

## Capítulo III

# Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde

Por Sérgio Castellari\*

Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) são consideradas instalações especiais com várias particularidades, ou seja, alimentam cargas críticas, as quais suprem circuitos destinados à sustentação e ao monitoramento da vida dos pacientes. Isso requer cuidados especiais desde a fase de projeto, instalação até a operação dos circuitos elétricos.

O termo EAS foi padronizado de acordo com a norma brasileira “ABNT NBR13534 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Requisitos Específicos para Instalação em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde” para englobar clínicas estéticas, veterinárias, odontológicas, médicas e hospitais de pequeno, médio e grande porte. O objetivo da norma é que todos estes locais garantam a segurança contra riscos elétricos de pacientes (pessoas ou animais) e profissionais de saúde em EAS.

Em instalações hospitalares, o cuidado com o paciente é de suma importância. Cabe, portanto, ao corpo médico, garantir que os pacientes sejam tratados com eficácia, recebendo o mais alto nível de cuidado. Entretanto, uma breve falta de energia pode colocar em risco a saúde dos pacientes ou prejudicar o sucesso de uma terapia ou de um diagnóstico:

- A possibilidade do paciente de reagir a possíveis riscos está reduzida ou eliminada;

- A resistência elétrica da pele pode ficar reduzida devido à inserção de cateteres ou similares, em aberturas artificiais ou naturais;
- Alta sensibilidade do músculo do coração às correntes elétricas (correntes > 10  $\mu$ A);
- Suporte ou substituição temporária de funções do corpo por dispositivos eletromédicos;
- Riscos de incêndio e explosão causados por anestésicos ou agentes desinfetantes ou de limpeza;
- Interferências elétricas e magnéticas, como, por exemplo, do sistema de força (por meio de harmônicas), podem expor os pacientes a riscos, influenciar o funcionamento de dispositivos eletromédicos ou até causar diagnósticos e exames falsos;
- Cirurgias não podem ser interrompidas ou repetidas;
- O tratamento intensivo exige a aplicação simultânea de vários dispositivos eletromédicos;
- As correntes de fuga permissivas podem somar-se a valores críticos;
- Registros de longo prazo sobre o paciente podem se perder no caso de falhas de energia.

Uma instalação elétrica em EAS começa com um projeto fundamentado em normas e regulamentos técnicos vigentes. Muitas vezes este simples fundamento é deixado de lado, o que pode levar a um projeto ruim e perigoso aos pacientes e profissionais. Alguns documentos normativos e

regulamentos que devem ser observados são:

- ABNT NBR5410/2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR13534/2008 – Instalações elétricas de baixa tensão – requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde;
- ABNT NBR5419/2005 – Proteção de estruturas contra descarga atmosféricas;
- Ministério da Saúde, Portaria nº 2.662, de 22 de dezembro de 1995;
- Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) – RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.

### ***Aterramento***

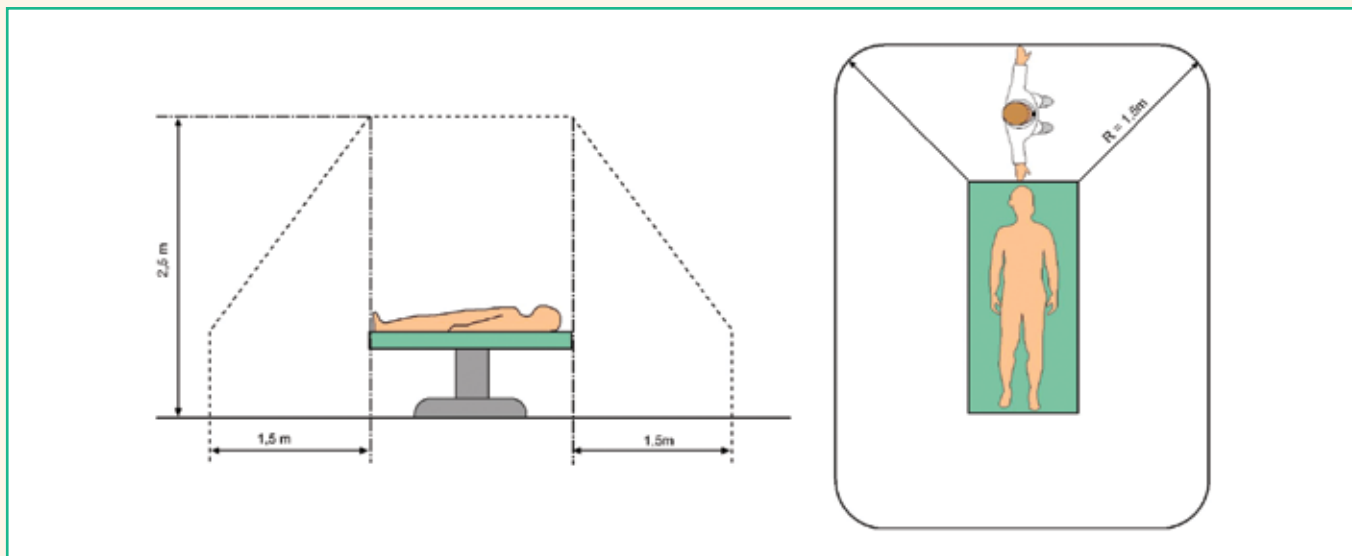
Todas as instalações elétricas de um EAS devem possuir um sistema de aterramento que leve em consideração a equipotencialidade das massas metálicas expostas em uma instalação. Todos os sistemas devem atender às normas ABNT NBR 13534, ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 5419, no que diz respeito ao sistema de aterramento.

Fica proibida a utilização do sistema TN-C em EAS, conforme especifica a norma ABNT NBR13534. E nenhuma tubulação destinada a instalação pode ser usada para fins de aterramento. No entanto, tubulações de gases devem ser interligadas com o sistema de aterramento para equipotencialização.

### ***Piso condutivo***

Fica estabelecido:

- A utilização de piso condutivo somente quando houver uso de misturas anestésicas inflamáveis com oxigênio ou óxido nítrico, bem como quando houver agentes de desinfecção, incluindo-se aqui a zona de risco.
- Proibição de instalação de soquetes, chaves, quadros de distribuição de força e similares em zona de risco.
- No caso da utilização de piso não condutivo no mesmo ambiente de piso condutivo, deve-se fazer uma marcação de distinção para ambos os pisos.



**Figura 1 – Marcação de distinção de pisos condutivos e não condutivos.**

### **Medidas para proteção de instalações elétricas e equipamentos**

A ABNT NBR 5410 expõe muitos aspectos sobre proteção da instalação e equipamentos. A norma ABNT NBR 13534 trata em particular das questões de equipamentos eletromédicos e instalações hospitalares. Vale lembrar que os projetistas e engenheiros de manutenção hospitalares devem saber os fundamentos básicos. A NBR13534 sozinha não é uma “ferramenta” adequada.

### **Proteção de pessoas e animais contra choques elétricos**

Na prática, dentro de um hospital, a tensão máxima para aplicar questões de proteção elétrica é de 380 VAC e tensões baixa em DC (interno dos equipamentos eletromédicos). A norma ABNT NBR 5410 estabelece que as partes acessíveis condutivas não devam se tornar partes vivas perigosas:

- sob condições normais;
- sob uma condição de falta à terra.

As regras de acessibilidade da norma para pessoas comuns podem diferir de pessoas treinadas ou instruídas e podem também variar para diferentes produtos e locais. Enfermeiras, por exemplo, não devem acessar de forma alguma quadros elétricos.

A proteção sob condições normais é provida pela proteção básica. A proteção destinada a suprir a proteção contra choques elétricos quando as massas ou as partes condutíveis acessíveis tornam-se acidentalmente vivas, ou de forma genérica, aquela destinada a preservar a segurança em caso de falha da proteção básica. Esta proteção é provida pela proteção supletiva.

### **Proteção por meio dos disjuntores, fusíveis, DRs, DSCR, DSI e outros**

Toda proteção será projetada e construída para ser eficaz durante

a vida útil da instalação, do sistema ou do equipamento, quando usada como pretendida e mantida corretamente.

Deve-se dar atenção especial à temperatura do ambiente, às condições climáticas, à presença de água, aos desgastes mecânicos, à aptidão das pessoas na instalação e à área de contato de pessoas ou de animais com o potencial terra (estando protegidas ou não pelo terra).

A proteção básica deve consistir de uma ou mais proteções que, sob condições normais, previne contatos com as partes vivas. Esta proteção é chamada de proteção contra choques elétricos em contatos diretos. A proteção básica é feita por meio de:

- Isolação básica (isolação, capa protetora de um fio);
- Esta isolamento deve ser feita com base em normas que exigem testes mecânicos, químicos, elétricos e térmicos;
- Barreiras ou caixas (quadro elétrico fechado ou um equipamento com sua caixa externa);
- Para remover estas barreiras é necessário chave ou ferramenta;
- Estas barreiras são definidas pelo grau IP.

### **Proteção básica**

- Obstáculos;
- Podem ser removidos sem chave ou ferramenta, mas a remoção não intencional deve ser prevista;
- Deixá-los fora do alcance de uma pessoa;
- Limitação da tensão;
- Limitação da corrente de toque e carga.

### **Proteção suplementar**

A proteção suplementar deve consistir de uma ou mais proteções independentes e adicionais à proteção básica. São especificadas como:

- Isolação suplementar;
- Proteção com aterramento equipotencial;

- Na instalação;
- Nos equipamentos;
- Utilização do condutor PE;
- Proteção seletiva;
- Indicação e desconexão em instalações de alta tensão e sistemas;
- Desconexão automática da energia;
- Disjuntores ou fusíveis;
- DRs;
- DSI.

### Proteção suplementar avançada

A proteção supletiva é um nível maior de proteção quando é necessário, conforme o local (ex: sala cirúrgica):

- Isolação reforçada;
- Utilização de transformador de separação de circuitos (exemplo sistema IT médico);
- Fonte limitadora de correntes de fuga (exemplo: impedância para terra).
- Proteção por meio de Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI).

### Efeitos do choque elétrico nos humanos

A grande consequência da corrente de fuga são os choques elétricos em operadores e as paradas de produção no decorrer do tempo em que a fuga cresce e se torna um curto-circuito. Sua origem é a falha de isolamento que é intimamente ligada à resistência de isolamento de um equipamento ou de uma instalação elétrica. Esta grandeza elétrica será explicada a seguir.

A utilização de equipamentos elétricos expõe os humanos:

- a impacto direto da corrente elétrica no caso de uma corrente elétrica fluir pelo corpo da pessoa;
- a impacto indireto por eventos causados pela energia elétrica, como fogo ou operações arriscadas (desligamentos de equipamentos vitais da instalação).

### Interrupção do condutor PE (terra)

A corrente de fuga é composta por duas componentes: a capacitiva e a resistiva. O terceiro condutor (condutor PE) é por onde flui a corrente de fuga para o equipamento funcionar sem problemas, o que pode causar perigos a pessoas. Estas correntes podem ser microcorrentes, mas, no evento de uma interrupção do PE, esta corrente pode ter seus valores aumentados, assim como o perigo à pessoa e à operação.

Comparando com o sistema aterrado (sistema TN e TT), a corrente perigosa no sistema não aterrado (sistema IT) é menor, na maioria dos casos, no caso de o condutor PE interromper.

### Causas da corrente de fuga

Uma corrente de fuga, como já mencionado, pode causar danos à propriedade, às pessoas e aos processos de produção. Confira os principais danos causados por essa ocorrência:

### Perigos do choque elétrico em pessoas

O uso de equipamentos elétricos expostos a pessoas faz surgir dois tipos de perigos:

- O efeito imediato de um contato da energia elétrica com o corpo humano já implica corrente elétrica fluindo no corpo.
- A influência indireta causada pelos eventos catastróficos, que são causados pelo fogo ou desligamentos de operações perigosas.

A corrente elétrica fluindo pelo corpo humano pode provocar fibrilações ventriculares, paralisia dos músculos ou mudanças no corpo, como coagulação e queimaduras.

A corrente pode percorrer dois caminhos pelo corpo:

- Contato direto com partes energizadas de equipamentos em operação normal. Isto acontece quando os obstáculos entre a pessoa e a parte energizada, tal como a distância e a isolação, são ineficientes.
- O contato indireto acontece quando há um toque na carcaça de um equipamento e este apresenta falha de isolamento. Logo, o choque elétrico é inevitável, pois pela falha de isolamento, a pessoa foi exposta a uma corrente elétrica.

Se algum destes tipos de contatos acontecer, o perigo à pessoa depende de duas variáveis:

- O valor da tensão em que a pessoa foi submetida e o valor das resistências do corpo humano, que, juntos, determinam o valor da corrente;
- O tempo de duração a que o corpo humano foi submetido a esta corrente.

A impedância do corpo expressa por  $Z_T$ , a geometria da impedância no corpo e a impedância da pele estão representadas na Figura 2.

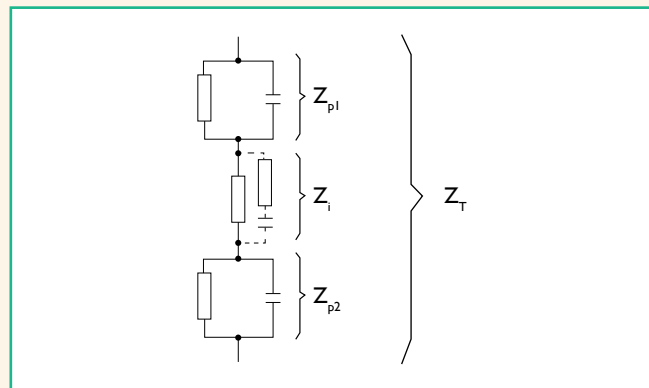


Figura 2 – Diagrama equivalente da impedância do corpo  $Z_T$ .

**TABELA 1 – DURAÇÃO MÁXIMA DE CONTATO DE ACORDO COM IEC 60364-4-41**

Máximo tempo de toque (seg)	Tensão de toque (V)	
	AC	DC
TEMPO INFINITO	<= 50	<= 120
5	50	120
1	75	140
0,5	90	160
0,2	110	175
0,1	150	200
0,05	220	250
0,03	280	310

De acordo com a norma IEC479-1:1994, a impedância do corpo varia em relação à tensão de toque.

**TABELA 2 – IMPEDÂNCIA DO CORPO EM RELAÇÃO À TENSÃO DE TOQUE**

Tensão de toque (V)	Valor para a total impedância ( $\Omega$ ) que não excede a porcentagem de		
	5% da população	50% da população	95% da população
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
MEDIA TENSÃO	650	750	850

Nota: algumas medidas indicaram que a impedância total do corpo para o caminho da corrente mão para pé é algumas vezes menor que o caminho da corrente mão para mão (10% a 30%)

## Sistemas de emergência

Nos EAS existem diversos equipamentos eletroeletrônicos de vital importância na sustentação de vida dos pacientes, quer por ação terapêutica quer pelo monitoramento de parâmetros fisiológicos. Outro fato a ser considerado diz respeito à classificação da norma ABNT NBR 5410 quanto à fuga de pessoas em situações de emergência, enquadrando essas instalações como BD 4 (fuga longa e incômoda).

Em razão das questões anteriormente descritas, estas instalações requerem um sistema de alimentação de emergência

ABNT NBR 13534 – Anexo AA:

**TABELA 3 – CLASSIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SEGURANÇA PARA LOCAIS MÉDICOS**

Classe 0 Sem interrupção	NECESSIDADE DE NOBREAK
Classe 0,15 Interrupção muito breve	
Classe 0,5 Interrupção breve	
Classe 15 Interrupção média	NECESSIDADE DE GERADOR COM PARTIDA AUTOMÁTICA
Classe > 15 Interrupção longa	NECESSIDADE DE GERADOR

capaz de fornecer energia elétrica no caso de interrupções por parte da companhia de distribuição ou quedas superiores a 10% do valor nominal, por um tempo superior a 3 s.

A norma ABNT NBR13534 classifica os ambientes em classe de restabelecimento de energia como segue na Tabela 3.

Locais médicos são classificados em “grupos” de acordo com:

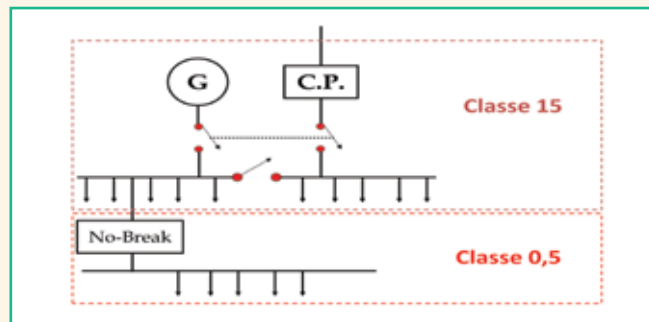
- Os procedimentos nestes realizados;
- As partes aplicadas dos aparelhos eletromédicos utilizados;
- Os riscos elétricos envolvidos.

A classificação é feita em conformidade com:

- A indicação dos procedimentos pela equipe médica;
- A legislação vigente da área da saúde (ex. RDC 50 da Anvisa);

- A legislação vigente da área da segurança do trabalho (ex. NR 10);

Quando ocorrer alteração dos procedimentos realizados no local médico, a instalação elétrica existente deve se adequar a esta norma. Especial atenção deve ser dada quando houver a realização de procedimentos intracardíacos nas instalações existentes.



FALHA NA TENSÃO NORMAL DE ALIMENTAÇÃO DESCONEXÃO NA PRIMEIRA FALHA	
PACIENTES EM RISCO?	NÃO
EXAME OU PROCEDIMENTO PODE SER REPETIDO OU INTERROMPIDO?	SIM
USO DE PARTES APLICADAS DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS	NÃO

**Grupo 0**

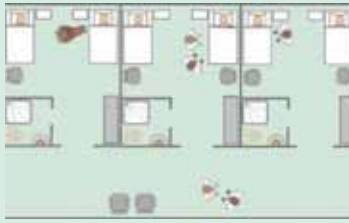


EXEMPLOS DE LOCAIS MÉDICOS

- CONSULTÓRIOS MÉDICOS
- SALAS DE EXAMES E CURATIVOS
- SALAS DE MASSAGEM




FALHA NA TENSÃO NORMAL DE ALIMENTAÇÃO DESCONEXÃO NA PRIMEIRA FALHA	
PACIENTES EM RISCO?	NÃO
O EXAME OU TRATAMENTO PODE SER REPETIDO OU INTERROMPIDO?	SIM
USO DE PARTES APLICADAS DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS	
EXTERNA OU INTERNAMENTE EXCETO ONDE A DESCONTINUIDADE ELÉTRICA PODE COLOCAR A VIDA EM RISCO (EX. PROCEDIMENTOS INTRACARDÍACOS)	SIM

**Grupo 1**



EXEMPLOS DE LOCAIS MÉDICOS

- QUARTOS
- SALAS DE HEMODIÁLISE
- SALAS DE FISIOTERAPIA

	O EXAME OU TRATAMENTO PODE SER REPETIDO OU INTERROMPIDO?	NÃO
	PACIENTES EM RISCO?	SIM
	USO DE PARTES APLICADAS DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS EM PROCEDIMENTOS INTRACARDÍACOS, CIRÚRGICOS, DE SUSTENTAÇÃO À VIDA, ONDE A DESCONTINUIDADE ELÉTRICA PODE COLOCAR A VIDA EM RISCO?	SIM

**Grupo 2**



EXEMPLOS DE LOCAIS MÉDICOS

- CENTROS CIRÚRGICOS
- SALAS DE CATETERISMO
- UTI ADULTO E NEONATAL
- SALAS DE HEMODINÂMICA

Nestes locais pacientes e profissionais de saúde estão mais vulneráveis a choques e microchoques elétricos. Nestes locais a continuidade no fornecimento de energia tem que ser garantida.

A ABNT NBR 13534 traz uma tabela dos locais com as respectivas classificações de classe e grupo, definindo previamente os requisitos para o projeto.

Além do disposto na ABNT NBR 5410, a ABNT NBR 13534 acrescenta em locais do Grupo I que os circuitos de tomada (esquema TN) devem ter proteção adicional por dispositivos DR tipo A ou B com sensibilidade de atuação de no máximo 30 mA.

Para o esquema IT médico em locais do grupo 2, em cada posto de tratamento do paciente (ex. cabeceiras de leitos), deve haver:

- Alimentação por no mínimo dois circuitos distintos;
- Tomadas de corrente protegidas individualmente.

Locais do grupo 2 também alimentados por outros esquemas (TN-S ou TT) devem apresentar:

- Tomadas do esquema IT médico com marcação clara e permanente (ex. distinção por cor e placa “apenas equipamentos eletromédicos”);
- Não intercambialidade garantida para que seja impossível conectar equipamento à tomada do equipamento IT médico capaz de provocar desligamento de sua alimentação;
- Todos os circuitos de tomadas de corrente em uma mesma tensão.

### Sistema IT médico

Neste sistema IT há muitas vantagens perante os sistemas TN e TT e uma delas é a corrente de fuga ser limitada a fatores que serão mostrados a seguir. O sistema IT é alimentado por um transformador de separação, gerador, bateria, ou por uma fonte de tensão independente. Uma especial característica deste sistema de AC e DC é o fato de nenhum condutor energizado (fases e neutro ou positivo) estar diretamente aterrado. Uma grande vantagem deste sistema é que, em uma primeira falha de isolamento, um curto-circuito a terra ou um contato nas partes condutivas não influenciam no equipamento suprido. A soma da corrente de fuga entre fase-fase e fase-terra é expressa por uma corrente capacitiva. Essas correntes são muito baixas e não há perigo de choque em um contato indireto. A corrente de falha no evento de um curto para terra ou toque nas partes condutivas é baixa, logo, uma desconexão não é necessária.

Quando o sistema IT é sujeito a uma segunda falha, o sistema se torna TN e uma perigosa corrente de curto-circuito para terra é originada. Então o que fazer? Deve-se instalar um equipamento que supervisione a resistência de isolamento entre as fases e a terra e, no caso de falha, o equipamento emite um alarme visual e/ou sonoro. Este equipamento será estudado mais para frente nesta abordagem.

As correntes de fuga em um sistema IT dependem da capacitância do sistema, onde no sistema TN (sistema aterrado) já ocorre diferentemente.

A supervisão de resistência de isolamento só é feita em sistemas IT, não aterrados. A supervisão da resistência de isolamento é muito semelhante à supervisão de corrente de fuga, pois a função é a mesma, implantar uma manutenção preditiva, antecipando a falha que irá ocorrer. Como foi definido anteriormente, no esquema IT, nenhuma parte condutiva é aterrada ou aterrada com altas impedâncias. Para isso,

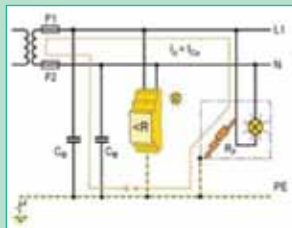
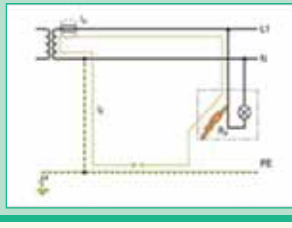
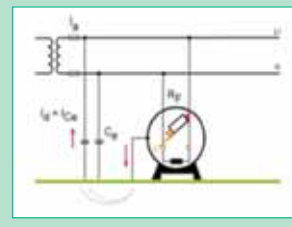
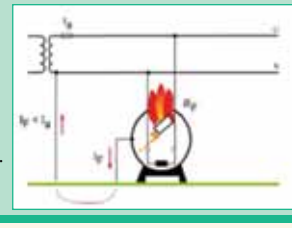
a fonte geralmente é um transformador de separação, mono, trifásico ou trifásico com neutro.

Algumas vantagens do esquema não aterrado (sistema IT) são mencionadas a seguir:

- Com supervisão de isolamento, o sistema fica em perfeito estado seguro que somente é possível no sistema IT;
- Um condutor pode ser totalmente curto-circuitado para terra, sem interferir na operação do sistema;
- A manutenção preditiva é possível com a supervisão da resistência de isolamento;
- Possibilidade de detecção de falha de isolamento em aparelhos off line;
- Supervisão de sistemas DC.

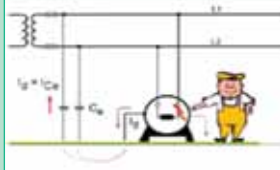
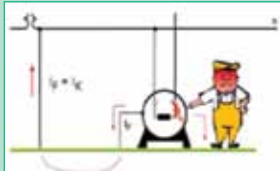
### Vantagens do sistema IT

- Segurança operacional

FALHA DE ISOLAMENTO	EM SISTEMAS IT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na eventual ocorrência de uma falha de isolamento <math>R_p</math>, flui somente uma corrente muito pequena <math>I_{ce}</math>.</li> <li>• Fusíveis não atuam</li> <li>• Se a falha à terra for unipolar, o fornecimento de energia fica garantido</li> <li>• Não há interrupção da operação</li> <li>• Um alarme é indicado pelo DSI (<math>&lt; R</math>)</li> </ul>	
FALHA DE ISOLAMENTO	EM SISTEMAS TN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A corrente de falha que flui é determinada pela resistência à terra e a falha de isolamento.</li> <li>• <math>I_f &lt; I_k</math> O fusível não atua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco de mau funcionamento</li> <li>• Não há alarme</li> </ul> </li> <li>• <math>I_f &gt; I_k</math> Fusível atua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrupção inesperada na operação</li> </ul> </li> </ul>	
CORRENTE DE FUGA	EM SISTEMAS IT
<p>Em sistemas IT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma pequena corrente de falha flui, limitada pela alta impedância do loop da falha.</li> <li>• Os riscos de incêndio são consideravelmente reduzidos.</li> <li>• Maior proteção a pessoas e equipamentos.</li> </ul>	
CORRENTE DE FUGA	EM SISTEMAS TN
<p>Em sistemas TN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando a corrente de falha <math>I_f</math> é <math>\leq I_k</math>,</li> <li>• O fusível não atua</li> <li>• A energia elétrica da corrente falha transforma-se em energia térmica.</li> <li>• Risco de incêndio a <math>P \geq 60W = 260mA/230V</math>.</li> </ul>	



- Melhor prevenção de acidentes

CORRENTE DE FUGA	EM SISTEMAS IT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema IT é uma pequena rede local com baixas capacitâncias de fuga.</li> <li>• A corrente de fuga é limitada pela impedância do corpo, pela resistência de aterramento e pela alta impedância do loop da falha.</li> <li>• Os riscos a pessoas e equipamentos decorrentes de altas correntes de fuga é reduzido.</li> </ul>	
CORRENTE DE FUGA	EM SISTEMAS TN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma corrente de fuga alta pode fluir</li> <li>• A corrente de fuga é limitada apenas pela impedância do corpo</li> </ul>	

Em ambientes de grupo 2, é exigida a adoção do sistema IT médico para proteção dos pacientes e garantir a continuidade operacional mesmo em situação de falha a terra.

O seccionamento automático (desconexão na 1ª falta à massa ou à terra) pelo uso de dispositivo DR é proibido nos seguintes circuitos:

- de alimentação de equipamentos eletromédicos;
- de sistemas de sustentação da vida;
- de sistemas de aplicações cirúrgicas;
- de equipamentos eletromédicos dispostos no ambiente do paciente, com exceção dos anteriormente mencionados.

A disponibilidade e a confiabilidade da energia elétrica, bem como a segurança de pacientes e profissionais da saúde em locais do grupo 2 é mais garantida com a instalação de esquemas IT médico, conforme orienta a ABNT NBR 13534.

No esquema IT médico, falhas elétricas que provocam:

- Baixo isolamento, sobrecarga e superaquecimento são permanentemente supervisionadas;
- Um alarme é acionado quando estas ainda não representam perigo a pessoas, equipamentos e instalações;
- A continuidade dos procedimentos é assegurada.

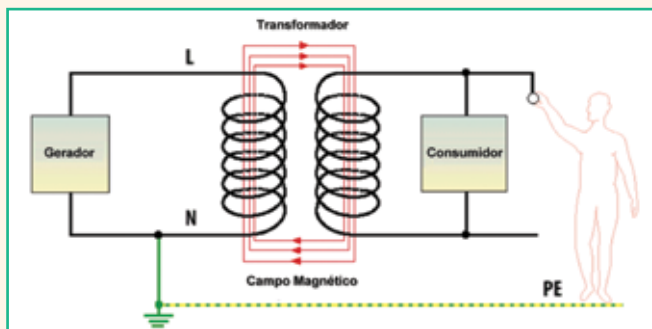


Figura 3 – Esquema IT médico.

- Em sistemas IT, uma pessoa não recebe choque elétrico ao tocar um condutor energizado.
- Não há um caminho direto de retorno para uma corrente fluindo por meio de uma pessoa que está tocando o condutor.

O transformador isola o circuito secundário do circuito primário.

### Componentes do sistema IT médico

#### Transformadores de separação para locais do grupo 2

Estes equipamentos devem estar em conformidade com a IEC 61558-2-15 e com as especificações complementares da ABNT NBR 13534:

- Instalação o mais próximo possível, ou no interior, do local médico;
- Disposição em cubículos ou invólucros para evitar contato acidental com partes vivas;
- A tensão nominal  $U_n$  do secundário do transformador deve ser  $\leq 250V$  c.a.;
- O transformador de separação deve ser provido de monitoração de sobrecarga e elevação de temperatura;
- A corrente de fuga à terra do enrolamento do secundário e a corrente de fuga do invólucro devem ser medidas com o transformador sem carga e alimentado sob tensão e frequência nominais. O valor não deve exceder  $\leq 0,5$  mA.
- A potência nominal de saída do transformador deve estar entre 0,5 kVA e 10 kVA.
- Seja para alimentação de equipamentos fixos ou portáteis, os transformadores devem ser monofásicos.
- Em esquema IT, para alimentação de cargas trifásicas, deve ser previsto um transformador dedicado com tensão secundária  $\leq 250V$  entre fases.

#### Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI) e Dispositivo Supervisor do Transformador

O esquema IT médico deve ser equipado com dispositivo supervisor de isolamento (DSI), o qual deve estar em conformidade com a IEC 61557-8 e as seguintes especificações:

- Impedância interna c.a.  $> 100$  k $\Omega$ ;
- Tensão de medição  $\leq 25V$  c.c.;
- Corrente injetada  $\leq 1$  mA de valor de crista, mesmo em condição de falha;
- Indicação da queda da resistência de isolamento  $\leq 50$  k $\Omega$ . É exigido um dispositivo de teste para verificar este requisito;
- Sinalização em caso de sua desconexão ou ruptura do condutor de proteção PE;
- Alguns DSIs também supervisionam sobrecarga e sobretemperatura do transformador, conforme exigido pela ABNT NBR 13534.

A ABNT NBR 13534 é a norma para as instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, que complementam a norma para instalações elétricas de baixa tensão (no Brasil, a ABNT NBR 5410).

Os equipamentos devem seguir as seguintes normas:

- IEC 61557-8 – dispositivo supervisor de isolamento, inclusive o Anexo



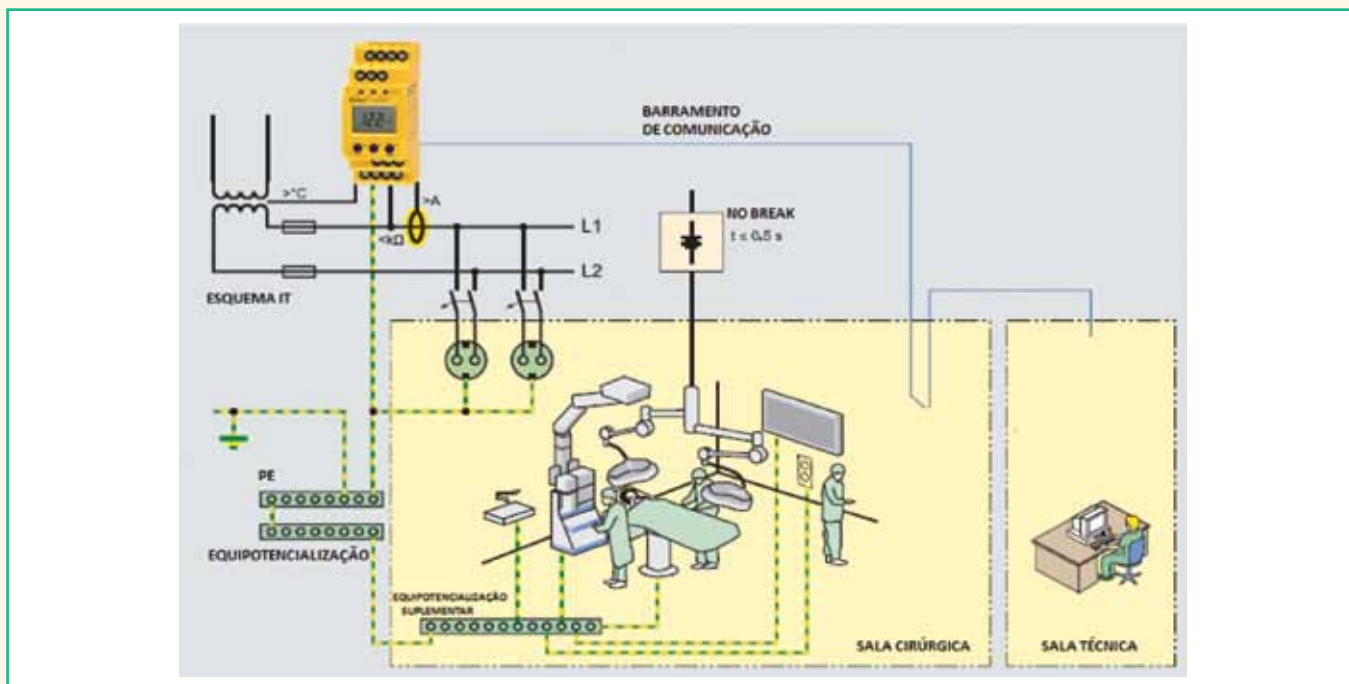


Figura 4 – Esquema de sinalização do Sistema IT médico.

A, que exige medição de fuga à terra em corrente contínua.

- IEC 61557-9 – sistemas para localização de falhas de isolamento.

#### Anunciador de alarme e teste

Cada esquema IT médico deve ser provido de um sistema de sinalização sonora e visual, disposto de forma a permitir supervisão permanente pela equipe médica e dotado de:

- Sinalização luminosa verde, para indicar operação normal;
- Sinalização luminosa amarela, que atue quando a resistência de isolamento atingir o valor mínimo ajustado. Não deve ser possível cancelar ou desconectar esta sinalização;
- Alarme audível, que dispare quando a resistência de isolamento atingir o valor mínimo ajustado. O sinal audível pode ser silenciado.

#### Regras gerais do sistema IT médico

- É necessário pelo menos um sistema IT médico por recinto do grupo 2;
- Em salas cirúrgicas, a regra é um sistema IT médico para cada sala cirúrgica, normalmente, uma potência para o transformador de separação de 8 kVA a 10 kVA é suficiente;
- Todos os transformadores devem ser monofásicos de, no máximo, 10 kVA;
- Todos os disjuntores são bipolares em 127V ou 220V;
- Nas UTIs geralmente é feito um sistema IT médico de quatro a seis leitos cada, considerando a média de 1,5 kVA por leito;
- Atenção ao local de instalação dos transformadores, preferencialmente em um piso técnico adequado;
- Atenção ao local de instalação dos quadros elétricos, preferencialmente perto da sala cirúrgica e UTI;
- Atenção ao local de instalação dos anunciadores, que deve ficar próximo ao corpo de enfermagem e do local que o sistema IT médico alimenta.

- Não instalar DRs.

#### Conclusão

O projeto de um EAS deve ser concebido desde o seu início em conformidade com as normas da ABNT e da IEC. É importante que o projeto siga as normas da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 13534, esta diretamente relacionada à segurança dos pacientes e do corpo médico.

Um projeto baseado em normas e coerente com a realidade de cada EAS consegue assegurar segurança elétrica aos pacientes e ao corpo médico, assim como proteção aos equipamentos eletromédicos, reduzindo assim custos onerosos de parada operacional, queima de equipamentos e proporcionando um aumento da continuidade operacional do EAS.

Cada vez mais esses ambientes estão caminhando para a excelência em seus processos e a energia elétrica é um dos pilares para que tudo ande de forma coordenada e segura para todos.

*\*SÉRGIO CASTELLARI é engenheiro eletricista e pós-graduado em Administração no Mackenzie. Atualmente é diretor de engenharia da RDI Bender, membro do Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei), participando de comissões de estudo das normas ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 13534. É especializado em sistemas de supervisão de corrente de fuga e resistência de isolamento pela Bender GMBH Gruenberg, Alemanha. Especialista em projetos do sistema de supervisão de resistência de isolamento e corrente de fuga.*

#### Continua na próxima edição

Confira todos os artigos deste fascículo em  
[www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)

Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail  
[redacao@atitudeeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeeditorial.com.br)