, ou simplesmente: Sensibilidade;
 - A Unidade Funcional, portanto, tem que disponibilizar duas informações: a corrente nominal de serviço, e a corrente diferencial ou de sensibilidade, por exemplo:
 - Corrente Nominal: $I_n = 63A$;
 - Corrente Diferencial: $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$, ou, 0,03A.

- A Unidade Funcional para proteção contra a Diferença Residual se classifica em:
 - ❖ **Alta sensibilidade:** $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$;
 - ❖ **Baixa sensibilidade:** $I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- A escolha entre as duas sensibilidades se dá pelo objetivo ao que se quer proteger:
 - ❖ **Alta Sensibilidade:** $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ “para proteção da Vida”;
 - ❖ **Baixa Sensibilidade:** $I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$ “para proteção do Patrimônio”;
 - ❖ Dependendo das circunstâncias, a proteção contra a Diferença Residual também contribui para evitar incêndios;
 - ❖ Se a escolha for para proteção da Vida, automaticamente o Patrimônio também estará inserido. Inversamente, esta relação deixa de ser verdadeira quando o contato é direto;
 - ❖ Em um Painel Técnico Elétrico pode, simultaneamente, conter Unidade Funcional tanto com Alta Sensibilidade como com Baixa Sensibilidade;
 - ❖ Em ambientes chamados de áreas molhadas: Cozinha; Banheiro ou Área de Serviço se usa somente o de Alta Sensibilidade.
- Geralmente a comercialização padronizada disponibiliza a Unidade Funcional Diferencial Residual em:

• TABELA 7 - IDR: PADRÃO DE FABRICAÇÃO -

➤ Número de pólos	DOIS PÓLOS	QUATRO PÓLOS
➤ Condutores ligados	F+F ou F+N	F+F+N ou F+F+F+N
➤ Corrente de Serviço: In	25; 40; 63A	25; 40; 63; 80; 100; 125A
➤ Corrente de Sensibilidade: $I_{\Delta n}$	30 mA; 300 mA.	30 mA; 100 mA; 300 mA e 500 mA;
➤ O disparo é instantâneo;		
➤ As Correntes de Sensibilidade mais utilizadas são: $I_{\Delta n}$: 30 mA ou 300 mA;		
➤ Existem vários outros tipos de Unidades Funcionais destinadas à proteção contra a Diferença Residual, no entanto as indicadas acima são as mais usadas.		

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- As Máquinas e Equipamentos monitorados pela proteção contra a Diferença Residual devem estar compatibilizados para esta condição, como por exemplo:
 - Chuveiros: a resistência deve ser blindada, ou ainda algum outro processo que viabilize a condição de uso, caso contrário o dispositivo vai desarmar. Muitos consumidores ou mesmo profissionais, entendem a proteção como “**problema**”;
 - ❖ A ocorrência do desarme vai acontecer se:
 - ✓ Na Instalação Elétrica forem usados aparelhos de baixa tecnologia;
 - ✓ Existir desvio de qualquer um dos condutores vivos, inclusive do Neutro. A Proteção contra o Diferencial não permite desvios do circuito monitorado;
 - ✓ Estes desvios também são conhecidos como: gambiarra ou gato;
 - ✓ Se o profissional não estiver atualizado em relação aos limites que a Unidade Funcional Diferencial Residual impõe ao uso da Eletricidade.
 - Esta qualidade de proteção também gera elevação dos custos, que para exemplificar, voltamos ao Chuveiro:
 - Chuveiros comuns, de resistência aberta, custam em torno de R\$ 40,00, contudo a proteção frustra o seu funcionamento;
 - Chuveiros compatibilizados custam algo entre R\$ 100,00 e R\$ 150,00.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- ❖ A posição de instalação do Interruptor Diferencial Residual, em relação à carga define também a sua seletividade:
 - ✓ SELETIVIDADE “S” - Quando a Montante da carga;
 - ✓ SELETIVIDADE “K” - Quando a Jusante da carga;
- ❖ A Montante da carga é quando a Unidade Funcional controla todo o fluxo de corrente e tensão aplicada em uma Edificação. Nesta condição, caso haja a corrente que provoque sua abertura, toda a Unidade Consumidora ficará sem Energia Elétrica;
- ❖ A Jusante da carga é quando a Unidade Funcional controla o fluxo de corrente e tensão aplicada em um ponto específico do circuito elétrico da Edificação, por exemplo:
 - Circuito Elétrico do Chuveiro. Nesta condição, caso haja a corrente de disparo da sensibilidade, somente este circuito será desligado;
 - Imagine:
 - Forno microondas, geladeira, máquina de lavar roupa, tomadas da sala, do quarto, da cozinha: cada um destes nomes corresponde a um circuito elétrico, e para cada um deles se aplicarmos a proteção contra a Diferença Residual, seria muito bom porque um não interferiria no funcionamento do outro;
 - É uma solução ideal, muito eficaz e de muita qualidade no que se refere ao uso da Energia Elétrica com proteção;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- ❖ Na condição financeira, esta qualidade de proteção se aplicada a cada circuito elétrico de uma residência, encareceria demasiadamente a instalação, agora se, por exemplo, em uma Cozinha Industrial este encarecimento é diluído pela forma com que as máquinas irão operar, acompanhe:
 - Lembre-se: Cozinha é ambiente molhado, portanto a proteção se dá por Alta Sensibilidade: $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$: **para proteção da Vida;**
 - Se uma máquina deixa de funcionar pela atuação da proteção, as outras continuam em funcionamento;
 - Agora, se existir a proteção por agrupamento de máquinas, até se localizar a que está causando o disparo da proteção, que inclusive pode ser mais do que uma, todo o agrupamento deixou de produzir, e neste caso máquina parada é prejuízo, e em grupo, é pior ainda;
- A Unidade Funcional para proteção contra a Diferença Residual interfere no tipo de onda senoidal que um determinado aparelho elétrico consome, por exemplo:
 - Uma lâmpada incandescente, ou mesmo várias: consomem, sem interferir, senóide de lado positivo e negativo muito bem definida, chamada também de senóide de onda completa, que é característica normal das Correntes Alternadas;
 - Equipamentos Eletrônicos em geral, possuem componentes como transistores, tiristores, transdutores, etc., onde um equipamento pode até não influir, agora vários tendem a agir na senóide que neste caso lhes dão característica de:
 - Correntes residuais alternadas e contínuas pulsantes, ou ainda;
 - Correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e/ou contínuas puras;
 - A senóide de onda completa se transforma em meia onda ou quadrática, e nisso surge aquecimento, muitas vezes provocando o aumento de corrente.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.1 - CHOQUES ELÉTRICOS -

- A condição senoidal consumida pela Máquina ou Equipamento que está realizando um trabalho, estabelece condição de classificação, através da qual foram desenvolvidas Unidades Funcionais Diferencias Residuais compatíveis com a onda senoidal presente durante o consumo da Energia Elétrica, que são:
- ❖ IDR tipo **AC**: Detecta correntes residuais alternadas. Normalmente são utilizados em instalações elétricas residenciais, comerciais e prediais, e também em instalações elétricas industriais de características similares às anteriores;
- ❖ IDR tipo **A**: Detecta correntes residuais alternadas e contínuas pulsante. Este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alteram a forma da onda senoidal através do pulso de funcionamento. Por exemplo: equipamentos microprocessados de raios-X;
- ❖ IDR tipo **B**: Detecta correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e contínuas puras. Este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos de corrente normalmente trifásicos que possuam, em sua forma de onda, partes senoidais tipo meia onda, ou ainda, formas de ondas de correntes contínuas, e que geralmente, são geradas por cargas como as de equipamentos eletro médicos, como por exemplo: equipamentos geradores de imagens, tais como: equipamentos microprocessados de raios-X, ultrassonografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética, cintilografia, densitometria, etc.;

5.1.1 - CHOQUES ELÉTRICOS:

CONCLUSÃO

- ✓ Para proteção contra Choques Elétricos, vimos que para se efetivar a condição protetora é necessário existir um Esquema de Aterramento eficaz e ainda complementado por Unidade Funcional de proteção contra correntes surgidas por Diferenças Residuais, portanto usamos duas soluções para se cumprir minimamente um dos princípios fundamentais que as Instalações Elétricas devem oferecer;
- ✓ O Profissional Qualificado pode adicionar outras soluções sempre no sentido de aumentar a proteção contra Choques Elétricos, estabelecendo segurança nas atividades Humanas quando associadas ao uso da Eletricidade.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.2 - SOBRECORRENTES DE SOBRECARGA E/OU CURTO-CIRCUITO -

- A Energia Elétrica para chegar às Máquinas e Equipamentos com o objetivo de permitir a realização de trabalho, normalmente é conduzida às tomadas por meio de fios e/ou cabos geralmente feitos de cobre, que de maneira geral são chamados de Condutores:
 - ❖ Condutor: elemento metálico, preferencialmente não ferroso, e de baixa impedância;
 - ❖ O Condutor que parece ser de forma redonda é chamado de fio ou cabo, e a condição redonda é chamada de seção;
 - ❖ A seção é informada em “mm²”. Geralmente está revestido por material isolante: PVC, EPR ou XLPE, onde o mais utilizado é o de PVC. Cabe ao profissional Qualificado estabelecer qual será o material isolante do condutor;
 - ❖ Fios: é quando a seção é maciça, apresentando rigidez no manuseio;
 - ❖ Cabo: é quando a seção é formada pelo conjunto de fios enrolados, com flexibilidade variável;
 - ❖ Fio: é fabricado até a seção máxima de 10 mm²;
 - ❖ Cabo: a fabricação é bastante variada: vai de 0,1 mm² até 500 mm², contudo, a maior seção padrão de mercado é 240 mm²;
 - ❖ Para cada seção de cabo ou fio, lhe é permitido conduzir uma determinada quantidade de corrente, que é dada em ampères: A;
 - ❖ Também existem as barras chatas de cobre, que quando aplicadas em Painéis Elétricos, recebem o nome de Barramento;
 - ❖ A escolha da seção se faz por cálculos da corrente e tensão que deverão fluir pelo condutor, auxiliado por tabelas e condições de instalação;
 - ❖ Acontece que qualquer elemento condutor de uma Instalação Elétrica precisa receber proteção contra: falta; falha; defeito; sobrecarga e curto-circuito.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.2 - SOBRECORRENTES DE SOBRECARGA E/OU CURTO-CIRCUITO -

- Em condições elétricas os termos: falta; falha; defeito; sobrecarga e curto-circuito significam:
 - ✓ Defeito: ocorre pela alteração física de uma Máquina ou Equipamento, que neste caso pode ocorrer, por exemplo, pelo mau que comprometa a sua isolação;
 - ✓ Falha: é o rompimento da capacidade de trabalho a que se destina;
 - ✓ Falta: é o contato ao arco accidental entre partes com potencial diferentes;
 - ✓ Um defeito pode dar origem a uma falha, e esta causar uma falta;
 - ✓ Sobrecarga: é o termo para identificar que em um circuito elétrico existe corrente superior ao projetado, sem que haja falta elétrica, ocasionado pelo aumento de aparelhos na rede elétrica.
 Neste caso houve um aumento de potência que sobre a mesma tensão, provoca aumento de corrente, contudo, esta corrente é inferior ou igual a 10 vezes a corrente de projeto em condições normais de funcionamento.
 Num condutor a passagem de corrente gera calor que quando previsto por cálculos não gera dano, portanto existe um equilíbrio entre corrente e temperatura. Nestas condições a corrente de sobrecarga gera uma temperatura maior do que a prevista, exigindo que a proteção seja feita por disparador Térmico.
 - ✓ Curto-Circuito: é o termo aplicado para indicar que em um circuito elétrico ocorre uma falta, surgida pelo contato direto entre dois condutores de potenciais elétricos diferentes, como por exemplo, entre os condutores: Fase e Fase; Fase e Neutro ou Fase e Terra.
 Neste caso a corrente é superior a 10 vezes a corrente de projeto.
 A proteção é feita por disparador Magnético.
- Para proteção das Instalações Elétricas contra sobrecargas e curtos-circuitos, usamos basicamente dois tipos de Unidades Funcionais que são:
 - ❖ Fusível e/ou Disjuntor Termomagnético.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.2 - SOBRECORRENTES DE SOBRECARGA E/OU CURTO-CIRCUITO -

- Fusíveis e/ou Disjuntores Termomagnéticos são dimensionados e aplicados com a função de proteger os Condutores das Instalações Elétricas;
 - A proteção das Pessoas ou Aparelhos Elétricos não é função específica do Fusível ou Disjuntor;
 - Não é função específica, contudo, quando aplicados podem, por consequência, salvar vidas;
 - Acontece também que é comum num circuito existir somente um Aparelho, por exemplo: Circuito de Chuveiro ou Torneira Elétrica, e neste caso o Disjuntor, acaba fazendo a proteção do Aparelho por consequência;

5.2.1 - UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL -

- É constituído por um condutor de seção reduzida que recebe o nome de: elo fusível, que é montado e envolto em base de material isolante. Na presença de correntes elevadas, o elo fusível deve abrir, interrompendo a passagem da sobrecorrente antes que cause danos às instalações.
- Características:
 - ❖ **Corrente Nominal:** corrente que o fusível deve suportar continuamente;
 - ❖ **Corrente de ruptura:** corrente que o fusível consegue interromper, caso seja acima deste valor haverá sustentação do arco;
 - ❖ **Corrente convencional de atuação:** corrente que provoca a atuação do dispositivo de proteção dentro de um tempo convencional;
 - ❖ **Curva características:** é a relação entre tempo x interrupção; em função da corrente;
 - ❖ **Elo Fusível:** pode ser feito de chumbo ou de cobre recoberto com zinco.
A sobrecorrente aumenta a temperatura, que provoca a formação de uma liga com resistência elétrica maior, e nisto a dissipação da potência se eleva causando o rompimento do Elo.

- MDE - PARTE III -

5.2.1 - UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL -

- Os fusíveis podem ser de ação Rápida ou Retardada:
 - ❖ Para ação Rápida, o elo fusível é de seção reduzida no centro onde ocorrerá a fusão;
 - ❖ Para ação Retardada, é utilizado acréscimo de massa que vai absorver parte do calor na seção reduzida do elo, provocando o retardamento da fusão;

- Existem fusíveis que não atendem aos processos normativos:
 - ❖ São conhecidos como Fusível Rolha ou Fusível Cartucho tipo virola ou faca;
 - ❖ Geralmente eram destinados ao uso caseiro e de pequenos comércios;
 - ❖ Os projetos elétricos das novas Edificações, ou mesmo das antigas que passam por reformas, não usam mais este tipo de Fusível;

- As Instalações Elétricas das novas Edificações ou mesmo das reformadas, usam Fusíveis normalizados, e que são conhecidos como Diazed ou NH:
 - ❖ **Tipo Diazed:** construído em corpo cilíndrico de porcelana, fechado nas extremidades por tampa de metal por onde também é feito o contato elétrico, apresentando um indicador de fusão.
 A sua aparência nos faz lembrar uma garrafa, com dimensões bem reduzidas.
 São fabricados nas correntes entre 2A e 100A com elevada corrente de ruptura, na ordem de 100 kA, de ação Rápida ou Retardada;

 - ❖ **Tipo NH:** NH é a abreviatura para: Niederspannungs Hochleistungs, que do alemão significa: Baixa Tensão Alta Capacidade de Interrupção.
 Construído em porcelana ou esteatita, de seção quadrada e terminais tipo faca, possuindo indicador de fusão.
 São fabricados nas correntes entre 6A e 1200A, com capacidade de 120 kA ou 200 kA, de ação Rápida ou Retardada;
 Os fusíveis correspondem a condição unipolar, tanto o Diazed quanto o NH, que ao serem rompidos precisam ser substituídos;

- MDE - PARTE III -

5.2.1 - UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL -

- Os estudos elétricos começaram em condição macro, ou seja, o fenômeno na sua forma ampla. Com a evolução dos estudos, dos equipamentos e das novas necessidades, academicamente foi necessário criar uma relação específica para o tipo de carga que um determinado produto consome. Avalie os exemplos:
 - ❖ Chuveiro: a carga elétrica é do tipo resistivo, porque se faz por uma resistência aberta e imersa na água. Este tipo de carga foi classificado de: Carga Resistiva;
 - ❖ Lâmpada Incandescente: na sua construção também existe, o que podemos considerar como resistência, contudo ela está fechada no vácuo, portanto em condição diferente da resistência aberta;
 - ❖ Se em ambas o funcionamento se faz por resistência, contudo aplicadas em condições diferentes, a condição de uso da carga foi chamada de: “Categoria de Utilização”:
 - ✓ Categoria de Utilização AC. 1: para chuveiro; torneira elétrica;
 - ✓ Categoria de Utilização AC.5.b: para lâmpada Incandescente;
 - ✓ Categoria de Utilização AC. 3: para motores;
 - ✓ Existem várias outras Categorias de Utilização, que também vão estar associadas ao tipo de Tensão: Alternada: Vca; ou Contínua: Vcc;
 - ✓ Vamos nos concentrar em alternada e em baixa tensão.
- Se a carga é dada por “Categoria de Utilização”, então precisamos de Unidades Funcionais condizentes a uma destas categorias.

- MDE - PARTE III -

5.2.1 - UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL -

- Através da “Categoria de Utilização”, se desenvolve o Fusível, que recebe códigos representados por letras do alfabeto latino:
 - ❖ São duas letras:
 - ❖ A primeira letra, que é minúscula, indica o tipo de sobrecorrente de atuação, que podem ser:
 - ✓ “a”: atuação para sobrecarga e curto-circuito;
 - ✓ “g”: atuação somente para curto-circuito.
 - ❖ A segunda letra, que é maiúscula, indica o tipo de equipamento a ser protegido:
 - ✓ “L/G”: proteção de cabos e uso geral;
 - ✓ “M”: proteção de motores;
 - ✓ “R”: proteção de circuitos mistos ou com semicondutores.
 - ❖ Os processos normalizados de construção classificam os Fusíveis em:
 - ✓ **gG**: para proteção de circuitos contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito, para uso doméstico, e corrente nominal até 100A;
 - ✓ **gM e aM**: para proteção contra curto-circuito. Este tipo de Fusível não possui proteção contra sobrecarga, e são usados para proteção de motores.
 - ❖ No processo de combinação entre: tipo de sobrecorrente x tipo de equipamento x processos construtivos, geraram os fusíveis:
 - ✓ **gL/gM**: fusível para proteção de cabos e uso geral. Na condição de uso geral a precisão não é eficaz. Popularmente é conhecido como fusível retardado;
 - ✓ **aM**: Usado para proteção de motores. Popularmente gera conflito na classificação porque não se sabe direito se é tido como rápido ou retardado;
 - ✓ **aR**: fusível para proteção de semicondutores, como por exemplo: Inversores de Frequência aplicados para manobra de motores. Popularmente é chamado de ultrarrápido, para se diferenciar dos outros.

- MDE - PARTE III -

5.2.1 - UNIDADE FUNCIONAL: FUSÍVEL -

- De maneira geral, os Fusíveis não são protetores eficazes quando o assunto é tratado em torno da proteção Térmica, no entanto, quando é tratado sob o ponto de vista da proteção Magnética, a sua eficácia é considerada muito boa, principalmente quando falamos em alta capacidade de ruptura.
- No caso dos motores a proteção térmica se faz pela associação ao contator, de um Relé composto por três lâminas Bimetálicas com dispositivo de proteção simultâneo. A passagem de uma determinada corrente faz com que as lâminas se dilatem. Se a corrente for superior ao previsto os dispositivos de segurança fazem a conexão dos pólos elétricos abrirem. Se uma das lâminas não dilatar, existe um dispositivo de proteção que detecta esta falta de dilatação da lâmina. Neste caso o dispositivo entende como falta de fase, fazendo com que os contatos elétricos se abram.
- Para motores com a finalidade de combate a incêndio, o Corpo de Bombeiros proíbe o uso do Relé Bimetálico.
- Os termos populares para indicar a condição do tempo de abertura em Retardado e/ou Rápido ou Ultrarrápido, podemos especular que foram originados entre as pessoas “Advertidas”, como uma forma simples de preencher requisições para compra destas Unidades. A partir das requisições, tais termos vão às lojas, às indústrias, projetistas, etc.
- Para utilização dos Fusíveis com maior segurança, é aconselhável a utilização de chaves seccionadoras para assegurar a proteção contra arcos, por isto chaves seccionadoras devem possuir câmaras de extinção do arco, ou seja, a abertura ou fechamento da chave pode ser feito a carga plena.
- Fusíveis já foram mais utilizados. Com a evolução dos conceitos sobre proteção, aos poucos, os projetos com Fusíveis, foram dando espaço aos projetos com Disjuntores.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ❖ Muitos profissionais do nosso setor o chamam de: “O Guardião das Instalações Elétricas”:
 - ✓ Já está presente desde 1.900;
 - ✓ No filme “Titanic”, tem uma cena de quando o navio colide com o iceberg, e a inundação atinge a casa de máquinas. O chefe da casa de máquinas grita para os seus comandados para que desliguem os “**disjuntores**”. Esta palavra foi usada em versão traduzida.
- ❖ Existem relatos na internet informando que:
 - ✓ Os disjuntores estão presentes em Instalações Elétricas desde os meados do Século XX. Isto nos faz especular também que o seu desenvolvimento pode ter começado durante as duas últimas décadas do Século XIX, ou seja: entre 1.880 e 1.900;
 - ✓ A primeira patente para Disjuntores foi requerida pela empresa americana Westinghouse em 1.920, que sem dúvida Tesla, considerado o “Pai da Corrente Alternada”, estava no comando dos projetos, afinal foi um grande Cientista e Inventor. Neste caso a construção do disjuntor se deu pelo padrão NEMA.
- ❖ Condição de uso no Brasil:
 - ✓ Os Disjuntores no padrão Nema, começam a ser fabricados no Brasil em 1.960. Anteriormente eram importados;
 - ✓ A nossa revolução Industrial se inicia a partir de 1.950, e sem dúvida, os Disjuntores fabricados pelo padrão NEMA + UL. 489 contribuíram e muito, no entanto, esta Norma de fabricação não evoluiu, ou seja: os elementos isolantes, contatos, condições de disparo, tamanho, foram alguns fatores não aperfeiçoados na medida em que a Tecnologia para estes agregados se desenvolvia.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ✓ Os disjuntores padrão IEC já existiam, contudo eram muito caros. Acontece que o preço elevado era causado pelos materiais agregados serem muito diferentes e melhores;
- ✓ Talvez seja o aspecto financeiro que tenha paralisado a evolução do padrão NEMA, mantendo aquela velha máxima que diz: “em time que está ganhando não se mexe”;
- ✓ Acontece que entre os anos de 1.980 e 1.990, o Disjuntor padrão IEC vem reformulado e com preços muito competitivos, mesmo assim, as empresas fabricantes do Disjuntor padrão NEMA não acordam com o barulho iniciado pelas empresas fabricante do padrão IEC, e quando se dão conta, o padrão NEMA está quase fora de uso, forçando-as a desenvolver Disjuntores também no padrão IEC.
- ❖ Agora veja o quanto que a falta de informação prejudica a avaliação sobre eventos comerciais: acontece que para fazer o Disjuntor padrão IEC com preço competitivo, as empresas fabricantes do padrão IEC transferem tecnologia às empresas CHINESAS que passam a fabricar seus produtos, e isto vem ocorrendo desde 1.980. A Globalização nesta época era apenas uma ideia, que a bem da verdade, já estava sendo praticada;
- ❖ Em Países como o Brasil, a informação de âmbito Mundial sempre foi privilégio de poucos. A Globalização vinculada à informação veio também para acabar com este tipo de monopólio do saber, e graças a ela hoje, temos muito mais informações sobre atos comerciais que prejudicam as fábricas brasileiras, não importando se fabricam produtos em Norma NEMA ou IEC. A Norma NEMA além de estar fortemente presente em nossa Revolução Industrial também é vencedora de Guerra Mundial, mesmo que a norma IEC seja melhor e muito mais precisa.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ❖ A maioria dos produtos IEC vem de fora, e muito pouquíssimo é fabricado no Brasil (esta redundância sobre o significado de “pouco” é necessária para não usar a palavra “nada” ou “coisa nenhuma”), e a pequena diferença cambial atual, favorece o estado da presente condição. No entanto, quando a condição cambial desvaloriza muito a nossa moeda em relação ao Dólar Americano, o padrão NEMA vem em socorro, ajudando a continuar o desenvolvimento do nosso setor Produtivo (construção, indústria, comércio, enfim tudo o que gera empregos, impostos e consequentemente surgem os novos “Donos de Empresa” também chamados pelos conceitos da Administração de “Novos Empreendedores”).

- Nas últimas décadas do século XIX, houve o período da chamada: “Guerra das Correntes”:

- ❖ Corrente Contínua x Corrente Alternada;

- ❖ Corrente Contínua: defendida por Thomas Edison (1.847-1.931);

- ❖ Corrente Alternada: inventada por Nikola Tesla (1.856-1.943), que por este fato é chamado de: “O Pai da Corrente Alternada”. Foi funcionário de Thomas Edison que o despede por desavenças sobre gratificações relativas à produtividade. Tesla vende a patente da corrente alternada a George Westinghouse, concorrente de Thomas Edison. Além de vender, Tesla passa a trabalhar para Westinghouse;

- ❖ As escolhas éticas de Thomas Edison nos fazem pensar que não fossem as ideais para o convívio respeitoso entre concorrentes ou mesmo para com seus funcionários, no entanto, em se tratando da época talvez suas condutas tenham sido vistas como normais.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ❖ Thomas Edison também pode ser considerado como o “Pai da Pirataria”. Pesquise em Wikipédia sobre: a falência do produtor de filmes: Georges Méliès: 1861-1938, afinal os maiores inventos de Thomas Edison estão na área do Cinema.
- ❖ Para os novos tempos, a conduta de Thomas Edison, assim como de muitos outros famosos inventores, poderiam lhes render várias acusações:
 - Calúnia e difamação;
 - Espionagem Industrial;
 - Apropriação indevida sobre direitos intelectuais ou autorais;
 - A prática da chamada Pirataria;
 - Corrupção ativa;
 - Formação de quadrilha;
 - Várias outras.
- A fabricação de Disjuntores é baseada pela combinação de dois padrões Mundiais de Construção, que tratam de suas condições Elétricas e Mecânicas.
- ❖ O primeiro padrão: é a combinação entre as normas NEMA + UL, resultando em Disjuntor conhecido como “padrão Americano”, em referência ao País onde se originou, no caso, os Estados Unidos da América:
- **NEMA:** National Electrical Manufacturers Association: Associação Estadunidense dos Fabricantes de Materiais Elétricos, que sob este título, produzem Normas para fabricação de produtos;
- **UL:** Underwriters Laboratories: Entidade estadunidense que ensaia e certifica produtos, principalmente os eletrotécnicos, transformando resultados, em Normas.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ❖ O segundo padrão: é a combinação entre as Normas IEC + DIN, resultando em Disjuntor conhecido como “padrão Europeu”, em referência ao continente dos Países onde se originou: França, Itália e principalmente da Alemanha:
- **IEC:** International Eletrotechnical Commission: Comissão Eletrotécnica Internacional entre países industrializados. Sediada na Europa, e que muitos, equivocadamente, a chamam por isto de Norma Européia. Na verdade são Normas Internacionais e o Brasil, por também fazer parte de sua comissão de estudos, adota amplamente suas bases tecnológicas;
- **DIN:** Deutsches Institut **fur** Normung (**fur**: “u” com trema): Instituto Alemão para Normatização: Suas Normas são a base para mais de 30 mil padrões construtivos entre os quais, podemos dizer que, os mais populares são:
 - Conector DIN, usado em informática; Trilho DIN, usado em montagens elétricas; e o padrão DIN-476 para folhas de Papel que introduziu em **1.922**, o tamanho A.4.
- A combinação: “NEMA + UL” ou “IEC + DIN”, trata das condições Elétricas e Mecânicas do Disjuntor:
 - ❖ O padrão UL. 489: faz referências às condições de ensaio do Disjuntor Americano, tais como: Isolação, capacidade de condução da corrente, condutores internos, etc;
 - ❖ O padrão Nema: faz referências às condições mecânicas e elétricas do Disjuntor Americano, tais como: padrão de medidas, no caso, a polegada e a libra; dispositivos de fixação; capacidade de ruptura; tempo de disparo; plataforma de montagem; etc.
 - ❖ O padrão IEC. 60.947-2: faz referências às condições elétricas do Disjuntor Europeu, tais como: Isolação, capacidade de condução da corrente, condutores internos, etc;
 - ❖ O padrão DIN: faz referências às condições mecânicas do Disjuntor: tais como: padrão de medidas, no caso, o metro e o quilograma; dispositivos de fixação, etc. Em geral são as condições do envoltório, ou ainda, da plataforma de montagem para conter as condições elétricas previstas pelo padrão IEC. 60.947-2.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- Veja a seguir, alguns dos conceitos construtivos entre os disjuntores:
- Padrão Americano x Padrão Europeu:
- NEMA + UL x IEC + DIN:

• **TABELA 8 - CONCEITOS CONSTRUTIVOS - DISJUNTORES: NEMA X IEC**

NORMA	NEMA + UL	IEC + DIN
DISJUNTOR	- AMERICANO -	- EUROPEU -
	- CONCEITO -	- CONCEITO -
CONCEITO	- Não faz diferença entre aplicação Industrial e Residencial; - Podemos entender que este fator prejudicou o produto como um todo, afinal a aplicação é diferente; - A grande falha do produto é a precisão, ou seja, numa residência o Disjuntor Americano funciona como se estivesse aplicado numa Indústria; - Como exemplo paralelo, podemos citar o ocorrido entre Steve Jobs dono da Apple e Bill Gates dono da Microsoft: - Preocupação principal da Apple: Computadores e programas para as grandes corporações; uso militar, enfim se dedicar ao gigantismo que estas coisas aparentam ser; - Preocupação principal da Microsoft: Programas para uso residencial e pequenas empresas, enfim se dedicar ao nanismo que estas coisas aparentam ser; - Com o fim da Guerra Fria e o surgimento da Globalização, a Apple quase vai à falência, e só se recupera porque também passa a se dedicar ao mesmo mercado em que a Microsoft se tornou gigante.	- Faz diferença entre o uso Industrial e Residencial, inclusive em condição normatizada: IEC 60947-2 para Indústria e IEC 60.898 para residência; - A diferença força o surgimento de disjuntores distintos, com ênfase na precisão afinal uma residência não é uma Indústria. Cuidado com esta interpretação, porque a precisão é importante para ambas, contudo a da residencial é diferente da Industrial; - Além da precisão a outra condição de favorecimento são as medidas de fabricação. Para idealizar: o espaço físico ocupado por cinco pólos do Disjuntor Americano, ocupa um espaço físico equivalente a sete pólos do Disjuntor Europeu; - Para os novos tempos, a melhor ocupação dos espaços é fundamento ecológico; - O fator dimensional faz com que o padrão Europeu carregue o nome de Minidisjuntor, insinuando que em condição “mini”, o produto faz coisas de disjuntores grandes; - Muitos fabricantes, no entanto, viabilizaram este produto utilizando mão de obra de Países cuja Legislação Trabalhista não segue os padrões Mundiais, ou seja, não serve como exemplo pra ninguém;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- Para fabricação de disjuntores temos as Normas Mundiais:

TABELA 9 - NORMAS MUNDIAIS PARA DISJUNTORES

• IEC 60.898 • PARA USO RESIDENCIAL	• NEMA
• IEC: 60.947-2 • PARA USO INDUSTRIAL	
Elaboradas por uma Comissão Eletrotécnica Internacional	Elaborada dentro dos Estados Unidos
Quando comparamos os disjuntores para uso RESIDENCIAL: IEC x NEMA, a primeira grande diferença está na condição dimensional. O padrão IEC é bem menor, fazendo com que seja chamado de: "MINIDISJUNTOR", inclusive é o termo usado para todas as formas de divulgação do produto.	

Trazendo estas referências para o Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas as utiliza dentro da realidade brasileira, e neste caso surgem:

TABELA 10 - NORMAS BRASILEIRAS PARA DISJUNTORES

• NBR IEC: 60.898	• NBR 5361
• NBR IEC: 60.947-2	
POR TRADUÇÃO DA IEC	Base: NEMA

- Quando temos o código NBR, é porque o desenvolvimento da Norma é brasileiro;
- Quando temos o código NBR acompanhado da sigla IEC, é porque a Norma Internacional foi traduzida e agregada à realidade brasileira: NBR IEC;
- As Normas IEC e NEMA são muito utilizadas no Brasil.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

A AMN - Associação MERCOSUL de Normalização, que tem um gigantesco trabalho a ser feito, definiu que o disjuntor a ser Harmonizado e adotado entre os seus membros, é o construído pelo padrão IEC: 60.898, e no Brasil gerou a seguinte situação:

- Este disjuntor já estava normalizado sob a sigla: NBR IEC 60.898;
 - Com a adoção feita pela AMN, a sigla é alterada para: NBR NM 60.898;
 - Se o selo NBR é complementado pela sigla NM, é porque uma determinada Norma foi harmonizada pelo bloco MERCOSUL, e adotada pelos Países membros:
 - NBR NM: NORMA BRASILEIRA - NORMA MERCOSUL.
- A norma NBR IEC 60.947-2 trata os Disjuntores de Baixa Tensão em condição macro, ou seja, é a Norma Geral para Disjuntores padrão IEC + DIN. Esta Norma ainda não foi harmonizada pelo bloco MERCOSUL.
- A norma NBR NM 60.898 trata os Disjuntores para Baixa Tensão para no máximo 440 Vca de Tensão Nominal, que nestas condições são direcionados principalmente, ao uso residencial, atendendo condições IEC + DIN;
- ✓ Logicamente este Disjuntor também é aplicado na Indústria, só que em locais onde o ambiente elétrico deva ser tratado como se fosse de uma residência, por exemplo: área de escritórios, vestiários, etc.
- A Norma NBR 5361 trata os Disjuntores de Baixa Tensão, atendendo condições NEMA + UL. 489. Esta Norma ficou restrita ao uso brasileiro.
- Não devemos misturar Normas de origens diferentes, por exemplo:
- ✓ Compor Painéis Elétricos usando disjuntores padrão Nema misturados com padrão IEC, ou vice-versa;
- ✓ Esta condição de mistura precisa ser compensada, porque o processo de cálculo para disparo das proteções é diferente: corrente de disparo: I_D :
- $I_D \times 1,45 = I_n$ Disjuntor Nema;
 - $I_D \times 1,35 = I_n$ Disjuntor IEC;
- Para melhorar o entendimento sobre Normas Técnicas, recomendamos a leitura do Memorial Descritivo Elétrico - MDE, Parte II, página 15.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- Tendo em vista a padronização MERCOSUL, seguem as principais informações relativas ao Minidisjuntor:
- A palavra “Disjuntor” vem da compreensão sobre o significado dos termos em língua inglesa para: Circuit Breaker - CB: possível tradução: Circuito de Breque;
- A palavra “Minidisjuntor” vem da compreensão sobre o significado dos termos em língua inglesa para: Miniature Circuit Breaker - MCB: possível tradução: Mini Circuito de Breque, ou ainda; Circuito de Breque em miniatura;
- A palavra “(mini) Disjuntor” vem da reunião de significados da língua portuguesa para:
 - ✓ Disjunção: ato de disjuntir; separar;
 - **Mini:** mínimo; muito pequeno;
 - **Dis:** mau estado; defeito; que no vocabulário eletrotécnico é a “**falta**”;
 - **Junto (junção):** unido; próximo; pegado;
 - **Or:** agente; instrumento de ação;
 - **(Mini) Disjuntor: (Pequeno):** Instrumento, Equipamento ou Unidade Funcional de ação manual e/ou automática, que pela função “junto” (“Ligado”), se faz energizar circuitos elétricos, e/ou pela função “or” (“disparadores termomagnéticos”), separa ou isola a condição “dis” (“falta”) de circuitos elétricos avariados, seja por efeito térmico (“sobrecarga”) e/ou magnético (“curto-circuito”);

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- Os Minidisjuntores são fabricados nas versões de:
- ✓ 1 Pólo: possui uma alavanca externa de manobra, que quando acionada manualmente para posição ON, os pólos se energizam. Quando na posição OFF, os pólos opostos em relação a entrada de energia, ficam sem energia. É chamado de Minidisjuntor unipolar;
- ✓ 2 Pólos: possui uma alavanca externa de manobra, que quando acionada para posição ON, os dois pólos se energizam simultaneamente. Quando na posição OFF, os pólos opostos em relação a entrada de energia, ficam sem energia. É chamado de Minidisjuntor bipolar;
- ✓ 3 Pólos: possui uma alavanca externa de manobra, que quando acionada para posição ON, os três pólos se energizam simultaneamente. Quando na posição OFF, os pólos opostos em relação a entrada de energia, ficam sem energia. É chamado de Minidisjuntor tripolar;
- ✓ Para Disjuntores ou Minidisjuntores, bipolares ou tripolares os disparadores termomagnéticos que estão internos, possuem conexão elétrica. Se um dos pólos detectar a sobrecarga e/ou curto-circuito, todos os pólos se desligam automática e simultaneamente;
- ✓ Quando desligados por sobrecarga e/ou curto-circuito, os Disjuntores ou Minidisjuntores entram em posição conhecida como **“trip”**, que para religar, basta manobrar a alavanca, primeiro para posição OFF, e depois para posição ON. O religamento só deve ser feito após apuração dos motivos do desarme;
- ✓ Por questões de segurança não devemos utilizar Disjuntores ou Minidisjuntores unipolares em número de vezes equivalentes a dois ou três pólos, porque para eventos de sobrecarga e/ou curto-circuito em circuitos bipolares e/ou tripolares, todos os pólos devem se desligar simultaneamente. Quando você usa o Disjuntor unipolar em número de vezes equivalentes a dois ou três pólos, os disparadores internos não são interligados, e com isto, não existe desarme simultâneo dos pólos. Neste caso, se o circuito em questão for um motor, por exemplo: de Freezer, Geladeira ou Máquina de Lavar roupas, este motor vai queimar;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- Os Minidisjuntores devem conter informações das condições elétricas de trabalho, geralmente, estampados em selos plastificados e aderidos na própria caixa do Minidisjuntor. As informações que você deve saber são:

TABELA 11 - INFORMATIVOS DO SELO NO MINIDISJUNTOR:

- NOME DO FABRICANTE E PAÍS ONDE FOI FABRICADO -	
Inmetro	Selo da qualidade Industrial do Minidisjuntor;
In	Corrente nominal de fabricação do Minidisjuntor;
Seção: mm²	Seção máxima do condutor a ser conectado diretamente no terminal elétrico do Minidisjuntor;
Uimp	Tensão de impulso suportável: Tabela 31 - NBR 5410
Ui	Tensão Máxima de Isolação;
Ue	Tensão de Serviço;
Icu	Corrente de “Curto-Circuito suportável” ou de Interrupção: - Ensaio: NBR IEC 60.947-2;
Icn	Capacidade de Curto-Circuito Nominal: é o valor da capacidade máxima em curto-circuito suportado pelo Minidisjuntor: - Ensaio: NBR NM 60.898;
B, C ou D	Curvas de Disparo do Disjuntor em função do tipo de carga que irá fluir pelo condutor;
Normas	Normas de Fabricação: - NBR IEC 60.947-2 - NBR NM 60.898;
Códigos	Codificação do fabricante, código de barras e códigos de rastreabilidade.

- **Inmetro:** Selo indicador de que o Minidisjuntor foi ensaiado de acordo com a Norma, e possui Certificado, no entanto, este Certificado contém período de validade que se vencido, precisa ser renovado. Para renovação da validade, o Minidisjuntor fará toda a sequência de testes, como se fosse da primeira vez;
- **Uimp:** É a tensão de impulso suportável, geralmente, dada em kV. Esta informação vai definir o quanto que a isolamento do envoltório, ou seja, da caixa onde se monta os elementos para formação do Minidisjuntor, é capaz de suportar sem comprometimentos internos ou externos. Esta suportabilidade, geralmente, é declarada pelo fabricante, em tensões que se relacionam com Alta Tensão - AT;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- **In:** Corrente (**I**), nominal (**n**): É a corrente máxima que o Minidisjuntor opera, por exemplo: In 63A: lê-se: Corrente nominal de sessenta e três ampères;

- ❖ Os minidisjuntores padrão NBR NM 60.898 ou disjuntores padrão NBR 5361, são fabricados nas correntes nominais de:

TABELA 12 - MINIDISJUNTORES: CORRENTES NOMINAIS DE FABRICAÇÃO -

- MINIDISJUNTORES: NBR NM - 60.898 - - CORRENTE NOMINAL = In = A -									
B	6	10	16	20	25	32	40	- X -	- X -
C O U D	0,5	1	2	4	6	10	13	16	20
	25	32	40	50	63	70	80	100	125
mm²	SEÇÃO MÁXIMA DO CONDUTOR								
25	Para Minidisjuntores até 70A								
50	Para Minidisjuntores de: 80/100/125A								

TABELA 13 - DISJUNTORES NEMA: CORRENTES NOMINAIS DE FABRICAÇÃO -

- DISJUNTORES: NBR 5361 - - CORRENTE NOMINAL = In = A -									
AMPÉR = A	10	15	20	25	30	40	50	60	70
				90		100			
mm²	SEÇÃO MÁXIMA DO CONDUTOR								
35	Para todos os Disjuntores								

- **Ui:** Tensão máxima de isolação: Tensão que o Minidisjuntor está capacitado a isolar em condição normal de trabalho;

- **Ue:** Tensão de Serviço: Tensão em que Minidisjuntor está capacitado a operar;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- **Icn ou Icu:** é um número que indica o quanto que o Minidisjuntor suporta da corrente de curto-circuito, sem perder suas características de funcionamento. Este número é dado em milhar, por exemplo:
 - ❖ Icu ou Icn = 5.000A = 5 kA: significa que nesta corrente de curto-circuito, o Minidisjuntor consegue desligar mediante a corrente de cinco mil ampères sem se danificar.
 - ✓ Neste caso não é necessário substituir o Minidisjuntor; no entanto se houver outro incidente na capacidade máxima, recomendamos a sua substituição;
 - ✓ As avaliações são problemáticas, porque na hora do evento, geralmente, não temos um medidor para saber o quanto a corrente de curto-circuito alcançou ou até mesmo, o quanto que, ou se, internamente o Minidisjuntor ficou comprometido. Neste caso, como solução prática, o Minidisjuntor deve ser manobrado em liga/desliga, algumas vezes, e ainda:
 - Paralelamente, faça o mesmo em outro Minidisjuntor que esteja em boas condições operacionais. A finalidade é de perceber o som que a manobra produz ao ser ligado/desligado;
 - No Minidisjuntor do evento, se o som do liga/desliga for o mesmo, e principalmente, se a manopla liga/desliga, se mantiver por si só na posição “ON”, serão sinais que o Minidisjuntor está em boas condições operacionais;
 - Se ficar em dúvida, não perca tempo, substitua;
 - ✓ Nunca rearme o Minidisjuntor, ou qualquer outra Unidade Funcional de proteção, seja ela qual for: Minidisjuntor; Disjuntor; Relé Térmico; etc; sem ter ciência da(s) causa(s) que o fizera(m) disparar. Somente após a verificação, e se for o caso, com a devida correção, e só a partir disto devemos energizar a Unidade Funcional;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- ❖ Caso o Minidisjuntor indique I_{cu} ou $I_{cn} = 5.000A = 5 \text{ kA}$, no entanto, a corrente de curto-circuito é de, por exemplo: $6.000A = 6 \text{ kA}$:
- ✓ Neste caso a corrente de curto-circuito é superior à suportabilidade do Minidisjuntor. Pode ocorrer a sustentação do arco-voltaico, porque as lâminas de cobre internas podem fundir-se em virtude da magnitude do curto, potencializado por gases contendo partículas elétricas positivas e negativas, ou seja, a parte interna constituída de peças condutoras que se unem na condição “liga”, e na condição “desliga”, se separam, viram massa condutora única em ambiente interno que também está magnetizado pela fumaça gerada pelo curto-circuito. Se o curto-circuito se mantiver, o Minidisjuntor pode gerar graves consequências, além de romper com a isolação dos condutores e queimar máquinas. O estrago é generalizado, podendo a Edificação incendiar-se, total ou parcialmente;
- ✓ Por isto que, num Painel Elétrico, a montante da carga, ou seja, na entrada da tensão e corrente, sempre deve estar protegida por outra Unidade Funcional de proteção contra efeitos térmicos e/ou magnéticos, preferencialmente com I_{cu} ou I_{cn} igual ou superior ao dos Minidisjuntores que estão à jusante da carga;
- ✓ Nesta condição se um Minidisjuntor à jusante da carga, não conseguir se desligar da rede em função de um curto-circuito, a Unidade Funcional à montante da carga é que assume a condição geral da proteção, cessando simultaneamente toda a passagem de tensão e corrente, ou seja, a Unidade Consumidora vai ficar sem Energia Elétrica;

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- **B, C ou D:** Os Minidisjuntores estão divididos em função das chamadas “curvas de disparo”;
- ✓ “Curvas de disparo” é a relação Tempo x Corrente, em que ocorre o disparo ou desligamento;
- ✓ As curvas de disparo dos Minidisjuntores podem ser: **B; C ou D;**
 - Curva B: podemos chamá-la de curva “Rápida”: Disparo entre 3 a 5 x I_n ;
 - Curva C: podemos chamá-la de curva “Retardada”: de 5 a 10 x I_n ;
 - Curva D: podemos chamá-la de curva “Ultra-retardada”: de 10 a 20 x I_n ;
- ✓ As curvas (Tempo x Corrente) estão ligadas ao tipo de carga que irá fluir pelo condutor: - Resistiva; Indutiva; Altamente Indutiva; Capacitiva; etc;
- Disjuntores padrão Americano: NBR 5361 ou NEMA: não são classificados por condição das curvas de disparo. Anteriormente mencionamos a condição da “precisão”, lembra? Afirmamos que o Minidisjuntor padrão IEC é mais preciso que o Disjuntor padrão NEMA. A condição das “curvas de disparo” é um dos itens que torna o Minidisjuntor IEC mais preciso que o Disjuntor NEMA;
- Para facilitar a compreensão, sem mexer com gráficos e números, acompanhe a tabela abaixo:

TABELA 14 - CURVAS DE DISPARO x TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS:

- CURVA -	DISPARA ENTRE	TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS
B	3 e 5 vezes a Corrente Nominal do Minidisjuntor = I_n	- Cargas Resistivas: AC. 1 - Chuveiros; torneiras elétricas; aquecedores; basicamente são os circuitos em que o equipamento opera por resistência aberta; - Carga AC.5b - Lâmpadas Incandescentes; resistência fechada no vácuo pelo bulbo da lâmpada;
C	5 e 10 vezes a Corrente Nominal do Minidisjuntor = I_n	- Cargas Indutivas: são aquelas que apresentam pico de corrente no momento da ligação: - AC. 2 ou AC. 3 - Motores para Bombas de baixa potência: geralmente até 7,5 kW ou 10 CV; Microondas; - AC.5 a - Lâmpadas HQI - NAV AFP ou fluorescentes com reator eletrônico;
D	10 e 20 vezes a Corrente Nominal do Minidisjuntor = I_n	- Cargas altamente Indutivas: são aquelas que apresentam pico de corrente no momento da ligação: - AC. 2 ou AC. 3 - Motores para Bombas de alta potência: geralmente > 7,5 kW ou 10 CV.

- MDE - PARTE III -

5.2.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR -

- **Norma:** Indicação da Norma de fabricação do Minidisjuntor;
- **Códigos:** Codificação do fabricante para leitura visual, código de barras para leitura digital, e talvez a mais importante no que tange aos problemas relacionados à recepção de mercadorias roubadas: é o código de rastreabilidade:
- ✓ O código de rastreabilidade permite que o fabricante do produto, identifique quem foi o comprador do Minidisjuntor, assim como de vários outros produtos.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.2 - SOBRECORRENTES DE SOBRECARGA E/OU CURTO-CIRCUITO -

5.2.3 - FUSÍVEL/DISJUNTOR/MINIDISJUNTOR: CONCLUSÃO -

- ✓ Para proteção contra Sobrecorrentes geradas por Sobrecarga e/ou Curto-Circuito, vimos que para se efetivar a condição protetora, podemos utilizar as Unidades Funcionais chamadas de: Fusível, Disjuntor-NEMA ou Minidisjuntor-IEC, portanto usamos três produtos para se cumprir minimamente com dois dos princípios fundamentais que as Instalações Elétricas devem oferecer;
- ✓ O Profissional Qualificado pode adicionar outras soluções sempre no sentido de aumentar a proteção contra Sobrecargas e/ou Curtos-Circuitos, estabelecendo segurança nas atividades Humanas quando associadas ao uso da Eletricidade.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a - O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

Antes de descrevermos sobre a proteção contra Sobretensões Transitórias, precisamos conhecer um pouco sobre a formação das Descargas Atmosféricas; acompanhe:

- ✓ TROVOADA: situação meteorológica caracterizada pela presença de Raio(s), causando efeito acústico na Atmosfera Terrestre;
- ✓ TROVÃO: é o efeito acústico, barulho ou estrondo resultante da onda de choque provocada pelo aquecimento instantâneo do ar, quando este ar é atravessado por Raio(s) durante a trovoada;
- ✓ RELÂMPAGO: é um clarão muito intenso e rápido que é produzido pelo Raio, precedendo ou acompanhando o Trovão;
- ✓ Em condição menos comum, pode ocorrer a TROVOADA sem necessariamente, existir Chuva;
- ✓ Descarga significa: descarregar, em condição eletrotécnica: escoamento de uma carga elétrica que estava armazenada;
- ✓ Atmosférico (a): Relativo à Atmosfera: envoltório gasoso dos astros e planetas em geral. No caso da Terra, o ar. Também significa o espaço compreendido para circulação deste ar;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a - O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

- **RAIO:** também chamado de: DESCARGAS ATMOSFÉRICAS OU IÔNICAS:
 - ✓ Fenômeno Natural envolvendo o movimento de cargas elétricas Positivas e Negativas, entre a Nuvem e a Crosta Terrestre, que ao estarem sobre efeito do mesmo campo elétrico, gera Descarga Elétrica na Atmosfera;
 - ✓ Existem três condições em que os Raios se manifestam:
 - Da Nuvem para a Crosta Terrestre;
 - Da Crosta Terrestre para Nuvem;
 - Entre Nuvens.
- O processo de formação do Raio ainda não está totalmente esclarecido. A divergência está no mecanismo de formação, contudo, sabe-se que a formação básica se dá pela concentração de cargas elétricas entre um ponto que é de carga elétrica Positiva, e outro ponto, com carga elétrica Negativa:
- ✓ Começando pelas Nuvens: as nuvens são formadas pelo vapor d'água. Esta evaporação é causada por altas temperaturas sobre águas represadas: Mar, barragens, represas, até mesmo rios, etc; contudo, a principal condição de formação da Nuvem está na evaporação da umidade do ar;
- ✓ O vapor d'água, que é mais leve que o ar, sobe até uma determinada altura, onde passa a se concentrar;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a - O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

- ✓ Tudo que sobe, num outro momento, tem que:
 - Em condição controlada: **descer**;
 - Em condição descontrolada: **cair**;
 - É o efeito da gravidade atuando sobre os corpos, que são atraídos para o centro da Terra;
- ✓ Aquela água que subiu em estado gasoso encontra as baixas temperaturas existentes nas altas altitudes. A água no estado gasoso volta ao estado líquido, fazendo com que a água caia. Neste caso é a chuva;
- ✓ No entanto antes da água cair, ou até mesmo durante a queda, se manifesta um fenômeno muito perigoso, a Trovoada, que descarrega vários Raios:
 - ❖ Raio: Concentração de Energia Luminosa que emana de um **ponto**, contendo alto poder de destruição;
 - ❖ O ponto em questão é a Nuvem,
 - ❖ A Nuvem possui cargas elétricas:
 - Geralmente: as cargas elétricas Positivas se localizam na parte superior da Nuvem;
 - As cargas elétricas Negativas se localizam na base da Nuvem;
 - Cerca de 90% das Nuvens possuem estas condições;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a - O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

- O ar, a distância entre a Nuvem e a superfície da Terra, são condições que num primeiro momento, se comportam como um grande Isolador. Nesta condição se chama: rigidez dielétrica do ar;
- Conforme a Nuvem vai abaixando, a distância vai, logicamente, ficando cada vez menor;
- Simultaneamente, na região da Crosta Terrestre que se relaciona com aquela nuvem que está abaixando, vai existindo a concentração da carga elétrica Positiva, que também formará um ponto, porque na base daquela Nuvem, a concentração da carga elétrica é Negativa;
- Como cargas elétricas opostas se atraem, o processo de atração está em fase evolutiva;
- Quando a aproximação chega à sua condição máxima, existirá o rompimento da rigidez dielétrica do ar, e neste momento um feixe de energia unirá os pontos com cargas elétricas opostas. Podemos afirmar que se trata de um gigantesco: curto-circuito; arco energético; arco elétrico; arco voltaico. Seja qual for o nome dado, o fato é que nele está contido alto poder de destruição. Tudo que estiver pelo caminho do Arco, até o momento do impacto contra a Terra, será destruído;
- Correntes de cargas elétricas Negativas, eletronicamente, vão ao sentido do pólo Positivo: nesta condição podemos dizer que o Raio cai, ou seja, o feixe de energia se inicia na Nuvem e cai em direção a Terra: são chamados de Raios Descendentes, ou em termos populares: os Raios que caem;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a- O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

- As condições a seguir, podem ser alguns dos motivos para os desentendimentos quanto à formação e atuação dos Raios:
 - ✓ Então temos os Raios Descendentes, ou, dos Raios que caem. Existe também a condição oposta do Raio, ou seja: as sobreposições das Nuvens, podem criar uma grande perturbação no campo elétrico, fazendo com que a base de uma determinada Nuvem, seja composta por carga elétrica Positiva. Com a descida da Nuvem, na referência Terrestre, vai existindo o acúmulo de carga elétrica Negativa. Quando acontecer o rompimento da rigidez dielétrica do ar, surgirá o arco elétrico, fazendo com que o Raio se inicie na Crosta Terrestre, indo em direção à Nuvem. São chamados de Raio Ascendentes, ou, simplesmente: de Raios que sobem.
- **Os Raios que sobem:** a capacidade acumulativa da carga Negativa na Terra é muito superior, quando comparado ao acúmulo da carga Negativa na base da Nuvem. Quando o Raio vai da Terra para a Nuvem, a quantidade deslocada de Elétrons é maior, portanto o Raio é de maior Corrente, mais intenso;
- No entanto é provado também que em algumas situações, a carga deslocada é Positiva, e nesta condição gera-se um conflito de entendimento sobre uma das condições definidas pelo estudo de cargas: acompanhe:
- O fluxo convencional para o deslocamento das cargas: primariamente o estudo informava que a carga elétrica positiva saia do pólo positivo da fonte, indo em direção ao pólo negativo desta mesma fonte;
- No entanto com a evolução dos estudos, principalmente da eletrônica, revelaram movimento ao contrário, que podem ser chamado de: fluxo de elétrons, fluxo digital da carga, sentido real da corrente; definindo que: a carga elétrica negativa sai do pólo negativo da fonte, e vai em direção ao pólo positivo desta mesma fonte;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.a - O QUE SÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS?

- Nos dias hoje, está se definindo que: o sentido do movimento da carga vai depender da natureza do condutor em que se fará o movimento:
 - ✓ Nos condutores sólidos, as cargas Positivas estão fortemente presas ao núcleo dos átomos, portanto não pode haver grande fluxo das cargas Positivas em condutores sólidos. Em condutores sólidos os elétrons livres é que estabelecem o sentido da carga, portando o movimento é feito do pólo Negativo da fonte em direção ao pólo Positivo desta mesma fonte, reforçada pela condição da atração magnética entre polaridades opostas, ou seja, o Pólo eletricamente carregado de Prótons vai atrair a carga eletricamente carregada de Elétrons;
 - ✓ Nos condutores líquidos, os portadores de corrente são os íons Positivos e íons Negativos;
 - ✓ Nos condutores gasosos, os portadores de corrente são os íons Positivos, íons Negativos e os elétrons livres.
- O ar é um gás, geralmente, com alta umidade. Nestas condições podemos entender que existe na Atmosfera, a presença natural do condutor gasoso e também do condutor de vapor d'água, criando condições para que haja tanto a deslocação de cargas elétricas Negativas quanto das Positivas.
 - ✓ Como a condição da formação e atuação dos Raios, ainda provoca alguns desentendimentos, vamos convencionar que Raios se dão, em 99% dos casos, por ação Descendente: Nuvem-Terra, principalmente em razão dos Pára-Raios serem produzidos e instalados para proteção contra os Raios que caem.
 - ✓ Até o presente momento: Janeiro-2.012, desconhecemos teorias que nos façam aplicar sistemas protetores contra Raios Ascendentes, inclusive no Brasil, em 2.012 é que pela primeira vez foram registradas imagens da ação dos Raios Ascendentes.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

O assunto relacionado às Sobretensões Transitórias é bastante extenso, contudo vamos condicionar o seu uso a uma Edificação Multifamiliar e/ou Unifamiliar, aplicando termos e condições direcionadas às pessoas não Advertidas e/ou não Qualificadas:

- De acordo com o dicionário Aurélio as palavras: Tensão, Sobretensão e Transitória significam:
 - ❖ Tensão: é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito elétrico; DDP;
 - ❖ Sobretensão: numa Instalação Elétrica é a elevação súbita da Tensão;
 - ❖ Transitória: de pouca duração; passageira;
 - ❖ Para identificar a condição das Sobretensões Transitórias, usamos simplesmente a palavra: “SURTO”, que significa:
 - ✓ Variação brusca e momentânea da Corrente ou Tensão em um circuito elétrico;
- Descargas Atmosféricas ou simplesmente Raios, são grandes geradores de Surtos com efeitos destrutivos, ou ainda, perturbadores numa Instalação Elétrica mesmo que esteja a vários quilômetros distantes da zona de descarga.
- A descarga pode ser em condição Direta e/ou Indireta;
 - Descarga direta: é aquela em que Raios atingem diretamente os componentes elétricos que vemos nas ruas ou nas casas: Transformadores; Condutores; Luminária de Rua; Postes Metálicos; Pára-Raios; etc.;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- Na condição Indireta, existem duas possibilidades:
 - ✓ Uma que não é gerada por Raios, e sim através das manobras de outros componentes que também pertencem às Instalações Elétricas, internas e/ou externas à Edificação, tais como: Transformadores; Motores; Interruptores Elétricos; Chaves; Contatores. Este assunto será mais bem abordado na sequência;
 - ✓ A outra é por Raios: é aquela que ocorre diretamente contra a Terra, e o deslocamento do potencial elétrico atinge os Eletrodos destinados ao Aterramento do Neutro das Instalações Elétricas. Neste caso o Surto entra na Edificação através do Condutor Neutro. Para melhor entendimento, acompanhe:
- ❖ Imagine um balde cheio d'água, que está em repouso;
- ❖ Imagine agora, uma pedra que cai bem no centro do balde com água;
- ❖ No momento do impacto, vemos que surgem ondas;
- ❖ Estas ondas são causadas pelo impacto;
- ❖ Ao mesmo tempo, servem para espalhar a força do impacto sobre toda a superfície da água, portanto as ondas estão em potencial do impacto, ou seja, possuem a energia do impacto;
- ❖ Relacionando o exemplo com uma descarga atmosférica:
 - A pedra é o Raio, a água é a Terra, e as ondas: Energia de Potencial Elétrico se espalhando, no caso, pela Terra;
 - Esta onda na Terra também é conhecida como: Tensão de Passo, inclusive é a responsável pela morte de muitos animais quadrúpedes: Vacas, bois, cavalos; etc. No caso de bípedes, a incidência é bem menor porque tendem a ficar sob o mesmo potencial.
- ❖ Qualquer condutor que esteja no percurso destas ondas (a conexão para Neutro Aterrado), e que este esteja encostado a outros condutores no sentido de rede, todos sofrerão consequências elétricas induzidas;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

As condições de proteção contra as Sobretensões Transitórias começam a partir da própria Instalação Elétrica, e que se fazem pela:

- Conexão física entre o Eletrodo de Aterramento e o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas - SPDA;
- O SPDA captor Franklin e/ou Gaiola de Faraday, em sua utilização são chamados genericamente de Pára-Raios, com a função de facilitar o encaminhamento do Raio a Terra:
- O captor deve ser instalado na parte mais alta da Edificação e acima de qualquer outro tipo de elevação que se faça por material condutor, como por exemplo: antenas de televisão e/ou rádio;
- O captor recebe a descarga atmosférica;
- As altas correntes resultantes da captação precisam ser conduzidas ao Sistema de Aterramento;
- Isto se faz por malha contínua de elementos condutores, que tecnicamente recebem o nome de “Descidas”;
- Estas “Descidas” estão conectadas ao Eletrodo de Aterramento da Edificação;
- Para aplicação do SPDA, existem normas, cálculos, etc.;
- Não são todas as Edificações que precisam do SPDA, no entanto as que têm, interferem nas que não têm;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- O SPDA é um sistema de proteção, também chamado de Pára-raios, contudo e ao mesmo tempo, no exercício funcional pode aumentar o risco de dano às Máquinas e Equipamentos ligados à rede de alimentação, acompanhe:
 - O Pára-Raios captura e desvia a elevada corrente da descarga atmosférica para a Terra, aumentando consideravelmente o potencial elétrico ao entorno da Edificação. Isto provoca o surgimento das Sobretensões Transitórias, que atuam diretamente nos Terminais do Aterramento em que o Neutro do Transformador da rua está Aterrado. Para melhor entendimento, veja: Esquema de Aterramento inserido no tema: Proteção contra Choques Elétricos;
 - Através do Condutor Neutro, a Sobretensão gera uma corrente que é induzida nos condutores fases de energia. Acontece que condutores de Neutro e Fases, percorrem juntos toda a Instalação Elétrica, e enquanto o Surto não encontrar um encaminhamento a Terra, certamente queimará muitos aparelhos elétricos, principalmente os Eletrônicos;
- Se o Pára-Raios capta a descarga, então temos uma descarga direta, caso seja próximo ao Eletrodo de Aterramento, neste caso temos uma descarga indireta, contudo, em ambas as situações, parte da elevada corrente, a que chamamos de Surto, reflui à rede pelo condutor Neutro, que se transfere por indução aos demais condutores de energia;
- Todos os malefícios trazidos pelos Raios se espalham às Instalações vizinhas, principalmente daquelas mais próximas ao local do evento, portanto, uma determinada instalação pode não ter o SPDA, contudo ela também estará sujeita aos efeitos indiretos, vindos através do Eletrodo de Aterramento conectado ao SPDA mais próximo, que pode ser o do seu vizinho;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- Agora imagine esta:
 - O seu vizinho não é o causador tanto do Raio quanto de seus efeitos, neste caso é um fenômeno Natural. Isto significa que se a sua Instalação Elétrica for atingida por surtos gerados pelo sistema de proteção do seu vizinho, e você não possuir as proteções adequadas, fatalmente seus equipamentos, principalmente os eletrônicos, sofrerão danos, não cabendo ao seu vizinho nenhum tipo de responsabilidade.

- Agora imagine também o seguinte:
 - Mesmo com o Pára-Raios existe a possibilidade de perigo;
 - Sem Pára-Raios, já imaginou o tamanho do perigo?
 - Com ou sem Pára-Raios, temos que adicionar proteção contra sobrecorrentes e sobretensões;
 - As grandezas de Correntes ou Tensões Transitórias geralmente são expressas inicialmente pela letra “k”, por exemplo:
 - ✓ 10.000 A = 10 kA;
 - ✓ 1.500 V = 1,5 kV;
 - ✓ Na questão envolvendo a Tensão, use a seguinte referência:
 - Baixa Tensão: $\leq 1000 \text{ V} = 1 \text{ kV}$;
 - Alta Tensão: $> 1 \text{ kV}$; por exemplo: 1,5 kV;
 - Neste caso: $1,5 \text{ kV} > 1 \text{ kV}$, portanto: 1,5 kV é referência para Alta Tensão;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- Sem Pára-Raios em local que é necessário, as proteções contra Sobretensões Transitórias por contato direto nunca serão suficientes, ou mesmo exequíveis, porque metade da elevada Corrente gerada pelo Raio tem que ser absorvida pela Terra, acompanhe:

- ✓ A Corrente gerada por ação de uma Descarga Atmosférica é estimada em 200.000A, Duzentos Mil Ampères = 200 kA. Esta Corrente se atingir um Corpo, causará nele o processo de implosão, ou até mesmo, explosão;

- ✓ Metade desta Corrente tem que ser absorvida pela Terra, portanto sobraram como Surto: $100.000A = 100kA$. Não se engane: também vai implodir ou explodir;

- ✓ Com Pára-Raios o contato direto faz com que as Instalações vizinhas recebam os efeitos por contato indireto, incluindo a sua própria Instalação;

- ✓ Em uma rede com sistema Trifásico + Neutro, portanto quatro condutores:
 - No Eletrodo em que se encontra o Neutro Aterrado: 100 kA;
 - Quando o Neutro encontra os condutores de Fase, induz Corrente neles:
 - Então $100.000A/4 = 25.000A = 25 \text{ kA}$ para cada condutor;
 - Se dividir com o vizinho, talvez então: 12,5 kA;

- ✓ Em uma rede com sistema Bifásico + Neutro, portanto três condutores:
 - No Eletrodo em que se encontra o Neutro Aterrado: 100 kA;
 - Quando o Neutro encontra os condutores de Fase:
 - Então $100.000A/3 = 33.000A = 33 \text{ kA}$ para cada condutor;
 - Se dividir com o vizinho, talvez então: 15 kA;

- ✓ Em qualquer grandeza, se houver o contato de um Ser Vivo, a morte é certa!

- ✓ Eletricidade e Raios não admitem brincadeiras!

- ✓ Neste caso todas as Instalações Elétricas precisam além do Pára-raios, de sistemas adicionais de proteção contra Surtos diretos e/ou indiretos;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- Além das Descargas Atmosféricas, existem outras possibilidades para o surgimento das Sobretensões Transitórias, elas são:
 - As manobras em transformadores, motores, de chaves ou disjuntores, acionamento de interruptores, etc;
 - As interferências parasitas, que são caracterizadas pela amplitude e frequência indiferentes, que são reintroduzidas na rede de alimentação de energia pelo próprio consumidor ou pelo seu ambiente de Instalação. Estas interferências parasitas são geradas por:
 - ❖ Luminárias com lâmpadas de descarga; arcos elétricos; máquinas de soldadura; operação com tiristores; manobras de contadores; abertura de chaves elétricas; arranque de motores; etc;
 - ❖ Estes Surtos possuem pouca energia, contudo a sua curta duração, a sua onda ascendente e o seu valor de pico que pode chegar a vários kV's, e podem provocar efeitos graves no funcionamento de equipamentos sensíveis, causando mau funcionamento ou até mesmo, a sua completa destruição;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- A Proteção adicional contra Sobretensões Transitórias em linhas de energia deverá existir quando:
 - ❖ a) A Instalação Elétrica for alimentada por Rede total ou parcialmente aérea, ou quando a sua própria estiver em condição aérea, e/ou se situarem em regiões que possuam históricos feitos com mais de 25 dias de trovoadas por ano, que tecnicamente são indicadas como regiões de influências externas AQ. 2.
Para melhor parâmetro, a cidade de São Paulo está com cerca de 60 dias de trovoadas por ano;
 - ❖ b) Partes da Instalação situadas no exterior da Edificação, como por exemplo:
 - Espaços a céu aberto: Quadras de Esportes; Piscinas; Campos de Futebol; etc.;
- A Proteção adicional contra Sobretensões Transitórias deve ser instituída por meio de:
 - ❖ Dispositivo de Proteção contra Surto: DPS;
 - ❖ Por outros meios que garantam uma atenuação das Sobretensões;
- Podemos compreender até aqui que a Proteção contra as Sobretensões Transitórias está direcionada aos Equipamentos, Máquinas e Edificações, contudo, e as Pessoas?
- As Pessoas são as mais beneficiadas, porque protegendo tais objetos, a vida delas também estará sobre ação protetora, por exemplo:
 - Imagine que você está mexendo na sua geladeira, ou na máquina de lavar, e neste momento suas Instalações sofrem a ação de uma descarga atmosférica;
 - Lembra-se da definição sobre choque elétrico?
 - ✓ Choque Elétrico é quando existe a passagem da corrente pelo corpo;
 - ✓ Agora imagine um choque provocado por uma corrente de 10 kA = 10.000A?
 - ✓ Sua vida acabaria neste momento;
 - ✓ Acidentes envolvendo Eletricidade são muito perigosos e na maioria das vezes são fatais.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- A Proteção adicional contra Sobretensões Transitórias se começa a fazer pelas características elétricas de tudo o que estiver para ser conectado à Rede Elétrica, como por exemplo:

- As Unidades Funcionais para:
 - ❖ Proteção contra Choques elétricos:
 - ✓ DDR e/ou IDR;
 - ❖ Proteção contra Sobrecarga:
 - ✓ (MINI) Disjuntor;
 - ❖ Proteção contra Curto-Circuito:
 - ✓ Minidisjuntor, Disjuntor ou Fusível;
 - ❖ Proteção contra Sobretensões Transitórias:
 - ✓ DPS

- Máquinas e Equipamentos:
 - ❖ Motores;
 - ❖ Computadores;
 - ❖ Linha Branca;
 - ❖ Acessórios elétricos de cozinha;
 - ❖ Televisores, principalmente LED e LCD;
 - ❖ Tudo que usa Energia Elétrica.

- ❖ Devem ser selecionados de modo que o valor nominal de sua tensão de impulso suportável: Uimp, não seja inferior àqueles indicados na tabela 31 da Norma Técnica NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão;

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

- A tabela a seguir deve ser aplicada para que a Proteção contra Sobretensões Transitórias esteja em conformidade com as determinantes normativas:

• TABELA 15 - TENSÃO MÍNIMA DE IMPULSO SUPORTÁVEL: U_{imp} -

- Tabela 31 da NBR 5410:2004 -					
TENSÃO NOMINAL DA INSTALAÇÃO - V -	TENSÃO DE IMPULSO SUPORTÁVEL REQUERIDA kV				
	CATEGORIA DE PRODUTO				
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS COM NEUTRO	PRODUTO USADO NA ENTRADA DA INSTALAÇÃO	PRODUTO USADO EM CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO E CIRCUITOS TERMINAIS	EQUIPAMENTOS DE UTILIZAÇÃO	PRODUTO ESPECIAL- MENTE PROTEGE- DOS
		CATEGORIA DE SUPORTABILIDADE A IMPULSOS			
		IV	III	II	I
- 120/208 - - 127/220 -	- 115/230 - - 120/240 - - 127/254 -	4	2,5	1,5	0,8
- 220/380 - - 230/400 - - 277/480 -	X-X-X-X-X	6	4	2,5	1,5
- 400/690 -	X-X-X-X-X	8	6	4	2,5

• TABELA 16 - U_{imp} - EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS

CATEGORIAS	TENSÃO DA INSTALAÇÃO - V_n -			EXEMPLOS
	- De - 120/208 V Até 127/254 V	- De - 220/380 V Até 277/480 V	400/690 V	
I	0,8 kV	1,5 kV	2,5 kV	Equipamentos contendo circuitos eletrônicos sensíveis: computadores; televisores; automação doméstica incluindo sistemas de segurança; etc.
II	1,5 kV	2,5 kV	4,0 kV	Linha branca, ferramentas portáteis, etc.
III	2,5 kV	4,0 kV	6,0 kV	Painéis Elétricos; disjuntores; isoladores; cabos; barramentos; etc.
IV	4,0 kV	6,0 kV	8,0 kV	Equipamentos Industriais: motores; relés de sobrecorrente; dispositivos de medição remota; etc.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

A tabela 31 da NBR 5410:2004, cuja origem é a IEC 60664-1, especifica valores que, por constituírem uma referência comum, podem ser identificados segundo três ângulos (texto copiado do Anexo E da NBR 5410:2004):

- O primeiro é aquele formalmente adotado na tabela: os valores referem-se à tensão suportável de impulso (valor mínimo) que um material de instalação ou equipamento de utilização deve apresentar, denotando, em outras palavras, a categoria de suportabilidade a impulsos desse produto.

- O segundo ângulo antecede conceitualmente o primeiro: os valores referem-se a categorias de sobretensões, isto é, a níveis de sobretensão transitória que podem ser esperados em uma instalação elétrica de edificação, alimentada por uma rede externa, numa situação estatisticamente arbitrada, e isto em diferentes pontos ao longo de sua extensão. Daí por que esse ângulo antecede o primeiro: como se trata de uma sobretensão previsível, os componentes da instalação deveriam então poder suportá-la.

- O terceiro ângulo fecha o círculo: os valores da tabela traduzem, individualmente, o nível de proteção que um dispositivo contra surtos (DPS) deve minimamente atender para que essa proteção seja compatível com a suportabilidade do(s) equipamento(s) protegido(s). Isto é, a tensão residual que o DPS deixa passar, devidamente instalado, deve ser igual ou menor que a suportabilidade do(s) equipamento(s) protegido(s).

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

➤ **As Categorias:**

- As quatro categorias indicadas na tabela 31 (I, II, III e IV) representam suportabilidades crescentes nesta ordem;
- Os produtos com suportabilidade a impulsos categoria II são produtos destinados a serem conectados à instalação elétrica fixa da edificação. São, essencialmente, equipamentos de utilização como aparelhos eletrodomésticos, aparelhos eletroprofissionais, ferramentas portáteis e cargas análogas;
- Os produtos com suportabilidade a impulsos categoria I também são destinados a serem conectados a uma instalação fixa de edificação, mas providos de alguma proteção específica, que se assume externa ao equipamento e situada, portanto, em algum ponto da instalação fixa ou entre a instalação fixa e o produto, limitando as sobretensões transitórias a um nível especificado;
- Os produtos com suportabilidade a impulsos categoria III são componentes da instalação fixa propriamente dita e outros produtos dos quais se exige um maior nível de confiabilidade. Aqui podem ser citados, como exemplo, quadros de distribuição, disjuntores, linhas elétricas (o que inclui condutores, barramentos, caixas de derivação, interruptores e tomadas de corrente) e outros elementos da instalação fixa, bem como produtos de uso industrial e equipamentos, como motores elétricos, que estejam unidos à instalação fixa através de uma conexão permanente;
- Por fim, os produtos com suportabilidade categoria IV são aqueles utilizados na entrada da instalação ou próximo da entrada, a montante do quadro de distribuição principal. Exemplos: medidores de energia, dispositivos gerais de seccionamento e proteção e outros itens usados tipicamente na interface da instalação elétrica com a rede pública de distribuição.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

Existe profissional que não admite usar a palavra Raio em substituição à palavra Surto, com a intenção de reduzir a explicação para Surto, acompanhe:

- ✓ O Surto pode ter origens diferentes:
- ✓ O próprio Raio que pela ação do Sistema de Aterramento sofre alterações em relação à sua intensidade;
- ✓ Os gerados por manobras de outras Unidades Funcionais, como por exemplo: chaves ou disjuntores, e também por Máquinas ou Equipamentos, por exemplo: transformadores, soldas, motores, etc.;
- ✓ Academicamente estão corretíssimos;
- ✓ No entanto quando fazemos a proteção pensando em Raios, o restante do conceito está presente;
- ✓ Geralmente quem contrata os serviços das pessoas Qualificadas, não quer ter aulas sobre Raios e/ou Surtos;
- ✓ O vício que se cria em quem usa esta condição para explicar é intenso;
- ✓ Contudo, e o mais importante é que a comunicação, a explicação e o entendimento se façam cumprir de um jeito e/ou de outro;

“A explicação acima se fez necessária porque este Memorial é direcionado às pessoas que se declaram não saber nada sobre Painéis Elétricos ou mesmo sobre Instalações Elétricas, e aos que já sabem servirá para lembrar algumas coisas, portanto, este Memoria foi feito pensando em você”.

- Depois dos respectivos cuidados com as informações sobre as Unidades Funcionais que farão parte da sua Instalação Elétrica, juntamente com o Sistema de Aterramento, e a Edificação com ou sem a proteção SPDA, podemos agora descrever as condições básicas sobre a Unidade Funcional tida como:

- ✓ Dispositivo de Proteção contra Surto - DPS

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

Para limitar as sobretensões transitórias e também desviar altas correntes provenientes das Descargas Atmosféricas, foram desenvolvidos os **Dispositivos de Proteção contra Surto** - **DPS**:

- São aplicados nas Instalações Elétricas Industriais, Comerciais e Residenciais;
- Aplicados para proteger contra surtos gerados por Raio de contato direto, indireto, ou ainda por chaveamento liga/desliga de Máquinas e Equipamentos;
- Existem duas tecnologias para construção do DPS:
 - Tecnologia Spark-gap: Consiste em duas possibilidades de comutação eletrônica, envolvendo gases que surgem durante o evento;
 - Tecnologia Varistor de Óxido de Zinco: Dispositivo eletrônico plugável ou fixo em que na medida do aumento da diferença de potencial, a sua resistência diminui;
- A construção dos Dispositivos de Proteção Contra Surto surge pelo cruzamento de várias normas: NBR 5410:2004 - NBR 13300 - NBR 14306 - IEC 61643-11 - VDE - UL; gerando um padrão de aplicação, conforme tabela abaixo:

• **TABELA 17 - PADRÃO DE APLICAÇÃO DO DPS**

TESTE	CONSTRUÇÃO	TECNOLOGIA	APLICAÇÃO
CLASSE I	TIPO 1	SPARK-GAP VARISTOR	Proteção contra descargas atmosféricas diretas;
CLASSE II	TIPO 2	VARISTOR SPARK-GAP	Proteção contra descargas indiretas e chaveamento liga/desliga de Máquinas e Equipamentos;
CLASSE I, II	TIPO 1 + 2	VARISTOR SPARK-GAP	Proteção de Classe I e/ou Classe II simultaneamente, em um único Dispositivo.

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- Para conectar eletricamente o Dispositivo DPS à Rede Elétrica, devemos obedecer aos critérios recomendados pela norma NBR. 5410, que segundo o nosso entendimento se faz conforme segue:
- ❖ O exemplo a seguir, estará baseado numa residência Unifamiliar:
- ❖ Geralmente o DPS se aplica, fisicamente, no primeiro Paineleltrico instalado imediatamente após o Medidor de Energia, que é o painel de distribuição principal;
- ❖ O painel de distribuição principal pode ser alimentado por:
 - ✓ Três condutores de Fase e dois condutores de proteção: sendo um para Neutro e outro para Terra. Nesta condição é chamado de: Trifásico + Neutro + Terra, e usamos um DPS para cada fase + um para o Neutro e todos ligados a Terra;
 - ✓ Ou: dois condutores de Fase e dois condutores de proteção: sendo uma para Neutro e outro para Terra. Nesta condição é chamado de: Bifásico + Neutro + Terra, e usamos um DPS para cada fase + um para o Neutro e todos ligados a Terra;
 - ✓ Lembrando que todos os nossos produtos estão baseados no Esquema de Aterramento inicial TN-C-S, que antes do Medidor é alterado para TN-S;
- ❖ O DPS deve estar conectado eletricamente, sempre imediatamente depois de uma Unidade Funcional de proteção contra sobrecarga e curto-circuito, que estará a Montante da Carga (a geral do paineleltrico): Disjuntores, Minidisjuntores ou Fusíveis;
- ❖ E sempre antes de uma Unidade Funcional de proteção contra Correntes Residuais, que também poderá estar a Montante da Carga;

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- ❖ Cada DPS deverá estar associado a uma Unidade Funcional específica de proteção contra sobrecarga e curto-circuito, que poderá ser um Minidisjuntor unipolar, com função definida pelo termo back-up: possível tradução: retaguarda armada, no sentido de ligada e protegida. A função se faz necessária porque todo o produto é passível de defeito ou falta, e no caso do DPS, se estas possibilidades são manifestadas, haverá um grande curto-circuito entre a fase do evento e o barramento de Terra-PE. O processo do curto-circuito tem que ser interrompido pelo back-up;
- ❖ O back-up é constituído por Unidade Funcional termomagnética unipolar. Não devemos utilizar bipolar ou tripolar porque a fase do evento, não pode provocar o desligamento das outras;
- ❖ Geralmente não se aplica back-up para o Neutro, desde que a seção transversal do condutor Neutro seja igual aos de Fase;
- A conexão às fases poderá ser feito com cabo, obedecendo ao seguinte critério:
 - ❖ Iniciando pela ligação na Fase, vai até o pólo elétrico de entrada do DPS, e do pólo de saída vai até o Barramento de Terra-PE ou BEP, usando para cada DPS, no máximo 0,5 m cabo para efetuar toda a sequência: $(F+DPS) + (DPS+PE) = 0,5 \text{ m}$, sem existir curvas;
 - ❖ Se não for possível, então entre DPS e o Barramento de Terra-PE ou BEP, usar comprimento menor que 0,5 m, e entre DPS e Fase o comprimento suficiente, preferencialmente sem curvas;
 - ❖ O menor comprimento do cabo, sempre deverá ser entre DPS e Barramento de Terra-PE ou BEP;

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- ❖ A seção mínima do condutor para conexão entre DPS e Terra-PE, será conforme segue:
 - Se a proteção é contra surto originado por chaveamento liga/desliga de Máquinas e Equipamentos = 4 mm²;
 - Para proteção contra surtos atmosféricos, direto e/ou indireto = 16 mm²;
 - Entende-se também que o uso do cabo com seção de 16 mm²; o surto pode ser gerado tanto por questões atmosféricas quanto por chaveamento;

- ❖ Cores dos condutores:
- ❖ Entre a Fase e o DPS
 - Usar as mesmas que aplicadas para as Fases;
 - No caso do Neutro: azul claro;

- ❖ Entre DPS e Barramento de Terra-PE ou BEP:
 - Sempre na cor Verde, ou no máximo Verde/Amarelo;

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- A Unidade Funcional para proteção contra surto deve ser reconhecida pelas seguintes informações:
- ❖ Nome apropriado: Dispositivo de Proteção Contra Surto: DPS;
- ❖ Classe I - TIPO 1 - onda: 10/350 microssegundos: **10/350 µs**:
 - Esta informação representa a corrente que entra no DPS em forma de onda, causado por Raio em condição direta, e avaliado em laboratório com teste de classe I onda 10/350 µs;
 - ✓ Pode ser construído com tecnologia Spark-gap e/ou Varistor;
- ❖ Classe II - TIPO 2 - onda: 8/20 microssegundos: **8/20 µs**:
 - Esta informação representa a corrente que entra no DPS em forma de onda, causado por Raio em condição indireta ou por chaveamento de máquinas e Equipamentos, e avaliado em laboratório com teste de classe II onda 8/20 µs;
 - ✓ Pode ser construído com tecnologia Spark-gap e/ou Varistor;
- ❖ Classe I + II, Simultâneo - TIPO 1 + 2 - ondas: 10/350 microssegundos: **10/350 µs**, e/ou 8/20 microssegundos: **8/20 µs**:
 - Esta informação representa a corrente que entra no DPS em forma de onda, causado por Raio em condição direta, indireta ou por chaveamento de máquinas e Equipamentos, e avaliado em laboratório com teste de classe I,II simultaneamente ondas 10/350 µs, e/ou 8/20 µs;
 - ✓ Pode ser construído com tecnologia Spark-gap e/ou Varistor;

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- A Unidade Funcional para proteção contra surto será reconhecida pelas seguintes informações:
- ❖ **Up:** Nível de Proteção:
 - ✓ Informação dada em quilovolt: kV, por exemplo: 2,5 kV;
 - ✓ Informa o limite de tensão entre os seus terminais com grandezas originadas por lista normativa;
 - ✓ Teste realizado a partir de **In** para teste de classe I e II;
- ❖ **In:** Corrente nominal de descarga:
 - ✓ Informação dada em quiloampère: kA; por exemplo: 15 kA;
 - ✓ Informa o valor de pico de corrente 8/20 µs aplicado em até 15 vezes no protetor, e usado para determinar o valor de **Up**.
- ❖ **Imáx:** Corrente máxima de descarga:
 - ✓ Informação dada em quiloampère: kA; por exemplo: 40 kA;
 - ✓ Informa a máxima corrente de descarga para o teste classe II. Valor de pico de corrente máximo que pode fluir pelo protetor contra surto na onda 8/20 µs, com amplitude definida de acordo com a sequência de teste classe II.
 - ✓ Imáx é sempre maior que In.
- ❖ **Iimp:** Corrente de impulso para teste de classe I:
 - ✓ A corrente de impulso Iimp é definida por uma corrente de pico Ipeak;
 - ✓ É usado para classificar protetores contra surto de classe I.
- ❖ **Un:** Tensão nominal de uma rede em corrente alternada:
 - ✓ Tensão nominal entre fase e neutro: valor rms de c.a.
- ❖ **Uc:** Máxima tensão de operação contínua:
 - ✓ Que pode ser aplicada continuamente em um protetor contra surto.
- ❖ **Ip:** Corrente de curto-circuito da instalação: (Ip) (kArms) .
 - ✓ Ip é a corrente que vai fluir em um ponto da instalação no caso de um curto-circuito neste ponto.

- MDE - PARTE III -

5.3.2 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- O Dispositivo de Proteção contra Surtos deve ser instalado no primeiro painel elétrico da instalação, considerando ainda as seguintes condições:
- ❖ Esquema de Aterramento: TN-C-S e depois TN-S;
- ❖ Ao receber em TN-C-S o condutor de proteção estará em condição PEN;
- ❖ O condutor PEN vai ao BEP, e depois disto Neutro e Terra se farão por condutores distintos: TN-S;
- ❖ No Painel Principal de Distribuição deve existir Dispositivo que atende a Classe I: 10/350 μ s, considerando o contato Direto, contudo se o contato é Indireto, a proteção não se fará;
- ❖ O DPS Classe I não assume os valores da Classe II, fato que inversamente também não ocorre;
- ❖ Existem Dispositivos que atendem simultaneamente as duas Classes: 10/350 μ s e/ou 8/20 μ s, resolvendo muito satisfatoriamente as exigências de proteção contra contatos diretos e/ou indiretos, simultaneamente.

- MDE - PARTE III -

5.3.1 - UNIDADE FUNCIONAL: DPS -

- ❖ Para proteção contra as Sobretensões Transitórias, o fabricante de DPS - Clamper recomenda o uso do seguinte critério:
 - ✓ Classificar o local onde se encontra a Edificação em: Área Urbana ou Área Rural;
 - ✓ Área urbana é caracterizada pela concentração de Unidades Residenciais Multifamiliar e/ou Multiempresarial;
 - ✓ Devemos ter cuidado com os locais altos, abertos e isolados:
 - ✓ Locais altos, por exemplo: Pico do Jaraguá;
 - ✓ Locais abertos: área de represa ou praia;
 - ✓ Se muito isolada, como por exemplo: Edificações no Pico do Jaraguá;
 - ✓ Estas áreas devem ser consideradas como Rural:
 - ❖ Área Urbana: 10 kA;
 - ❖ Área Rural: 20 kA.
- Para condição apropriada da aplicação, devemos sempre consultar as Normas e também as Pessoas Qualificadas.

- MDE - PARTE III -

5 - UNIDADE FUNCIONAL PARA PROTEÇÃO CONTRA:

5.3 - SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS -

5.3.2 - CONCLUSÃO -

- ✓ Para proteção contra Sobretensões Transitórias geradas por Descargas Atmosféricas ou por Manobras de Máquinas e Equipamentos, vimos que a condição protetora será eficaz quando usamos Equipamentos Elétricos em condição triangular de funções: Pára-Raios, Sistema de Aterramento e o Dispositivo de Proteção contra Surto - DPS, portanto usamos três soluções, simultâneas, para se cumprir minimamente com um dos princípios fundamentais que as Instalações Elétricas devem oferecer;
- ✓ O Profissional Qualificado pode adicionar outras soluções sempre no sentido de aumentar a proteção contra Sobretensões Transitórias, estabelecendo segurança nas atividades Humanas quando associadas ao uso da Eletricidade.

- MDE - PARTE III -
6 - UNIDADE FUNCIONAL:
- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS -

Invólucros de Elétricos são produzidos a partir de matérias-primas que se façam produzir envoltórios rigidamente apropriados para suportar e proteger outras Unidades Funcionais instaladas na sua parte interna, que quando devidamente associados, protegem contra os efeitos advindos dos Fenômenos Elétricos, seja por ação Ambiental ou por ação dos Seres Vivos.

- **Fenômenos Elétricos:** surgem quando existem deslocamentos de cargas elétricas fazendo com que Máquinas e Equipamentos operem, provocando também o aparecimento de outros Fenômenos, por exemplo: Choques; Sobrecorrentes; Sobretensões; Subtensões; Descargas Elétricas por Manobra de Máquinas ou Equipamentos;

- **Fenômenos Elétricos Ambientais:** estão relacionados principalmente aos aspectos da poluição, gerada por poeira condutiva por gás ionizado ou por ser higroscópica, neste caso a salinizada, potencializada pela contínua absorção da umidade do ar que pode se condensar, ou seja, a poeira sobre ação de gases e/ou umidade do ar, que contém sais minerais, se transforma em massa condutora, que ao estar depositada sobre contatos elétricos pode gerar curto-circuito. A outra condição Ambiental é a que gera a perigosa e destruidora Descarga Atmosférica, que fatalmente vai produzir o fenômeno conhecido como Surto;

- **Fenômenos Elétricos gerados por ação de Seres Vivos:** estão relacionados aos contatos acidentais das pessoas idosas, não idosas ou infantis, principalmente envolvendo choques provenientes do Chuveiro Elétrico ou Torneira Elétrica. No que tange aos animais, a categoria dos roedores nos centros urbanos, são os apontados como os principais causadores de curto-circuito;

- **A condição de proteger:** é quando os Fenômenos Elétricos, também se manifestam dentro dos Invólucros, isto é, os Invólucros devem impedir a passagem destes Fenômenos ao Ambiente em que esteja instalado, existindo ou não a presença de Seres Vivos. São verdadeiras também, estas mesmas condições só que partindo do Ambiente de Instalação em direção ao interno do Invólucro.

- MDE - PARTE III -
6 - UNIDADE FUNCIONAL:
- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS -

É um Produto Mecânico, desenvolvido para assegurar a proteção contra a troca de influências das interações simultâneas entre os Seres Vivos com o Meio Ambiente, juntamente com as Unidades Consumidoras e suas relações com o Meio Elétrico, criando condições ideais para conter internamente, outras Unidades Funcionais para fins de manobra; controle; condução; medição; sinalização; proteção; regulação e demais dispositivos destinados ao consumo de Qualidade da Energia Elétrica.

Este Produto recebe várias terminologias das quais as mais utilizadas são: Painei; Quadro; Mesa de Comando; Estrutura; Módulo; Caixa ou Conjunto Eletromecânico, que geralmente está associada ao uso Elétrico, como por exemplos: Painei Elétrico ou Quadro Elétrico.

Os Invólucros podem ser construídos a partir de duas matérias-primas:

- Uma de origem Mineral: que é de Aço, material resultante da fusão entre o Ferro e o Carbono: $Fe + C$, chamado por isso de: Invólucro ou Painei Elétrico em Chapa de Aço ao Carbono;
- A outra é evoluída dos conceitos sintéticos, resultante da combinação de três elementos químicos: Acrylonitrile + Butadiene + Styrene = ABS, que produz um termoplástico rígido e leve, chamado por isso de: Invólucro ou Painei Elétrico em Termoplástico ABS.

- MDE - PARTE III -
6 - UNIDADE FUNCIONAL:
- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS -

Os Invólucros em chapa de Aço ao Carbono se fazem através das interposições físicas entre conjuntos de chapas recortadas e mecanicamente vincadas, que quando unidas por elementos metálicos: soldas e/ou parafusos, que combinados com a espessura calculada de cada peça, vão produzir um envoltório bastante rígido e plenamente capaz de cumprir com suas funções.

Já os Invólucros de Elétricos resultantes do Termoplástico ABS, quando saem das máquinas injetoras, já estão praticamente prontos para uso, ou seja, estes Painéis se completam por processos de baixíssima complexidade, faltando basicamente os elementos destinados à fixação dos componentes elétricos, embalagens de proteção e informativos, finalizados pelo transporte até o Consumidor. É sabido também, que nesta condição os preços dos produtos são bem mais baixos, porque inclusive obedecem a critérios desenvolvidos pelos conhecimentos da Engenharia de Produção em Série, diminuindo consideravelmente a quantidade de Pessoas envolvidas na produção.

A condição de produção, entre os dois tipos de Invólucros são muito diferentes e os Invólucros de Elétricos em chapa de Aço ao Carbono, exige condição construtiva de fases múltiplas, envolvendo inclusive Profissionais Qualificados, que entre outros destacamos: Engenheiro Mecânico; Ferramenteiros; Soldadores e Lixadores, que somados a outras circunstâncias, causam custos muito superiores.

- MDE - PARTE III -
6 - UNIDADE FUNCIONAL:
- INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS -

A principal função de um envoltório ou Invólucro é proteger, como por exemplo:

- ❖ A Geladeira: trata-se de um envoltório que protege alimentos contra o ar tido como quente, por isto na sua parte interna o ar é frio, condição suficiente para resfriarmos também as bebidas;
- ❖ Portanto o próprio termo, quando usado para definir uma Unidade Funcional para fins elétricos de proteção, já condiciona a ação protetora, afinal tudo que estiver dentro está protegido, no entanto, será que esta condição óbvia é suficiente?
- ❖ Como resposta imediata, hoje podemos afirmar que não, no entanto nem sempre foi assim. Processos industrializados, nos dias de hoje, precisam ser amparados por Normas Técnicas;
- ❖ Para proteção de Painéis Elétricos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece a ABNT NBR IEC 60.529:2005, como sendo a Norma orientadora de se identificar a condição de proteção que os Invólucros de Equipamentos Elétricos devem oferecer;
- ❖ Como se trata de Norma Técnica, o entendimento Patec se faz pelo descritivo a seguir:

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCROS -

6.1 - GRAUS DE PROTEÇÃO PARA INVÓLUCRO DE ELÉTRICOS -

Todos os Invólucros, seguindo condições normalizadas, devem oferecer no mínimo proteção contra a penetração de corpos sólidos estranhos ao Painel Técnico. Em alguns casos deve conter ainda, proteção contra a penetração prejudicial de elementos Hídricos. A esta condição protetora, chamamos de Grau de Proteção.

Para obter a eficácia do Grau de Proteção designada ao Invólucro, todos os componentes que fazem parte da Instalação, inclusive as Unidades Funcionais instaladas na porta, devem se equivaler ao do próprio Invólucro. Para melhorar a compreensão desta condição, observe atentamente o descritivo a seguir:

- A qualificação para indicar o Grau de proteção se dará por duas letras, que são: o “I” e o “P”: IP, que significam: Invólucro Protegido, seguidas por dois numerais característicos, como por exemplo: IP. 40: então temos: Invólucro Protegido: IP, seguidas pelo:
 - 1º numeral característico: 4 (quatro); e o segundo numeral: 0 (zero);
 - O que significam?
 - O primeiro numeral característico: determina a proteção que o Invólucro deve oferecer contra a penetração de corpos sólidos ao seu interior;
 - O segundo numeral característico: determina a proteção que o Invólucro deve oferecer contra a penetração prejudicial de elementos Hídricos ao seu interior;
 - A partir do Grau de Proteção IP 51, no processo construtivo dos Invólucros, está prevista a aplicação de Borracha Trefilada em condição projetiva. Não é adaptada;
 - A combinação, dos dois numerais, vai definir o quão o Invólucro está preparado para proteger as Unidades Funcionais que estão no seu interior.
 - Para melhor compreensão veja a tabela do Anexo “A” página 23.
 - Quem declara esta proteção, num primeiro instante, é o fabricante do Invólucro que pode comprovar esta condição através de Relatórios de Testes realizados em laboratório de 1ª e/ou 3ª Partes.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.1 - GRAUS DE PROTEÇÃO PARA INVÓLUCRO DE ELÉTRICOS -

Quando designamos o Grau de Proteção de um Invólucro, é muito importante que este Grau esteja compatível com o AMBIENTE DE INSTALAÇÃO, porque não adianta, por exemplo, estabelecer IP. 54 ao Invólucro, se os demais acessórios da Instalação sejam enquadrados em IP. 20, ou ainda, menor que o próprio IP. 54. Acompanhe o exemplo:

- Os condutores de chegada ao Painel Técnico estarão em rotas compostas por eletrocalhas, geralmente, perfuradas que neste caso a ventilação tanto no ambiente quanto nos condutores, se fará por condições naturais da circulação do Ar;
- Acontece que a perfuração da eletrocalha também irá facilitar a penetração de corpos sólidos, principalmente da poeira condutora, e/ou de elementos hídricos;
- Se o Invólucro estiver em Grau de Proteção IP. 54, a eletrocalha por ser perfurada, já comprometeu a eficácia do Grau de Proteção do Painel;
- Se a eletrocalha estabelecer o quão ela oferece em Grau de Proteção, o Painel Técnico também assume a mesma graduação:
 - Exemplos:
 - Grau de Proteção da eletrocalha perfurada: IP. 41;
 - Então o Painel Técnico também será IP. 41, mesmo que o Invólucro ofereça, inicialmente, Grau de Proteção IP. 54;
 - A condição inversa também é verdadeira: Se a eletrocalha for sem perfuração: Grau de Proteção IP. 66, a Instalação neste caso vai corresponder ao do Invólucro, ou seja: IP. 54;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.1 - GRAUS DE PROTEÇÃO PARA INVÓLUCRO DE ELÉTRICOS -

As mesmas preocupações são necessárias quando existir a instalação de Unidades Funcionais posicionadas na porta do Invólucro como, por exemplo: botões de comando, sinalizadores, manoplas de acionamento, entre outros. O Grau de Proteção tem que ser compatível ao do Invólucro, caso contrário, o Painel Técnico assume o menor Grau oferecido por tais componentes. Acompanhe os exemplos:

- Invólucro: Grau de Proteção IP. 54;
- Botão de Comando: Grau de Proteção IP. 42;
- Sinalizadores: Grau de Proteção IP. 52;
- Manopla de acionamento externo: Grau de Proteção IP. 40;
- Se todas as Unidades Funcionais fizerem parte da montagem do mesmo Painel Técnico, o Grau de Proteção resultante será IP. 40, mesmo que o Invólucro seja em Grau IP. 54. No caso, a Manopla de acionamento comprometeu o alto Grau de Proteção do Invólucro:
 - Como correção, a montagem poderá ser feita com o acionamento interno;
 - Nesta condição, o Painel Técnico terá como resultante o Grau de Proteção relativo ao dos botões: IP. 42;
 - E assim sucessivamente.

Ficam isentas das considerações apresentadas, graus de proteção contra: danos mecânicos aos equipamentos; risco de explosões; danos por condensação; vapores corrosivos; fungos; vermes e animais daninhos ou roedores em geral.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCROS -

6.2 - APLICABILIDADE:

- TERMOPLÁSTICO ABS x AÇO AO CARBONO: Fe + C -

6-2.a - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS EM TERMOPLÁSTICO ABS:

Invólucros em Termoplástico ABS são Painéis Técnicos construídos nas versões Embutidas ou Sobrepostas num plano vertical, no caso, uma parede. São ideais para o uso em Instalações Elétricas de imóveis para fins residenciais, porque os espaços para eles podem ser bem reduzidos, contudo existem condições que limitam a aplicabilidade do produto, acompanhe:

1º - A principal limitação está na seção transversal do cabo alimentador que, geralmente, está limitado ao máximo de 25 mm²;

2º - As Unidades Funcionais dadas como Minidisjuntores Termomagnéticos, estão limitadas às condições mecânicas e elétricas para os chamados Minidisjuntores comuns, que se fixam em máximos de 70 Ampères, com bornes de energização dimensionados para cabos máximos de 25 mm². Já os Minidisjuntores não tão comuns, que são de: 80; 100 e 125 Ampères possuem os bornes de energização para cabos com seção superiores a 25 mm²; geralmente entre 35 e 50 mm², e que ao serem utilizados, desobedecem aos conceitos técnicos e primários de construção dos Invólucros em Termoplástico ABS;

3º - Oferece dificuldades em aplicar conceitos quanto aos dispositivos para aumentar a segurança, conforme determina a NR. 10; Lei Federal do Ministério do Trabalho que trata da Segurança nas Instalações Elétricas. Este é o motivo também para não recomendarmos a instalação destes Produtos, em áreas das interações entre Seres Humanos que mantenham contatos temporários. Exemplos: Hospitais; Escritórios; Bares; Lanchonetes; Áreas Comuns de Condomínios; e todos os outros assemelhados;

4º - Na verdade sua aplicabilidade fica restrita ao ambiente residencial;

5º - Não oferece proteção contra elementos Hídricos, tanto os geridos por condições Ambientais, como os por Seres Humanos, no entanto, o Invólucro está qualificado para oferecer proteção em Grau IP. 40;

- MDE - PARTE III -**6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -****6.2 - APLICABILIDADE:****- TERMOPLÁSTICO ABS x AÇO AO CARBONO: Fe + C -****6-2.b - INVÓLUCROS DE ELÉTRICOS EM CHAPA DE AÇO AO CARBONO:**

Invólucros de Elétricos em chapa de Aço ao Carbono são aplicáveis em qualquer tipo de Instalação Elétrica. Possui a figura geométrica de um Paralelepípedo, e são fabricados conforme a sequência apresentada a seguir. A utilização será dada pela combinação entre os espaços internos das Unidades Funcionais, e principalmente, pela condição do plano onde se fará a fixação, simultaneamente, com a sustentação de seu próprio peso dos quais serão os determinantes para três possibilidades construtivas, que são:

- Fixação em um Plano Horizontal, por exemplo: Piso:
 - É o Invólucro para Painel Técnico tipo Armário ou Autossustentável, porque a fixação se fará contra o Piso, estabelecendo simultaneamente também, que o peso total será suportado por sua própria condição construtiva, a qual se chama de Coluna;
- Fixação em um Plano Vertical, por exemplo: Parede:
 - São os Invólucros para Painéis Técnicos:
 - Tipo Modular Caixa Metálica de Sobrepor;
 - Tipo Modular Caixa Metálica de Embutir, ou;
 - Em ambos os caso a fixação se fará por no mínimo quatro chumbadores postos contra a parede, determinando simultaneamente também, que o peso total será suportado tanto pelos parafusos quanto pela Parede. Para Invólucros com alturas e pesos significativos, poderão ser usados mais do que quatro chumbadores;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.2 - APLICABILIDADE:

- TERMOPLÁSTICO ABS x AÇO AO CARBONO: Fe + C -

6-2.c - NOMEAÇÃO DOS PAINÉISTÉCNICOS PATEC:

- Para efeitos nominativos, Painéis Técnicos possuem termos levemente diferenciados dos termos da Norma NBR. IEC. 60439-1, conforme segue:
- 1 - Painel Técnico tipo Armário Metálico Monocoluna Fechado;
- 2 - Painel Técnico tipo Armário Metálico Multicoluna Fechado, que, aliás, em ambos os casos dificilmente forneceremos na condição aberta, mesmo estando previsto em Norma;
- 3 - Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Sobrepor;
- 4 - Painel Técnico tipo Multimodular Caixa Metálica de Sobrepor;
- 5 - Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Embutir;
- 6 - Painel Técnico tipo Modular Caixa ABS de Embutir;
- 7 - Painel Técnico tipo Modular Caixa ABS de Sobrepor;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.1 - PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MONOCOLUNA

- O Armário também é chamado de Unidade Funcional, que se fixa sobre o Piso do ambiente em que será instalado. Surge através da combinação entre vigas ou perfis de chapas dobradas e soldadas, que depois de serem tratadas, pintadas e aparafusadas, formarão um Conjunto de Vigas ou Perfis, chamados também de base primária de sustentação ou Coluna, que oferecerá plenos recursos à montagem e integração de um ou mais dispositivos elétricos.
- Quando soldamos e/ou aparafusamos as vigas e perfis de chapas, uns nos outros, o Painel Técnico tipo Armário Metálico Monocoluna surge vazado em todos os lados, e que agora, necessita de peças complementares de fechamento, de montagem e sustentação:
 - Os fechamentos são de presença obrigatória, e se fazem por tampas chamadas de: Teto, Tampas Laterais, Tampa Traseira, Porta;
 - Além dos Fechamentos, existe uma Placa de Montagem destinada à montagem de outras Unidades Funcionais;
 - A Base Soleira é colocada em baixo da Coluna, associando-a ao processo de auto-sustentação;
 - Os fechamentos são seções de chapa, dobradas de modo a aumentar a sua própria rigidez, e furadas de maneira a facilitar a sua fixação contra a base primária de sustentação, no caso a Coluna;
 - A fixação dos fechamentos é feita por parafusos;
 - O fechamento frontal pode ser feita em duas condições, onde se define também a condição geral da Coluna em:
 - Coluna Padrão ou Coluna Portinhola;
 - Acompanhe a seguir a condição de fabricação das peças complementares:

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.1 - PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MONOCOLUNA -

6.3.1.a - ARMÁRIO: DESCRIÇÃO DAS PEÇAS COMPLEMENTARES -

• TETO:

- Seção de chapa que é fixada na parte superior do Pannel, que fica embutida, alinhada e aparafusada junto às vigas primárias de sustentação, e tampam a totalidade do quadrilátero vazado da parte superior do Pannel Técnico;

• TAMPAS LATERAIS:

- Seção de chapa posta uma do lado esquerdo, e outra do lado direito do Pannel, ficando embutidas, alinhadas e aparafusadas entre as vigas primárias, e tampam a totalidade do quadrilátero vazado das laterais esquerda e direita do Pannel Técnico;

• TAMPA TRASEIRA:

- Seção de chapa colocada na parte traseira do Pannel, e que fica sobreposta e aparafusada contra as vigas primárias de sustentação, e tampam a totalidade do quadrilátero vazado do lado traseiro do Pannel Técnico.

• PLACA DE MONTAGEM:

- Os dispositivos elétricos assim como os barramentos, que estejam fixados ou não sobre elementos isolantes, serão aparafusados contra uma placa de montagem inteiriça, com medidas basicamente iguais à altura e largura do Pannel, ou seccionada, que na segunda condição chama-se longarina, e estarão fixadas horizontalmente dentro do Armário, geralmente, posicionada entre a tampa traseira e a porta, com a face voltada à porta;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.1 - PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MONOCOLUNA -

6.3.1.a - DESCRIÇÃO DAS PEÇAS COMPLEMENTARES -

- **BASE SOLEIRA OU RODAPÉ:**

- Abaixo do Pannel Técnico é fixada uma Base Soleira que acompanha o entorno da base do Invólucro que é vazada. A base tem a finalidade de distanciar o Pannel da possível umidade do piso, e estará aparafusada tanto no Pannel quanto no piso sem existir nenhum tipo de tampa que isole esta base em relação à parte interna da Coluna, facilitando a passagem dos condutores. A base soleira é composta por quatro recortes de chapas dobradas em forma de “U”, que ao serem unidas por soldagem, formam um quadrilátero na mesma proporção em relação à base do Pannel Técnico.

- **FECHAMENTO FRONTAL:**

- ✓ **COLUNA PADRÃO: PORTA INTEIRIÇA:**

- Seção de Chapa colocada na parte frontal do Pannel Técnico, ficando sobreposta às vigas primárias de sustentação, tampando a totalidade do quadrilátero vazado que vai desde a parte inferior até a superior do Invólucro em peça única. Fixa-se à Coluna através de dobradiças dando-lhe abertura em ângulo de até 120º, que quando articulada permite o acesso à parte interna do Pannel:
 - ✓ A Coluna total para este formato é tratada como: Coluna Padrão;
 - ✓ Para melhor entendimento, veja fotos no site: www.patecpaineis.com.br:

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.1 - PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MONOCOLUNA -

6.3.1.a - DESCRIÇÃO DAS PEÇAS COMPLEMENTARES -

• FECHAMENTO FRONTAL:

✓ COLUNA PORTINHOLA:

- Face frontal que dá acesso à parte interior do Painel Técnico, ou seja, o frontal da Coluna possui várias portas, chamadas de portinholas, com articulações independentes umas das outras. As Portinholas ficam sobrepostas às vigas de sustentação, e o conjunto delas fecha o total do quadrilátero vazado. Cada Portinhola se fixa ao Conjunto através de dobradiças com abertura em ângulo de até 120°:
 - ✓ A Coluna total para este formato é tratada como: Coluna Portinhola;
 - ✓ Para melhor entendimento, veja fotos no site: www.patecpaineis.com.br:
- O Invólucro para Painel Técnico tipo Armário Metálico Fechado Monocoluna quando construído, tanto em Coluna Padrão quanto em Coluna Portinhola, é projetado para oferecer grau de proteção IP. 54;
- O Grau de Proteção IP, poderá variar quando da integração do Painel Técnico junto às Instalações Elétricas: Eletrocalhas, eletrodutos, e demais condições podem reduzir o grau IP.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.2 - PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO METÁLICO MULTICOLUNA -

Painel Técnico tipo Armário Metálico Multicoluna se forma quando utilizamos dois ou mais Armários tipo Monocoluna justapostos, vazados e interligados por meio de parafusos, formando um Armário único, acompanhe:

- Imagine 5 Colunas sem os fechamento laterais, e que cada Coluna possua a largura de 800 mm;
- Largura: COL 800 mm x 5 = aparafusados lateralmente uns nos outros. Nesta condição a Largura total = 4.000 mm;
- Depois da junção das Colunas, usa-se uma tampa na lateral esquerda e outra na direita, pra completar o fechamento;
- A formação do Armário Multicoluna, poder ser feito a partir da Coluna Padrão com porta Inteira;
- Ou através da Coluna Portinhola;
- Inclusive não existe condição impeditiva para formação intercalada, ou seja:
 - Imagine: COL 800 mm x 5;
 - Sendo 3 Colunas Portinhola + 2 Colunas Padrão.
- ✓ Para melhor entendimento, veja fotos no site: www.patecpaineis.com.br:

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.3 - PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR -

Para Invólucros cuja fixação se faz sobre um plano vertical, é chamado de Sobrepor, surgindo através da confecção e combinação de três peças, conhecidas como; Caixa, Placa de Montagem e Porta:

- **CAIXA OU CORPO:**

- Parte do Pannel Técnico, construído em chapa de Aço ao Carbono com recorte em “Cruz”, onde as arestas são soldadas, formando um cubo irregular com uma das faces aberta. Esta parte do Pannel quando inserido em uma instalação elétrica, geralmente se inicia fazendo as aberturas para recebimento dos eletrodutos e/ou eletrocalhas, e posteriormente deverá ser fixado sobre e contra um plano vertical, por no mínimo quatro chumbadores:
 - Pelo fato de ser fixado sobre um plano vertical, que pode ser uma parede, o Invólucro recebe o nome de: Pannel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Sobrepor;

- **PLACA DE MONTAGEM:**

- Os equipamentos elétricos assim como os barramentos, fixados ou não sobre elementos isolantes, serão aparafusados contra uma Placa de Montagem inteiraça. A placa por sua vez, estará aparafusada dentro e contra a Caixa do Pannel Técnico, com a face voltada à porta.

- **PORTA:**

- Face frontal que dá acesso ao interior do Pannel Técnico:
 - A Porta é sobreposta à Caixa;
 - Com articulação feita por conjunto de dobradiças em ângulo de até 120°;
 - O Invólucro quando construído, oferece Proteção em IP. 54;
- O Grau de Proteção IP, poderá variar quando da integração do Pannel Técnico junto às Instalações Elétricas: Eletrocalhas, eletrodutos, e demais condições podem reduzir o grau IP.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.4 - PAINEL TÉCNICO TIPO MULTIMODULAR -

- CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR -

Painel Técnico tipo Multimodular Caixa Metálica de Sobrepor é quando utilizamos duas Caixas tipo Modular justapostas, vazadas e interligadas por meio de parafusos, formando Caixa única:

- Imagine duas Caixas: Lateralmente em cada Caixa, faço uma abertura retangular ou mesmo furos, e aparafuso uma contra a outra;
- Admitindo-se que cada Caixa possua a largura de 600 mm;
- Caixa 600 mm x 2 = aparafusada lateralmente uma Caixa na outra. Nesta condição a Largura total = 1.200 mm;
- Depois da junção, temos uma Caixa com largura maior, usando recurso normalizado;
- Acontece também que podemos unir Caixas de Sobrepor no sentido de aumentar a Altura, por exemplo:
 - ✓ 1ª Caixa com Altura: 1.200 mm;
 - ✓ 2ª Caixa com Altura: 950 mm;
 - ✓ Ou vice-versa;
 - ✓ Quando unidas pelas faces justapostas, que estão vazadas perfaz Altura total de: 2150 mm;
- Não existe condição impeditiva para formação do Conjunto de Caixas, ou seja:
 - Imagine: Caixa com Largura 600 mm x 5 = 3.000 mm; e Altura de: 1.200 mm;
 - Associam-se na Altura + 5 Caixas com Altura 1.200 mm;
 - A bateria de Caixas unidas perfazem as dimensões de:
 - Altura = 2.400 mm x Largura = 3.000 mm;
 - ✓ O acoplamento entre Caixas de Sobrepor, seja como for, é condição prevista por Norma;
 - ✓ Para melhor entendimento, veja fotos no site: www.patecpaineis.com.br:

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.5 - PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE EMBUTIR -

Para Invólucros cuja fixação se faz em um vão no plano vertical é chamado de Embutir, surgindo através da confecção e combinação de quatro peças, conhecidas como; Fundo, Placa de Montagem, Moldura e Porta:

• FUNDO, CAIXA OU CORPO:

- Parte do Pannel Técnico, construído em chapa de Aço ao Carbono que nada mais é do que uma peça em “U”, onde em suas extremidades se soldam peças conhecidas como cabeceiras, formando uma caixa ou cubo irregular com uma das faces aberta. Esta parte do Pannel quando inserido em uma instalação elétrica, geralmente se inicia pela furação para recebimento do eletroduto, e depois, sua fixação deverá ser feita por no mínimo quatro chumbadores:
- Na superfície de um plano vertical é feita uma cavidade, e o Fundo é fixado dentro desta cavidade, portanto o fundo é embutido no Plano Vertical, que pode ser uma Parede, e por isto o chamamos de Pannel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Embutir;

• PLACA DE MONTAGEM:

- Os equipamentos elétricos assim como os barramentos, fixados ou não sobre elementos isolantes, serão aparafusados contra uma placa de montagem inteiriça. A placa por sua vez, estará aparafusada dentro e contra o Fundo do Pannel Técnico, com a face voltada à porta;

• MOLDURA:

- Parte do Pannel Técnico feita de Perfis soldados entre si, que possui a finalidade de encobrir os vãos entre a parede e o fundo, além de acondicionar a porta;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.2 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.2.5 - PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR CAIXA METÁLICA DE EMBUTIR -

• PORTA:

- Face frontal que dá acesso ao interior do Painel Técnico, ficando acondicionada internamente à moldura, que através da ação das dobradiças, facilitará o acesso ao interior do Invólucro. A porta, para qualquer tipo de Invólucro, também possui a função de proteger tanto os elementos elétricos quanto as pessoas que circulam nas proximidades do Painel Técnico, principalmente quando energizado:
 - Invólucro tipo Embutir, geralmente, não é projetado para oferecer proteção contra elementos Hídricos, no entanto o Invólucro, quando construído oferece Proteção em Grau IP. 40;
 - O Grau de Proteção IP, poderá variar quando da integração do Painel Técnico junto às Instalações Elétricas: Eletrocalhas, eletrodutos, e demais condições podem reduzir a função IP;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.6 - SISTEMA DE TRAVAMENTO DAS PORTAS -

Todos os Painéis Técnicos são providos de Fechos para travamento da Porta, que neste caso são aplicados de acordo com o Ambiente:

- Condição do Ambiente:
- **Área Restrita:**
 - Lugares que só as pessoas: BA. 4 - Advertidas e BA. 5 - Qualificadas, têm acesso;
 - O Fecho para este ambiente poderá facilitar ou não, o acesso ao interno do Painei Técnico;
- **Área Aberta:**
 - Acessível a todas as Pessoas, independente da qualificação;
 - O Fecho para este ambiente deve dificultar o acesso ao interno do Painei Técnico
- **Para Painéis Técnicos tipo Armário: Coluna Padrão -**
- **Porta Inteiriça**
 - Cremona de Punho escamoteável com travamento em três pontos;
 - **Área Restrita:** Fecho Padrão: Miolo de acionamento tipo Universal;
 - **Área Aberta:** Fecho Restritivo: Miolo de acionamento Yale, com uma chave mestra.
- **Para Painéis Técnicos tipo Armário: Coluna Portinhola:**
- **Para cada Portinhola;**
 - Fecho tipo Manopla com lingueta de travamento em um ponto;
 - **Área Restrita:** Fecho Padrão: Manopla de acionamento simples;
 - **Área Aberta:** Fecho Restritivo: Manopla de acionamento bloqueável por dispositivo a conter um cadeado.
- **Para Painéis Técnicos tipo Modular Caixa de Sobrepor ou Embutir:**
 - Fecho tipo Lingueta com travamento em um ponto;
 - **Área Restrita:** Fecho Padrão: Lingueta miolo Fenda;
 - **Área Aberta:** Fecho Restritivo: Lingueta miolo Yale, com uma chave mestra.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.7 - OBSTÁCULO -

A Norma define Obstáculo como parte do Painel Técnico, que impede o contato direto acidental, mas que não impede o contato intencional:

- O contato intencional será bem feito mediante ao auxílio de Ferramenta, no caso uma chave de fenda, para que se possa remover totalmente o Obstáculo.

No que diz respeito aos Painéis Técnicos Patec, a parte em questão, é conhecida também como: Contra-espelho fixo, onde o contato intencional vai ocorrer, se o operador para isto estiver em posse de ferramenta apropriada. O Obstáculo é uma peça de segurança aparafusada, construída em material sintético do tipo PET-G:

- Nome Químico: chapa sintética de Poli Tereftalato de Etileno Glicol - PET-G;
- Este componente sintético é uma derivação do termoplástico apropriado para fins elétricos, caracterizado por ter:
 - Propriedade isolante e ser extremamente leve, evitando a condutividade pelo contato acidental com as partes vivas na hora de sua remoção, geralmente, ocorrida pela desatenção do operador;
 - Caso fosse construído em chapa de aço, o contato pela desatenção geraria um grande curto-circuito;
- O PET-G possui ainda:
 - Transparência Cristal;
 - Espessura da Lâmina com 2 milímetros;
 - Auto-extinção em até 20 segundos, desde que isento da fonte de calor;
 - O PET-G queima quando em contato direto com fogo, contudo, não haverá propagação das Chamas em sua extensão. Quando a fonte de calor é removida ou apagada, o pedaço atingido diretamente pelo fogo poderá ainda conter Chama, que se auto-extinguirá em até 20s.
 - Alta Flexibilidade, contudo com excelente resistência mecânica, suportando dobradura de até 180 graus sem apresentar quebras, durante a formação do Vértice;
 - É instalado sobre as partes condutoras, principalmente dos Barramentos.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.8 - TRATAMENTO E REVESTIMENTO -

Todo o material ferroso quando transformados em produtos, precisam estar protegidos contra a ação oxidante dos agentes ou meios corrosivos, tais como: atmosfera úmida neutra; atmosfera úmida salina ou marítima com ou sem gases de enxofre; água, que para isto, devemos submeter estes produtos a dois processos que se destinam à proteção dos Invólucros de Elétricos feitos em Aço ao Carbono: Fe + C:

➤ Os dois processos são:

- 1º - Tratamento Químico de limpeza e proteção;
- ❖ Para o Tratamento Químico de limpeza e proteção em Painéis Elétricos de Aço ao Carbono, a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece as seguintes Normas orientadoras:
 - ✓ NBR 6181: Meios corrosivos com vistas à seleção de sistemas de pintura: Classificação;
 - ✓ NBR 7348: Limpeza de superfícies de aço com jato abrasivo: Procedimento;
 - ✓ NBR 7833: Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva-poliuretano: Procedimento;
 - ✓ NBR 8264: Adequação da limpeza de superfície e do perfil de ancoragem, de aço, aos sistemas de revestimentos protetores: Procedimento.
- 2º - Sistema de Revestimento em tinta líquida ou em pó;
- ❖ Para o sistema de revestimento em Painéis Elétricos de Aço ao Carbono, a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece a seguinte Norma orientadora:
 - ✓ NBR 8755:1985: Sistemas de revestimentos protetores para Painéis Elétricos;
- Aplicam-se em todas as partes que formam os Painéis Técnicos:
 - Armário: Coluna e os Fechamentos: Teto, Tampas Laterais, Placa de Montagem, Tampa Traseira, Porta e Base Soleira;
 - Modular Caixa de Embutir ou Sobrepor: Fundo, Caixa, Placa de montagem, Moldura e Porta;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.8 - TRATAMENTO E REVESTIMENTO -

- Como se tratam de Normas Técnicas, o entendimento Patec se faz pelo descritivo a seguir:
- ❖ Para Invólucros de Equipamentos Elétricos, a matéria prima: Aço ao Carbono vem das siderúrgicas em formato de folhas que recebe o nome de chapa de aço e são classificadas conforme a espessura obtida na sua Laminação:
 - Grossas: espessura > 5 mm;
 - Finas: espessura ≤ 5 mm.
 - Laminação de produtos planos: processo para reduzir a espessura de chapas metálicas. É feito pela passagem da chapa entre dois cilindros girantes, que são maciços e de grande porte;
 - ❖ A 1ª Laminação é a Quente:
 - São feitas a partir do lingote que sai do forno em alta temperatura, e passam entre os dois cilindros girantes. São comercializadas com a espessura entre: 1,8 mm e 5 mm. Por estas condições são chamadas de: chapas finas a quente. A partir da Laminação a Quente se obtém condições para a segunda Laminação, desde que o Aço ao Carbono esteja devidamente resfriado e com suas propriedades estabilizadas;
 - ❖ A 2ª Laminação é:
 - Relaminada a frio, ou seja, a chapa passa novamente entre os dois cilindros girantes, e são comercializadas com espessura entre: 0,6 mm e 3 mm; por estas condições são chamadas de: chapas finas a frio;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.8 - TRATAMENTO E REVESTIMENTO -

- Diferenças entre os processos de laminação fina a quente e fina a frio:
 - ❖ **Fina a Quente:** a folha de chapa é recoberta por película gerada pela queima, cuja remoção se faz por atrito forçado por meio de produtos abrasivos: Granalhas ou Cavacos de Aço - G.80, que são expelidos em alta velocidade contra a superfície da folha. O atrito tem que alcançar a condição branca da folha de aço;
 - ❖ **Fina a Frio:** a folha de chapa possui superfície isenta de impurezas, considerada branca, que é a condição ideal para limpeza com aplicação de banhos químicos convencionais;
 - ❖ Depois das respectivas condições de Laminação, a folha de chapa de Aço ao Carbono é besuntada com produtos oleosos, com a finalidade de isolar a sua superfície contra ação oxidante do ar, criando condições para entrega destas folhas metálicas às Indústrias de transformação.
- Portanto como primeira condição, os Invólucros para Painéis Técnicos Patec, devem ser produzidos a partir da chapa com laminação Fina a Frio, fato que aumentará a eficácia do Tratamento Químico:
 - ❖ 1º - Tratamento Químico de limpeza e proteção:
 - Orientação: NBR 8264: Adequação da limpeza superfície e do perfil de ancoragem, de aço, aos sistemas de revestimentos protetores: Procedimento;
 - São feitos em banhos sequenciais por imersão em compostos químicos, durante período controlado de tempo, finalizados pela Fosfatização com secagem a quente, criando uma camada de proteção que isola a ação prejudicial do oxigênio contra a composição do Aço ao Carbono, ou seja, a superfície da peça em Aço ao Carbono, ganha uma película de proteção contra a ação oxidante do oxigênio;
 - Para não comprometer a película de proteção gerada pela Fosfatização, o revestimento final com tinta tem que ser feito em seguida à secagem total da peça.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.8 - TRATAMENTO E REVESTIMENTO -

- O processo de aplicação do revestimento com tinta se começa a partir das seguintes condições:
 - ❖ 1º - Meios a que os Painéis Elétricos podem estar expostos:
 - ✓ Como se trata de Invólucro por processo padronizado de fabricação, a condição de exposição é para Painéis Abrigados;
 - ✓ Painéis Abrigados são aqueles que se encontram internamente às Edificações,
 - ❖ 2º - Preparo de superfície, no caso: Tratamento Químico de limpeza e proteção:
 - ✓ Na condição de Invólucros com processos padronizados de fabricação, o Aço ao Carbono tem preparo de superfície por Fosfatização a quente;
 - ✓ Condição para espessura de chapa até: 2,66 = 12 MSG, com laminação fina a frio;
 - ✓ Revestimento com tinta em pó;
 - ✓ Enquadram estas condições como sendo as previstas pela Norma NBR 8755:1985, subitem: 4.2.1, alínea "b" - Sistema 2: incluindo o seguinte texto:
 - Tinta em pó a base de resina de poliéster ou resina de epóxi, com espessura mínima de: $\neq \geq 80 \mu/m^2$;
 - ✓ Os Painéis Técnicos Patec são revestidos com tinta a base de resina de poliéster;
 - ✓ A diferença entre poliéster e epóxi, está na condição higroscópica das resinas, acompanhe:
 - Qualquer Tinta a pó absorve umidade, principalmente a umidade do ar. Nesta condição a resina de poliéster possui menor intensidade de absorção da umidade, por isto dizemos que é mais seca;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.8 - TRATAMENTO E REVESTIMENTO -

- Sistema 2: de revestimentos protetores:
 - Tinta em pó a base de resina de poliéster, com espessura mínima de:
 - $\neq \geq 80 \mu/m^2$;
 - A tinta é a pó;
 - O pó adere na superfície da chapa por processo Eletrostático;
 - A Carga Elétrica da Chapa está positivada, e a da tinta que sai do dispositivo de aplicação está negativada, como cargas opostas se atraem, o pó e a chapa funcionam como ímãs que se atraem mutuamente, por isto o pó não cai da peça;
- Após aplicação da tinta, a peça é encaminhada à estufa elétrica para cura:
 - Em Temperatura entre 220 °C e 240 °C;
 - Espessura da camada de revestimento em Poliéster: $\neq \geq 80 \mu/m^2$.

- MDE - PARTE III -

6.3.9 - CORES DO REVESTIMENTO -

- Quanto às cores do revestimento protetor, a NBR 8755: 1985 não as definem. Nesta Norma constam somente as condições de aplicação em função do tipo de tinta, tratamento de superfície e ambiente ao qual o Invólucro estará exposto;
- Contudo, as Indústrias fabricantes de Invólucros de Elétricos usam dois padrões Internacionais para classificar a cor de seus invólucros, que são:
 - ✓ Padrão de cores Munsell: Geralmente especificados por consumidores;
 - ✓ Padrão de cores RAL: Geralmente estabelecido por fabricantes de Invólucros;
 - ✓ Segundo alguns especialistas, pelo padrão Munsell, conseguimos melhor definição sobre cores do que o padrão RAL.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.9.a - CORES DO REVESTIMENTO -

- Padrão de cores Munsell:
- Inventor: Albert Henry Munsell - Pintor estadunidense e Professor de Arte.
- Este padrão, geralmente, consta nas especificações da Petrobrás;
- Portanto podemos dizer que é padrão, geralmente, especificado por consumidores;
- O sistema de espaçamentos de cores Munsell, determina cores com base em três condições discutidas cientificamente. Foi desenvolvida entorno do ano de 1900:
 - Hue - Matiz: real, tom, tonal: Ordem crescente: do escuro ao claro, no entanto a diferença entre os tons, dégradé, é muito pequena;
 - Value - Valor: refletância, luminosidade, brilho: Quanto mais clara a cor maior a quantidade de luz refletida: refletância - varia de 0 a 100 onde: 5 é médio e 100 é branco;
 - Chroma - Saturação: pureza da cor, o quão forte ou fraco ela: varia de 0 a 12 ou mais;
 - Neste caso a cor é pelo formato: H V/C;
- São cinco cores básicas e cinco cores secundárias:

TABELA 18 - CORES MUNSELL

BÁSICAS	SECUNDÁRIAS
VERMELHO - R	LARANJA - YR
AMARELO - Y	VERDE + AMARELO - GY
VERDE - G	AZUL + VERDE - BG
AZUL - B	AZUL + VIOLETA - BP
VIOLETA - P	VERMELHO + VIOLETA - RP

- As abreviaturas se referem à cor em língua inglesa: por exemplo: Azul = Blue = B;
- Quando estiver com duas letras, indica mistura:
 - YR = Yellow + Red = Orange;
 - YR = Amarelo + Vermelho = Laranja;

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.9 - CORES DO REVESTIMENTO -

- A classificação para todas as cores se dá pela variação de números a cada 2,5 grandezas:
 - 2,5 R - 5 R - 7,5 R - 10 R;
 - 2,5 Y - 5 Y - 7,5 Y - 10 Y;
 - 2,5 GY - 5 GY - 7,5 GY - 10 GY;
 - 2,5 RP - 5 RP - 7,5 RP - 10 GP.

TABELA 19 - ENTENDENDO A CODIFICAÇÃO MUNSELL

Cor Munsell: 5 R 4/14			
Cor Munsell: H V/C			
Onde: H = o nº (2,5 - 5 - 7,5 - 10) + a letra da cor em língua inglesa.			
5	R	4	14
H = HUE		V = VALUE	C = CHROMA
Tonal - a cor real	Red = Vermelho	Refletância	Saturação
Se caso fosse 2,5 o tom seria levemente mais escuro. Variação: 2,5 - 5 - 7,5 - 10	Letra da Cor em língua Inglesa	Se o nº menor o brilho seria menor. Variação de: 0 a 10	Alta saturação. Variação de: 0 a 12 ou mais

- Quando indicado por N, significa Neutro, porque não há influência de outras cores:
- São os dégradés das Cinzas: desde o Preto até o Branco:

TABELA 20 - MUNSELL: A CODIFICAÇÃO DA COR PRETA

N 1	N 2
Pretos	

TABELA 21 - MUNSELL: A CODIFICAÇÃO DO CINZA AO BRANCO

N 3,5	N 6,5	N 5	N 8	N 9	N 9,5
Cinza Escura	Cinza Média		Cinza Claro	Branco	Branco

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.9.b - CORES DO REVESTIMENTO -

➤ Padrão de cores RAL:

- Este padrão é o mais utilizado por fabricantes de Invólucros de Elétricos;
- Sistema de cores desenvolvido em 1927, na Alemanha;
- ❖ REICHAUSSCHUSS Fur LIEFERBEDINGUNG - possível tradução: Comissão do Império Alemão para definição de normas técnicas aos meios de produção industrial;
- RAL: RATIONELLE ARBEISGRUNDLAGEN fur die PRAKTIKER DES LACK;
 - Possível tradução: Base racional para o uso prático de tinta;
- Apresenta-se em nove grupos de cores, identificadas por números de quatro dígitos:
- Estes dígitos correspondem às cartelas de cores predefinidas;

TABELA 22 - CORES RAL

COD.	COR		COD.	COR
RAL			RAL	
1000	AMARELAS		6000	VERDES
2000	LARANJAS		7000	CINZAS
3000	VERMELHOS		8000	MARRONS
4000	VIOLETAS		9000	PRETOS - BRANCOS - ALUMINIO
5000	AZUIS			CINZAS CLARAS

➤ As cores estão no plural porque envolve o dégradé: Por exemplo:

- Cinza Muito Escura, Escura, Média, Clara, Muito Clara, etc.

Interpretação do código, por exemplo: RAL 7032:

TABELA 23 - ENTENDENDO A CONDIFICAÇÃO RAL

CÓDIGO	7	0	3	2
RAL 7032	CINZA	Cartela	Cartela	Cartela

- ✓ Segundo alguns especialistas, o padrão RAL é menos preciso para composição das cores, no entanto, trata-se de padrão Internacional.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.9.b - CORES DO REVESTIMENTO -

- As cores aplicadas para o revestimento dos Painéis Técnicos Patec, seguem o padrão alemão RAL, conforme segue:
 - Interna e externamente para Invólucros tipo Armário Metálico ou Modular tipo Caixa Metálica de Embutir ou Sobrepor:
 - Cor Cinza padrão RAL 7032;
 - Placa de Montagem para qualquer tipo de Invólucro:
 - Cor Laranja padrão RAL 2003;
 - Rodapé ou Base Soleira para Invólucros tipo Armário;
 - Cor Preta padrão RAL 9011
- Outros processos de Revestimento do Aço ao Carbono:
- Galvanização:
 - ❖ Chapa de Aço ao Carbono que é revestida por uma camada de Zinco;
 - ❖ O Zinco pode ser transferido à chapa de Aço ao Carbono através do processo de Galvanização que pode ser: Eletrolítica ou por Imersão;
 - Galvanização Eletrolítica: O Zinco é transferido de um anodo para a superfície da chapa de Aço negativamente carregada. O Zinco é aplicado em apenas um dos lados da chapa;
 - Galvanização por Imersão: A chapa de aço passa por Banho de Zinco Fundido, revestindo as duas faces.
 - Problemas:
 - ✓ Na Galvanização Eletrolítica apenas um dos lados está revestido, enquanto na Galvanização por Imersão o problema está no corte, que ao fazê-lo as arestas ficam sem a proteção;
 - ✓ Geralmente não se pintam materiais Galvanizados, porque a película de Zinco dificulta a aderência da Tinta sobre a superfície da chapa.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.10 - DIMENSÕES CONSTRUTIVAS PADRONIZADAS -

Todo o processo de construção padronizada, também se faz a partir das dimensões que um Invólucro deve possuir.

Para medir os invólucros começamos por: Altura; depois Largura e por último, Profundidade: Altura x Largura x Profundidade.

Geralmente estas medidas são informadas em milímetros.

- Painel Técnico tipo Modular Caixa em ABS de Embutir ou Sobrepor-

TABELA 24 - DIMENSÕES DE CAIXAS EM ABS

Nº DE PÓLOS MIDISJUNTOR	- EMBUTIR-		- SOBREPOR -	
	Altura	Largura	Altura	Largura
12	228	302	228	302
18	228	406	X-X	X-X
24	373	302	373	302
36	518	302	518	302
	Profundidade para todos = 70			

- Painel Técnico tipo Armário Metálico Monocoluna -

TABELA 25 - DIMENSÕES PARA ARMÁRIOS

DIMENSÕES EM mm		
Altura	Largura	Profundidade da Coluna
- 1600 - 1800 -	- 600 -	- 400 - 600 - 800 -
		Com Porta + Tampa Traseira
- 2000 - 2300 -	- 800 -	- 460 - 660 - 860 -

- Painel Técnico tipo Modular Caixa de Sobrepor -

TABELA 26 - DIMENSÕES PARA CAIXAS DE SOBREPOR

Altura	Largura	Profundidade
480	380	- 170 -
600	480	
760	- 480 - 600 -	- 170 - 220 -
950	- 480 - 600 -	- 170 - 220 -
- 1200 -	- 600 - 760 -	- 220 -
- 1400 - 1600 -	- 600 - 760 -	- 220 -

- MDE - PARTE III -**6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -****6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -****6.3.10 - DIMENSÕES CONSTRUTIVAS PADRONIZADAS -**

- Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Embutir -
- Dimensão do Fundo a ser embutido na parede, e que não é visto pelo usuário:

TABELA 27 - DIMENSÕES DO FUNDO PARA CAIXAS DE EMBUTIR

- Dimensões em mm -		
Altura	Largura	Profundidade
480	380	- 120 -
600	480	- 120 - 140 -
800	500	- 140 -
1000	500	- 140 - 170 -
1200	600	- 170 -
1400	600	- 170 -
1600	600	- 170 -

- Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Embutir -

TABELA 28 - COMPONDO AS DIMENSÕES DA CAIXA DE EMBUTIR

PARA CONSIDERAR DIMENSÃO DA	
Altura	Largura
DA MOLDURA FRONTAL - ACRESCER	
Altura do Fundo + 100 mm	Largura do Fundo + 100 mm
EXEMPLO:	
Altura do Fundo	Largura do Fundo
600 + 100	480 + 100
Altura da Moldura	Largura da Moldura
700 mm	580 mm

- Dimensão a ser vista pelo usuário, conforme exemplo:

TABELA 29 - DIMENSÕES DA MOLDURA PARA CAIXAS DE EMBUTIR

Altura da Moldura	Largura da Moldura
700 mm	580 mm

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.11 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -

O processo construtivo de Invólucros de Equipamentos Elétricos é composto por várias etapas, que envolvem: corte e recorte, estampagem e dobragem feitas por prensas, e depois em condição manual: soldagem e lixamento abrasivo para remoção do excesso de solda.

O Aço ao Carbono tem que oferecer condições para todo este processo sem deixar de ser Aço, e para isto o material apropriado é o de Baixo Carbono porque possui:

- Baixa resistência e dureza: facilita o rompimento ou corte por pressão de ferramenta;
- Estampagem: molde para vinco, abrir aberturas no interior da peça, etc.;
- Guilhotinagem: corte inteiriço e reto, tipo tesoura.

- Com alta:
- Tenacidade: não perde a coesão, união;
- Ductilidade: que se pode esticar, esticar, estender em diversos sentidos,
- Usinagem: que se pode ser transformado, formatado por máquinas;
- Soldagem: que seja soldável sem o uso de soldas especiais: por exemplo:
 - A soldagem do aço inoxidável não pode ser feita com o mesmo tipo de solda que se aplica no aço ao carbono.
- Como exemplo para: Tenacidade, Ductilidade e Usinagem: Imagine a fabricação de painéis de cozinha. A profundidade da panela não possui emendas, porque é o resultado do repuxo feito através de ferramentas;

O Aço ao Carbono: Fe+C, é classificado por sua composição química. Esta classificação foi desenvolvida por uma associação de engenheiros norte-americanos com atividades na Indústria Automotiva, o SAE steel grades;

➤ SAE: Society of Automotive Engineers - EUA - 1900

Esta sociedade já teve em suas fileiras nomes como os de Henry Ford e Thomas Edison.

Antes da associação SAE, nos EUA já existia outra: a AISI;

➤ AISI: AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE - EUA - 1855

Com o passar do tempo estas duas instituições se reconhecem, e juntam esforços para alavancar tanto o produto Americano quanto a aplicação de suas Normas para uso Mundial, e passam a utilizar a mesma codificação para qualificar o Aço.

- MDE - PARTE III -**6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -****6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -****6.3.11 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -**

A classificação do Aço é dada por uma numeração com 4 ou 5 dígitos, por exemplo:

TABELA 30 - ENTENDENDO A CODIFICAÇÃO SAE PARA AÇO AO CARBONO

- SAE: 1008 -		
1	0	08
O 1º dígito indica o principal elemento da liga.	O 2º dígito indica o elemento de liga secundária.	Os dois dígitos finais indicam os centésimos da porcentagem de carbono-C, contida no material. Variam de 05 = 0,05% C até 95 = 0,95% C. Se a porcentagem de C $\geq 1\%$ = 100, o final tem 3 dígitos e o código passa a ter 5 dígitos.

TABELA 31 - DESIGNAÇÃO SAE PARA ELEMENTOS DE LIGA

DESIGNAÇÃO SAE	PRINCIPAL ELEMENTO DA LIGA	DESIGNAÇÃO SAE	PRINCIPAL ELEMENTO DA LIGA
1xxx	Aços ao Carbono	6xxx	Aço Cromo-Vanádio: Cr-V
2xxx	Aços de Níquel: Ni	7xxx	Aço de Tungstênio: W
3xxx	Aços de Níquel-Cromo: Ni-Cr	8xxx	Aço Níquel-Cromo-Vanádio Ni - Cr - V
4xxx	Aço Molibdênio: Mo		
5xxx	Aço Cromo: Cr	9xxx	Aço Silício - Manganês: Si-Si - Mn

- MDE - PARTE III -**6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -****6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -****6.3.11 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -****TABELA 32 - ELEMENTOS SECUNDÁRIOS DA LIGA**

DESIGNAÇÃO SAE	ELEMENTO SECUNDÁRIO DA LIGA	DESIGNAÇÃO SAE	ELEMENTO SECUNDÁRIO DA LIGA
10xx	Aços ao Carbono comum $Mn \leq 1,00\%$	13xx	Aço ao Carbono Manganês $1,60\% \leq Mn \leq 1,90\%$
11xx	Aço Carbono com Enxofre: S	14xx	Aço ao Carbono com Nióbio $Nb = 0,10\%$
12xx	Aço Carbono com Enxofre e Fósforo: S e P	15xx	Aço ao Carbono Manganês $1,00\% < Mn \leq 1,65\%$

- Quanto maior o nível de carbono mais duro o aço se torna. O carbono é o principal elemento endurecedor em relação ao ferro, por isto os teores de carbono determinam que o aço possa ser de:
 - Baixo Carbono $\leq 30 = 0,30\%$ (os dois últimos algarismos) do principal elemento da liga: baixa resistência e dureza com alta tenacidade e ductilidade. É usinável e soldável, além de apresentar baixo custo de produção:
 - Aplicado em: chapas automobilísticas, perfis estruturais, produção de tubos; construção civil; pontes; Invólucros Elétricos; Eletrocalhas; Bus-way, etc.
 - Médio Carbono: $0,30\% = 30 < MC \leq 60 = 0,60\%$ (os dois últimos algarismos) do principal elemento da liga: maior resistência e dureza com menor tenacidade e ductilidade:
 - Aplicado em: equipamentos ferroviários; engrenagens; etc.
 - Alto Carbono: $0,60\% = 60 < AC \leq 100 = 1,00\%$ (os dois ou três últimos algarismos) do principal elemento da liga: é o de maior resistência e dureza:
 - Aplicado em: talhadeiras; folhas de serrote; martelos; facas, ferramentas diversas; etc.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.11 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -

- Para atender a estas condições simultaneamente, foram desenvolvidos alguns tipos de aço:

TABELA 33 - DESIGNAÇÃO SAE x EQUIVALÊNCIA ABNT

DESIGNAÇÃO SAE	EQUIVALÊNCIA ABNT	ELEMENTO PRINCIPAL DA LIGA
1010	1010	0,10% de carbono
1020	1020	0,20% de carbono
1030	1030	0,30% de carbono
- Mesmo entre os Aços ideais, existem diferenças em relação ao teor de carbono que também são passíveis de classificação em função da aplicação, por exemplo: 1010 - Estampagem com repuxo de alta profundidade, ou seja, ao receber a carga para se formatar, contém certa suportabilidade sem existir o rompimento do aço. 1020 - Estampagem de média profundidade ou suportabilidade; 1030 - Estampagem de baixa suportabilidade. Como exemplo para 1010-1020-1030: Repare nas diferentes alturas entre painéis: ✓ Painel de Pressão: Aço 1010 - repuxo profundo; ✓ Painel de arroz: 1020 - repuxo intermediário; ✓ Frigideira: 1030 - repuxo raso; - As condições construtivas das painéis serviram apenas como exemplo didático.		

TABELA 34 - DESIGNAÇÃO SAE STEEL GRADES

DESIGNAÇÃO SAE steel grades	
1001 - 1002 - 1003 - 1004 - 1005 - 1006 - 1007 - 1008 - 1009 - 1010 -	
O mesmo entre: - 1011 até 1020 - - 1021 até 1030 -	
DESIGNAÇÃO SAE	ELEMENTO PRINCIPAL DA LIGA
1008	0,08% de carbono

- Para Invólucros de Equipamentos Elétricos o Aço ideal é: SAE 1008, onde sua aplicação se torna múltipla para vários tipos de produtos e acessórios aplicados dentro da atividade: Instalações Elétricas.

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.11 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -

- O Aço Inoxidável, também é muito utilizado como matéria-prima para Invólucros de Elétricos. Possui alta resistência contra a corrosão sem receber revestimentos ou tratamentos adicionais, contudo, a sua aplicação é direcionada às áreas onde deva existir grande controle de higiene, como por exemplo: ambiente onde se faz análises clínicas, produção de alimentos; remédios; áreas de grande resfriamento; ou ainda em ambientes altamente corrosivos, por exemplo: processos que envolvem a cana de açúcar; fertilizantes; etc.
- Aço Inoxidável: liga de Ferro e Crômio: Fe+Cr.
- As condições que desfavorecem o uso do aço inoxidável estão em relação ao trabalho de acabamento, custo de operação e preços, no entanto, o cuidado no produto gerado, possui excelência de qualidade. Acompanhe:
 - A soldagem, além de ser especial, quando do acabamento abrasivo a superfície é agredida demasiadamente, exigindo posteriormente, um trabalho de polimento;
 - Todo o processo, incluindo a própria chapa de aço inoxidável, é muito oneroso;
 - É um produto de uso específico e que para ambientes comuns o seu preço não viabiliza a utilização. Painéis em Aço ao Carbono, Fe+C, são bem mais baratos;
 - A qualidade deste tipo de produto não se discute. É muito superior quando comparado aos Painéis feitos de Aço ao Carbono. .

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.12 - ESPESSURA DE CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -

➤ A espessura da Chapa de Aço ao Carbono varia em USG e/ou MSG, em condições Internacionais de reconhecimento:

- USG: US STANDARD GAUGE: possível tradução: medida padrão Americano:
 - AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS STANDARD DECIMAL GAUGE: 1.877;
 - Possível tradução: Padrão de Medida Decimal do Instituto Americano de Engenheiros Mineradores: 1.877;
 - Padrão de espessura associada ao peso para ferro fundido;
 - Relaciona-se ao peso em virtude da arrecadação de Impostos.
- MSG: MASTER MECHANICS STANDARD GAUGE: possível tradução: Padrão de medidas mecânicas:
 - AMERICAN RAILWAY MASTER MECHANICS ASSOCIATION: 1.899;
 - Possível tradução: Associação Americana de Engenheiros Mecânicos Ferroviários: fundada em 1.899;
 - Padrão de espessura associada ao peso para chapas de Aço ao Carbono:
 - Relaciona-se ao peso em virtude da arrecadação de Impostos.

As espessuras mais aplicadas para Invólucros de Equipamentos Elétricos são:

TABELA 35 - ESPESSURA DE CHAPAS DE AÇO AO CARBONO
ABNT x USG x MSG

PADRÃO ABNT EM mm	EQUIVALÊNCIA USG EM mm	BITOLA PADRÃO USG/MSG	EQUIVALÊNCIA MSG EM mm
2,65	2,78	12	2,66
1,90	1,98	14	1,90
1,50	1,59	16	1,52
1,25	1,27	18	1,21
1,06	1,11	19	1,06
0,90	0,95	20	0,91
0,85	0,87	21	0,84
0,75	0,79	22	0,76
0,67	0,71	23	0,68
0,60	0,64	24	0,61

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

6.3.12 - ESPESSURA DE CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -

As chapas de Aço ao Carbono: SAE 1.008, para o nosso tipo de produto, geralmente são fornecidas em folhas medindo 2.000 mm x 1.200 mm, com espessuras variadas e que as mais utilizadas são:

TABELA 36 - CHAPA DE AÇO AO CARBONO: ESPESSURA x PESO

BITOLA, ESPESSURA E PESO DAS CHAPAS DE AÇO AO CARBONO COM SUAS RESPECTIVAS EQUIVALÊNCIAS: - SAE: 1.008 -		
Bitola em MSG	Espessura em mm	kg/m²
19	1,06	8,55
18	1,21	9,76
16	1,52	12,21
14	1,90	15,26
12	2,66	21,35

6.3.12.a - ESPESSURA PARA ARMÁRIOS -

- Na construção do Painel Técnico tipo Armário Metálico Monocoluna Fechado empregam-se as seguintes bitolas ou espessuras de chapa:

TABELA 37 - ESPESSURA DA CHAPA NA FABRICAÇÃO DE ARMÁRIOS

AÇO AO CARBONO - SAE: 1.008		
PEÇA	BITOLA = MSG	ESPESSURA = mm
PERFIL DA COLUNA	14	1,90
TETO	18	1,20
PAR DE LATERAL	18	1,20
PLACA DE MONTAGEM	12	2,66
TAMPA TRASEIRA	14	1,90
PORTA	14	1,90
BASE SOLEIRA OU RODAPÉ	14	1,90

- MDE - PARTE III -**6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -****6.3 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -****6.3.12 - ESPESSURA DE CHAPAS DE AÇO AO CARBONO -****6.3.12.b - ESPESSURA PARA CAIXA DE SOBREPOR -**

- Na construção do Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Sobrepor ou simplesmente: Quadro tipo Sobrepor empregam-se as seguintes bitolas ou espessuras de chapa:

**TABELA 38 - ESPESSURA DA CHAPA NA FABRICAÇÃO
DA CAIXA DE SOBREPOR**

AÇO AO CARBONO - SAE: 1.008		
PEÇA	BITOLA = MSG	ESPESSURA = mm
- CAIXA ou CORPO -	14	1,90
- PLACA DE MONTAGEM -	14	1,90
- PORTA -	14	1,90

6.3.12.c - ESPESSURA PARA CAIXA DE EMBUTIR -

- Na construção do Painel Técnico tipo Modular Caixa Metálica de Embutir ou simplesmente: Quadros tipo Embutir empregam-se as seguintes bitolas ou espessuras de chapa:

**TABELA 39 - ESPESSURA DA CHAPA NA FABRICAÇÃO
DA CAIXA DE EMBUTIR**

AÇO AO CARBONO - SAE: 1.008		
PEÇA	BITOLA = MSG	ESPESSURA = mm
- FUNDO ou CORPO -	19	1,06
- PLACA DE MONTAGEM -	14	1,90
- MOLDURA -	16	1,52
- PORTA -	18	1,21

- MDE - PARTE III -

6 - UNIDADE FUNCIONAL: INVÓLUCRO -

6.3.13 - CONCLUSÃO -

- ✓ Para proteger outras Unidades Funcionais e oferecer condições para que sejam agrupadas, os Invólucros de Elétricos são fundamentais para o surgimento de Sistemas Elétricos.
- ✓ O Profissional Qualificado pode adicionar outras condições sempre no sentido de aumentar a proteção dos Invólucros de Elétricos, estabelecendo segurança nas atividades Humanas quando associadas ao uso da Eletricidade.

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

Sistema complexo condutor e distribuidor de Energia Elétrica, e que está contido dentro do Painel Técnico. Este Sistema é construído com barra chata de Cobre Eletrolítico, de baixa impedância ao qual podem ser conectadas várias Unidades Funcionais de Proteção e Manobra:

7.1.1 - BARRAMENTO TIPO PENTE -

- Este Barramento é construído para ser associado aos Invólucros construídos em ABS, contudo, devido às suas condições dimensionais também é usado em montagens diferenciadas. Este Barramento possui a forma de Pente, capaz de conectar até 12 minidisjuntores unipolares do padrão IEC, contendo as características a seguir:

- Encapsulamento em Termoplástico;
- Ui: Tensão máxima de isolamento: 500 Vca;
- Ue: Tensão máxima de serviço: 440 Vca;
- Corrente nominal 40 °C: In: 120A - quando energizado pelo meio do pente;
- Corrente nominal 40 °C: In: 80A - quando energizado pela ponta do pente;

- Usualmente podem ser: Trifásicos ou Bifásicos;

- Como se trata de Barramento feito em alta escala de produção, o Balanceamento é padronizado por mecanização:

TABELA 40 - BALANCEAMENTO MECANIZADO DO BARRAMENTO TIPO PENTE

BALANCEAMENTO MECANIZADO			
PINO DE ENERGIZAÇÃO		PRINCIPAL TRIFÁSICO	PRINCIPAL BIFÁSICO
1º Pino		Fase A	Fase A
2º Pino		Fase B	Fase B
3º Pino		Fase C	Volta para Fase A
4º Pino		Volta para Fase A	Fase B
5º Pino		Fase B	Volta para Fase A
6º Pino		Fase C	Fase B
SUSCESSIVAMENTE ATÉ SE ATINGIR A QUANTIDADE NECESSÁRIA			

- **Barramento de Neutro - N:** Elemento através do qual o Condutor Neutro da Instalação deverá ser conectado;
- **Barramento de Terra - PE:** Elemento através do qual o Condutor PE da Instalação deverá ser conectado.

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

- ✓ Para visualizar estes produtos, visite o nosso site: www.patecpaineis.com.br.

7.1.2 - BARRAMENTOS PARA PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO -

As partes que compõem o Sistema são:

- **Barramento Principal:** Seção de barra em Cobre Eletrolítico que recebe, através da Unidade Funcional de entrada, a Tensão e a Corrente total a serem distribuídas aos circuitos de saída. A este Barramento podemos conectar vários outros Barramentos de Distribuição;
- **Barramento de Distribuição:** Seção de barra em Cobre Eletrolítico que está diretamente conectado ao Barramento Principal, que nesta condição energiza as Unidades Funcionais de saída. Muitas vezes para se cumprir esta função, também podemos utilizar Fios ou Cabos Elétricos. Podem existir vários Barramentos de Distribuição;
 - Posição de fixação para ambos: De cutelo, no sentido da largura do Conjunto;
- **Barramento de Derivação:** Seção de barra de Cobre Eletrolítico que está conectado ao Barramento Principal, e conduz a Tensão e a Corrente aos Barramentos de Distribuição;
 - Posição de fixação: De frente, no sentido da altura do Conjunto;
- **Barramento de Neutro - N:** Seção de barra de Cobre Eletrolítico, através do qual o Condutor Neutro da Instalação deverá ser conectado;
- **Barramento de Terra - PE:** Seção de barra de Cobre Eletrolítico, através do qual o Condutor PE da Instalação deverá ser conectado;
 - Posição de fixação **N e PE:** Deitados, no sentido da largura do Conjunto;
- Os Barramentos: Principal, de Distribuição, de Derivação e de Neutro, estão apoiados, fixados e distanciados sobre arranjos compostos por Isoladores não higroscópicos;
- O Barramento de Terra - PE: Está fixado diretamente contra a parte estrutural do Conjunto de Manobra;

A fixação dos elementos é feito através de parafusos sextavados, porcas, arruelas lisas e de pressão feitos a partir do ferro com acabamento Zincado e depois Bicromatizado.

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.2 - BARRAMENTOS PARA PAINEL TÉCNICO TIPO ARMÁRIO -

• **7.1.2.a - TRATAMENTO ÁREAS DE CONTATO -**

- Tratadas com Nitrato de Prata:
- Atrito entre: Nitrato x material Ferroso: Palha de Ferro x Água = Eletrolisação;
- Sobre a superfície do Cobre se cria camada Condutora de Prata;
- Espessura: 5 µ/mm².

• **7.1.2.b - PADRÃO DE CORES -**

- Padrão de Cores: indicação isenta dos padrões internacionais: RAL ou MUNSELL;
- Tinta líquida: Área de contato: isenta de tinta e revestida em prata;
- **A NBR IEC 60439/1: 2003: DEFINE SOMENTE AS CORES PARA NEUTRO E TERRA - PE:**
 - NEUTRO: AZUL CLARO;
 - TERRA - PE: VERDE;
- **A Norma NBR 6808: 1993: Define que as cores para identificação das fases são:**
 - FASE - A ou R: AZUL ESCURO;
 - FASE - B ou S: BRANCO;
 - FASE - C ou T: Marrom ou Lilás: Optamos por MARROM - facilidade na aquisição;
- **A NBR 6808: 1993: FOI SUBSTITUIDA PELA NBR IEC 60439/1: 2003, QUE É INDEFINIDA QUANTO AS CORES DAS FASES. A PATEC MANTEVE AS CORES DA NORMA ANTERIOR EM TODOS OS SEUS PRODUTOS:**

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.3 - BARRAMENTOS PARA PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR -

- CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR OU EMBUTIR -

As partes que compõem o Sistema são:

- Barramento tipo: Principal Cruzado por Barramentos de Distribuição Conectados;
 - Que pode ser chamado de: Barramento tipo Principal Cruzado;
- Podem ser Sistemas de Distribuição Trifásicos ou Bifásicos;
- A conexão do Barramento de Distribuição estabelece automaticamente o Balanceamento, que é padronizado por mecanização:

**TABELA 41 - BALANCEAMENTO MECANIZADO PARA
BARRAMENTO TIPO PRINCIPAL CRUZADO**

BARRAS DE DISTRIBUIÇÃO		PRINCIPAL TRIFÁSICO		PRINCIPAL BIFÁSICO
Conexão: 1ª Barra		Fase A		Fase A
Conexão: 2ª Barra		Fase B		Fase B
Conexão: 3ª Barra		Fase C		Volta para Fase A
Conexão: 4ª Barra		Volta para Fase A		Fase B
Conexão: 5ª Barra		Fase B		Volta para Fase A
Conexão: 6ª Barra		Fase C		Fase B
SUSCESSIVAMENTE ATÉ SE ATINGIR A QUANTIDADE NECESSÁRIA				

- **BARRAMENTO PRINCIPAL:**
 - Interligado ao pólo elétrico da Unidade Funcional de Entrada Geral do Painel Técnico;
- **BARRAMENTO DE DISTRIBUIÇÃO:**
 - Interligação simultânea entre: uma das fases do Barramento Principal e o pólo elétrico entre duas Unidades Funcionais de Saída.
- **Barramento de Terra - PE:**
 - Elemento através do qual o Condutor PE da Instalação deverá ser conectado;
 - Está fixado diretamente contra a Placa de Montagem do Painel Técnico.
- **Barramento de Neutro - N:**
 - Elemento através do qual o Condutor Neutro da Instalação deverá ser conectado;
 - Está apoiado, fixado e distanciado sobre arranjos compostos por Isoladores não higroscópicos;
 - Os Isoladores por sua vez estão fixados diretamente contra a Placa de Montagem do Painel Técnico;

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.3 - BARRAMENTOS PARA PAINEL TÉCNICO TIPO MODULAR -

- CAIXA METÁLICA DE SOBREPOR OU EMBUTIR -

- Parafusos de fixação: em Ferro com acabamento Zincado e Bicromatizado.
- **ÁREAS DE CONTATO -**
 - Fornecimento padrão: Áreas de Contato entre Barramento Principal e de Distribuição: isenta de impurezas;
 - Não recebem tratamentos adicionais.
- **PADRÃO DE CORES -**
 - Padrão de cores: sem referência dos padrões internacionais: RAL ou MUNSELL;
 - **NBR IEC 60439/1: 2003: DEFINE SOMENTE AS CORES PARA NEUTRO E TERRA - PE:**
 - NEUTRO: Área restrita da Barra: Fita adesiva na cor: AZUL CLARO;
 - TERRA - PE: Área restrita da Barra: Fita adesiva na cor: VERDE.
 - **A Norma NBR 6808: 1993: Define que as cores para identificação das fases são:**
 - FASE - A ou R: AZUL ESCURO;
 - FASE - B ou S: BRANCO;
 - FASE - C ou T: Marrom ou Lilás: Optamos por MARROM - facilidade na aquisição;
 - **A NBR 6808: 1993: FOI SUBSTITUIDA PELA NBR IEC 60439/1: 2003, QUE É INDEFINIDA QUANTO AS CORES DAS FASES. A PATEC MANTEVE AS CORES DA NORMA ANTERIOR EM TODOS OS SEUS PRODUTOS:**

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.4 - PROCESSOS DE REFINAMENTO DO COBRE -

- O Minério de Cobre passa por um processo de: moagem, lavagem e flotação, onde este último processo consiste em:
 - O minério triturado é exposto a uma mistura de óleo em água estancada;
 - O óleo envolve os minerais metálicos, ricos em sulfurados, que flutuam;
 - A água encharca as impurezas, principalmente o ferro, que afundam;
 - Neste estágio o produto chama-se: Minério Sulfurado, ou seja, a presença do enxofre está acentuada face ao processo de flotação imposta aos resíduos. A sequência se dará por:
 - Exposição dos resíduos sulfurados ao processo de fusão, feito por um forno especial de alta produção, que por processo complexo, o oxigênio e o enxofre são transformados em gás que misturado ao restante dos materiais gera uma Massa de Cobre, que surge ainda impuro para fins elétricos. Essa massa de cobre é chamada também de: Massa Cúprica;
 - Após o processo de fusão, a Massa Cúprica com no mínimo 98% de pureza, é refinada por eletrólise, que consiste num conjunto de fenômenos químicos provocados pelos eletrodos imersos numa solução condutora, desencadeada pela passagem de corrente elétrica, de Tensão contínua (Vcc), no banho. Nesse processo, o objetivo é elevar a capacidade condutiva da Massa Cúprica através da obtenção de pureza, quase isenta de oxigênio, entre: 99,96% e 99,98% de cobre (cobre 99,96% ou 99,98% + Oxigênio 0,04% ou 0,02%), chamado por isto de: Cobre Eletrolítico, pelo qual já possui características apropriadas ao uso elétrico, e nesta fase, o cobre se apresenta como lingote.

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.5 - CONFORMAÇÃO -

Até o final do Século XIX e início do Século XX, os Homens empregavam o cobre para confecção de artefatos na base do aquecimento e marteladas para adquirirem as formas desejadas, com posterior encruamento ou endurecimento. A este procedimento, chamamos de: processo de Conformação, que desde então, evoluiu muito.

7.1.6 - CONFORMAÇÃO ATUAL -

No caso do cobre, entre outros materiais, o processo de Conformação é mecânico, alterando a geometria do material, através de forças aplicadas por ferramentas variadas, indo desde pequenas matrizes até os grandes cilindros duplos e girantes, como os empregados na Laminação, que é o principal processo para obtenção das barras chatas de cobre com diferentes espessuras e larguras.

7.1.7 - LAMINAÇÃO -

É o conjunto de processos, que se faz passar o cobre através da abertura entre cilindros girantes, onde através de regulagens, reduzem a seção transversal do lingote, gerando barras chatas de várias medidas.

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1 - DESCRIÇÃO CONSTRUTIVA -

7.1.8 - NOSSO PRODUTO: BARRAMENTO -

Para desenvolvimento do nosso Barramento adquirimos, das grandes Laminadoras Brasileiras, as barras chatas já com espessuras e larguras diferenciadas e apropriadas ao uso Elétrico, que depois de produzidos recebem os seguintes termos:

- Barramento de Cobre Eletrolítico, com Primários cruzados pelos Secundários, que podem ser: de uma via, duas vias ou três vias, todas vivas e que são respectivamente:
 - ❖ Uma Via - Monofásico: Fase + Neutro = 127 Vca em rede 220/127 Vca, ou, 220 Vca em rede 380/220 Vca, lembrando que em condições normais, o Neutro não é vivo, no entanto seu condutor é considerado como carregado;
 - ❖ Duas Vias - Monofásico: Fase + Fase = 220 Vca em rede 220/127 Vca, ou, 380 Vca em rede 380/220 Vca;
 - ❖ Três Vias - Trifásico: Fase + Fase + Fase = 220 Vca em rede 220/127 Vca, ou, 380 Vca em rede 380/220 Vca;
- No processo de identificação, podemos usar diferentes nomes, que entre outros são:
 - ❖ Uma Via: unipolar, monopolar, monofásico ou unifásico (esta última não é usual);
 - ❖ Duas Vias: bipolar, bifásico, monofásico ou polifásico (esta última não é usual);
 - ❖ Três Vias: tripolar, trifásico ou polifásico (esta última não é usual).

- MDE - PARTE III -

7 - UNIDADE FUNCIONAL: BARRAMENTO -

7.1.9 - CONCLUSÃO -

- ✓ Para conduzir Tensão, Corrente e energizar outras Unidades Funcionais é necessário usar elementos de baixa impedância, constituídos por cabos e/ou barras de cobre.
- ✓ O Profissional Qualificado pode usar outras soluções para conduzir Tensão e Corrente, sempre preservando a segurança nas atividades Humanas quando associadas ao uso da Eletricidade.

- MDE - PARTE III -
8 - CONCLUSÃO GERAL -

- De maneira geral, vimos que as Instalações Elétricas são os meios em que se viabilizará a condição das Máquinas e Equipamentos em realizar trabalho, absorvendo Energia Elétrica;
- Vimos também que as Unidades Funcionais além de manobrar e proteger as Instalações Elétricas, também devem proteger os seres Vivos e seus Patrimônios contra os perigos e danos previsíveis em função da interação com Energia Elétrica, usando para tanto, Unidades Funcionais de proteção:
 - ❖ Contra Choques Elétricos: Para isto usamos o Aterramento e os disjuntores Diferenciais Residuais;
 - ❖ Contra Sobrecorrentes e/ou efeitos Térmicos: Para estas condições usamos Fusíveis e/ou Minidisjuntores ou Disjuntores;
 - ❖ Contra Sobretensões Transitórias: É necessário o uso do Aterramento e do DPS;
 - ❖ Das outras Unidades Funcionais: Usamos os Invólucros de Elétricos;
 - ❖ E para conduzir a Energia Elétrica usamos Barramentos, Fios ou Cabos;
- Vimos também que a previsão contra os perigos que envolvem o uso da Eletricidade está ao encargo das Pessoas Qualificadas e/ou Advertidas, cabendo às Qualificadas o desenvolvimento de projetos, treinamento das Advertidas, identificação das Unidades Funcionais apropriadas, responsabilidades Técnicas e Jurídicas sobre a execução planejada das Instalações Elétricas, cabendo às Advertidas, a execução física.
- Lembrando que este Memorial é o meu entendimento sobre Painéis Elétricos e não se trata de um ponto final, afinal o interesse sobre o tema é Mundial, contudo, poderá servir de referência para formação de novos entendimentos, que podem ser favoráveis ou desfavoráveis, portanto foi feito pensando em Você.

- MDE - PARTE III -

9 - REFERÊNCIAS -

< NERY, Norberto. Instalações Elétricas: Princípios e Aplicações - 1ª edição - São Paulo: Érica. 2.011.

< GUSSOW, Milton. Traduzido por: Costa, Aracy Mendes da: Eletricidade Básica - São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1.985.

< FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Dicionário Eletrônico da Língua Portuguesa versão 5.11ª - 3ª edição - 1ª reimpressão - Curitiba: Positivo, 2.004.

< NBR 8.755: FEV/1.985 - Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - Sistemas de Revestimentos protetores para painéis elétricos;

< NBR IEC 60.439-1: Maio 2.003 - Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;

< ABNT NBR IEC 60.529:2005: - Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos - (código IP).

- SITES PESQUISADOS:

< <http://www.abnt.org.br> > ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas >

- Acesso em 21.12.2011.

< <http://www.google.com.br> > temas variados: COBRE; ISO; VDE; IEC; ETC >

- Acesso em 21.12.2011.

< <http://pt.wikipedia.org/wiki/cobre> > temas variados: COBRE; ISO; VDE; IEC; ETC >

- Acesso em 24.09.2010;

< www.cecil.com.br/site/cobre_ofhc.asp > COBRE OXIGEN FREE >

- Acesso em 24.09.2010;

< www.abb.com.br > ABB Ltda.

- Acesso em 24.09.2010.

< www.siemens.com.br > Siemens do Brasil.

- Acesso em 24.09.2010.

< www.brum.com.br > Eletro Metalúrgica Brum Ltda.

- Acesso em 24.09.2010.