

Nº 179937

Do projeto ao mercado: a jornada do equipamento eletromédico no Brasil

Eduardo Berruezo

*Palestra apresentada no
SIMPÓSIO ACADÊMICO DE
ENGENHARIA BIOMÉDICA
DO EINSTEIN, 2025, São
Paulo. 49 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.
PROIBIDO REPRODUÇÃO

Do projeto ao mercado: a jornada do equipamento eletromédico no Brasil

PALESTRA

EDUARDO BERRUEZO – IPT

25 de outubro de 2025 no Hospital Albert Einstein – Unidade Francisco Morato

PROGRAMAÇÃO

Parte 1:

- Sobre o Eduardo
- Sobre o IPT
- Sobre o LGE
- Sobre o processo de certificação de Equipamentos eletromédicos no BRASIL
- Espaço para perguntas e respostas

Parte 2:

- Norma NBR IEC 60601-1
- PERIGOS
- O que é um perigo?
- 9 * Proteção contra PERIGOS MECÂNICOS do EQUIPAMENTO EM e de SISTEMAS EM
- 10 * Proteção contra PERIGOS de radiação excessiva e indesejável
- 11 Proteção contra temperaturas excessivas
- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM
- 8.9 Distâncias de separação e escoamento
- Espaço para perguntas e respostas

Parte Prática

- Aplicar os conceitos para medição de distâncias em placas de circuito impresso.

Parte 1:

- Sobre o Eduardo
- Sobre o IPT
- Sobre o LGE
- Sobre o processo de certificação de Equipamentos eletromédicos no BRASIL
- Espaço para perguntas e respostas

Sobre o Eduardo

EDUARDO BERRUEZO

Formação: Engenharia de Eletricidade Modalidade Eletrotécnica – Máquinas Elétricas (A) pela Escola Politécnica da USP – POLI – 1983

Atividades:

- Instituto de Física da USP: 1984 – 1988 - Projeto de transformadores de pulso para aceleradores de partículas e Eletroímã para deflexão de elétrons
- Participação no PNB seguido de CREFISUL: 1989 - Banco
- IPT no laboratório LGE: 1990 até os dias de hoje
- 1990 – 1994 - Compatibilidade Eletromagnética, Ensaios Especiais e Calibração de Tempo e Frequência - Consultoria, ensaios e implantação
- 1995 – 2025: Ensaios de Segurança IEC – normas 60335, 60745, 61010, 60065, 60950, 60601... Consultoria, ensaios para adequação, certificação Inmetro e Marcação CE
- **Sendo que pela norma NBR IEC 60601-1 e algumas particulares desde 2010.**

AGORA É COM VOCÊS

Gostaria que todos se apresentassem, dizendo o nome e o que estão fazendo...

Se quiser falar para que time torce, tudo bem...

Hobbies...

Etc...

Sobre o IPT

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) possui 39 laboratórios para a execução de projetos de pesquisa e serviços tecnológicos, contando com aproximadamente 800 funcionários.

126 anos!

O IPT atua em quatro áreas principais:

- Inovação, pesquisa e desenvolvimento .
- Serviços tecnológicos .
- Desenvolvimento e apoio metrológico .
- Informação e educação em tecnologia .

Esses laboratórios oferecem serviços para empresas e o setor público, gerando inovação para a indústria e contribuindo para a qualidade de vida da sociedade.

O IPT é um ICT - Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT)

Sobre o IPT



- **O IPT como ICT para o apoio na Certificação de Produtos**

Sobre o IPT

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

ENSINO
TECNOLÓGICO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURSOS DE EXTENSÃO
CURSOS SOB DEMANDA

Sobre o LGE

LGE – Laboratório de Usos Finais e Gestão de Energia é um laboratório do IPT. Pertence ao centro de ENERGIA

Atua em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e na avaliação da segurança e do desempenho de produtos.

Principais atividades em diversas áreas

- Ensaios de Compatibilidade eletromagnética;
- Materiais elétricos
- Verificação da integridade e prevenção de falhas em sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas.
- Análise de sinais e controles de sistemas complexos. Ex: Metrô, VLT, cabos umbilicais, entre outros.
- Análise numérica de ultrassom, campos eletromagnéticos e transitórios em circuitos elétricos;
- Fotometria de luminárias e fontes de luz;
- Calibração de equipamentos ópticos e filtros
- **Implantação do Laboratório de Hidrogênio do IPT recente!**

Sobre o LGE

Área de Eletromédicos: atua em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e na avaliação da segurança e do desempenho de equipamentos eletromédicos.

Principais atividades:

- Acreditação INMETRO para diversas normas com CRL 045
- Ensaio e Adequação de equipamentos eletromédicos e odontológicos;
- Consultoria para desenvolvimento de equipamentos eletromédicos.
- Participação em Comitê de Normalização CB 026 – Comitê Odonto-Médico-Hospitalar
- Participação nas reuniões da ANVISA
- Elaboração de palestras e artigos

• Sobre o processo de certificação de Equipamentos eletromédicos

Etapas resumidas do processo

- Escolha do OCP: A empresa deve selecionar um OCP acreditado pelo INMETRO, que é responsável por realizar a avaliação da conformidade do equipamento.
-
- Realização de Ensaio: Os equipamentos passam por diversos ensaios, como segurança elétrica, funcionais, desempenho essencial e outros de acordo com a norma ABNT NBR IEC 60601-1 e suas particulares se for o caso.
- Documento da ANVISA: INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN N° 283, DE 7 DE MARÇO DE 2024
- A certificação é compulsória, conforme estabelecido pela Resolução RDC ANVISA nº 549/2021, visando proteger a saúde e a segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde.
- .

• Sobre o processo de certificação de Equipamentos eletromédicos

Etapas resumidas do processo – continuação

- Avaliação do SGQ: O OCP irá avaliar o SGQ do fabricante para garantir que ele atende aos requisitos da norma.
- Emissão do Certificado de Conformidade: Após a aprovação nos ensaios e na avaliação do SGQ, o OCP emite o certificado de conformidade. O equipamento atende aos requisitos técnicos e regulamentares.
- Submissão à ANVISA: O certificado de conformidade é necessário para a regularização do equipamento na ANVISA
- Selo INMETRO: Equipamentos aprovados recebem o selo INMETRO, que comprova a conformidade
- .
- Documento do INMETRO: PORTARIA INMETRO No 384 de 18 de Dezembro de 2020.
- Vigilância pós mercado.

Parte 2:

- Norma NBR IEC 60601-1
- PERIGOS
- O que é um perigo?
- 9 * Proteção contra PERIGOS MECÂNICOS do EQUIPAMENTO EM e de SISTEMAS EM
- 10 * Proteção contra PERIGOS de radiação excessiva e indesejável
- 11 Proteção contra temperaturas excessivas
- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM
- 8.9 Distâncias de separação e escoamento
- Espaço para perguntas e respostas

- **Norma NBR IEC 60601-1 é a norma geral para eletromédicos**

Norma aplicável

ABNT NBR IEC 60601-1

Segunda edição 25.10.2010, Válida a partir de 01.01.2012 (3ª Edição da IEC)

Equipamento eletromédico

Parte 1: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial

+ Emenda 1: 2016 e Emenda 2: 2022

Há 1422 exigências na norma!

• Outros documentos necessários

Mais

Portaria Inmetro nº 384, de 18 de dezembro de 2020

Instrução Normativa da ANVISA – IN N° 283, de 7 de março de 2024

Para Gerenciamento de Risco: ABNT NBR ISO 14971: 2020

Dispositivos médicos — Aplicação de gerenciamento de risco a dispositivos médicos

Usar o equipamento: ABNT NBR IEC 60601-1-6:2011 + Emenda 1:2020 + Emenda 2:2022 – Equipamento eletromédico - Parte 1-6: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial – Norma colateral: Usabilidade

Redução do impacto ambiental: ABNT NBR IEC 60601-1-9:2010 + Emenda 1:2014 + Emenda 2:2022- Equipamento eletromédico - Parte 1-9: Prescrições gerais para segurança básica e desempenho essencial - Norma colateral: Prescrições para um projeto ecoresponsável

- **Norma NBR IEC 60601-1**

Alguns equipamentos eletromédicos precisam de uma norma particular para avaliar sua especificidade. A seguir aquelas que o LGE tem acreditação.

- NBR IEC 60601-2-5 - Ultra-som para terapia
- NBR IEC 60601-2-10 - Estimulador neuromuscular
- NBR IEC 60601-2-22 – Laser
- NBR IEC 60601-2-41 – Luminárias cirúrgicas
- NBR IEC 60601-2-50 – Fototerapia
- NBR IEC 80601-2-12 – Ventiladores para cuidados críticos
- NBR ISO 6875- Cadeira odontológica
- ISO 7494 -1- Unidade dentária
- ISO 9680 - Refletor odontológico

- **Norma NBR IEC 60601-1**

Há também normas colaterais para ensaios específicos, por exemplo:

- NBR IEC 60601-1-2: 2017 + Emenda 1: 2022 – Compatibilidade Eletromagnética



- Norma NBR IEC 60601-1

ELETROMÉDICOS



Laser— medição de potência



Refletor odontológico

Medição de Potência de ultrassom



Ventilador para cuidados críticos



• Perigos

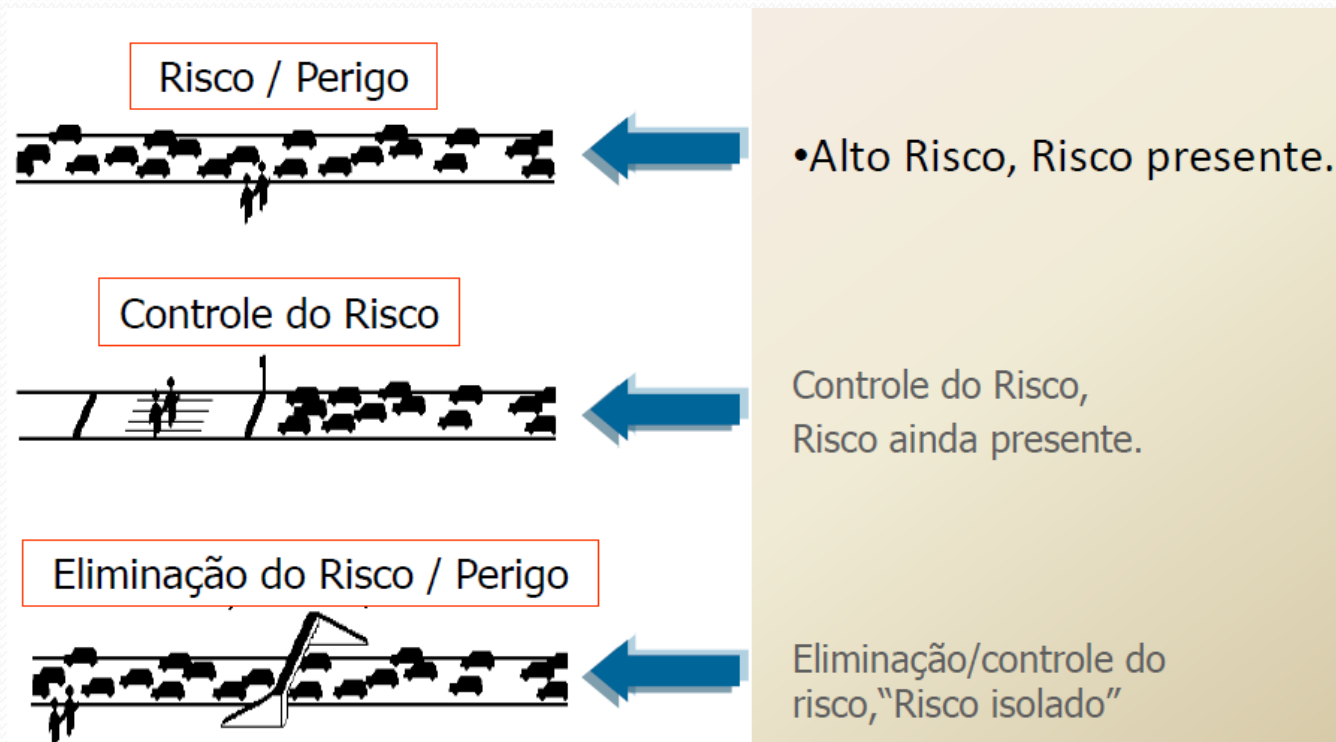
O que um perigo?

- Perigo – fonte potencial de dano
- Dano – lesão física/meio ambiente
- Risco - combinação de ocorrência de um dano com sua severidade
- Severidade – medida das consequências do perigo

Esses termos entre outros vem da norma [ABNT NBR ISO 14971: 2020!](#)

• Perigos

Um exemplo do dia a dia...



- **Perigos**

Em ELETROMÉDICOS

Para Gerenciamento de Risco: ABNT NBR ISO 14971: 2020
Dispositivos médicos — Aplicação de gerenciamento de risco a dispositivos médicos

Esta norma especifica um processo pelo qual um fabricante pode identificar os perigos associados aos produtos para a saúde, incluindo os de diagnóstico in vitro, estimar e avaliar os riscos associados, controlar esses riscos e monitorar a eficácia do controle.

Esta norma é citada na norma geral.

Perigos

A aplicação da norma geral pretende reduzir o risco de dano (aceitável) devido aos seguintes perigos:

- choque elétrico;
- energia;
- fogo.
- temperaturas excessivas;
- mecânicos;
- radiação;
- Químicos (*).

➤ Quem pode sofrer o dano: operadores do EM, pacientes, etc

Esses perigos estão descritos em diversas cláusulas da norma geral.

- Além disso, devem ser usados componentes selecionados e arranjos de forma a exibir desempenho de maneira confiável sem criar perigos;
- Componentes certificados pelas normas.
- Precisa ler o manual do equipamento eletromédico
- Precisa ter treinamento adequado para manuseio
- Usabilidade adequado

Perigos

- **9 * Proteção contra PERIGOS MECÂNICOS do EQUIPAMENTO EM e de SISTEMAS EM**
- **10 * Proteção contra PERIGOS de radiação excessiva e indesejável**
- **11 Proteção contra temperaturas excessivas**
- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**
- **8.9 Distâncias de separação e escoamento**

Perigos

9 * Proteção contra PERIGOS MECÂNICOS do EQUIPAMENTO EM e de SISTEMAS EM

Engloba todos os perigos mecânicos relacionados ao equipamento e sistema

exemplos: esmagamento, corte, perfuração, zonas de armadilha, alta pressão, queda, instabilidade, impacto, movimentação ou posicionamento do paciente, vibração, ruído, fricção ou abrasão, partes expelidas.

Perigos

- **10 * Proteção contra PERIGOS de radiação excessiva e indesejável**

10.1 Radiação X

10.1.1 * EQUIPAMENTO EM não destinado a produzir radiação X diagnóstica ou terapêutica

10.1.2 EQUIPAMENTO EM destinado a produzir radiação X diagnóstica ou terapêutica

10.2 Radiação alfa, beta, gama, de nêutrons e de outras partículas

10.3 Radiação de microondas

10.4 * Lasers e diodos emissores de luz (LED)

10.5 Outras radiações eletromagnéticas visíveis

10.6 Radiação infravermelha

10.7 Radiação ultravioleta

Perigos

- **11 Proteção contra temperaturas excessivas**

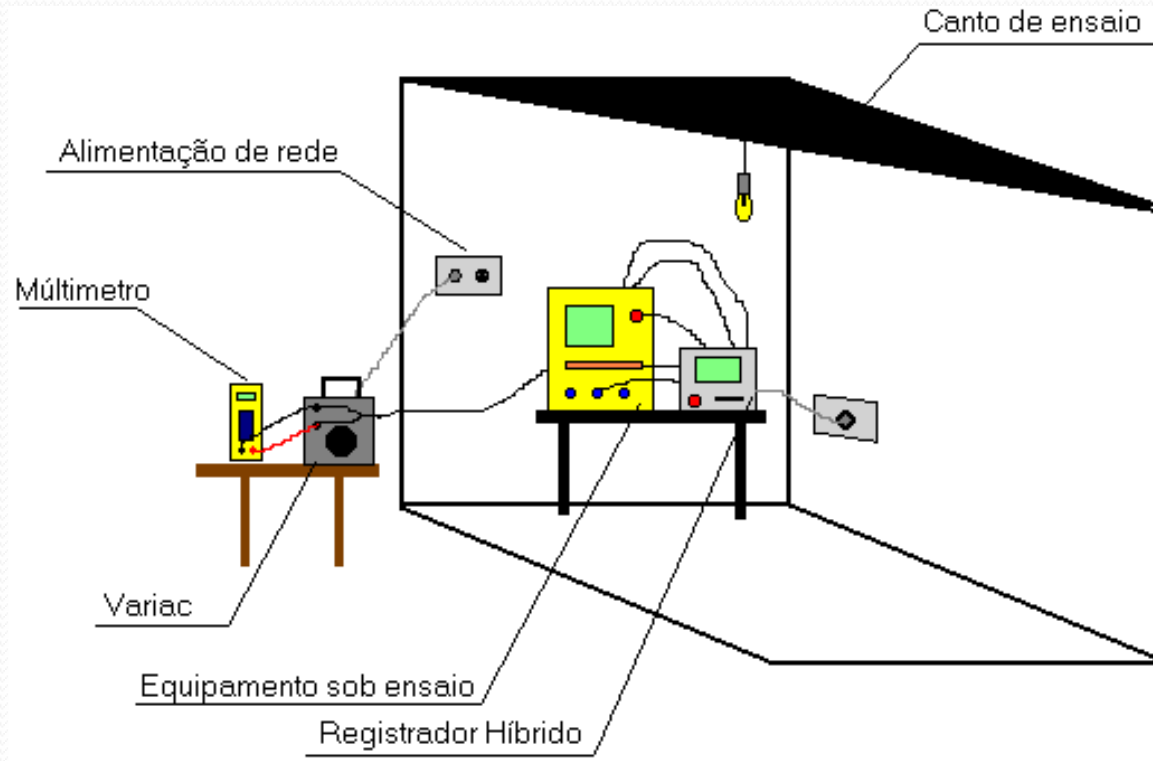
O ensaio de aquecimento tem como objetivo verificar se:

1. Os materiais isolantes estão adequados à solicitação térmica (tabela 22 da norma geral)
2. As temperaturas de partes tocadas não ultrapassam as temperaturas máximas permitidas, de forma a não ocorrer queimaduras nos operadores (tabela 23 da norma geral)
3. As temperaturas para contato com a pele com partes aplicadas as temperaturas máximas permitidas, de forma a não ocorrer queimaduras no paciente (tabela 24 da norma geral)

Perigos

- **11 Proteção contra temperaturas excessivas**

Medição da temperatura com termopares e outros meios adequados. Pesquisa dos pontos quentes. Tensão de alimentação menos favorável.



Perigos

- 11 Proteção contra temperaturas excessivas

Temperaturas máximas permissíveis para contato da pele com partes aplicadas do EM (tabela 24 da norma geral)

PARTES APLICADAS DO EEM		Temperatura máxima ^{a b} °C		
		Metal e líquidos	Vidro, porcelana, material vítreo	Vidro, porcelana, material vítreo
PARTE APLICADA EM CONTATO COM O PACIENTE POR UM TEMPO "t"	$t < 1 \text{ min}$	51	56	60
	$1 \text{ min} \leq t < 10 \text{ min}$	48	48	48
	$10 \text{ min} \leq t$	43	43	43

^a Esses valores limites são aplicáveis para o toque na pele saudável de adultos. Eles não são aplicáveis quando grandes áreas (10 % da superfície total do corpo ou mais) podem estar em contato com uma superfície quente. Nesse caso, os limites apropriados devem ser determinado e documentados no arquivo de gerenciamento de risco.

^b Quando for necessário que partes aplicadas excedam os valores acima para fornecer benefício clínico, o arquivo de gerenciamento de risco deve conter documentação que mostra que o benefício resultante excede quaisquer aumentos no risco.

Perigos

- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**

5.9.2.1 Dedo de ensaio

Verifica partes acessíveis e possibilidade de acesso em aberturas que possam acessar partes vivas



8.1 Regra fundamental da proteção contra choque elétrico

Os limites especificados em 8.4 de tensão, corrente e energia não devem ser excedidos em condição normal e condição anormal sob uma só falha.

Perigos

- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM

8.3 Classificação das partes aplicadas

Partes que são conectadas ao paciente

Tipo BF ou CF – fornece energia ao paciente

Tipo B – não fornece energia ao paciente

Tipo	Símbolo
B	
BF	
CF	

8.4 Limitação de tensão, corrente ou energia

As correntes de fuga medidas em 8.7.4 não devem exceder os limites da norma.

Partes dentro de tampas de acesso não deve exceder 42,4 Vc.a.

Equipamento com plugue de alimentação decorridos 1 s a tensão entre os pinos do plugue não pode exceder 60 V.

Perigos

- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**

8.5 Separação das partes

8.5.1 Meio de proteção – redução do risco de choque elétrico de acordo com as prescrições da norma

8.5.1.2 – MDPP – Meios de Proteção do Paciente

8.5.1.3 – MDPO – Meios de Proteção do Operador

8.5.3 Tensão máxima de rede - usada para fins de ensaio, relacionada com a tensão da rede e algumas partes do equipamento.

Por exemplo: 240 V

8.5.4 Tensão de trabalho – máxima tensão à qual a parte pode ser sujeita em condição normal

Perigos

- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**

8.6 Aterramento para proteção

O gabinete metálico do equipamento eletromédico deve ser aterrado. Em caso de falha da isolação, a corrente fluirá pelo terminal de aterramento. Portanto essa resistência deve ser suficientemente baixa.

8.6.4 Medição do aterramento

A medição é realizada entre o ponto mais externo de aterramento do circuito e as partes aterradas para garantir que a impedância do caminho de aterramento é baixa e que a capacidade de carregamento da corrente do condutor é adequada.

Para equipamento com cordão de alimentação não destacável, a impedância de aterramento não pode exceder 200 m Ω .

Tipicamente é aplicada uma corrente de 25 A durante um minuto e medida a impedância.

Perigos

- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**

8.7 Correntes de fuga e corrente auxiliar através do paciente
Os valores permitidos estão descritos no item 8.7.3 da norma.

O ensaio de medição de corrente de fuga consiste em conectar o equipamento eletromédico ao medidor de corrente de fuga.

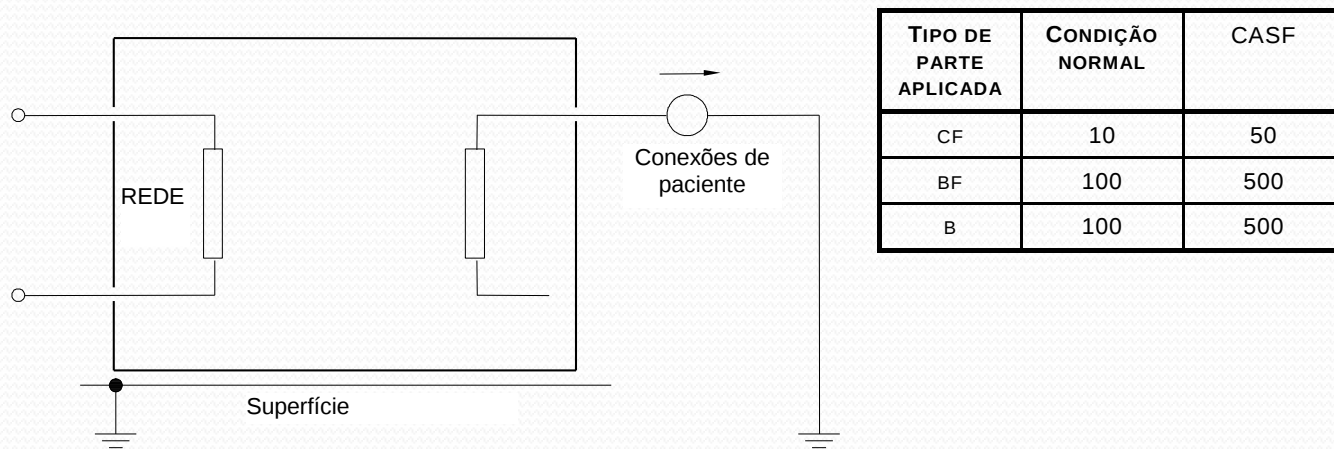
O medidor mede as correntes de fuga para o terra e de toque no caso de gabinete isolante.

Tabém no caso de equipamentos eletromédicos, além das correntes citadas é realizada também a medição da corrente de fuga do paciente.

Perigos

- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM

8.7 Correntes de fuga e corrente auxiliar através do paciente

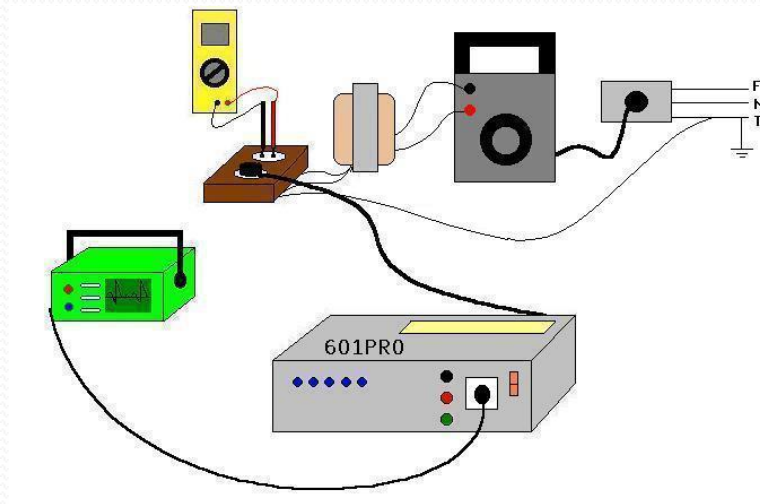


EEM com gabinete feito de material isolante

Perigos

- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM

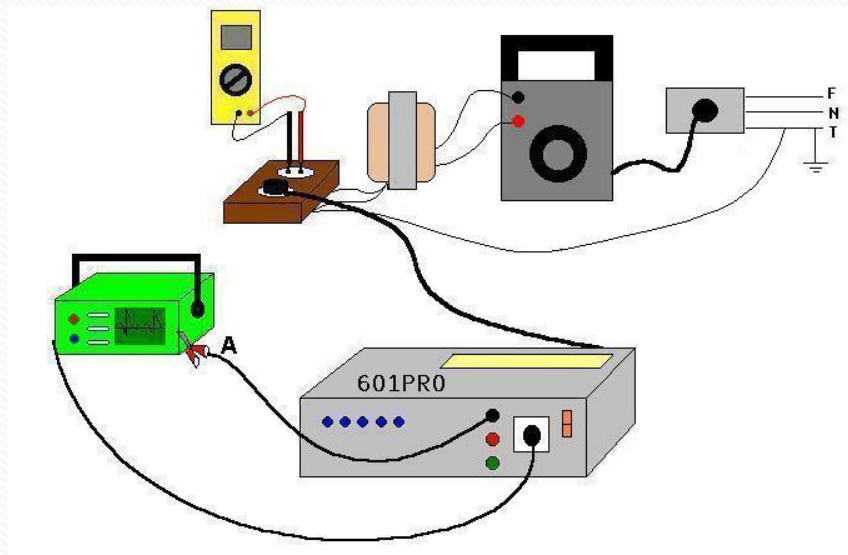
8.7.4 Ensaio de medição de corrente de fuga para o terra
Valor máximo: 5 mA



Perigos

- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM

8.7.4 Ensaio de medição de corrente de toque (gabinete)
Valor máximo: 100 μ A



Perigos

- 8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM

8.8 Rigidez dielétrica

A isolamento elétrica do equipamento eletromédico deve ser capaz de suportar as tensões de ensaio especificadas na tabela 6 da norma NBR IEC 60601-1: 2010 + emenda 1: 2016 no item 8.8.3 reproduzida parcialmente a seguir na tabela a seguir (tabela 6 da norma geral parcial).

TENSÃO DE TRABALHO DE PICO (U) V pico	TENSÃO DE TRABALHO DE PICO (U) V c.c.	Tensões de ensaio c.a. em V eficaz							
		MEIO DE PROTEÇÃO DO OPERADOR				MEIO DE PROTEÇÃO DO PACIENTE			
		Proteção da PARTE A SER LIGADA À REDE		Proteção dos CIRCUITOS SECUNDÁRIOS		Proteção da PARTE A SER LIGADA À REDE		Proteção dos CIRCUITOS SECUNDÁRIOS	
		Um MPO	Dois MPO	Um MPO	Dois MPO	Um MPO	Dois MPO	Um MPO	Dois MPO
$U < 42,4$	$U < 60$	1 000	2 000	Nenhum ensaio	Nenhum ensaio	1 500	3 000	500	1 000
$42,4 < U \leq 71$	$60 < U \leq 71$	1 000	2 000	Ver Tabela 7	Ver Tabela 7	1 500	3 000	750	1 500
$71 < U \leq 184$	$71 < U \leq 184$	1 000	2 000	Ver Tabela 7	Ver Tabela 7	1 500	3 000	1 000	2 000
$184 < U \leq 212$	$184 < U \leq 212$	1 500	3 000	Ver Tabela 7	Ver Tabela 7	1 500	3 000	1 000	2 000
$212 < U \leq 354$	$212 < U \leq 354$	1 500	3 000	Ver Tabela 7	Ver Tabela 7	1 500	4 000	1 500	3 000

Perigos

- **8 * Proteção contra PERIGOS elétricos de EQUIPAMENTO EM**

8.8.3 Ensaio de rigidez dielétrica

Duração do ensaio: 60 s

Tensão aplicada: conforme a tabela 6. Em função do Meio de proteção a ensaiar.

Tipicamente:

1500 V ~ entrada de alimentação x terminal de aterramento

4000 V ~ entrada de alimentação x parte aplicada



Perigos

- **8.9 Distâncias de separação e escoamento**

Definições

3.19 DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO (CREEPAGE DISTANCE)

menor distância ao longo da superfície de material isolante entre duas partes condutivas

3.5 DISTÂNCIA DE SEPARAÇÃO ATRAVÉS DO AR (AIR CLEARANCE)

menor caminho através do ar entre duas partes condutivas

Importante: Fabricante deve fornecer o diagrama de isolamento!

Perigos

- 8.9 Distâncias de separação e escoamento

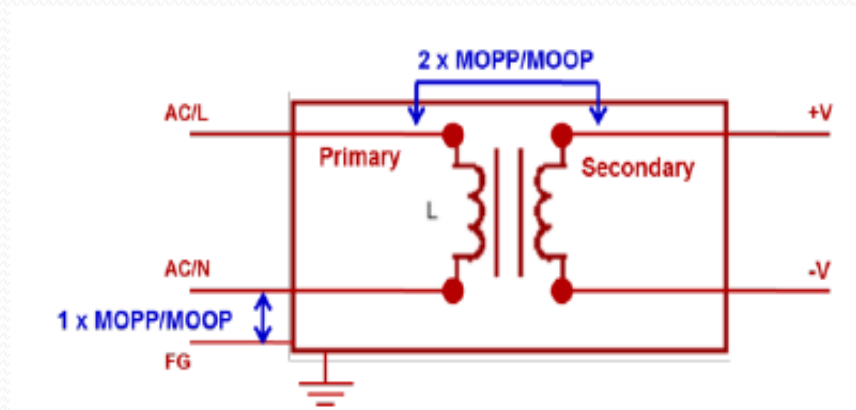
Distâncias de escoamento e distancias de separação através do ar, item 8.9 da IEC 60601-1:2005

8.9	Distâncias de escoamento e distancias de separação	EA	EN	NA
8.9.1	através do ar – Valores – Geral (**)			
8.9.1.1				
Partes de polaridade oposta de acordo com as tabelas 13 a 16.				
Partes com pelo menos um meio de proteção de acordo com as tabelas 12 a 16 exceto como especificado em 8.9.1.2 a 8.9.1.15.				
Ver também 8.9.2 a 8.9.4.				
<u>Verificação:</u>				

Perigos

- 8.9 Distâncias de separação e escoamento

Diagrama de isolação



Os requisitos de distâncias de separação e distâncias de escoamento para MOPP (MDPP) e MOOP (MDPO) são diferentes.

Precisamos também de outras informações para após as medições, verificar se atendem aos valores mínimos prescritos na norma.

Perigos

- **8.9 Distâncias de separação e escoamento**

Informações adicionais

8.9.1.7 Classificação dos grupos de material

Classificação definida pelo índice comparativo de trilhamento (CTI)

O Índice Comparativo de Trilhamento (CTI) mede a resistência de um material isolante à formação de caminhos condutores em sua superfície, causada por estresse elétrico e fatores ambientais como umidade e poeira

Grupo do Material: I, II, IIIa ou IIIb. Tipicamente IIIa: $175 \leq \text{CTI} \leq 400$.

8.9.1.8 Classificação do grau de poluição

Equipamentos sujeitos à penetração de poeira devem ter distâncias maiores para a mesma tensão

Grau de poluição: 1, 2, 3 ou 4. Tipicamente grau 2 poluição não condutiva.

Perigos

- 8.9 Distâncias de separação e escoamento

Informações adicionais

8.9.1.10 e 8.9.1.11 Categoria de Sobretensão

A Categoria de Sobretensão classifica a energia de surtos elétricos em um equipamento, em categorias (CAT I, CAT II, CAT III, CAT IV), onde a CAT IV é o nível mais alto, com maior disponibilidade de potência e transientes de maior energia.

Tipicamente 300 V e CAT II 2500 V.

Tabela 10 — TENSÃO TRANSIENTE DE REDE

TENSÃO DE REDE NOMINAL c.a. fase-neutro até e incluindo V eficaz	TENSÃO TRANSIENTE DE REDE V pico			
	Categoria de sobretensão			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1 500
100	500	800	1 500	2 500
150 ^a	800	1 500	2 500	4 000
300 ^b	1 500	2 500	4 000	6 000
600 ^c	2 500	4 000	6 000	8 000

Perigos

- 8.9 Distâncias de separação e escoamento

Informações adicionais

8.5.1.2 Meios de proteção do paciente (MDPP)

Descrito na tabela 12 da norma.

Tabela 12 — DISTÂNCIAS DE ESCOAMENTO e DISTÂNCIAS DE SEPARAÇÃO ATRAVÉS DO AR mínima que fornecem MEIOS DE PROTEÇÃO DO PACIENTE

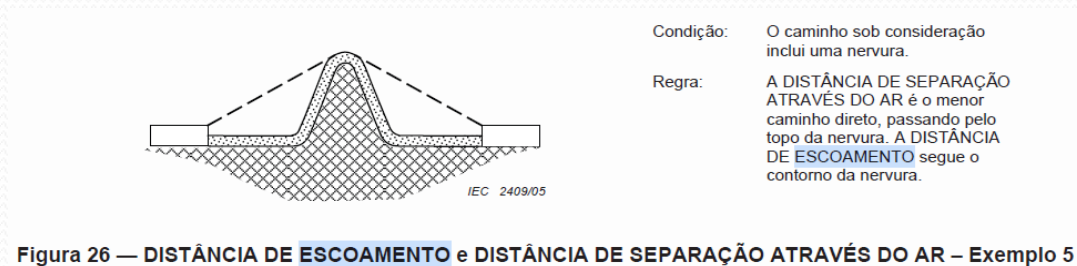
TENSÃO DE TRABALHO V c.c. até e incluindo	TENSÃO DE TRABALHO V eficaz até e incluindo	Espaçamento que fornece um MEIO DE PROTEÇÃO DO PACIENTE		Espaçamento que fornece dois MEIOS DE PROTEÇÃO DO PACIENTE	
		DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO mm	DISTÂNCIA DE SEPARAÇÃO ATRAVÉS DO AR mm	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO mm	DISTÂNCIA DE SEPARAÇÃO ATRAVÉS DO AR mm
17	12	1,7	0,8	3,4	1,6
43	30	2	1	4	2
85	60	2,3	1,2	4,6	2,4
177	125	3	1,6	6	3,2
354	250	4	2,5	8	5
566	400	6	3,5	12	7

Perigos

- 8.9 Distâncias de separação e escoamento

8.9.4 Medição

Há exemplos descritos nas figuras 22 a 30 da norma. Separação é pontilhado.



Parte Prática

- Aplicar os conceitos para medição de distâncias em placas de circuito impresso

Nosso artefato é uma placa de circuito impresso.

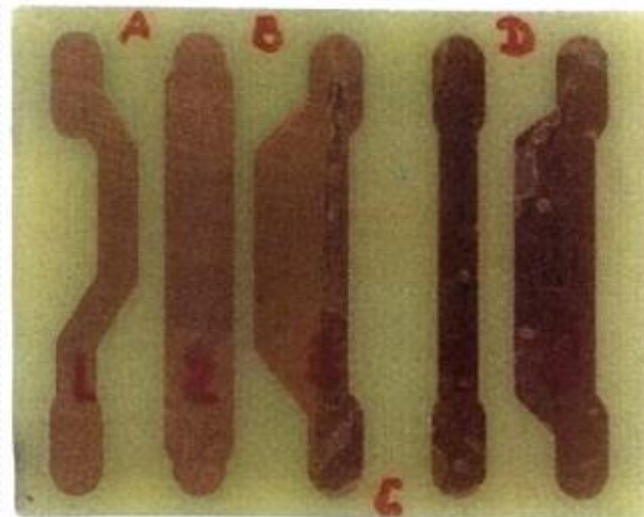
Lembrando as informações que já temos:

Grupo do Material: IIIa: $175 \leq CTI \leq 400$

Grau de poluição: grau 2 poluição não condutiva.

Categoria de Sobretenção: 300 V e CAT II 2500 V

Tensões de trabalho: B = 250 V ~ e D = 300 V ~

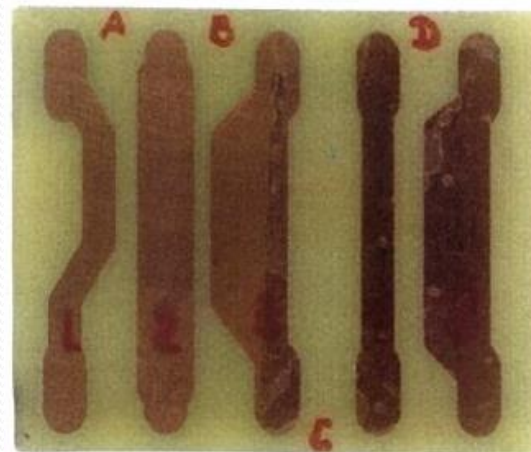


Parte Prática

- Aplicar os conceitos para medição de distâncias em placas de circuito impresso

Nesse caso a distância de separação medida é igual a de escoamento.

PONTO MEDIDO		DE (mm)		DSAA (mm)	
		Especificado	medido	especificado	medido
Tabela 12 – distâncias de separação e escoamento para MDPP (2 MDPP): 250 Veficaz	B	8,0		5,0	
Tabela 12 – distâncias de separação e escoamento para MDPP (2 MDPP): 400 Veficaz	D	12,0		7,0	



AGRADEÇO A ATENÇÃO

MUITO OBRIGADO

DSAA - B			
x^*		1,988	
s^*		0,110	
LAB10- α	P.B- α	2- α	α

DSAA - D			
x^*		3,291	
s^*		0,122	
LAB10- α	P.B- α	3,4- α	α

Contato

EDUARDO BERRUEZO

Laboratório de Usos Finais de Energia – LGE

Unidade de negócios: ENERGIA

Eduardo Berruezo | eduardob@ipt.br

(11) 3767-4413