

# REQUISITOS DE ESPECIFICAÇÃO DE PROJETOS E DE MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA ELÉTRICA DOS HOSPITAIS DA REDE EBSEH



©2022, EBSEERH. Todos os direitos reservados Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSEERH [www.ebserh.gov.br](http://www.ebserh.gov.br)

Material produzido pelo Serviço de Manutenção Predial, Projetos e Obras/CIH/DAI/EBSEERH, Unidade de Projetos e Obras/SIF/DLIH/GAD/HC-UFGM/EBSEERH e Unidade de Manutenção Predial/SIF/DLIH/GAD/HC-UFGM/EBSEERH. Permitida a reprodução parcial ou total, desde que indicada a fonte e sem fins comerciais.

Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ministério da Educação

Requisitos de Especificação, Projetos e de Manutenção da Infraestrutura Elétrica para Hospitais da Rede EBSEERH

Produzido pelo Serviço de Apoio à Manutenção Predial e Obras/CIH/DAI – Brasília: EBSEERH –, Unidade de Projetos e Obras/SIF/DLIH/GAD/HC-UFGM – Belo Horizonte: EBSEERH; Unidade de Manutenção Predial/SIF/DLIH/GAD/HC-UFGM – Belo Horizonte: EBSEERH, 2022. 146p.

ISBN 978-65-80110-49-0

Setor Comercial Sul – SCS, Quadra 09, Lote C, Ed. Parque Cidade Corporate,  
Bloco C, 1º ao 3º pavimento | CEP: 70.308-200 | Brasília-DF | Telefone:  
(61) 3255-8900 | Site: [www.ebserh.gov.br](http://www.ebserh.gov.br)

©2022 Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ebserh

**Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total, desde que indicada a fonte e sem fins comerciais. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra é de dos respectivos autores e técnicos envolvidos pela elaboração.**

**Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ebserh**

Setor Comercial Sul – SCS, Quadra 09, Lote “C”

Ed. Parque Cidade Corporate, Bloco C, 1º pavimento, Brasília – DF – 70.308-200 – Brasília – DF

www.ebserh.gov.br

**Ministro de Estado da Educação**

Victor Godoy Veiga

**Presidente**

Oswaldo de Jesus Ferreira

**Diretor Vice-Presidente Executivo**

Antônio César Alves Rocha

**Diretor de Administração e Infraestrutura (DAI)**

Erlon César Dengo

**Coordenadoria de Infraestrutura Hospitalar e Hotelaria**

Marcio Luís Borsio

**Chefe de Serviço de Manutenção Predial, Projetos e Obras**

Ramon Nascimento Sousa

**Coordenação:**

Heitor Breno Silva Bezerra – Engenheiro Eletricista – *Diretoria de Administração de Infraestrutura Ebserh (DAI/Ebserh)*

**Elaboração:**

Heitor Breno Silva Bezerra – Engenheiro Eletricista – *Diretoria de Administração de Infraestrutura Ebserh (DAI/Ebserh)*

Gabriel Alves Ferreira Dias – Engenheiro Eletricista – Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais – HC-UFMG

Jean Lucan Martins Vieira – Engenheiro Eletricista – Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais – HC-UFMG

Ramon Nascimento Sousa – Chefe do Serviço de Manutenção Predial, Projetos e Obras (DAI/Ebserh)

**Colaboração:**

Crisluci Karina de Sousa Santos Cândido – Docente do departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Henrique Ferreira de Almeida Júnior – Engenheiro Eletricista (Engenharia Hospitalar)

José Luiz da Silva Júnior – Docente do departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

**Técnicos participantes – revisão e colaboração:**

**Gabriel Alves Ferreira Dias** (Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais – HC-UFMG), **Heitor Breno Silva Bezerra** (DAI/Ebserh), **Jean Lucan Martins Vieira** (Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais – HC-UFMG), **Ramon Nascimento Sousa** (DAI/Ebserh)

## Resumo

Este material terá a finalidade primordial fornecer orientações dos procedimentos de instalação elétrica, além de indicar os procedimentos padronizados relacionados à especificação, projetos e manutenção da infraestrutura elétrica dos Hospitais Universitários Federais da Rede Ebserh.

**Palavras-chave:** Energia Elétrica, Especificações, Instalações Elétricas, Qualidade da energia elétrica, Projetos, Manutenções, Segurança do Trabalho.



# Sumário

<b>Sumário</b> .....	1
<b>Lista de Figuras</b> .....	1
<b>Lista de Tabelas</b> .....	1
<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1. Motivação .....	1
<b>2. Instalações Elétricas em E.A.S.</b> .....	3
2.1. Da Definição dos Locais Médicos.....	3
<b>3. Sistema IT médico:</b> .....	9
3.1. Especificações do Sistema IT Médico: .....	9
3.2. Critérios de Projeto do Sistema IT Médico .....	13
3.3. Os requisitos de manutenção do sistema IT Médico:.....	17
3.4. O piso condutivo: .....	18
3.4.1. Locais de instalação de pisos condutivos: .....	18
3.4.2. Requisitos de instalação e manutenção do piso condutivo: .....	20
<b>4. Sistemas de iluminação e tomadas</b> .....	21
4.1. Especificação do uso de tomadas e interruptores: .....	21
4.1.1. Os pontos de tomadas .....	21
4.1.2. Os pontos de iluminação .....	22
4.2. Critérios de projetos de iluminação e tomada .....	25
4.2.1. Projeto de instalação de tomadas .....	25
4.2.2. Projeto luminotécnico .....	27
4.3. Rotinas de manutenção em sistemas de iluminação e tomadas.....	29
<b>5. Sistemas de distribuição de força</b> .....	31
5.1. Especificação de materiais e equipamentos.....	31
5.2. Requisitos de projetos .....	35
5.3. Rotinas de manutenção para os sistemas de distribuição e força .....	38
<b>6. Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e de aterramento</b> .....	41
6.1. Especificação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas:.....	42
6.1.1. Especificação dos materiais e equipamentos de um SPDA: .....	43
6.2. Critérios de Projeto.....	49
6.3. Requisitos de Manutenção de um SPDA .....	51
6.3.1. Manutenção Semestral.....	52
6.3.2. Manutenção Anual .....	52

6.3.3.Documentação.....	54
<b>7. Grupo motor gerador .....</b>	<b>55</b>
7.1. Critérios de Projeto.....	56
7.1.1.Substituição provisória do grupo motor gerador .....	58
7.1.2.By-Pass do grupo gerador.....	59
7.2. Rotinas de manutenção .....	62
8.1. Especificação de materiais e equipamentos:.....	66
8.2. Requisitos de projetos: .....	67
8.2.1.Os transformadores de distribuição .....	67
8.2.2.Paralelismo de transformadores de distribuição .....	70
8.2.3.Os transformadores de corrente e de potencial .....	72
8.2.4.Espaços de trabalhos na subestação .....	73
8.3. Rotinas de manutenção .....	73
8.3.1.Comissionamento e ensaios em subestações: .....	73
8.3.2.Rotinas de manutenção em subestações: .....	75
<b>9. Qualidade da Energia Elétrica .....</b>	<b>82</b>
9.1. Critérios de especificação da qualidade da energia elétrica .....	83
9.1.1.Variação de tensão em regime permanente e queda de tensão .....	83
9.1.2.Variação de tensão de curta duração .....	84
9.1.3.Fator de potência.....	85
9.1.4.Distorções harmônicas .....	87
9.1.5.Desequilíbrio de tensão .....	89
9.2. Critérios de monitoramento .....	90
9.2.1.Multimedidores gerais de grandezas elétricas .....	91
9.2.2.Multimedidores locais das grandezas elétricas.....	93
9.3. Critérios de intervenção .....	94
<b>10. Segurança do trabalho .....</b>	<b>97</b>
10.1. Requisitos básicos de segurança do trabalho em instalações elétricas .....	97
10.2. Demais condições de segurança e higiene do trabalho .....	98
10.2.1. Premissas para realização de atividades especiais com alto grau de risco.....	101
<b>11. Sistema de Combate a Incêndio e Pânico .....</b>	<b>105</b>
11.1. Critérios de Projeto.....	105
11.2. Requisitos de manutenção do sistema de combate a incêndio .....	106
11.2.1. Manutenção dos sistemas de detecção e alarme de incêndio .....	106
11.2.2. Manutenção preventiva das casas de bomba de combate a incêndio .....	107

<b>Referências .....</b>	<b>109</b>
Anexo 01 – Zonas de risco.....	111
Anexo 02 – Modelo da ficha de inspeção do SPDA.....	113
Anexo 03 – Requisitos para instalação de paralelismo de transformadores.....	115
Anexo 04 – Modelos de folhas de anotação dos resultados de ensaios.....	119
Anexo 05 – Modelos de manutenção e checklist para grupo gerador .....	125
Anexo 06 – Exemplos de utilização das chaves com intertravamento .....	127



## Lista de Figuras

Figura 1 – Ilustração do sistema IT médico .....	9
Figura 2 – Transformadores de isolamento do sistema IT médico .....	10
Figura 3 – DSI do sistema IT médico.....	11
Figura 4 – Dispositivo monitor do sistema IT médico .....	11
Figura 5 – Nobreak para o sistema IT médico .....	12
Figura 6 – Quadros de distribuição do sistema IT médico .....	13
Figura 7 – Exemplo de utilização e aplicação do piso condutivo, conforme requisitos exigidos pela resolução RDC 50/2002 da ANVISA.....	18
Figura 8 – Exemplo da sala de cirurgia sem o uso de piso condutivo e que preserva a observância aos requisitos estabelecidos da RDC 50.....	19
Figura 9 – Indicação dos pontos de tomadas que estarão ligadas ao sistema IT médico .....	21
Figura 10 – Exemplo de aplicação e instalação das tomadas tipo industrial.....	22
Figura 11 – Exemplos de utilização dos conectores plugáveis.....	23
Figura 12 – Exemplos de conectores e da luminária com o "rabicho" .....	24
Figura 13 – Instalação dos pontos de tomada acima de uma estrutura em um leito de enfermaria ortopédica do HC-UFMG .....	26
Figura 14 – Exemplos de painéis elétricos.....	33
Figura 15 – Exemplo de linhas elétricas aparentes .....	36
Figura 16 – Exemplos de grupo motor gerador.....	55
Figura 17 – Regulador de carga mecânica para partida .....	57
Figura 18 – Diagrama do by-pass do grupo gerador .....	59
Figura 19 – Diagrama do by-pass do grupo gerador .....	59
Figura 20 – Exemplos do sistema de by-pass do grupo gerador e indicação do aviso .....	60
Figura 21 – Painel elétrico contendo as chaves intertravadas.....	61
Figura 22 – Transformadores e outros elementos em uma subestação .....	66
Figura 23 – Diagrama exemplificativo de paralelismo do transformador .....	71
Figura 24 – Espaço de trabalho dentro de uma subestação .....	73
Figura 25 – Nobreak e estabilizador de tensão .....	86
Figura 26 – Exemplo de multimetido geral de grandezas elétricas instalado em uma subestação de energia elétrica.....	91
Figura 27 – Exemplo de multimetido local das grandezas elétricas .....	93
Figura 28 – Procedimento de configuração e extração de dados do multimetido local das grandezas elétricas .....	94
Figura 29 – Modelo de ficha de inspeção do SPDA.....	113
Figura 30 – Diagrama orientativo para ligação em baixa e média tensão: geral.....	127
Figura 31 – Diagrama orientativo para ligação em média tensão: da concessionária à subestação.....	128
Figura 32 – Diagrama orientativo para ligação em baixa tensão: uso das chaves intertravadas .....	129
Figura 33 – Diagrama orientativo para ligação em média tensão .....	130



## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Classificação de serviços de segurança para locais médicos, incluindo o tempo de fornecimento contínuo.....	4
Tabela 2 – Classificação dos locais médicos.....	4
Tabela 3 – Potência instalada estimada por ambiente.....	15
Tabela 4 – Características elétricas do transformador de isolamento do IT médico.....	16
Tabela 5 – Periodicidade de inspeção do IT médico.....	17
Tabela 6 – Atividades de manutenção do piso condutivo.....	20
Tabela 7 – Requisitos recomendados dos condutores plugáveis.....	24
Tabela 8 – Requisitos de circuitos em UTI.....	27
Tabela 9 – Número mínimo de circuitos reserva em um quadro de distribuição.....	37
Tabela 10 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas.....	45
Tabela 11 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento.....	46
Tabela 12 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam diferentes barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL) ou que ligam essas barras ao sistema de aterramento.....	48
Tabela 13 – Dimensões mínimas dos condutores que ligam as instalações metálicas internas aos barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL).....	48
Tabela 14 – Seção mínima dos condutores de proteção.....	50
Tabela 15 – Procedimento de uso da chave de intertravamento do grupo motor gerador.....	58
Tabela 16 – Rotinas de manutenção do grupo gerador, de acordo com a periodicidade.....	63
Tabela 17 – Equipamentos de proteção necessários para realização de manutenção em geradores.....	64
Tabela 18 – Requisitos de instalação de subestações.....	68
Tabela 19 – Diferenças percentuais admitidas (ABNT, NBR 14039, 2021).....	71
Tabela 20 – Requisitos de aplicação dos TP e TC.....	72
Tabela 21 – Requisitos de queda de tensão da instalação elétrica em baixa tensão, conforme item 6.2.7 da norma ABNT NBR 5410.....	83
Tabela 22 – Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração, conforme o Módulo 8 do Prodist.....	84
Tabela 23 – Limites para o indicador de desequilíbrio de tensão.....	89
Tabela 24 – Intervalos recomendados para a análise das grandezas elétricas.....	92
Tabela 25 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios em barramentos blindados.....	119
Tabela 26 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios em transformador de força.....	120
Tabela 27 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios do grupo motor gerador.....	122



## Lista de Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
CIH	Coordenadoria de Infraestrutura e Hotelaria hospitalar
DAI	Diretoria de Administração e Infraestrutura
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
HC	Hospital das Clínicas
HUAB	Hospital Universitário Ana Bezerra
HUF	Hospital Universitário Federal da Rede Ebserh
IDR	Interruptor diferencial residual
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira Registrada
NR	Norma Regulamentadora
PMOC	Plano de Manutenção, Operação e Controle
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
RDC	Resolução Colegiada
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SEPRT	Secretaria Especial da Previdência Social e do Trabalho
SIF	Setor de Infraestrutura Física
SMPO	Serviço de Manutenção, Projeto e Obras
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TC	Transformador de corrente
TP	Transformador de potencial
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
VTCD	Varição de Tensão de Curta Duração



## 1. Introdução

Ao longo deste documento, são apresentadas diversas orientações para os Hospitais Universitários Federais da rede Ebserh (HUF) relativas aos critérios mínimos de projeto, especificação de equipamentos e rotinas de manutenção dos diferentes subsistemas de distribuição de energia dos Hospitais.

As orientações contidas ao longo deste material técnico seguem os preceitos das normas técnicas e legislações vigentes para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), em especial às normas de baixa tensão para instalações elétricas em edificações hospitalares (ABNT, NBR 13534, 2008), dos requisitos estabelecidos pela RDC 50 (ANVISA, 2002), da resolução sobre regras de prestação de serviço de distribuição da energia elétrica (ANEEL, Resolução Normativa Nº 1000/2021, 2021) e das Instruções de Trabalho Operacional elaboradas pelos Setores de Infraestrutura Física (SIF) dos Hospitais Universitários Federais da Rede Ebserh, além de outros requisitos normativos.

### 1.1. Motivação

A elaboração deste material, que traz um conjunto de orientações relativas aos requisitos de projetos e manutenção tem como principal motivação padronizar os critérios de projetos, instalações e manutenções das instalações elétricas dos Hospitais Universitários da Rede Ebserh, em observância dos requisitos mínimos exigidos pelas normas técnicas da ABNT e RDC nº 50/2002, visando assegurar uma adequada infraestrutura de fornecimento de energia nos diversos Hospitais da Rede Ebserh. A boa qualidade da distribuição da energia elétrica nos Hospitais Universitários assegura o correto funcionamento dos equipamentos eletromédicos, que são essenciais para o diagnóstico e o tratamento de diversas enfermidades. Destaca-se aqui que os novos projetos de engenharia de instalações elétricas hospitalares deverão seguir os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR 13534:2008, conforme preconiza a Portaria nº 2.662, de 22 de dezembro de 1995, do Ministério da Saúde (Saúde, 1995):

[...]

Art. 1.º – Os novos projetos de engenharia de instalações elétricas, de reforma ou de ampliação de estabelecimentos assistenciais de saúde, deverão adotar, a partir de 90 (noventa) dias da data de publicação desta Portaria, as prescrições da norma técnica brasileira NBR 13.534: Instalações Elétricas para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – requisitos para Segurança.

Art. 2.º – A inobservância às prescrições da NBR 13.534, constitui infração à legislação sanitária federal, conforme dispõe o inciso II do artigo 10 da Lei n.º 6.437, de 20 de agosto de 1977.

[...]

De forma complementar, também é necessário que os projetos de engenharia de instalações elétricas hospitalares atendam aos requisitos estabelecidos pela RDC 50 da ANVISA, no que tange sobre os planejamentos, programações, elaborações, avaliações e aprovações de projetos físicos e de infraestrutura em estabelecimentos assistenciais de saúde (ANVISA, 2002).

Uma vez observados os requisitos estabelecidos em normas técnicas vigentes relacionadas à infraestrutura elétrica, principalmente em instalações hospitalares, e, de forma concomitante, a partir das orientações a serem explicitadas, é possível garantir uma condição de trabalho segura das equipes médico-assistenciais, de apoio técnico, administrativas e de serviços gerais, e um ambiente seguro para os pacientes, visitantes e acompanhantes.

Destaca-se ainda a importância da observância deste material técnico, que irá complementar as exigências das normas técnicas vigentes relacionadas à infraestrutura elétrica hospitalar, no que tange à disponibilização de expressivo conteúdo técnico para toda equipe de Engenharia Elétrica da Rede Ebserh, com o intuito de motivar a realização das adequações e dos reforços na infraestrutura elétrica dos Hospitais Universitários Federais, adotando medidas que visem a melhoria contínua da infraestrutura.

## 2. Instalações Elétricas em E.A.S.

### 2.1. Da Definição dos Locais Médicos

A norma referente às instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde (ABNT, NBR 13534, 2008) classifica os diferentes ambientes dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde em Grupos 0, 1 e 2, sendo:

- **Grupo 0:** local médico não destinado à utilização de parte aplicada de equipamento eletromédico;
- **Grupo 1:** local médico destinado à utilização de partes aplicadas, sendo este uso circunscrito a partes externas do corpo, ou a partes internas do corpo que não aquelas tratadas no grupo 2 a seguir;
- **Grupo 2:** local médico destinado à utilização de partes aplicadas em procedimentos intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação de vida de pacientes e outras aplicações em que a descontinuidade da alimentação elétrica pode resultar em morte.

Conforme à essa norma (ABNT, NBR 13534, 2008), um procedimento intracardíaco é um procedimento no qual um condutor elétrico é colocado em contato ou é suscetível de entrar em contato com o coração ou com o sistema circulatório central, sendo tal condutor acessível externamente ao corpo do paciente. Já um procedimento de sustentação de vida é toda providência sem a qual o estado do paciente fatalmente evoluiria para óbito, em curto prazo. São exemplos de procedimentos de sustentação de vida a terapia substitutivo de órgãos e a monitoração de parâmetros fisiológicos em situações de perigo iminente de morte.

Além desta classificação por Grupos, a referida norma também classifica serviços de segurança necessários em locais médicos em classes 0,5, 15 e >15 que, de forma resumida, determinam o tempo máximo que os ambientes do E.A.S. podem ficar sem fornecimento de energia. A Tabela 1 apresenta um resumo das classes dos locais médicos e qual a respectiva exigência prevista na norma quanto ao tempo de retorno do fornecimento de energia elétrica:

Tabela 1 – Classificação de serviços de segurança para locais médicos, incluindo o tempo de fornecimento contínuo

Classe do local médico	Tempo de retorno de alimentação máximo via fonte de segurança	Fonte de segurança a ser utilizado recomendado	Tempo de fornecimento ininterrupto garantido pela fonte de segurança
Classe 0,5	Até 0,5 s	<i>Nobreak</i>	Por mais de 3 horas
Classe 15	Até 15 s	Grupo motor gerador	Por mais de 24 horas
Classe > 15	Pode superar 15 s	Grupo motor gerador	Por mais de 24 horas

A Tabela 2 apresenta a classificação dos diferentes ambientes dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

Tabela 2 – Classificação dos locais médicos

<b>Ambulatório</b>						
Ambiente	Grupo do Local médico			Classe de interrupção		
	0	1	2	0,5	15	> 15
<b>Enfermagem</b>						
Sala de reidratação (oral e intravenosa)		X			X	
<b>Internação de curta duração</b>						
Posto de enfermagem e serviços	X					X
Demais salas		X			X	
<b>Apoio técnico</b>						
Ambiente	Grupo do Local médico			Classe de interrupção		
	0	1	2	0,5	15	> 15
<b>Nutrição e dietética</b>						
Dispensa de alimentos climatizada						X
<b>Farmácia</b>						
Área de imunobiológicos						X

Atendimento imediato						
Ambiente	Grupo do Local médico			Classe de interrupção		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Atendimento de urgência e emergência						
Urgências (baixo e médio risco)						
Sala de inalação, reidratação		X			X	
Sala para exame indiferenciado, otorrinolaringologia, ortopedia, odontológico individual		X			X	
Demais salas	X					X
Urgências (alta complexidade) e emergências						
Sala de procedimentos invasivos			X	X <sup>1</sup>		
Sala de emergência (politraumatismo, parada cardíaca)			X	X <sup>1</sup>		
Demais locais análogos	X					X
Sala de isolamento						
Sala coletiva de observação						
Manutenção de pacientes com morte cerebral <sup>2</sup> , conforme requisitos (ABNT, NBR 13534, 2008)		X			X	
Internação geral						
Posto de enfermagem	X					X
Sala de serviço	X					X
Sala de exames e curativos	X					X
Área de recreação	X					X
Demais salas		X			X	
Internação geral de recém-nascidos (neonatologia)		X			X	
Internação intensiva – UTI						
Área para prescrições médicas	X					X
Sala de serviço	X					X
Salas de apoio	X					X
Posto de enfermagem		X	X <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>	X	
Áreas e quartos de pacientes			X	X <sup>1</sup>	X	
Unidade de tratamento de queimados (UTQ)		X	X <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>	X	

<sup>1</sup> Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nesses locais devem ter a alimentação elétrica reestabelecida em até 0,5 s.

<sup>2</sup> Há normatização da instalação elétrica em locais para manutenção da “vida” em pacientes com morte cerebral, principalmente para realização de exames que atestem essa condição e para preparar o paciente a uma eventual retirada dos órgãos para doação (ABNT, NBR 13534, 2008).

<sup>3</sup> Caso haja equipamentos do tipo estação central de monitoração no posto de enfermagem, é necessário que a classificação seja do mesmo tipo que as demais salas onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos circuitos de alimentação (ABNT, NBR 13534, 2008).

Apoio ao diagnóstico e terapia						
Ambiente	Grupo do Local médico			Classe de interrupção		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Patologia clínica						
Laboratório e sala de laudos						X
Imagenologia (tomografia, ultrassonografia, ressonância magnética, endoscopia) e métodos gráficos						
Todas as salas de exames		X			X	
Hemodinâmica			X	X <sup>1</sup>	X	
Posto de enfermagem		X			X	
Anatomia patológica						
Câmara frigorífica para guarda de cadáveres						X
Medicina nuclear						
Sala de exames		X			X	
Radioterapia						
Sala de exames		X			X	
Quimioterapia						
Salas de aplicação						X
Diálise						
Sala para diálise/hemodiálise		X			X	
Sala de recuperação de pacientes		X			X	
Posto de enfermagem		X			X	
Banco de leite						
Sala de processamento						X
Sala de estocagem						X
Sala de distribuição						X
Banco de leite						
Sala de terapia		X			X	
Sala de máquinas		X			X	
Sala de recuperação pós-anestésica (pós-exame)		X			X	
Hemoterapia						
Ambiente	Grupo do Local médico			Classe de interrupção		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Sala de processamento de sangue e guarda de hemocomponentes						X
Sala de coleta de sangue		X				X
Sala de recuperação de doadores		X				X
Sala de transfusão e posto de enfermagem		X				X

<b>Centro obstétrico cirúrgico e centro de parto normal</b>						
<b>Ambiente</b>	<b>Grupo do Local médico</b>			<b>Classe de interrupção</b>		
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>15</b>	<b>&gt; 15</b>
Sala de pré-parto, parto normal e AMIU		X			X	
Sala de indução anestésica (se não aplicado gás anestésico)		X				X
Sala de parto cirúrgico			X	X <sup>1</sup>		
Salas de parto normal e assistência ao recém nascido		X			X	
Salas de parto humanizado						X
Demais salas relacionadas ao centro obstétrico cirúrgico			X <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>		
Salas de recuperação pós-anestésica e assistência ao recém-nascido		X	X <sup>4</sup>		X	
<b>Centro cirúrgico, de qualquer porte<sup>5</sup></b>						
<b>Ambiente</b>	<b>Grupo do local médico</b>			<b>Classe de interrupção</b>		
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>15</b>	<b>&gt; 15</b>
Salas de cirurgia, independente do porte			X	X <sup>1</sup>	X	
Salas de indução anestésica			X	X <sup>1</sup>	X	
Sala de recuperação pós-anestésica		X	X <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>	X	
Demais salas		X	X <sup>3</sup>		X	
<b>Apoio logístico – Infraestrutura predial</b>						
<b>Ambiente</b>	<b>Grupo do Local médico</b>			<b>Classe de interrupção</b>		
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>15</b>	<b>&gt; 15</b>
Centrais de gases e vácuo						X
Central de ar-condicionado						X
Sala para grupo gerador						X
Subestação elétrica						X
Casa de bombas						X

<sup>4</sup> Considera-se como local médico de grupo 2 caso possua equipamentos de sustentação de vida.

<sup>5</sup> Muitas vezes, salas ou blocos cirúrgicos passam por diversas transformações, em que um local de cirurgia de pequeno porte é reconvertido para a realização de cirurgias de grande porte, ou até mesmo para realização de cirurgias em órgãos que requeiram equipamentos que mantenha o paciente vivo durante o procedimento cirúrgico.

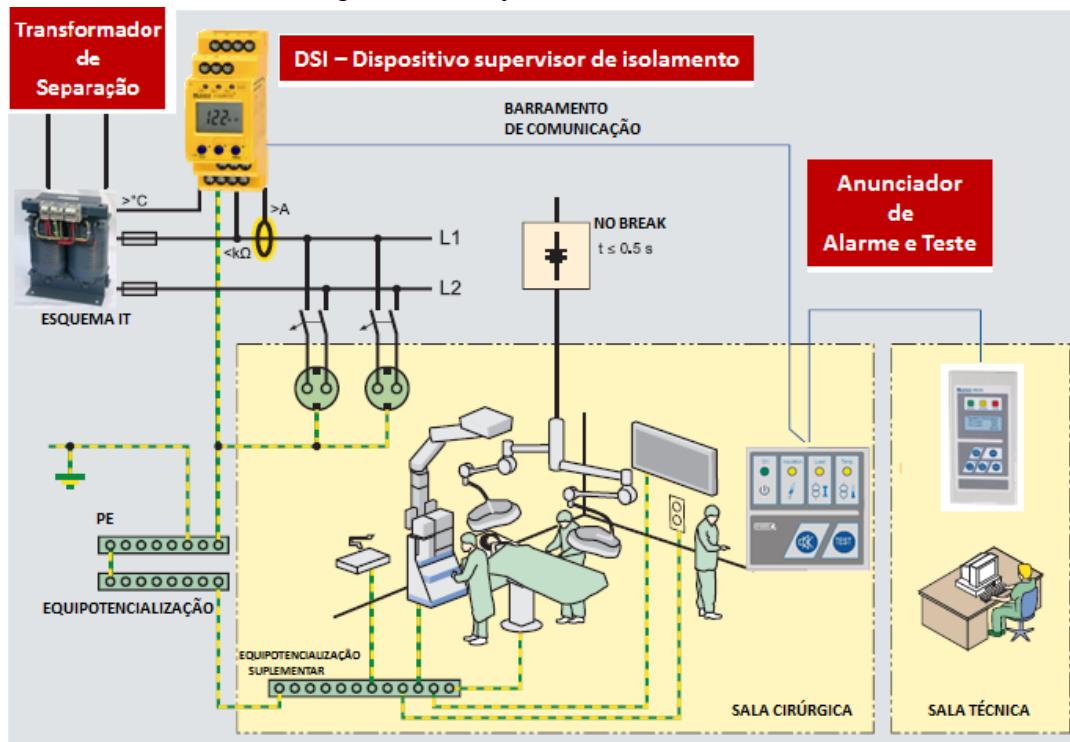


### 3. Sistema IT médico:

#### 3.1. Especificações do Sistema IT Médico:

Em linhas gerais, o sistema IT Médico é um tipo de sistema que possui a capacidade de monitorar e evitar interrupções do fornecimento de energia elétrica aos ambientes a ele conectados, em decorrência de fugas de corrente elétrica ocorridas em equipamentos médico-hospitalares, ou na própria instalação elétrica. Além disso, o sistema IT Médico reduz consideravelmente os riscos de exposição a choques elétricos das equipes assistenciais e dos pacientes, através do monitoramento constante da integridade da isolação da instalação elétrica do ambiente gerenciado por este sistema. A Figura 1 apresenta um esquema básico de um sistema IT Médico.

Figura 1 – Ilustração do sistema IT médico



Fonte: <https://abracopel.org/blog/a-manutencao-das-instalacoes-hospitalares/>, acesso em 11/10/2021.

Este sistema é o único capaz de evitar a ocorrência de microchoques, cujas correntes têm uma magnitude entre  $5\mu A$  e  $50\mu A$ . Uma vez que estas correntes percorrem o fluxo sanguíneo já é suficiente para que o paciente tenha a integridade da saúde cardíaca prejudicada, podendo-lhe causar desde arritmia até parada cardíaca.

No sistema IT Médico é vetado o uso de IDR (interruptor diferencial residual) nos quadros elétricos alimentados por este sistema. Importante mencionar que a NBR 13534 (ABNT, NBR 13534, 2008) veda o uso do esquema TN-C em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde nos pontos a jusante do quadro de distribuição principal.

São equipamentos que compõem o sistema IT Médico:

- Transformador de isolação;
- Sistema supervisorio: é recomendada a utilização de protocolos de comunicação com arquitetura aberta;
- Anunciadores de alarme;
- Monitores de estado e de detecção de falha de isolação;
- *Nobreak*.

O transformador de separação, ou isolação, exemplificado na Figura 2, é essencial para o sistema IT-Médico, pois tem como função isolar eletricamente o ambiente médico, como por exemplo uma sala cirúrgica, atendido por este sistema, do restante da instalação. A isolação elétrica torna-se necessária, pois assegura o íntegro funcionamento dos equipamentos eletromédicos, em especial aqueles que garantem a sustentação artificial da vida do paciente, mesmo sob a ocorrência de uma falta elétrica fase-terra.

Figura 2 – Transformadores de isolação do sistema IT médico



Transformadores de isolação para o sistema IT médico instalado em uma sala técnica do HUAB-UFRN, para alimentação de cargas críticas e essenciais para manutenção artificial do suporte a vida em locais definidos pela norma ABNT NBR 13534:2008

Fonte: Acervo próprio

O dispositivo supervisorio de isolação (DSI), apresentado na Figura 3, tem como papel monitorar a isolação do ambiente conectado ao sistema IT Médico do restante da instalação elétrica.

Figura 3 – DSI do sistema IT médico



DSI do sistema IT médico instalado em uma sala de serviços técnicos do HUAB-UFRN

Fonte: Acervo próprio

O dispositivo anunciador, apresentado na Figura 4, indica o estado de funcionamento do sistema IT médico, bem como anuncia a ocorrência de faltas no sistema. Esse dispositivo auxilia na análise e manutenção do sistema IT Médico.

Figura 4 – Dispositivo monitor do sistema IT médico



Dispositivo monitor instalado no HUAB-UFRN, em um dos quadros de alimentação elétrica que atende o bloco cirúrgico do hospital.

Fonte: Acervo próprio

O Nobreak do sistema IT Médico, como é apresentado na Figura 5, tem como função garantir o fornecimento de energia elétrica, mesmo quando da interrupção do fornecimento de energia pela concessionária, até a entrada em funcionamento do grupo motor gerador. A instalação do Nobreak é altamente aconselhada, pois permite o fornecimento crítico de energia elétrica aos equipamentos de interesse médico que necessitam de funcionamento ininterrupto para sustentação da vida do paciente.

Figura 5 – Nobreak para o sistema IT médico



*Nobreak para o sistema IT médico instalado com os transformadores do sistema IT médico no HUAB-UFRN, em uma das salas técnicas do hospital*

Fonte: Acervo próprio

Um exemplo de instalação de quadro de distribuição dos circuitos alimentados pelo sistema IT médico é apresentado na Figura 6 . Esse quadro necessita possuir estar identificado, com o diagrama unifilar atualizado e possuindo os transformadores de corrente funcionais. Isso assegura que, além de facilitar consideravelmente a manutenção e possíveis intervenções assim que necessárias, permite também permitir o funcionamento efetivo do sistema.

Figura 6 – Quadros de distribuição do sistema IT médico



Quadros de distribuição atendendo os equipamentos médico-hospitalares alimentados pelo médico instalados na UTI neonatal do HUAB-UFRN.

Fonte: Acervo próprio

### 3.2. Critérios de Projeto do Sistema IT Médico

Nos locais do grupo 2, o esquema IT Médico deve ser usado em circuitos que alimentam equipamentos eletromédicos de sustentação de vida e de aplicações cirúrgicas. Exceções a essa regra são (ABNT, NBR 13534, 2008):

- Circuitos de alimentação de mesas cirúrgicas;
- Circuitos para equipamentos de raios X (o requisito se refere essencialmente a equipamentos de raios X móveis utilizados em locais do grupo 2);
- Circuitos para equipamentos de maior porte, com potência nominal superior a 5 kVA;
- Circuitos para equipamentos elétricos não-críticos (não associados à sustentação de vida).

Embora não seja necessário, também há a possibilidade de utilizar o sistema IT médico em locais não críticos, como centros obstétricos não-críticos (como setores de parto humanizado), enfermarias e em outros locais que não seja necessária a utilização de equipamentos médico-hospitalares que assegurem a sustentação artificial de vida. Porém, assim como nos locais indicados por normas técnicas (ABNT, NBR 13534, 2008), é necessário a esses locais assegurar o pleno funcionamento do sistema.

Para os casos mencionados anteriormente, a alimentação elétrica deve ser proveniente de circuito comum e protegidos por DR.

Quando da elaboração de projetos de sistemas IT Médico, deverão ser observadas os seguintes requisitos técnicos gerais:

- Aconselha-se a instalação de um sistema IT Médico exclusivo para cada sala cirúrgica, por questões de manutenção e de segurança, a fim de viabilizar a localização da falha;
- No caso de UTI, um esquema IT Médico pode alimentar mais de um leito, observado o limite de potência do transformador;
- Para cada conjunto de locais destinados a uma mesma função, poderá ser instalado um único sistema IT Médico, observada a potência máxima do transformador isolador;
- A instalação do quadro de distribuição que irá alimentar as salas equipadas por equipamentos eletromédicos do grupo 2 deverá ser em local exclusivo para o painel. Na impossibilidade desta, o quadro deve ficar próximo ao acesso do local médico;
- É obrigatória a identificação de tomadas alimentadas pelo esquema IT Médico;
- O esquema IT Médico deve ser equipado com dispositivo supervisor de isolamento (DSI);
- 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;
- Quando o transformador isolador alimentar um único equipamento, não é necessário o dispositivo supervisor de isolamento;
- Não é permitido instalar interruptores diferencial-residual em circuitos ligados ao sistema IT Médico.

Com relação ao transformador isolador, devem ser observados os seguintes requisitos de projeto:

- Os transformadores de isolação deverão estar instalados em salas técnicas e/ou internamente aos quadros do sistema IT médico;
- Os transformadores de isolação devem estar em conformidade com as versões mais atualizadas das normas IEC 61558-2-15 e com a ABNT NBR 13534;
- A potência nominal de saída do transformador deve estar entre 0,5 kVA e 10 kVA;
- Os transformadores de isolação devem ser monofásicos;
- A corrente de fuga à terra do enrolamento secundário e a corrente de fuga do invólucro não devem exceder 500  $\mu$ A, consideradas as medições realizadas com o transformador sem carga e alimentado sob tensão e frequência nominais;
- O transformador do esquema IT Médico deve ser provido de monitoração de sobrecargas e de elevação da temperatura;
- É obrigatório o transformador isolador possuir blindagem eletrostática entre os enrolamentos primário e secundário, com conexão a terminal próprio;
- O trafo isolador deve possuir os resultados de ensaios armazenados juntos aos documentos obrigatórios do prontuário das instalações elétricas, inclusive os documentos relacionados aos ensaios fornecidos pelo fabricante.

A Tabela 3 apresenta uma estimativa da potência consumida em cada local médico, para fins de dimensionamento do transformador de isolação.

Tabela 3 – Potência instalada estimada por ambiente

<b>Locais médicos</b>	<b>Potência instalada estimada, por cada local/sala</b>
Leito de UTI e RPA	1,5 kVA
Leito de UTI Neonatal	2 kVA
Sala cirúrgica	10 kVA
Sala de emergência	5 kVA

Os transformadores deverão possuir as seguintes características elétricas detalhadas na Tabela 4:

Tabela 4 – Características elétricas do transformador de isolamento do IT médico

Parâmetro elétrico a ser aferido	Valor
Tensão de alimentação a 60Hz	110 V a 230 V
Tensão de rede controlada	24 V a 230 V
Tensão máxima de medição	24 V
Tensão de isolamento em 1 minuto	2,5 kV
Corrente máxima de medição	1 mA

Já o dispositivo supervisor de isolamento (DSI) deve atender a IEC 61557-8 e as seguintes especificações técnicas:

- Impedância interna c.a. mínima de 100  $k\Omega$ ;
- Tensão de medição não deve exceder 25  $V_{cc}$ ;
- A corrente injetada, mesmo em condição de falta, não deve exceder 1 mA (valor de crista);
- A indicação de queda da resistência de isolamento deve ocorrer antes ou no máximo assim que esta atingir 50  $k\Omega$ . Deve ser provido um dispositivo de testes que permita verificar a conformidade com este requisito;
- Deve haver sinalização no caso de ruptura do condutor de proteção ou de sua desconexão.

Recomenda-se também que sejam instalados ao menos dois painéis sinalizadores com o Dispositivo Supervisor de Isolamento por cada IT médico, sendo que um deles deverá estar na Sala Técnica.

Além disso, no cenário em que o sistema IT Médico seja conectado a um sistema supervisor, é recomendável que os Dispositivos Supervisores de Isolamento (DSI) possuam protocolo de comunicação aberto.

Os sistemas anunciadores de alarme devem também atender aos requisitos da norma IEC 61557-8. Recomenda-se que o anunciador de alarme possua tela com painel de cristal líquido, configurado em idioma local, com indicação clara de mensagem de erro informando o motivo de causa da falha de isolamento. Recomenda-se que os anunciadores de alarme tenham as seguintes funções:

- Identificação do circuito em falha;
- Localização do leito (ou quarto) com a falha detectada;
- Registro de data e hora da falha;
- Armazenamento de histórico de falhas;
- Testador de isolamento, podendo ser integrado ao DSI/DST ou portátil.
- Deve haver sinalização no caso de ruptura do condutor de proteção ou de sua desconexão;

- Recomenda-se, minimamente, a instalação de anunciadores internamente ao local médico atendido pelo sistema IT médico e na sala técnica.

### 3.3. Os requisitos de manutenção do sistema IT Médico:

Os intervalos de manutenção preventiva deverão ser periódicos, obedecendo a periodicidade de cada componente, conforme a Tabela 5:

Tabela 5 – Periodicidade de inspeção do IT médico

Espécie da manutenção preventiva e da verificação		Periodicidade mínima	
Ensaio de funcionamento	Dispositivos de comutação	12 meses	
	Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI)	12 meses	
	Nobreak, por 15 minutos	Mensal	
	Geradores	Durabilidade	12 meses
		Temperatura (C°) em regime contínuo	Mensal
	Transformador de isolamento	12 meses	
Medição	Corrente de fuga dos transformadores de isolamento para IT médico	12 meses	
Verificação	Atuação dos dispositivos DR com $I_{\Delta n}$	12 meses	
Inspeção visual e verificação	Dispositivos de proteção	12 meses	
Medição e verificação	Equipotencialização suplementar	12 meses	

### 3.4. O piso condutivo:

Os pisos condutivos têm a propriedade de assegurar a dissipação das descargas estáticas, conduzindo-as para o aterramento, evitando assim possíveis influências das cargas estáticas na mistura entre o material comburente (oxigênio ou óxido nítrico) com o combustível (gases ou líquidos anestésicos), que podem ter como resultado a explosão dessa mistura. O exemplo do piso condutivo aplicado é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo de utilização e aplicação do piso condutivo, conforme requisitos exigidos pela resolução RDC 50/2002 da ANVISA



Piso condutivo instalado em um dos ambientes no HC-UFMG.

Fonte: Acervo próprio

#### 3.4.1. Locais de instalação de pisos condutivos:

Fica estabelecida 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, de tal forma que se apresenta o Anexo 01 (ANVISA, 2002).

Além disso, a RDC 50 (ANVISA, 2002)) estabelece que:

- A utilização de sistemas de ventilação para diminuir a concentração de misturas anestésicas inflamáveis no ambiente do paciente, nas salas que fizerem uso dessas misturas;
- A limitação, nas salas acima descritas, de uma região especial denominada de Zona de Risco, composta por sua vez pela Zona M, cujas definições são apresentadas no Anexo 01.

Para definir sobre a necessidade de instalação de piso condutivo nos diferentes ambientes, o projetista deverá fazer uma consulta à equipe médico-assistencial para obter informações sobre o uso de misturas anestésicas inflamáveis ou outros agentes de desinfecção.

Entretanto, a aplicação de pisos condutivos é desnecessária em locais que não haja a utilização de agentes anestésicos inflamáveis, conforme preconiza a RDC 50. A Figura 8 apresenta um dos locais que não possui a aplicação de pisos condutivos, sem que haja a inobservância aos requisitos estabelecidos pela RDC 50.

Figura 8 – Exemplo da sala de cirurgia sem o uso de piso condutivo e que preserva a observância aos requisitos estabelecidos da RDC 50



Sala de cirurgia do HUAB-UFRN sem a aplicação do piso condutivo, pois devido ao uso de anestésico não inflamável, a aplicação do componente é desnecessária, conforme a RDC-50.

Fonte: Acervo próprio.

A não necessidade de uso e instalação de pisos condutivos em locais que não utilizam anestésicos gasosos e inflamáveis se justifica, pois a mistura entre o ar e o material anestésico, ainda que vaporizado, não é capaz de provocar centelhamento e, conseqüentemente, explosão, ainda que não haja o escoamento de cargas eletrostáticas.

Logo, antes de verificar a necessidade de instalar pisos condutivos em locais requisitados pela RDC 50, é necessário verificar se tais locais utilizam misturas anestésicas inflamáveis, em conjunto com os setores relacionados à assistência de saúde do hospital.

### 3.4.2. Requisitos de instalação e manutenção do piso condutivo:

O contrapiso deve estar perfeitamente curado, limpo, seco, isento de qualquer umidade, liso e sem depressões. Além disso, o piso vinílico é aplicado com adesivo condutivo sobre a malha de cobre e as emendas do piso são soldadas a quente, sempre por mão de obra especializada. Esse recurso garante que o piso fique monolítico e sem fendas, evitando a proliferação de fungos e bactérias.

Após a instalação, o piso não deve ser encerado em hipótese nenhuma, a fim de preservar suas características condutivas e evitar que a cera crie uma película que impeça a correta dissipação das cargas elétricas.

As manutenções preventivas deverão ser regulares, levando sempre em consideração as recomendações de fabricantes, para que as características elétricas possam ser preservadas. A Tabela 6 apresenta um resumo das rotinas de manutenção em pisos condutivos.

Tabela 6 – Atividades de manutenção do piso condutivo

Atividade da manutenção	Espécie	Descrição da manutenção
Limpeza e conservação	Preventiva	O simples uso do rodo tipo <i>mop</i> , com uso de solução detergente neutra diluída com água, é o suficiente. O uso de solventes derivados de petróleo ou impermeabilizantes não é permitido, pois o seu uso é prejudicial para a sua condutividade
Uso de produtos químicos		Deve ser realizado em situações bastante específicas, sendo que o material a ser utilizado deve ser o indicado pelo fabricante do piso
Reinstalação da peça, incluindo material adesivo condutor		Deverá ser de material recomendado pelo fabricante do piso.

## 4. Sistemas de iluminação e tomadas

### 4.1. Especificação do uso de tomadas e interruptores:

#### 4.1.1. Os pontos de tomadas

O Interruptor Diferencial Residual (IDR) deverá estar instalado em locais que não estejam alimentados pelo sistema IT médico. Considera-se a instalação do IDR em:

- Todos os locais que estejam sujeitos à umidade considerável e nas áreas em que haja contato direto e indireto com a água e outros líquidos;
- Nos consultórios médicos, incluindo as salas contíguas e de apoio, bem como os locais que se correlacionarem.

É recomendável o uso de tomadas tipo *Ethernet* nos leitos com a finalidade de:

- Transmitir dados para equipamentos de exames, principalmente de raios-x;
- Transmissão de dados dos parâmetros clínicos dos pacientes;
- Transmissão de dados para comandos de equipamentos eletromédicos;
- Outras finalidades de interesse médico-assistencial.

Todos os pontos de tomada instalados ao longo do hospital deverão possuir:

- Identificação clara do circuito do qual está alimentando;
- Identificação clara do nível de tensão;
- Diferenciação de tomadas de uso comum para tomadas de uso dedicado às aplicações médico-assistenciais.

Os pontos de tomadas que estão nos locais médicos de grupo 2, ligados no sistema IT médico, deverão possuir a indicação clara e nítida de circuito, quadro e tensão de alimentação, inclusive por diferenciação das cores, bem como a identificação do uso do sistema IT médico, como mostra a Figura 9 (ABNT, NBR 13534, 2008).

Figura 9 – Indicação dos pontos de tomadas que estarão ligadas ao sistema IT médico

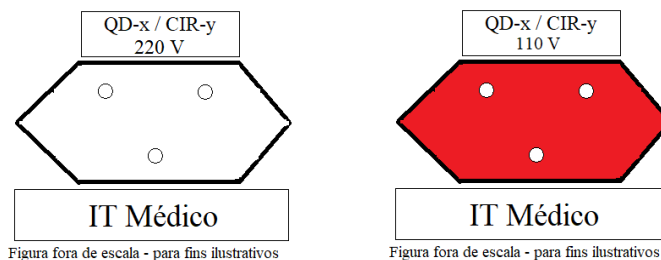


Ilustração considerando a tensão de referência de 220 V.

Fonte: Ilustração própria

Tomadas tipo industrial com tampa, devidamente identificadas, poderão ser utilizadas para alimentação elétrica de equipamentos específicos a Figura 10 exemplifica o uso da tomada industrial aplicado em situações específicas.

Figura 10 – Exemplo de aplicação e instalação das tomadas tipo industrial



Exemplo de sua aplicação no refeitório localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Fonte: Acervo próprio.

#### 4.1.2. Os pontos de iluminação

Para fazer o acionamento dos sistemas de iluminação geral dos HUF, podem ser utilizados interruptores dos tipos tecla simples, tecla múltipla e misto com tomada. Recomenda-se que as placas dos interruptores não possuam parafuso aparente.

As luminárias para instalação em áreas assistenciais deverão ser do tipo de embutir e especificadas de forma a permitir facilidade na manutenção:

- Referência de especificação técnica: luminária de embutir em forro de gesso ou modulado para 02 (duas) lâmpadas LED tubulares de potência (2 x 9W) ou (2 x 18W). Corpo fabricado em chapa de aço tratado e com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Difusor em acrílico translúcido, soquetes em policarbonato anti-vibratório de encaixe rápido. Refletor multifacetado em alumínio anodizado brilhante de alta pureza.

As luminárias para instalação em áreas não assistenciais podem ser do tipo de embutir ou de sobrepor e especificadas de forma a permitir facilidade na manutenção:

- Referência de especificação técnica: luminária de embutir ou sobrepor, com aletas planas, para 02 (duas) lâmpadas LED tubulares de potência (2 x 9W) ou (2 x 18W). Corpo e aletas fabricados em chapa de aço tratado e com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Soquetes em policarbonato anti-vibratório de engate rápido. Refletor parabólico em alumínio anodizado brilhante de alta pureza.

Outros tipos de luminárias, tais como painel LED, plafon, spot, etc., poderão ser instaladas nos HUF, visando a facilidade da manutenção e garantindo sempre a sua higienização, especialmente em áreas assistenciais.

Recomenda-se, ainda, o uso de conectores plugáveis<sup>6</sup> na instalação de luminárias em instalações elétricas hospitalares, visando facilidade de manutenção. Estes conectores permitem a substituição de lâmpadas sem a necessidade do acionamento do interruptor, de modo a viabilizar a manutenção individual de cada luminária, sem a necessidade de desligamento de outras lâmpadas que estejam conectadas no mesmo circuito. Alguns dos exemplos que ilustra a utilização conectores plugáveis são apresentados na Figura 11.

Figura 11 – Exemplos de utilização dos conectores plugáveis



Fotos ilustrativas, com exemplos de utilização de conectores plugáveis, em destaque, para a instalação de luminária.

Fonte: Acervo próprio.

---

<sup>6</sup> Os conectores plugáveis são também conhecidos como conectores “macho e fêmea” ou de engate. Eles são utilizados para que serviços de manutenção em luminárias possa ser realizado, de forma segura, sem que seja necessário o acionamento de interruptores.

Outros exemplos dos conectores plugáveis, e do exemplo da luminária que possui o “rabicho”<sup>7</sup>, são apresentados Figura 12.

Figura 12 – Exemplos de conectores e da luminária com o “rabicho”



Fonte: Ilustração própria.

Os requisitos recomendados dos conectores plugáveis são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Requisitos recomendados dos condutores plugáveis

Requisito	Especificação
Grau de proteção mínimo	IP20
Faixa de resistência máxima de contato	$10m\Omega \pm 5\%$
Capacidade da corrente nominal mínima requerida	16 A
Faixa de tensão operacional	100 V a 400 V

Não serão considerados como conectores plugáveis aceitáveis quaisquer conectores ou emendas que não atendam aos requisitos da norma de instalações elétricas em baixa tensão (ABNT, NBR 5410, 2008). Vale salientar que o uso de conectores plugáveis não dispensa a presença de interruptores, nem dos sensores de presença ligados ao sistema de iluminação.

O uso de sensores de presença é recomendado para locais de baixo fluxo de pessoas, tais como:

- Depósito de materiais de limpeza (DML);
- Depósito temporário de resíduos;
- Áreas de estoques com baixa circulação de pessoas;
- Banheiros;

<sup>7</sup> O “rabicho” é um tipo de conexão elétrica que vem acompanhado com um equipamento elétrico, utilizando tipicamente um conector tipo “fêmea”.

A iluminação de emergência deverá ser instalada conforme o projeto de prevenção e combate a incêndio aprovado junto ao Corpo de Bombeiros da região. De maneira resumida, a iluminação de emergência visa permitir a orientação dos ocupantes dos HUF às rotas de fugas do Hospital, de forma segura e ordenada. É permitida a utilização de luminárias de emergência do tipo LED ou bloco autônomo.

## 4.2. Critérios de projetos de iluminação e tomada

### 4.2.1. Projeto de instalação de tomadas

O dimensionamento dos circuitos de tomadas deverá ser calculado conforme os critérios de condução de corrente e queda de tensão previstos em norma (ABNT, NBR 5410, 2008). Já a utilização de dispositivos diferenciais-residuais (DR) nos circuitos de tomadas deverá seguir as exigências da norma (ABNT, NBR 13534, 2008), considerado cada esquema de aterramento.

Para esquema de aterramento do tipo TN:

- Os circuitos de tomadas que sirvam locais do grupo 1 devem ser protegidos por dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal de atuação de no máximo 30 mA;
- Em locais do grupo 2, a proteção por seccionamento automático da alimentação usando dispositivos DR de 30mA deve ser restrita aos circuitos de alimentação de mesas cirúrgicas, equipamentos de raio-X, circuitos para equipamentos de maior porte (acima de 5 kVA) e circuitos para equipamentos elétricos não críticos (não associados à sustentação de vida);
- Deve-se atentar para que o uso simultâneo de vários equipamentos, num mesmo circuito, não venha a resultar em disparo indesejável do dispositivo DR;
- Em locais dos grupos 1 e 2, quando forem utilizados ou exigidos dispositivos DR, conforme descrito anteriormente, eles devem ser do tipo A ou tipo B.

Para esquema de aterramento do tipo IT:

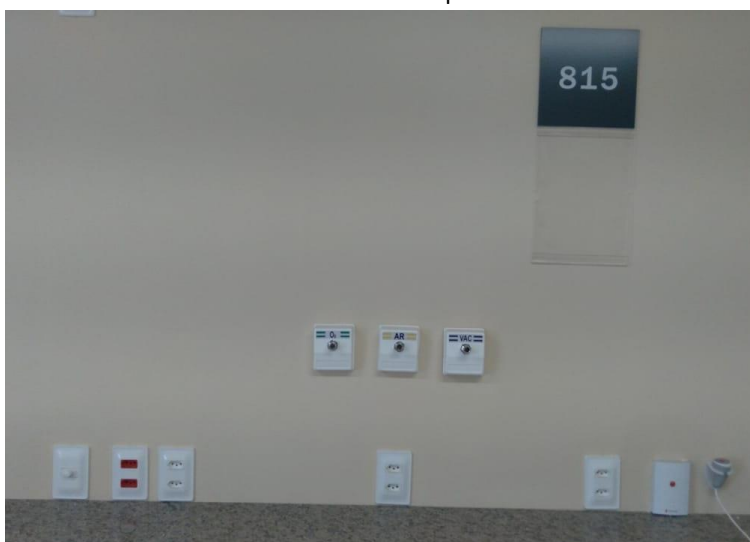
- Nos locais do grupo 2, o esquema IT Médico deve ser usado para circuitos que alimentam equipamentos eletromédicos, sistemas de sustentação da vida e aplicações cirúrgicas, bem como os demais equipamentos elétricos dispostos no ambiente do paciente.

O quantitativo de tomadas de cada ambiente hospitalar deverá respeitar as exigências da RDC 50 (ANVISA, 2002)):

- Quanto à enfermaria da unidade de internação geral e berçário de sadios: uma tomada para equipamento biomédico por leito isolado ou a cada dois leitos adjacentes, além de acesso à tomada para aparelho transportável de raios X distante no máximo 15 metros de cada leito. A tomada para raio X pode estar no próprio quarto ou enfermaria ou no corredor da unidade;
- Quanto ao berçário de cuidados intermediários: três tomadas para cada berço/incubadora;
- Quanto a quarto e área coletiva da Unidade de Internação Intensiva: oito tomadas para equipamento biomédico por leito, berçário ou incubadora, além de acesso à tomada para aparelho transportável de raios X distante no máximo 15 metros de cada leito;
- Quanto a sala de cirurgia e sala de parto: dois conjuntos com quatro tomadas, cada um em paredes distintas e tomada por aparelho transportável de raios X;
- Especialmente no caso de uso intensivo de equipamento biomédico na Unidade de Internação Intensiva, deve-se levar em conta o fato da existência de tensão em 127 V e 220 V.

A Figura 13 apresenta algum exemplo de instalação de pontos de tomada em um leito de enfermaria.

Figura 13 – Instalação dos pontos de tomada acima de uma estrutura em um leito de enfermaria ortopédica do HC-UFMG



Fonte: Acervo próprio

As tomadas de alimentação diferenciada deverão possuir identificação clara, devendo, inclusive, receber uma cor diferenciada, preferencialmente de cor vermelha.

Quando da elaboração do projeto de distribuição de tomadas, deve-se garantir:

- Presença de aterramento em todos os pontos de tomadas;
- Distribuição suficiente de pontos de tomadas, especialmente em locais médicos de grupos 1 e 2;
- A separação de: circuitos de iluminação dos circuitos de tomadas; circuitos de tomadas de uso geral dos circuitos de tomadas de uso específico;
- A utilização de condutor neutro individual para cada circuito;
- O correto dimensionamento de disjuntores;
- Uso de esquema de aterramento TN-S;

A distribuição de circuitos de tomada por leito de UTI deverá seguir os requisitos apresentados na Tabela 8:

Tabela 8 – Requisitos de circuitos em UTI

Locais dos circuitos	Requisito para a distribuição dos circuitos	Observações
Leito de UTI	1 ou 2 circuitos por leito.	Deve-se verificar a viabilidade técnica para instalar um ou dois circuitos por leito;
Postos de enfermagem	1 circuito por posto	
Iluminação	1 circuito por bloco	Deve-se assegurar que, no mínimo, 50% dos pontos de iluminação também sejam atendidos por alimentação de emergência, conforme indicado pela norma (ABNT, NBR 13534, 2008)

#### 4.2.2. Projeto luminotécnico

O projeto de iluminação dos diferentes ambientes hospitalares deverá respeitar, além dos critérios previstos na norma relacionada à iluminação interior (ABNT, NBR ISO/CIE 8995-1, 2013), também as exigências da RDC 50 (ANVISA, 2002)) que, em resumo, especifica quatro tipos de iluminação em quartos e enfermarias de unidades de internação geral, sendo:

- Iluminação geral em posição que não incomode o paciente deitado. Recomenda-se instalar as luminárias intercaladas com os leitos, para evitar desconforto visual nos pacientes;
- Iluminação de cabeceira de leito na parede (arandela) para leitura;
- Iluminação de exame no leito, que também pode ser obtida através de aparelho ligado à tomada junto ao leito; e
- Iluminação de vigília na parede (a 50cm do piso).

Quanto ao quarto e área coletiva da Unidade de Internação Intensiva, são também exigidos quatro tipos de iluminação:

- Iluminação geral em posição que não incomode o paciente deitado. Recomenda-se instalar as luminárias intercaladas com os leitos, para evitar desconforto visual nos pacientes;
- Iluminação de cabeceira de leito na parede (arandela) para leitura;
- Iluminação de exame no leito com lâmpada no teto e/ou arandela; e
- Iluminação de vigília nas paredes (a 50cm do piso) inclusive banheiros.

Quanto a sala de cirurgia e sala de parto, além da iluminação geral de teto, existe a iluminação direta com foco cirúrgico. E quanto aos consultórios e salas para exames clínicos, a RDC 50 (ANVISA, 2002) exige a instalação de sistema de iluminação que não altere a cor do paciente.

Deve-se lembrar que não é permitido, sob quaisquer hipóteses, o compartilhamento de circuitos de iluminação com circuitos de tomadas nos ambientes hospitalares (ABNT, NBR 5410, 2008). Já a instalação de sensores de presença é recomendada em locais frequentemente desocupados, como depósitos de materiais de limpeza (DML), depósitos temporários de resíduos, banheiros e áreas de estoques com baixa circulação de pessoas.

Os projetos luminotécnicos devem prever, sempre que possível, a padronização de luminárias, lâmpadas e demais acessórios, a fim de reduzir custos de aquisição de estoque de materiais e de facilitar a manutenção.

Para os espaços onde se realizam exames de pacientes, aplicação de anestésicos e sedação intravenosa, o projeto luminotécnico deve prever lâmpadas (ou a combinação de lâmpadas) que permitam a composição equilibrada das cores azul, amarelo e vermelho, de modo que o ambiente apresente boa reprodução das cores da pele dos pacientes. Lâmpadas com temperatura de cor igual ou menor a 3000 K não podem ser utilizadas nas instalações de saúde. Faz-se necessário também considerar a especificação de lâmpadas com boa reprodução de cores (IRC > 80).

Locais que necessitam de iluminação artificial durante longas jornadas de tempo é preciso prever a instalação de lâmpadas LED com alta eficiência, visando um consumo de energia sustentável. Recomenda-se a utilização de lâmpadas com temperatura de cor entre 4.000 K e 5.000 K em áreas assistenciais e temperatura de cor acima de 5.000 K em áreas administrativas e de apoio. Entretanto, recomenda-se que, para as áreas que possuem três ou mais luminárias possuir interruptores individualizados, ou criar grupos de luminárias para acionamentos, sempre que possível.

Com relação aos circuitos de emergência para sistemas de iluminação, a RDC 50 (ANVISA, 2002) determina que a alimentação elétrica de luminárias cirúrgicas seja proveniente de fonte de emergência classe 0,5. Ou seja, deve-se garantir que os circuitos alimentadores de luminárias cirúrgicas assumam automaticamente o suprimento de energia em, no máximo, 0,5 segundos após a queda do fornecimento de energia pela concessionária local.

Conforme o item 7.2.1 da RDC 50 (ANVISA, 2002), ambientes do Grupo 2 devem possuir, no mínimo, dois circuitos elétricos independentes e preferencialmente com luminárias intercaladas e todas essas devem ser interligadas ao sistema de emergência. Além disso, pelo menos uma luminária de cada ambiente do Grupo 1 deve ser integrada ao sistema de emergência.

As luminárias de emergência deverão possuir o circuito dedicado, sem que haja a possibilidade de compartilhamento de circuitos com outros tipos de equipamentos. Salienta-se, ainda, que os sistemas de iluminação de emergência devem atender aos critérios estabelecidos em norma relacionada aos sistemas de iluminação de emergência (ABNT, NBR 10898, 2013).

#### 4.3. Rotinas de manutenção em sistemas de iluminação e tomadas

Deverão ser adotadas as seguintes rotinas de manutenção de pontos de tomadas:

- Verificar a presença de etiqueta de identificação na tomada informando o nível de tensão, bem como o quadro e circuito alimentador. Observar o estado de conservação da etiqueta e, caso necessário, substituir;
- Verificar o estado de conservação da tomada e eletrodutos a ela conectados;
- Verificar e garantir que não há quaisquer adaptações nas tomadas que possam colocar em risco a integridade do sistema elétrico;
- Medir a tensão da tomada com alicate multímetro.

Para os sistemas de iluminação deverão ser adotadas as seguintes rotinas de manutenção:

- Verificação do nível de iluminância nos planos de trabalho dos diferentes ambientes do EAS;
- Estado de conservação das luminárias, lâmpadas e interruptores.

Recomenda-se que as rotinas de inspeção dos sistemas de iluminação e tomadas nos ambientes do EAS sejam realizadas com uma periodicidade máxima de 01 (um) ano. Para locais críticos e semicríticos como centros cirúrgicos Unidades de Tratamento Intensivo, enfermarias, salas de exames por imagem, entre outros locais assistenciais, recomenda-se que as rotinas de inspeção sejam mensais.

Nos períodos em que forem realizadas as manutenções dos sistemas de iluminação e tomadas, recomenda-se que seja programado com a equipe de hotelaria hospitalar, a assepsia das tomadas e pontos de iluminação. Essa exigência se faz necessária para garantir que os circuitos serão desligados pela equipe de manutenção elétrica, antes de iniciado o serviço de limpeza. Todas as rotinas de manutenção devem ser registradas.

## 5. Sistemas de distribuição de força

Faz parte do sistema de distribuição de força todos os equipamentos e materiais que garantem o fornecimento da energia elétrica aos diferentes ambientes de um Estabelecimento Assistencial de Saúde, incluindo:

- Quadros gerais de distribuição de energia;
- Painéis elétricos terminais;
- Condutores de circuitos alimentadores e de circuitos terminais;
- Leitos, bandejas, eletrocalhas, eletrodutos, perfilados e demais componentes de infraestrutura elétrica.

Neste capítulo serão apresentadas algumas especificações técnicas, critérios de projeto e rotinas de manutenção de equipamentos e materiais dos sistemas de distribuição de força.

### 5.1. Especificação de materiais e equipamentos

Em salas técnicas e salas de apoio, onde houver a necessidade de habilitação/autorização específica para acesso, recomenda-se a instalação de leitos de cabos para facilitar o lançamento de condutores de circuitos alimentadores de quadros elétricos:

- Referência de especificação técnica: leito para cabos, sem abas, em aço galvanizado a fogo, chapa #14/16 (longarina/travessa), dimensões conforme projeto, fornecido em barra de 3 metros;

A instalação de eletrocalhas ou bandejas é recomendada para o lançamento de condutores a partir dos painéis elétricos terminais:

- Referência de especificação técnica: eletrocalha lisa ou perfurada, com tampa, com septo divisor, sem virola, dimensões conforme projeto, fabricada em aço galvanizado a fogo, chapa #16, fornecida em peça de 3 metros;
- Entretanto, em locais cuja umidade relativa do ar tipicamente seja inferior a 40% por um período mínimo de 4 (quatro) meses consecutivos, visando a redução de custos de instalação de eletrocalhas e bandejas, pode-se utilizar essas calhas elétricas fabricadas com zincagem ou galvanizada a frio, chapa #16, fornecida em peça de 3 metros.

Recomenda-se a utilização de eletrocalha perfurada para o lançamento de cabos, tendo em vista sua melhor ventilação quando comparada à eletrocalha lisa. A utilização de eletrodutos é recomendada para fazer as derivações dos circuitos terminais lançados em eletrocalhas ou bandejas. Os eletrodutos a serem instalados devem ser internamente lisos e isentos de arestas cortantes ou rebarbas, podendo ser do tipo metálico galvanizado a fogo (para instalação aparente) ou de PVC (para instalação embutida). Não é recomendada a instalação de eletrodutos de diâmetro inferior a 3/4".

A instalação de eletroduto rígido de aço galvanizado a fogo deverá ser executada com luvas, buchas e porcas. Os eletrodutos metálicos devem ser sempre interligados à malha de aterramento da edificação, atentando-se para a continuidade das interligações entre peças da tubulação ao longo de toda a instalação. A utilização de eletroduto flexível metálico é recomendada para ligações terminais de equipamentos elétricos de grande porte, tais como motores, bombas e compressores, que estão sujeitos a vibração mecânica.

Para as instalações embutidas em lajes e paredes, recomenda-se a utilização de eletroduto de PVC do tipo pesado, em função dos esforços mecânicos. Quando utilizados eletrodutos de PVC, deve-se ter especial atenção no lançamento dos condutores, para não ocorrer perda de isolamento dos cabos neste processo. Já eletrodutos de PVC do tipo flexível podem ser de dois tipos:

- Eletroduto em PVC flexível, autoextinguível, reforçado com espirais de PVC rígido, internamente liso, diâmetro conforme projeto;
- Eletroduto em polietileno de alta densidade (PEAD), corrugação helicoidal, impermeável, de alta resistência mecânica, à abrasão, produtos químicos, compressão diametral e impacto, na cor preta, seção circular conforme projeto, fornecido tamponado em suas extremidades. O duto PEAD deve atender aos requisitos estabelecidos pelas normas ABNT NBR 15715 (ABNT, NBR 15715, 2020), NBR 13897 (ABNT, NBR 13897, 1997), NBR 13898 (ABNT, NBR 13898, 1997) e NBR 14692 (ABNT, NBR 14692, 2018).

Preferencialmente, os painéis elétricos terminais devem ser instalados em salas técnicas, localizadas o mais próximo possível das cargas. Quando não for viável, os painéis devem ser instalados em um local de acesso fácil e seguro para manutenção. Os componentes do painel (disjuntores, fusíveis, cabos, etc.) devem estar corretamente dimensionados conforme o tipo de carga elétrica alimentada. A Figura 14 apresenta dois exemplos de painéis elétricos terminais: um painel para alimentação de bombas de recalque de água e outro painel para ligação de um sistema de climatização.

Figura 14 – Exemplos de painéis elétricos



Painel elétrico do HC-UFGM

Fonte: acervo próprio



Painel elétrico para climatização

no campus central da UFRN

Fonte: acervo próprio

- Referência de especificação técnica: painel elétrico de embutir ou sobrepor (vide indicações em projeto), com flanges superior e inferior para entrada/saída de cabos, com pintura externa na cor cinza RAL 7035 e placa de montagem (espelho interno) na cor laranja RAL 2004. O painel deve possuir conexão para aterramento das partes condutoras não energizadas, dispositivo de proteção contra surto (DPS) e barramentos Trifásico + Neutro + Terra. Correntes nominal e de curto-circuito do barramento principal e dos circuitos de saída conforme diagrama unifilar. O painel deve possuir porta com abertura mínima de 130º e borracha de vedação, proteção em acrílico das partes energizadas contra contato direto e indireto, possibilitando acesso de toque somente às chaves liga-desliga dos disjuntores. Deve possuir “porta documentos” na parte interna e atender a todas as exigências da NR 10 e NBR 5410. O disjuntor geral deverá ser em caixa moldada e do tipo padrão europeu. Os disjuntores de saída deverão ser padrão IEC (europeu), com fixação em drilho DIN 35mm, curva conforme o tipo de carga. O painel deve possuir placa de identificação na parte externa, informando o TAG, nível de tensão, nível da corrente de curto-circuito, corrente nominal, frequência e nome do fabricante do painel.

Recomenda-se a instalação de multimedidor de qualidade de energia nos painéis elétricos, visando possibilitar o gerenciamento do consumo de energia individualizado de cada setor do Hospital:

- Referência de especificação técnica: multimedidor de qualidade de energia com memória de massa, para medição de corrente e tensão (fase-fase e fase-neutro), potência (ativa, reativa e aparente), fator de potência, frequência, energia (ativa e reativa), demanda (ativa e aparente) e distorção harmônica. O multimedidor deve possuir conexão para comunicação com sistema de supervisão e controle, com protocolo de comunicação MODBUS TCP.

A instalação de multimedidores, como é apresentado no item 9.2, individualizados em cada setor do hospital permitirá um melhor gerenciamento do consumo de energia elétrica de cada setor, bem como a influência dos índices da qualidade da energia elétrica em que cada setor está contribuindo para a instalação elétrica hospitalar. Muitas vezes, a influência do índice da qualidade da energia elétrica em certos setores poderá também acarretar efeitos secundários referentes à qualidade da energia elétrica nos demais setores, podendo até mesmo ter proporções generalizadas na infraestrutura elétrica do hospital.

Com isso, a setorização de instalação de medidores setorizados trará diversos benefícios quanto ao monitoramento de consumo de energia elétrica dos setores dos hospitais, bem como facilitar a mitigação efetiva de potenciais problemas na alimentação elétrica, como a súbita elevação do consumo da energia elétrica em determinados setores sem motivos aparentes, muitas vezes decorrentes da qualidade da energia elétrica em que determinados setores podem contribuir.

Não obstante, a instalação dos multimedidores setorizados também permite que sejam adotadas estratégias relacionadas ao maior controle quanto ao consumo de energia elétrica, pois haverá um monitoramento, em tempo real, de quanto cada setor está consumindo a energia elétrica, bem como a demanda energética requerida ao setor, o que facilitará bastante nos eventuais projetos de ampliação energética do hospital.

Com isso, é necessário que sejam instalados os multimedidores nos painéis elétricos, principalmente aos painéis elétricos que alimentam a estes locais:

- Central de Material e Esterilização (CME);
- Salas de exames por imagem;
- Enfermaria;
- Blocos cirúrgicos;
- Unidade de Terapia Intensiva (UTI);
- Urgência e emergência;
- Hemodiálise<sup>8</sup>;
- Demais locais assistenciais;
- Apoio técnico;
- Setor de engenharia clínica<sup>9</sup> ou setores relacionados;
- Oficinas;
- Salas de processamento de gases, fármacos e outros locais relacionados;
- Entre outros locais de apoio à infraestrutura hospitalar.

---

<sup>8</sup> Inclui-se também locais para processamento e tratamento de água para hemodiálise.

<sup>9</sup> Pode-se incluir também salas de apoio.

Por outro lado, quadros gerais de distribuição de energia deverão ser instalados em salas elétricas dedicadas. Somente pessoal autorizado pode ter acesso a estas salas elétricas. Recomenda-se que os quadros gerais de distribuição de energia sejam fabricados conforme a IEC 61.439 – forma 2B. O dimensionamento do barramento geral do quadro e o quantitativo dos circuitos de saída devem ser definidos considerando as expansões futuras para instalação de novos equipamentos no Hospital.

Os cabos elétricos de circuitos alimentadores devem atender às seguintes especificações:

- Referência de especificação técnica: cabo de cobre unipolar com condutor constituído de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento em composto termofixo em dupla camada de borracha HEPR (EPR/B – Alto módulo), cobertura em composto termoplástico com base poliolefínica não halogenada. Os cabos devem possuir isolamento 0,6/1 kV, características de não propagação e auto extinção do fogo, propriedades de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e livres de halogênio. Devem suportar temperatura de 90°C em regime permanente, 130°C em sobrecarga e 250°C em regime de curto-circuito.

Os cabos elétricos de circuitos terminais devem atender às seguintes especificações:

- Referência de especificação técnica: condutor constituído de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento em dupla camada de composto poliolefínico não halogenado e isolamento de 450/750 V. O condutor isolado deve possuir propriedades de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e características de não propagação e auto extinção do fogo. Deve suportar temperatura de 70°C em regime permanente, 100°C em sobrecarga e 160°C em regime de curto-circuito.

## 5.2. Requisitos de projetos

Em se tratando de instalação elétrica em áreas críticas e semicríticas nos EAS, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2002), não deve haver tubulações aparentes nas paredes e tetos destes ambientes, e que os projetos das novas instalações elétricas em baixa tensão não deverão oferecer essa possibilidade.

No entanto, quando não for possível fazer as instalações de forma embutida, deve-se garantir que a infraestrutura aparente seja protegida em toda sua extensão por um material resistente a impactos, lavagem e ao uso de desinfetantes.

Além disso, linhas elétricas aparentes somente poderão ser utilizadas em casos bastante específicos, como a infraestrutura elétrica ser antiga, de tal forma que não seja possível reestruturar e embutir toda a instalação elétrica e para mitigar a presença de adaptações técnicas (popularmente conhecidas como puxadinhos, gambiarra, improviso, remendo, entre outros sinônimos). que estejam em pleno desacordo com normas técnicas em baixa tensão (ABNT, NBR 5410, 2008), bem como eliminar a utilização de benjamins ou “tês” e de cabeamentos aparentes. Com isso, para essas situações bastante específicas, torna-se muito mais conveniente a utilização de linhas elétricas aparentes e que tenham todos os componentes que visem à observância de procedimentos técnicos do que uso de quaisquer adaptações técnicas não reconhecidas por normas técnicas.

Uma outra possibilidade para o seu uso é quando o hospital passar por constantes mobilização de setores, de tal forma que seja comprovadamente inviável manter toda a infraestrutura elétrica embutida. Isso é bastante comum em hospitais com instalações e estruturas antigas, e que as mobilizações de setores visam melhor atender às necessidades assistenciais e que fazem parte da rotina do hospital.

Um dos exemplos de utilização de linhas elétricas aparentes é apresentado na Figura 15 – Exemplo de linhas elétricas aparentes. Para o seu uso, é necessário que haja assepsia de toda a estrutura, bem como do constante monitoramento das condições da infraestrutura aparente.

Figura 15 – Exemplo de linhas elétricas aparentes



Exemplo de utilização de linhas elétricas aparentes em instalação elétrica hospitalar. O seu uso somente será permitido quando não houver qualquer possibilidade de embutir toda a infraestrutura elétrica, devido à idade das instalações, pela necessidade de se eliminar o uso de adaptações técnicas com inobservâncias às normas técnicas e pelas constantes mobilidades de setores do hospital.

Fonte: Acervo próprio.

A instalação recomendada de eletrocalhas, leitos, bandejas, eletrodutos, etc. em locais de circulação de público, equipes médico-assistenciais e de pacientes necessitará estar no entretorro assim que for possível, visando reduzir a possibilidade destas infraestruturas acumularem material biológico, além de garantir uma maior segurança do sistema de distribuição de energia no EAS.

É essencial garantir a equipotencialização de toda a infraestrutura para lançamento de cabos. Para tal, recomenda-se que o aterramento de bandejas, leitos e eletrocalhas seja realizado por meio do lançamento de cabo de cobre nu de seção mínima de 10 mm<sup>2</sup>, diretamente conectado ao BEP (barramento de equipotencialização principal) ou BEL (barramento de equipotencialização local), ao longo de todas estas infraestruturas.

Em projetos de distribuição de força, deve-se empregar caixas de derivação:

- Em todos os pontos de entrada ou saída dos condutores da tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em eletrodutos, os quais, nestes casos, devem ser rematados com buchas;
- Em todos os pontos de emenda ou derivação de condutores;
- Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 metros de comprimento para linhas internas às edificações e 30 metros para linhas em áreas externas à edificação, se os trechos forem retilíneos.

Tipicamente, os requisitos de projeto de sistemas de distribuição de força deverão atender as exigências previstas em norma de baixa tensão (ABNT, NBR 5410, 2008) e para instalações elétricas em ambientes de assistência (ABNT, NBR 13534, 2008). Recomenda-se que em instalações de eletrodutos e/ou bandejas e eletrocalhas, a taxa de ocupação máxima esteja entre 20% e 30%, limitada a 40% de ocupação, levando em consideração a expansão futura da instalação elétrica do Hospital.

O dimensionamento dos quadros de distribuição de energia deverá garantir a expansão das instalações elétricas. Para isso, recomenda-se considerar a quantidade de circuitos extras conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Número mínimo de circuitos reserva em um quadro de distribuição

<b>Número de circuitos do quadro</b>	<b>Espaço mínimo a ser reservado (recomendado)</b>
Até 6 circuitos	4 circuitos
7 a 10 circuitos	6 circuitos
11 a 24 circuitos	8 circuitos
Acima de 24 circuitos	40% do nº dos circuitos de saída

### 5.3. Rotinas de manutenção para os sistemas de distribuição e força

A manutenção preventiva dos sistemas de distribuição de força deve contemplar, no mínimo, uma visita técnica diária por profissional autorizado nas salas elétricas, casas de bombas de recalque de água, casa de bomba de sistema de incêndio, salas técnicas e demais salas de apoio.

A manutenção diária de salas elétricas, casas de bombas de recalque de água e de sistema de incêndio, salas técnicas e salas de apoio deve englobar:

- Inspeção visual: verificar se existe alguma danificação nos circuitos em funcionamento, cabo com isolamento comprometida, ou se há alguma proteção (disjuntor ou fusível) atuada;
- Limpeza.

A cada 06 (seis) meses deve-se proceder com as seguintes rotinas de manutenção nas salas elétricas, casas de bombas de recalque de água e de sistema de incêndio, salas técnicas e salas de apoio:

- Termografia dos quadros de distribuição de energia;
- Reaperto de conexões dos quadros elétricos;

Além destas inspeções periódicas nestes ambientes, é necessário que a equipe de manutenção certifique que:

- Os quadros elétricos estão íntegros e com os circuitos identificados;
- O diagrama unifilar/trifilar encontra-se atualizado e disponível nos quadros elétricos;
- Os cabos lançados em eletrocalhas, bandejas e leitos estão identificados e fixados ao longo de todo o trecho;
- Toda infraestrutura metálica destinada para lançamento de cabos está equipotencializada.

São rotinas de manutenção para o quadro de Distribuição Predial (QD):

<b>Quando necessário</b>
Medir e registrar correntes e fases do alimentador geral e circuitos derivados.
Medir e registrar correntes dos respectivos neutros.
Medir e registrar tensões de linha e neutro dos circuitos principais e derivados.
Ajustar dispositivos de comando dos disjuntores.
Lubrificar articulações dos disjuntores.
Lubrificar dobradiças das portas.
Efetuar limpeza do PBT com estopa embebida em solvente orgânico.
Inspecionar câmaras de extinção dos disjuntores.
Polir contatos dos terminais.
Reapertar terminais de ligações.
Analisar calibração dos reles de proteção e efetuar as correções necessárias.
Medir e registrar resistência de aterramento.
Aferir instrumentos de medição de painel.
Desfazer todas as conexões, poli-las e reconectá-las.
Efetuar reaperto geral.
Medir e registrar resistência de isolamento de barramento, cabos e isoladores.
Limpar barramentos.
Efetuar limpeza geral com sopro de ar comprimido.
Fazer aplicação de produto químico.
Combater corrosão e retocar pintura do gabinete.

<b>Semestralmente</b>
Reaperto geral das porcas e parafusos dos barramentos e contatos elétricos.
Verificação do aquecimento dos contatos elétricos com equipamento termo visor.
Verificação da tensão das molas dos disjuntores.
Verificação da regulagem dos relés de sobre corrente dos disjuntores reguláveis.
Lubrificação das partes mecânicas dos disjuntores quando necessário e com produtos adequados ao serviço (este serviço deverá ser realizado após autorização formal, com os equipamentos desenergizados e desmontados).
Emissão de laudo técnico, assinado por profissional habilitado e capacitado, com número de registro do profissional no CREA, com exposição dos dados (fotos) retirados com o equipamento termo visor devidamente organizados (com identificação do Quadro, Armário, Local e Bloco) e avaliação técnica dos dados.

Observações:

- Todos os quadros de força, iluminação e de emergência deverão estar identificados com uso de placas em acrílico, como também deverá ser realizada a identificação de todos os disjuntores no edifício, inclusive os do quadro geral de distribuição;
- O Diagrama Unifilar Elétrico e o Prontuário das Instalações Elétricas (PIE) deverão ser atualizados semestralmente.

## 6. Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e de aterramento

A Descarga atmosférica é um fenômeno da natureza imprevisível e aleatório, tanto em sua intensidade e duração, quanto em seus efeitos destruidores. A medida de proteção para este fenômeno recebe o nome de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) tem por objetivo principal evitar a incidência direta de raios na estrutura a ser protegida, através da constituição de pontos preferenciais de incidência para as descargas que eventualmente atingiriam a estrutura na ausência do sistema. O SPDA, além de captar a descarga atmosférica, deve direcionar o fluxo da corrente associada diretamente para o solo, segundo percursos definidos, constituído pelos condutores dos subsistemas de captação, descida e aterramento.

A norma de instalação de SPDA é regulada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 5419. O objetivo da NBR 5419 é evitar e minimizar incêndios, explosões, danos materiais e risco de morte de pessoas e animais pelos efeitos das descargas elétricas. Os princípios gerais de proteção contra descargas atmosféricas estão contidos na ABNT NBR 5419-1.

A necessidade de proteção, os benefícios econômicos da instalação de medidas de proteção e a escolha das medidas adequadas de proteção devem ser determinados em termos do gerenciamento de riscos. O método de gerenciamento de risco está contido na ABNT NBR 5419-2.

As medidas de proteções consideradas na ABNT NBR 5419 são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas.

Todas as medidas de proteção formam a proteção completa contra as descargas atmosféricas. Por razões práticas, os critérios para projeto, instalação e manutenção das medidas de proteção são considerados em dois grupos separados:

- o primeiro grupo se refere ao SPDA propriamente dito, em que as medidas de proteção conduzem a reduzir os danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura e está contido na ABNT NBR 5419-3;
- o segundo grupo se refere às medidas de proteção contra surtos (MPS) para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos de uma estrutura e está contido na ABNT NBR 5419-4.

Em todos os edifícios dos Hospitais Universitários Federais da rede Ebserh, é exigida a instalação de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, conforme a RDC 50 (ANVISA, 2002). Os demais critérios de conservação e manutenção expressos na norma ABNT NBR 5419 também deverão ser observados.

Nesse capítulo seguem algumas orientações relacionadas a critérios de projeto de SPDA, requisitos de especificações técnicas de materiais e rotinas de manutenção necessárias.

## 6.1. Especificação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas:

Os sistemas de SPDA se dividem em 03 (três) partes principais:

- **Subsistema de captação:** parte do SPDA externo destinada a interceptar as descargas atmosféricas. Na estrutura da edificação, os componentes desse subsistema, que podem ser, por exemplo, mastro mais captor Franklin, minicaptor ou terminal aéreo de inserção, chapa de alumínio, cabo de cobre nu, dentre outros, devem ser posicionados nos cantos salientes, pontas expostas ou beiradas no topo da edificação (telhado ou cobertura). Em estruturas com altura superior a 60m, descargas laterais podem ocorrer, especialmente em pontas, cantos e em saliências significativas. Em geral, o risco devido a estas descargas é baixo, porém pessoas e equipamentos elétricos e eletrônicos, expostos nas paredes externas das estruturas, podem ser atingidos e sofrer danos. Para essas situações deve ser prevista uma captação lateral. Um subsistema de captação possui três métodos de cálculo. Estes métodos são descritos no item 5.2.2 da NBR 5419:2015-3 são:
  - a) Método das Malhas (comumente conhecido como **Gaiola de Faraday**);
  - b) Método do Ângulo de Proteção (conhecido como **Franklin**);
  - c) Método da Esfera Rolante (conhecido também como **Modelo Eletrogeométrico**).
- **Subsistema de descida:** parte do SPDA externo destinada a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o subsistema captor até o subsistema de aterramento. Este elemento pode também estar embutido na estrutura. Os subsistemas de descidas de para-raios podem ser compostos por cabos de cobre nu com 16 mm<sup>2</sup>, caso a edificação tenha até 20 metros de altura, acima disso, devem ser utilizados cabos para-raios de cobre nu com 35 mm<sup>2</sup> ou fitas de alumínio com 70 mm<sup>2</sup>, com todas as descidas interligadas por anéis a cada 20 metros, conforme determina a norma técnica NBR 5419;
- **Subsistema de aterramento:** parte do SPDA externo destinada a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra.

Em cada um destes subsistemas são aplicados diferentes materiais, como cabos condutores de cobre nu, hastes de aterramento, conexões mecânicas e conexões por meio de soldas. Além destes materiais instalados externos à edificação, existem outros equipamentos instalados internamente e que também integram o SPDA, tais como os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) e barramentos de equipotencialização (BEP).

### 6.1.1. Especificação dos materiais e equipamentos de um SPDA:

Cita-se inicialmente os diferentes elementos que podem compor os materiais de um SPDA:

- **Cobre:** é o material mais comum em instalação de SPDA, podendo ser utilizado em todos os subsistemas, desde que não seja aplicado dentro do concreto armado. Os locais onde o cobre não pode ser instalado é no concreto armado, pela norma esse procedimento não é aceito, pois no concreto estão as ferragens e caso o cobre encoste nas ferragens do concreto resultará na pilha galvânica, que resultará em perdas relacionadas a elétrons, temos perdas tanto no ferro quanto no cobre, que acaba empobrecendo tanto o aterramento, quanto a estrutura do concreto armado. Essa é a única restrição que a norma 5419 traz para esta situação. Uma das problemáticas na instalação do cobre são as ocorrências de furtos desse material;
- **Aço galvanizado a quente:** o aço galvanizado a quente pode ser utilizado dentro da estrutura de SPDA, seja na captação, na descida e no aterramento. Os tipos do aço galvanizado no ar livre são o maciço ou o encordoado. O encordoado são os cabos de aço e o maciço pode ser a barra ou o vergalhão de aço. Com relação a corrosão, são sensíveis: aos conteúdos de cloreto e o cobre. Não se pode juntar o cobre com o aço galvanizado, pois terão perdas principalmente no aço galvanizado, pois irá criar uma pilha galvânica aumentando a resistência de contato e prejudicando o teste de continuidade;
- **Aço inoxidável:** do ponto de vista da proteção contra corrosão, é o melhor material que podemos utilizar no SPDA. Assim como o aço galvanizado a fogo, ele não possui nenhuma restrição quanto ao seu uso. Porém, além do seu peso e baixa maleabilidade, é um material muito caro. Normalmente, é indicado em situações de corrosão extrema, como regiões litorâneas, indústrias químicas, nesses locais, os materiais comuns precisam ser substituídos com alta frequência, o que viabiliza o investimento em materiais mais resistentes;
- **Aço revestido por cobre:** Os condutores de aço revestido de cobre são fabricados através de um processo de caldeamento contínuo. Nele, os metais são unidos sob pressão e temperatura elevadas, em atmosfera inerte, resultando em uma união em escala atômica. A ideia do aço revestido por cobre era para ser uma alternativa barata e reduzir o gasto, mas não é qualquer tipo material de aço revestido por cobre que pode ser instalado no SPDA, o aço apropriado tem que ter a condutividade mínima de 30% IACS para a camada de cobre. Ele pode ser utilizado ao ar livre, na terra, no concreto ou reboco. Ele não pode ser utilizado em concreto armado, pois se o cobre entrar em contato com o aço da estrutura do concreto armado vai causar perdas na estrutura;

- **Alumínio:** pode ser cabo de alumínio ou barra chata, o alumínio pode ser utilizado no ar livre, ele não pode ser utilizado na terra, no concreto ou reboco e nem no concreto armado. O alumínio dentro do reboco ou dentro do concreto armado ou em contato com as ferragens apresenta problemas de corrosão. Por ser um material barato e fácil de manuseio, é muito usado em SPDA externo.

As especificações dos materiais, bem como das dimensões desses materiais de condutores de captação, hastes captoras, condutores de descida e eletrodos de aterramento, são especificadas pelo item 5.6.1 da NBR 5419-3 (ABNT, NBR 5419-3, 2015).

A Tabela 10 apresenta os requisitos de especificação de utilização dos componentes para instalação de condutores de captação, hastes captoras e condutores de descida.

Tabela 10 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima, em mm <sup>2</sup>	Comentários
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço <sup>d</sup>	35	Diâmetro 6 mm
	Encordado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30%	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64%	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
Aço inoxidável	Encordado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm
	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm

<sup>a</sup> O recobrimento a quente (fogo) deve atender aos requisitos próprios de especificação (ABNT, NBR 6323, 2016).

<sup>b</sup> Aplicável somente a minicaptoras. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

<sup>c</sup> Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

<sup>d</sup> Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela referem-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

<sup>e</sup> A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

OBS 1: Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da Tabela 11 sejam atendidas.

OBS 2: Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Por outro lado, a Tabela 11 apresenta as configurações e dimensões mínimas dos condutores do subsistema de aterramento.

Tabela 11 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

Material	Configuração	Dimensões mínimas f		Comentários f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço <sup>a, b</sup>	16 mm	Diâmetro: 10 mm	–
	Tubo <sup>a b</sup>	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça <sup>a</sup>	–	90 mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm
	Encordoado	–	70 mm <sup>2</sup>	–
Aço cobreado	Arredondado Maciço <sup>d</sup>	12,7 mm	70 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
	Encordoado <sup>g</sup>	12,7 mm	70 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável e	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro: 10 mm 100 mm <sup>2</sup>	Espessura mínima 2 mm

<sup>a</sup> O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme especificações próprias (ABNT, NBR 6323, 2016).

<sup>b</sup> Aplicável somente a mini captos. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

<sup>c</sup> Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

<sup>d</sup> Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela referem-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

<sup>e</sup> Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela.

<sup>f</sup> A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

<sup>g</sup> Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Tem-se ainda os seguintes equipamentos:

- **Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS):** devem ser instalados entre fases e terra e entre neutro e terra cuja classe sejam definidas pelo nível de proteção e Análise de Risco demandada pelas NBR 5419-4:2015 e NBR 5410:2004, garantindo desta forma limitar a diferença de potencial absorvendo a sobretensão residual num intervalo de tempo muito curto e capacidade energética adequada. Esses dispositivos foram desenvolvidos com o intuito de proteger o sistema elétrico e as aplicações contra sobretensões e impulsos de corrente, bem como contra as descargas atmosféricas e chaveamentos

Existem três classes de DPS:

- **Classe I:** dispositivos com capacidade para drenagem de correntes parciais de um raio, para áreas urbanas periféricas e rurais, que ficam expostas a descargas atmosféricas diretas. A sua instalação é indicada para o quadro principal da edificação;
- **Classe II:** dispositivos que drenam correntes induzidas, em edificações, com efeitos indiretos de descarga atmosférica. A sua instalação é indicada para os quadros secundários da edificação;
- **Classe III:** dispositivos instalados próximos a equipamentos ligados à rede elétrica, de dados ou telefônica, para proteção dedicada

Ao escolher um DPS deverá ser levado em consideração muitos fatores, como em qual local será instalado o dispositivo, para poder determinar qual a classe que deverá ser utilizada, além dos principais fatores que devem ser determinados, como qual será a máxima tensão de operação do dispositivo e sua máxima corrente de descarga.

- **Barramento de Equipotencialização Principal (BEP):** destinado a servir de via de interligação de todos os elementos que possam ser incluídos na equipotencialização principal. É o primeiro barramento da edificação e fica normalmente próximo ao quadro geral de baixa tensão. Cada edificação deve possuir apenas um BEP, onde deverão ser conectados os DPS das entradas de energia e sinal, as massas metálicas que estejam próximas, as ferragens estruturais das fundações e outras malhas de aterramento existentes.

Conforme a ABNT NBR 5419-3:2015, como apresentado no item 6.2 da norma, a equipotencialização é o conjunto de medidas que visa a redução das tensões nas instalações causadas pelas descargas atmosféricas a níveis suportáveis para essas instalações e equipamentos por elas servidos, além de reduzir riscos de choque elétrico. Tais medidas consistem tipicamente em ligações entre partes metálicas das instalações e destas ao SPDA, direta ou indiretamente (por meio de DPS), envolvendo massas metálicas de equipamentos, condutores de proteção, malhas de condutores instaladas sob ou sobre equipamentos sensíveis, blindagens de cabos e condutos metálicos, elementos metálicos estruturais, tubulações metálicas entre outros.

A Tabela 12 apresenta as dimensões mínimas dos condutores que interligam os barramentos de equipotencialização ao sistema de aterramento.

Tabela 12 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam diferentes barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL) ou que ligam essas barras ao sistema de aterramento

Nível do SPDA	Modo de instalação	Material	Área da seção reta, em mm <sup>2</sup>
I a IV	Não enterrado	Cobre	16
		Alumínio	25
		Aço galvanizado a fogo	50
	Enterrado	Cobre	50
		Alumínio	Não aplicável
		Aço galvanizado a fogo	80

Por outro lado, a Tabela 13 apresenta os valores mínimos da seção reta dos condutores que ligam as instalações metálicas internas aos barramentos de equipotencialização.

Tabela 13 – Dimensões mínimas dos condutores que ligam as instalações metálicas internas aos barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL)

Nível do SPDA	Material	Área da seção reta, em mm <sup>2</sup>
I a IV	Cobre	6
	Alumínio	10
	Aço galvanizado a fogo	16

## 6.2. Critérios de Projeto

A elaboração de projeto de SPDA consiste em um conjunto de procedimentos que visam a melhoria da proteção contra descargas elétricas, de uma forma eficiente, econômica e prática. Por esse motivo, é necessário, em primeiro lugar, seguir corretamente todas as normas e regulamentações técnicas sobre instalações de segurança e proteção de raios, incluindo as regras da ABNT. Verificar qual modelo se adapta melhor à edificação, levando em consideração os fatores da construção, como a altura, o material do imóvel e os fatores ambientais do local. Os métodos mais comuns utilizados na elaboração de projeto de SPDA são o ângulo reto, também conhecido como técnica de Franklin, o eletromagnético com esfera rolante e o de malhas (Gaiola Faraday). Além disso, entre outras etapas para a elaboração de projeto de SPDA com qualidade, temos:

- Gerenciamento de riscos, conforme requisitos para gerenciamento de risco (ABNT, NBR 5419-2, 2015);
- definição do nível de proteção;
- definição de recursos de proteção;
- calcular as proteções de forma adequada;
- determinação da quantidade e posição das descidas;
- definir o eletrodo de aterramento;
- indicação das equalizações de potenciais;
- estipular as MPS-Medidas de Proteção contra Surtos;
- calcular as distâncias de segurança.

Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal, reunindo os seguintes elementos:

- As armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
- as tubulações metálicas de água, de gás combustível, de esgoto, de sistemas de ar-condicionado, de gases industriais, de ar comprimido, de vapor etc., bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados; os condutos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- as blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- os condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação;
- os condutores de interligação provenientes de eletrodos de aterramento de edificações vizinhas, nos casos em que essa interligação for necessária ou recomendável;

- o condutor neutro da alimentação elétrica, salvo se não existente ou se a edificação tiver que ser alimentada, por qualquer motivo, em esquema TT ou IT;
- o(s) condutor(es) de proteção principal(is) da instalação elétrica (interna) da edificação

A seção mínima do condutor de proteção deverá estar de acordo com os valores apresentados na Tabela 14 (ABNT, NBR 5410, 2008), considerando que os condutores de proteção principais da instalação interna da edificação sejam constituídos do mesmo metal que os condutores de fase.

Tabela 14 – Seção mínima dos condutores de proteção

Seção dos condutores de fase S (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima dos condutores de proteção correspondidos (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	S/2

A malha de terra deverá atender os seguintes requisitos:

- Resistir às solicitações térmicas, termomecânicas e eletromecânicas;
- Ser adequadamente robusta ou possuir proteção mecânica apropriada para fazer face às condições de influências externas;
- Assegurar a equipotencialidade, garantindo assim a menor diferença de potencial possível;
- Proporcionar confiabilidade e satisfazer todos os requisitos de segurança;
- Conduzir as correntes de falta à terra sem risco de danos térmicos, termomecânicos e eletromecânicos, ou de choques;
- O projeto de aterramento deve considerar o possível aumento da resistência de aterramento dos eletrodos devido à corrosão. Quando aplicável, atender também aos requisitos funcionais<sup>10</sup> da instalação;

Para as instalações de aterramento nos HUF é vedada a utilização de:

- Esquema de aterramento TN-C ou TN-C-S nos quadros terminais;
- Hastes banhadas a cobre, quaisquer que sejam os materiais;
- Tubulações metálicas como eletrodo de aterramento, inclusive em tubulações de gases medicinais e anestésicos;
- Utilização de procedimentos, equipamentos ou técnicas que não atenderem aos requisitos estabelecidos em norma (ABNT, NBR 15749, 2009);

A proibição do uso das tubulações metálicas como eletrodos de aterramento não exclui a obrigatoriedade da ligação equipotencial dessas tubulações com os demais equipamentos metálicos.

Para estruturas utilizando concreto com armadura de aço (incluindo as estruturas pré-fabricadas) a continuidade elétrica da armadura deve ser determinada por ensaios elétricos efetuados entre a parte mais alta e o nível do solo. A resistência máxima total obtida no ensaio não pode ser maior do que  $0,2\Omega$ .

### 6.3. Requisitos de Manutenção de um SPDA

A norma vigente (NBR 5419) do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, o SPDA (para-raios), menciona que o sistema passa a ser confiável com a regularidade das inspeções que irá determinar o prazo para a manutenção de acordo com avaliação do profissional habilitado.

No item 7.4.1 da norma diz: “A regularidade das inspeções é condição fundamental para a confiabilidade de um SPDA. O responsável pela estrutura deve ser informado de todas as irregularidades observadas por meio de relatório técnico emitido após cada inspeção periódica. Cabe ao profissional emitente da documentação recomendar, baseado nos danos encontrados, o prazo de manutenção no sistema, que pode variar desde “imediato” a “item de manutenção preventiva” (ABNT, NBR 5419-3, 2015).

Ainda, de acordo com a norma, as inspeções devem ser feitas nas seguintes condições e períodos:

- Durante a construção da estrutura;
- Medições de resistência de aterramento;
- Após a instalação do SPDA, no momento da emissão do documento “as built”;
- Após alterações ou reparos, ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica.

Com isso, serão apresentadas as periodicidades das manutenções do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, bem como as rotinas de manutenção que serão feitas, conforme requisitos estabelecidos em norma (ABNT, NBR 5419-3, 2015).

---

<sup>10</sup> Um dos requisitos funcionais de aterramento é a presença do aterramento funcional, que consiste na ligação à terra de um dos condutores do sistema (geralmente o neutro), e está relacionado com o funcionamento correto, seguro e confiável da instalação.

### 6.3.1. Manutenção Semestral

A manutenção semestral consiste em uma inspeção visual para verificar basicamente se as instalações do SPDA de cada prédio estão de acordo com a norma vigente e com o projeto, apontando as não conformidades de acordo com os seguintes itens a serem analisados:

- O estado de conservação dos componentes do subsistema de captação, terminais aéreos, malhas, cabos e conexões;
- O estado de conservação dos componentes do subsistema de descida, cabos, conexões e barras;
- O estado de conservação dos componentes do subsistema de aterramento, hastes, cabos, conexões, soldas exotérmicas e grampos;
- Inspeção visual.

Lembrando que após a realização desses serviços, deverá haver o registro de todas as atividades, resultados e das intervenções que forem realizadas.

### 6.3.2. Manutenção Anual

A manutenção anual consiste em emitir um laudo técnico contendo:

- Inspeção visual semestral;
- Medições de resistência de aterramento;
- Medições de continuidade elétrica entre as malhas de aterramento e o SPDA;
- Condição do Sistema de Equalização de Potenciais, DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos) e BEP (Barramento de Equipotencialização Principal);
- A concordância do SPDA instalado com o projeto e com a norma NBR 5419: 2015;
- Relação dos profissionais responsáveis pelos trabalhos;
- Recomendações;
- Conclusões;
- Certificados de calibração dos equipamentos, utilizados nas medições de grandezas elétricas;
- Anotação de Responsabilidade Técnica.

Para a inspeção anual deverão ser utilizados os seguintes equipamentos:

- **Terrômetro:** equipamento que mede resistências de aterramento e resistividade do solo, caso tenha condições de instalação do equipamento no entorno da edificação;

- **Microhmímetro ou miliohmímetro digital:** equipamento que faz a leitura direta de baixas resistências. A utilização deste tipo de equipamento se tornou obrigatória na norma NBR-5419:2015 em inspeções de SPDA para teste de continuidade entre malhas de aterramento e continuidade de armaduras em estruturas prediais (ABNT, NBR 5419-3, 2015).

A medição da resistividade do solo deve obedecer à periodicidade mínima de:

- A cada semestre, para verificações de rotina do sistema de aterramento;
- A cada ano, como intervalo padrão de inspeção do Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA);
- Recomenda-se que as medições sejam realizadas com o solo seco, a fim de se obter a maior resistência possível do solo.

São cuidados para a realização das medições do solo:

- Os eletrodos devem ser cravados, aproximadamente, a 20 cm no solo, até apresentarem resistência mecânica de cravação aceitável que defina uma resistência ôhmica de contato adequada;
- Verificar se o eletrodo se encontra limpo, sem gorduras ou oxidado;
- Utilizar calçados adequados, não tocar nos eletrodos durante as medições e evitar a aproximação de terceiros;
- O local de medição deverá estar longe de áreas sujeitas a interferências, tais como torres metálicas de transmissão e seus respectivos contrapesos, pontos de aterramento do sistema com neutro aterrado, torres de comunicações, solos com condutores ou canalizações metálicas não blindadas enterradas, etc.;
- Se haver oscilação do ponteiro do instrumento de medição, é bem provável que estejam ocorrendo interferências e influências captadas do solo, portanto, deve-se ater à ocorrência;
- Próximo aos sistemas de aterramento e estruturas metálicas aterradas passíveis de energização acidental, deve-se redobrar os cuidados, tendo em vista os potenciais perigos que poderão aparecer;
- Para a maior segurança, todos os aterramentos a serem medidos deverão estar desconectados dos equipamentos aos quais estão ligados;
- O aparelho de medição (terrômetro) deve ficar o mais próximo possível do sistema de aterramento principal, além de estar devidamente calibrado;
- Não realizar as medições sob condições atmosféricas adversas.
- Realizar medições periódicas relacionadas ao aterramento;

Lembrando que após a realização desses serviços, deverá haver o registro de todas as atividades, resultados e das intervenções que forem realizadas.

### 6.3.3. Documentação

A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA:

- verificação da necessidade do SPDA (externo e interno), além da seleção do respectivo nível de proteção para a estrutura, por meio de um relatório de uma análise de risco;
- desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA externo e interno;
- quando aplicável, os dados sobre a natureza e a resistividade do solo; constando detalhes relativos à estratificação do solo, ou seja, o número de camadas, a espessura e o valor da resistividade de cada uma;
- registro de ensaios realizados no eletrodo de aterramento e outras medidas tomadas em relação à prevenção contra as tensões de toque e passo. Verificação física do eletrodo (continuidade elétrica dos condutores) e se o emprego de medidas adicionais no local foi necessário para mitigar tais fenômenos (acréscimo de materiais isolantes, afastamento do local etc.), descrevendo-o.

## 7. Grupo motor gerador

Os hospitais e centros de emergência requerem geradores confiáveis, com fornecimento de energia que garante a continuidade elétrica em caso de falha na rede. O funcionamento das atividades de um hospital, depende da operação de equipamentos cirúrgicos, monitoramento de pacientes e medicação eletrônica automatizada. O exemplo do grupo motor gerador é apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Exemplos de grupo motor gerador



Fonte: Acervo próprio



Fonte: Acervo próprio

No caso de falta de energia, os geradores acionados são responsáveis por manter ligados os equipamentos, sem comprometer as demandas e a continuidade nos procedimentos cirúrgicos e tratamentos que necessitam de fonte de energia para funcionar, como os aparelhos de sustentação de vida, considerados vitais para os pacientes, geralmente encontrados nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), prontos socorros, centros de oncologia, como aparelhos de ventilação mecânica, carros de anestesia, carros de emergência com desfibrilador, monitor e *nobreaks*.

Os geradores são responsáveis também pelo fornecimento de energia para os elevadores, a climatização e a iluminação de todo o ambiente. Sustentam as demandas dos laboratórios de análises clínicas, que podem estar processando exames, cuja conclusão depende de energia elétrica e o material que necessita de refrigeração e não pode ser perdido.

O fornecimento de energia ininterrupta em hospitais é algo tão importante, que a RDC 50 (ANVISA, 2002) prevê que todas as cargas essenciais hospitalares tenham um sistema de energia elétrica de emergência caso haja falta no suprimento energético. O Ministério de Saúde, por meio da Anvisa, desenvolveu um plano de emergência que prevê os locais que devem ser alimentados, medidas para ausência total ou parcial de energia elétrica e treinamento para a população hospitalar.

Serão apresentados os principais critérios de projeto, recomendações de operação e manutenção para os geradores de emergência.

## 7.1. Critérios de Projeto

O Projeto Elétrico abrange o projeto de instalação do gerador e dos sistemas elétricos associados, sua interface com a edificação juntamente com a carga e os dispositivos de proteção do gerador. O projeto elétrico e o planejamento do sistema de geração são críticos para a operação correta e a confiabilidade do sistema.

Para o dimensionamento correto de um gerador de energia, é necessário atender alguns requisitos, como:

- Levantamento da carga da instalação;
- Requisitos de partida de cargas como motores;
- Desbalanceamento de cargas monofásicas;
- Cargas não lineares como equipamentos UPS;
- Restrições de queda de tensão de alguns equipamentos sensíveis;
- Cargas hospitalares especiais.

Preferencialmente, o projeto e especificação dos grupos geradores serão realizados via empresa especializada.

Para o Quadro de Transferência Automático, recomenda-se que a central eletrônica de proteção e comando deve realizar, no mínimo, medição de tensão (fase-fase e fase-neutro), corrente, frequência, potência ativa, potência reativa, energia ativa consumida, fator de potência, temperatura do motor, rotação, tensão da bateria, nível de combustível, contador de partidas, horas de funcionamento, data/hora, além de permitir a configuração de entrada em rampa do gerador e de sincronização/paralelismo da máquina com a concessionária local. A central deve possuir *display* retroiluminado com LEDs de indicação de estado ligado/desligado das proteções de rede e do gerador, indicação de alarmes (no mínimo reserva de combustível, nível da bateria, alta temperatura, falha de arranque do motor, sobrevelocidade e baixa pressão do óleo) e de estado do motor (falha partida/parada, falha de pré-aquecimento).

Deve ser possível a seleção de funcionamento manual ou automático do gerador no display da central de proteção e comando. A central também deve possuir a opção de partida e parada do gerador, além da opção de RESET de alarmes, em seu display. Recomenda-se a utilização de protocolo de comunicação MODBUS TCP para monitoramento da operação do gerador através de sistema supervisor.

O gerador deve trabalhar entre 30% e 80% da sua potência nominal. Cargas constantes acima de 80% diminuem a sua vida útil, porém superdimensionar um gerador também ocasionará o mesmo problema. Os motores que trabalham constantemente com cargas menores que 30% de sua potência nominal acabam tendo problemas mecânicos, e com isso um custo elevado de manutenção, além de elevar, de forma desnecessária, o consumo de combustível.

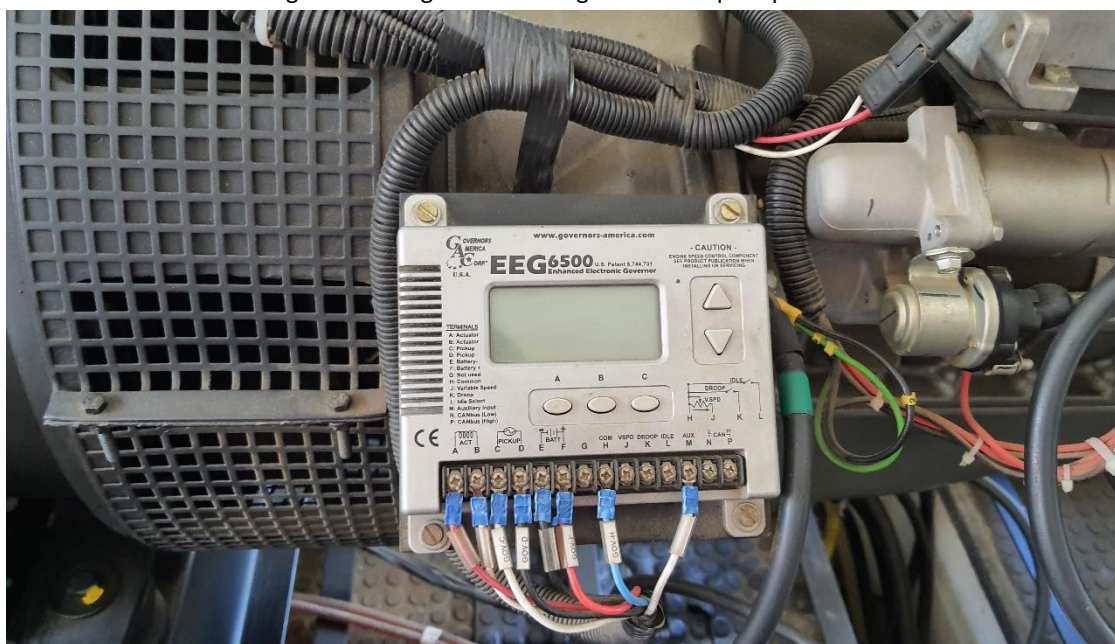
O grupo motor gerador deverá estar corretamente dimensionado para que possa fazer a alimentação elétrica dos setores críticos a ele conectados, em até 15 segundos, em caso de interrupção do fornecimento de energia elétrica pela concessionária local, conforme requisitos estabelecidos em norma relacionada à instalação elétrica hospitalar (ABNT, NBR 13534, 2008) e da RDC 50 (ANVISA, 2002).

Ademais, para o dimensionamento dos grupos geradores, é recomendável dar a preferência de utilização de um grupo gerador em redundância, pois em caso de inoperância de um sistema, o sistema substituto poderá entrar e alimentar.

Não obstante, é preferível o uso de dois grupos geradores de capacidade nominal reduzida à um grupo gerador com capacidade equivalente, mas com a potência nominal maior. Por que isso? Trazendo isso para uma situação exemplificada, um único grupo gerador com capacidade de 500 kVA que alimenta toda a estrutura hospitalar, poderá entrar em manutenção e, portanto, ficaria inoperante. Caso haja a interrupção súbita do fornecimento de energia elétrica, o hospital ficará desassistido pela geração. Algo que não iria acontecer se houver a presença de dois grupos geradores de 260 kVA operando em redundância. Além disso, haveria a melhor modularidade de energia elétrica a ser gerada.

Um outro componente essencial nos grupos geradores é apresentado na Figura 17, que é o regulador de partida em rampa, que permite o acionamento gradual da carga mecânica antes da entrega plena da energia elétrica. O regulador de carga mecânica assegura não somente a redução de perdas elétricas durante a partida do motor, como também garante a preservação da estrutura mecânica do grupo gerador, retardando assim eventuais desgastes nos enrolamentos e peças mecânicas.

Figura 17 – Regulador de carga mecânica para partida



Regulador de carga mecânica para partida do grupo gerador instalado no sistema de geração em uma subestação do HUAB-UFRN.

Fonte: Acervo próprio

### 7.1.1. Substituição provisória do grupo motor gerador

Em muitos casos, há a necessidade de haver o aluguel de grupo gerador, para haver a substituição provisória do sistema de geração auxiliar de energia elétrica, em caso de manutenção do sistema inoperante. Para assegurar a substituição provisória, recomenda-se instalar, no local onde o grupo gerador provisório será instalado, os disjuntores intertravados<sup>11</sup> e seus circuitos de comando, visando assim facilitar a conexão elétrica.

Vale lembrar que o grupo motor gerador temporário necessita estar instalado em paralelo à rede de alimentação oriunda da concessionária de fornecimento de energia elétrica e do grupo motor gerador da instalação que estiver inoperante, e o equipamento temporário necessita estar ligado ao conjunto de comandos de intertravamento, para que evite a condução reversa da corrente elétrica, pondo em risco a integridade da instalação elétrica, acarretando em até a queima do grupo motor gerador substituto.

Para que essa ligação possa ser eficaz, é recomendável a utilização de chaves automáticas, para que o intertravamento possa ocorrer no momento mais adequado e eficaz possível, ao momento que ocorrer a súbita interrupção do fornecimento de energia elétrica oriundo da concessionária. Essas chaves são capazes de detectar a súbita redução de tensão elétrica, no valor de 10% à tensão nominal por mais de 3 segundos, considerando o procedimento apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Procedimento de uso da chave de intertravamento do grupo motor gerador

Passo	Procedimento
1	A abertura do circuito primário, o qual está relacionado com a concessionária de fornecimento de energia elétrica
2	O circuito secundário, referente ao grupo gerador inoperante, permanecerá aberto
3	O circuito terciário, referente ao grupo gerador substituto, será fechado instantes após a abertura do circuito primário, e então reestabelecer a alimentação elétrica

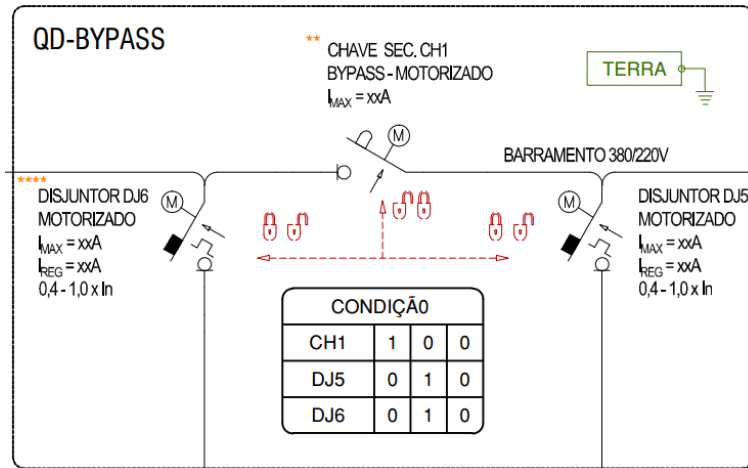
Mesmo que a instalação do grupo gerador seja temporária, bem como dos circuitos que irão alimentá-lo, é necessária a plena observância dos requisitos da norma relacionada à instalação elétrica em ambientes assistenciais à saúde, principalmente no tocante ao tempo de reestabelecimento de alimentação elétrica dos circuitos (ABNT, NBR 13534, 2008). Também é necessário assegurar a plena observância da capacidade elétrica do grupo motor gerador temporário e das cargas que irão ser alimentadas pelo sistema.

Não obstante, deve-se orientar a equipe de infraestrutura elétrica do hospital quanto ao uso dos disjuntores de intertravamento, bem como na correta execução e instalação dos dispositivos, além de orientações quanto ao religamento do grupo gerador, após as intervenções necessárias para possibilitar a retomada da operacionalização, assim como o desligamento e retirada do grupo gerador provisório.

## 7.1.2. By-Pass do grupo gerador

É estritamente recomendado que a instalação tenha uma forma segura e rápida de *by-pass* do gerador, caso o quadro de transferência automática venha a falhar, conforme a Figura 18.

Figura 18 – Diagrama do by-pass do grupo gerador

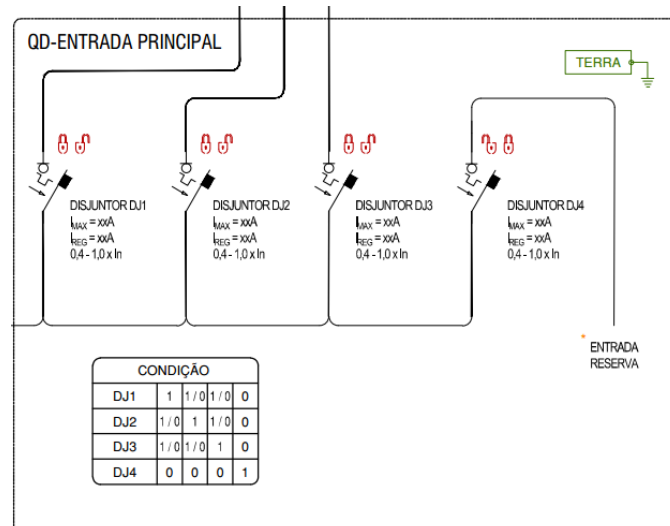


Fonte: Acervo próprio.

Deverá ser observado que todo o sistema de *by-pass* possuirá intertravamentos, evitando que haja interligação acidental de fontes diferentes, mesmo que sejam momentâneas.

Além do *by-pass*, é crucial que haja uma forma de alimentar o sistema elétrico do EAS através de uma entrada de energia alternativa, permitindo qualquer conexão elétrica em momento de suma necessidade ou para isolar o sistema elétrico o EAS para manutenção ou ampliação, conforme sugerido na Figura 19.

Figura 19 – Diagrama do by-pass do grupo gerador

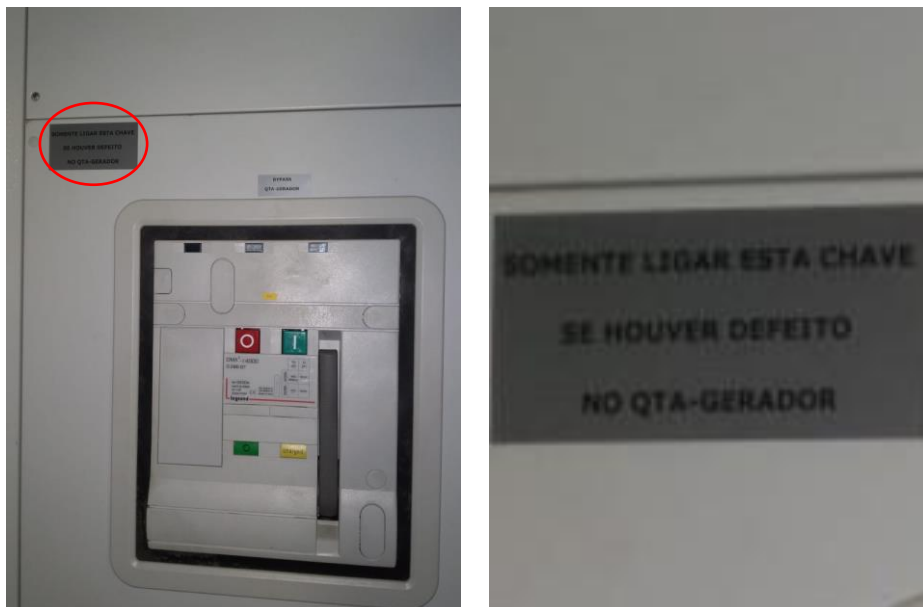


Fonte: Acervo próprio.

<sup>11</sup> O intertravamento é uma conexão elétrica que visa a ajustar o acionamento de dispositivos de manobras para condições inseguras de funcionamento das instalações elétricas.

A chave que irá realizar o *by-pass* do grupo gerador é apresentado na Figura 20. Esta chave somente poderá ser ligada se houver algum defeito no quadro de transferência automática do(s) gerador(es) principal(is). É necessário que haja algum aviso visível para que fosse evitada alguma ligação inadvertida da chave.

Figura 20 – Exemplos do sistema de *by-pass* do grupo gerador e indicação do aviso



Fonte: Acervo próprio

Um outro exemplo da utilização das chaves intertravadas é apresentado na Figura 21 – Painel elétrico contendo as chaves intertravadas. Neste exemplo, as chaves estão instaladas em um painel elétrico, que possui diagramas impressos no porta-documentos. É necessário que os diagramas sejam acessíveis, pois irá assegurar a melhor operação possível das chaves, bem como a presença de um circuito de comando que impeça a ligação da chave *by-pass*, para garantir o correto intertravamento.

Figura 21 – Painel elétrico contendo as chaves intertravadas



Painel elétrico contendo as chaves intertravadas, sendo uma chave ligada ao grupo motor gerador principal e outra para *by-pass*

Fonte: Acervo próprio

Toda e qualquer fonte alternativa deverá estar totalmente isolada das demais fontes, desta forma, é demonstrado no diagrama a necessidade de intertravamento das instalações.

O Projeto Elétrico abrange o projeto de instalação do gerador e dos sistemas elétricos associados, sua interface com o edifício juntamente com a carga e os tópicos de proteção do gerador. O projeto elétrico e o planejamento do sistema de geração local são críticos para a operação correta e a confiabilidade do sistema.

O Anexo 06 apresenta diversos exemplos de diagramas elétricos que utilizam a chave tipo *by-pass* para ligação do grupo gerador provisório.

## 7.2. Rotinas de manutenção

A intenção do Plano de Manutenção Preventiva de Geradores de Energia é definir a periodicidade e frequência com que os equipamentos devem ser submetidos a manutenções, dando ênfase às peças relativas à segurança operacional. A implementação do plano de manutenção acarreta um melhor aproveitamento da vida útil do equipamento, uma vez que mantê-lo em bom estado de funcionamento é mais vantajoso que repará-lo em uma possível falha. Como os geradores são na maioria dos casos utilizados em ambientes que é fornecido a energia de maneira ininterrupta, como o hospital, é necessário redobrar a atenção em sua manutenção e conservação.

A melhor prática de manutenção de seu gerador de energia é seguir o cronograma de manutenção fornecido pelo fabricante do gerador e ser implantado pela equipe de manutenção. Deste modo, pode se afirmar que ao fazer um cronograma de manutenção preventiva, facilita os processos de análises, demonstrando quais os principais pontos devem ser verificados em cada período.

A manutenção corretiva e preventiva dos geradores de emergência deve ser executada por técnicos habilitados e treinados.

A manutenção preventiva de geradores de emergência consiste na realização dos seguintes serviços seguindo a periodicidade recomendada, de tal forma que se apresenta a Tabela 16:

Tabela 16 – Rotinas de manutenção do grupo gerador, de acordo com a periodicidade

<b>Periodicidade</b>	<b>Atividades</b>
Diária	Inspeção visual na sala do gerador.
	Inspeção e registro do nível da bateria.
	Inspeção do nível de combustível e mantê-lo para o funcionamento mínimo de 24 horas ou até a capacidade máxima do tanque de armazenamento.
	Inspeção do nível de fluido hidráulico de arrefecimento.
	Inspeção dos cabos da bateria.
Semanal	Realizar o teste a vazio do gerador.
	Medir as tensões das fases.
	Medir a tensão da bateria e verificar a frequência gerada.
Mensal	verificar os sistemas de arrefecimento, lubrificação, combustível, admissão, automação.
	Realizar uma verificação geral dos geradores de emergência, incluindo os amortecedores de vibrações, ruídos anormais, emissão excessiva de fumaça, folga em porcas e parafusos, bateria e realização de um teste sem carga
	Elaborar um relatório com todas as informações da manutenção realizada
Trimestral	Simular a atuação dos sensores de pressão, temperatura, sobre velocidade e nível de água.
	Realizar termografia em todos os componentes, disjuntores e barramentos dos painéis, além disso, fazer o teste com carga do gerador de emergência.
	Elaborar um relatório com todas as informações da manutenção realizada.
Semestral	Realizar a substituição do óleo e filtro lubrificante, além de substituir o filtro de diesel e filtro separador de água.
	Elaborar um relatório com todas as informações da manutenção realizada.
Anual	Realizar a substituição do filtro de ar.
	Elaborar um relatório com todas as informações da manutenção realizada.

A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do gerador:

- Desenho com os dimensionais do gerador de emergência, com vistas frontal e lateral, incluindo o desenho do Quadro de Transferência Automático com representação do painel da central eletrônica de proteção e comando do gerador;
- Desenho das placas de identificação do gerador;
- Folha de dados do gerador;
- Diagramas unifilar e trifilar dos sistemas de força e controle/comando do gerador;
- Manual de funcionamento do gerador;
- Lista de documentos e desenhos;
- Relatórios de manutenção preventiva e corretiva.

A equipe responsável pela manutenção deve portar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) necessários. Todos os equipamentos de proteção, apresentado na Tabela 17, devem possuir isolamento compatível com o nível de tensão da instalação elétrica:

Tabela 17 – Equipamentos de proteção necessários para realização de manutenção em geradores

<b>Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)</b>	Capacete
	Luvas
	Bota
	Óculos de proteção
	Dispositivo de proteção auricular
<b>Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs)</b>	Cone de sinalização
	Fita de sinalização
	Manta isolante
	Extintor de incêndio
	Placa de advertência

As subestações compreendem um conjunto de dispositivos de proteção e equipamentos que tem o objetivo de transformar e distribuir, com segurança, a energia elétrica dentro de parâmetros técnicos definidos. Em resumo, uma subestação é composta basicamente por subsistemas de medição, proteção e transformação e englobam:

- Transformadores de força;
- Transformadores de corrente e transformadores de potencial;
- Disjuntores;
- Chaves-fusíveis;
- Relés;
- Para-raios;
- Chaves seccionadoras;
- Grupos motores geradores de emergência;
- Banco de capacitores;
- Painéis elétricos de distribuição de energia.

Este capítulo apresenta, de maneira resumida, as especificações e rotinas de manutenção de alguns equipamentos de uma subestação de energia.

## 8.1. Especificação de materiais e equipamentos:

Os transformadores de potência, como o exemplo apresentado na Figura 22, são dispositivos que funcionam sob o princípio da indução eletromagnética. A transferência da energia elétrica do circuito primário para o circuito secundário ocorre com as devidas alterações de amplitude das tensões e correntes, proporcionais à relação de transformação do trafo.

Figura 22 – Transformadores e outros elementos em uma subestação



Subestação de energia elétrica do Hospital Israelita Albert Einstein

Fonte: Acervo próprio

É evidente que os transformadores são componentes fundamentais em instalações elétricas (Mamede Filho, 2017). De tal forma, os postos de transformação devem possuir:

- Dispositivos adequados para poder drenar ou conter líquidos provenientes de um eventual rompimento do tanque de óleo do transformador, caso o equipamento não seja do tipo “a seco”;
- Boa ventilação, visando assegurar a troca de calor de forma satisfatória.

Além disso, é necessário que o transformador seja aterrado, bem como possuir equipamentos que garantam sua proteção contra defeitos internos, sobrecargas e curto-circuito e ter identificação, por meio de placa acrílica afixada próxima ao equipamento, com informações de potência, relação de transformação, corrente nominal, nome do fabricante, número de série, impedância e data de fabricação.

## 8.2. Requisitos de projetos:

### 8.2.1. Os transformadores de distribuição

Os transformadores de distribuição devem ser dimensionados de acordo com as normas das concessionárias de energia locais. De maneira resumida, os requisitos de instalação de subestações elétricas são os apresentados na Tabela 18 (Mamede Filho, 2017) e (ABNT, NBR 14039, 2021).

Entretanto, para instalações elétricas hospitalares, há a discussão se há a necessidade de se instalar um único ou mais de um transformador. Para simplificar a tomada de decisão durante a fase de projeto do transformador, considera-se instalar um único transformador somente em caso de o hospital possuir instalação existente, e se a estrutura física da subestação não comportar a adição de um transformador adicional. Nessa situação específica, há a preferência de se instalar o grupo gerador que funcione de forma redundante, visando manter o funcionamento das instalações elétricas do hospital em horários de maior demanda energética.

Por outro lado, há a recomendação de haver um transformador adicional, e que ambos os transformadores funcionem em redundância e em paralelo entre si, para os projetos futuros de edificações hospitalares, bem como para projetos de ampliação da alimentação elétrica e em casos que a estrutura da subestação comportarem a adição de um transformador extra.

Vale considerar que a RDC 50 exige que a capacidade de transformadores seja capaz de alimentar, pelo menos, 50% da capacidade energética do hospital. Para evitar que a instalação elétrica tenha problemas relacionados ao baixo fator de potência, eventualmente, há a preferência de instalação de transformadores em paralelo, devendo-se observar o espaço físico da subestação do hospital.

Tabela 18 – Requisitos de instalação de subestações

Tipo da subestação	Limite da capacidade instalada <sup>12</sup>	Instalação dos equipamentos
Aérea em plano elevado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300 kVA (um só poste)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em postes ou torres de aço ou concreto;</li> <li>• Em plataformas elevadas sobre estrutura do concreto, ou aço;</li> <li>• Em áreas sobre cobertura de edifícios, inacessíveis a pessoas não qualificadas ou providas do necessário sistema de proteção externa. Neste caso, não deve ser empregado líquido isolante inflamável em nenhum equipamento;</li> <li>• A medição de energia pode ser realizada pela tensão secundária;</li> <li>• A proteção é, tipicamente, realizada por meio de chave seccionadora e fusível, sendo, neste caso, adicionalmente, a proteção geral na baixa tensão realizada por disjuntor (ABNT, NBR 14039, 2021).</li> </ul>
Abrigada em alvenaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igual ou inferior a 300 kVA e;</li> <li>• Sem possibilidade de expansão de carga;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A subestação pode ter apenas um único transformador;</li> <li>• A medição de energia pode ser realizada pela tensão secundária, sem que seja necessária a construção do posto de transformação;</li> <li>• A proteção geral na média tensão deve ser realizada por meio de um disjuntor acionado por relés secundários com as funções 50 e 51, proteções de fase e de neutro, ou por meio de chave seccionadora e fusível, sendo, neste caso, adicionalmente, a proteção geral na baixa tensão realizada por disjuntor (ABNT, NBR 14039, 2021).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre 300 kVA e 500 kVA e;</li> <li>• Possibilidade de expansão de carga, para qualquer potência instalada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode haver, na subestação, mais de um transformador;</li> <li>• Exige-se a instalação do posto de medição primária, cujo acesso é exclusivo da concessionária;</li> <li>• A proteção geral na média tensão deve ser realizada por meio de um disjuntor acionado por relés secundários com as funções 50 e 51, proteções de fase e de neutro, ou por meio de chave seccionadora e fusível, sendo, neste caso, adicionalmente, a proteção geral na baixa tensão realizada por disjuntor (ABNT, NBR 14039, 2021).</li> </ul>

<sup>12</sup> Leva-se em consideração os valores explicitamente citados ou regulamentados em normas das concessionárias locais de energia elétrica, no que for menor.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igual ou superior a 500 kVA e;</li> <li>• Possibilidade de expansão de carga, para qualquer potência instalada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode haver, na subestação, dois ou mais transformadores;</li> <li>• Exige-se a instalação do posto de medição primária, cujo acesso é exclusivo da concessionária;</li> <li>• A proteção geral na média tensão deve ser realizada por meio de um disjuntor acionado por relés secundários com as funções 50 e 51, proteções de fase e de neutro.</li> </ul>
--	---	--

Os requisitos de instalações elétricas de média tensão expressos na norma (ABNT, NBR 14039, 2021) devem ser atendidos, como:

- A iluminação de segurança deverá ter a autonomia mínima de 3 horas;
- Todas as partes metálicas da subestação devem estar ligadas ao sistema de equipotencialização;
- A subestação deve possuir mecanismos que impeçam a entrada de pessoas não autorizadas, bem como entradas de animais;
- As luminárias deverão resistir às explosões.
- Toda e qualquer subestação abrigada deve possuir meios para a correta dissipação de calor, podendo ser por ventilação natural ou forçada, de forma que a faixa de temperatura atenda às exigências da (ABNT, NBR 14039, 2021).

Para as subestações abrigadas e climatizadas, os requisitos de operação da subestação são:

- O sistema de climatização deverá operar continuamente, configurado em modo *dry*, para evitar condensação e manter o local seco (Guimarães, 2022);
- O dimensionamento da carga térmica do sistema de climatização deverá ser realizado por engenheiro mecânico, atendendo às normas técnicas vigentes;
- Para assegurar a segurança da operação, recomenda-se o uso de transformadores a seco em subestações climatizadas, ou o uso de transformadores cabinados, como é apresentado na Figura 22.

Considera-se também que, para projetos futuros de subestação, considera-se a necessidade de prever uma capacidade adicional de 20% à projetada. Entretanto, essa capacidade adicional deverá assegurar a plena observância dos índices mínimos da qualidade da energia, considerando que os transformadores, quando estão sobre dimensionados, poderão causar a redução do fator de potência<sup>13</sup>, cujo índice será destacado no item 9.1.3 deste documento.

Quando o transformador está superdimensionado, o equipamento funcionará com indutor, em que a energia reativa será fornecida à instalação elétrica, causando assim redução do fator de potência. Quanto menor for o fator de potência, maiores serão as perdas elétricas na instalação elétrica, causada pela elevação da intensidade da corrente elétrica, elevação da tensão elétrica nos alimentadores elétricos e até mesmo aumento de riscos de queima de equipamentos elétricos, principalmente em equipamentos mais sensíveis e que possuam grande valor agregado.

Vale lembrar também que a concessionária de fornecimento de energia elétrica possui o direito de aplicar, ao consumidor, um ajuste por excesso de energia reativa, caso o fator de potência na instalação elétrica seja inferior a 0,92 (Bezerra, 2018). Portanto, não é somente importante dimensionar o transformador de tal forma que assegure expansão na alimentação elétrica, como também deve-se observar sempre os limites da expansão da capacidade elétrica, bem como assegurar meios que haja a correção do fator de potência na instalação elétrica.

### 8.2.2. Paralelismo de transformadores de distribuição

Transformadores de distribuição podem ficar ligados em paralelo, com o objetivo de assegurar maior capacidade de fornecimento de energia ao sistema elétrico do HUF, ou de elevar a segurança operacional do sistema. No Anexo 03 são apresentados os requisitos para instalação de transformadores em paralelo. Para a instalação de transformadores em paralelo, (Mamede Filho, 2017) recomenda que:

- A subestação possua capacidade superior a 500 kVA<sup>14</sup>;
- As alimentações primárias oriundas de várias unidades devem possuir as mesmas características elétricas;

---

<sup>13</sup> O fator de potência é definido como a relação entre a energia elétrica transmitida à carga e a máxima energia que pode ser transmitida. (Bezerra, 2018).

<sup>14</sup> Algumas concessionárias locais de energia elétrica estipulam a potência mínima para exigir a instalação do paralelismo dos transformadores.

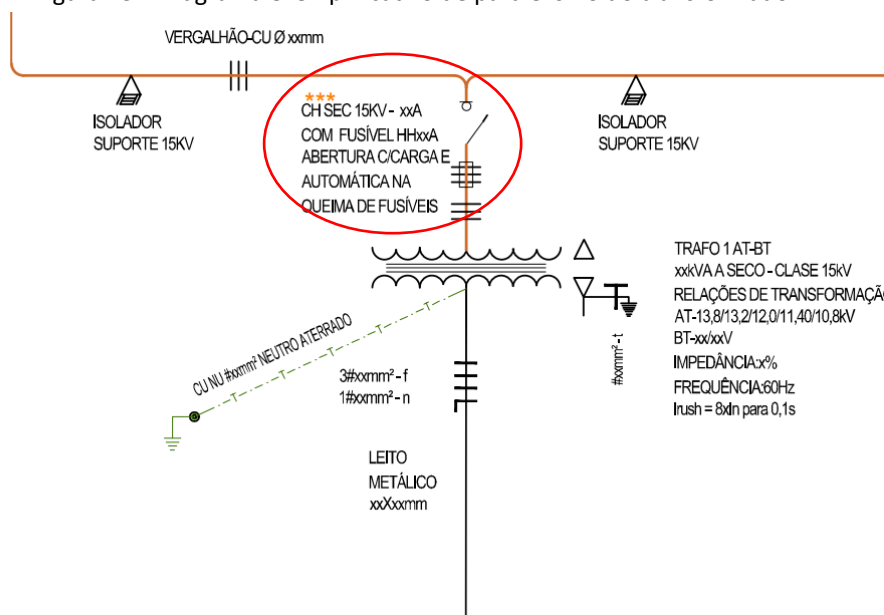
- Os transformadores tenham o mesmo deslocamento angular;
- As tensões secundárias sejam iguais;
- As diferenças percentuais dos parâmetros elétricos da Tabela 19 (ABNT, NBR 14039, 2021) sejam respeitados.

Tabela 19 – Diferenças percentuais admitidas (ABNT, NBR 14039, 2021)

Parâmetro	Percentual máximo em relação ao valor percentual
Relação de transformação	±0,5%
Impedância percentual <sup>15</sup>	±7,5%
Corrente em vazio	±20%

Quanto ao paralelismo de transformadores, é recomendado que as chaves seccionadoras tripolares de abertura simultânea possuam abertura automática no caso de queima de algum fusível de proteção do primário do transformado, bem como sinalização de sua abertura e, se possível o desarme do disjuntor de BT do respectivo transformador, de tal forma que se apresenta a Figura 23.

Figura 23 – Diagrama exemplificativo de paralelismo do transformador



Fonte: Acervo próprio.

<sup>15</sup> Na prática, são aceitos transformadores para serviço em paralelo com até 10 % de diferença na impedância percentual, sem que haja maiores consequências na operação normal das unidades mencionadas, contanto que as demais características sejam respeitadas

### 8.2.3. Os transformadores de corrente e de potencial

Os transformadores de corrente (TC) e de potencial (TP) são essenciais, pois têm como função ajustar os valores de tensão e corrente a níveis que permitam alimentar equipamentos elétricos de medição de consumo de energia elétrica, e relés que visam a proteção da instalação elétrica.

Deve-se lembrar que, por causa dos níveis diferentes das classes de exatidão e dos índices de saturação do núcleo, por aplicação, um TP ou TC para medição não pode ser utilizado para a função de proteção, e vice-versa. A Tabela 20 apresenta os índices de cada aplicação dos TP e TC.

Tabela 20 – Requisitos de aplicação dos TP e TC

Índices	TP de Medição	TP de Proteção	TC de Medição	TC de proteção
Classe de exatidão (em %)	0,3 a 1,2	0,3 a 0,6	0,3 a 3	5 a 10
Faixas de operação	$(0 \text{ a } 1,1) \times V_n$	$(0,05 \text{ a } 1,9) \times V_n$	$(1,2 \text{ a } 2) \times I_n$	$(20 \text{ a } 50) \times I_n$
Valor nominal no secundário	115 a 120 V		5 A	

## 8.2.4. Espaços de trabalhos na subestação

É de grande importância que, para os próximos projetos de futuras obras na subestação, seja verificada a viabilidade técnica para a implementação de um espaço dedicado e ergonômico para que haja atividades na subestação, como registro de medidas obtidas, elaboração de relatórios de manutenção, entre outras atividades.

O espaço a ser projetado deverá ser amplo o suficiente para que mesas e cadeiras possam ser instaladas na subestação, de tal forma que se apresenta na Figura 24. Além disso, deverá haver também pontos de lógica e de tomada, para que os equipamentos elétricos necessários possam ser utilizados nesses locais para a realização de atividades no local, como *notebook*, telefone, entre outros.

Figura 24 – Espaço de trabalho dentro de uma subestação



Fonte: Acervo próprio.

Nesses espaços, é necessário que todas as partes metálicas tenham ligação equipotencial com o restante das partes metálicas ali instaladas, pois tal ligação evita que acidentes envolvendo cargas eletrostáticas aconteçam. Essa ligação não somente é obrigatória, conforme a NR-10 (MTE, NR-10, 1978 Rev. 2019), como também é essencial para que haja as condições seguras do trabalho.

Além disso, deve-se também observar outras normas, relacionadas a segurança do trabalho, que envolvam ergonomia e confortos térmico e acústico, visando assegurar as melhores condições de trabalho nesses locais.

## 8.3. Rotinas de manutenção

### 8.3.1. Comissionamento e ensaios em subestações:

A realização do comissionamento e ensaios em subestações é atividade essencial para garantir a integridade das instalações elétricas e a conformidade da especificação dos equipamentos com o projeto.

As etapas de comissionamento e ensaios elétricos em equipamentos de subestação englobam:

- **Conferência do projeto elétrico:** Verificar se o projeto elétrico foi elaborado conforme as normas vigentes e se a execução da obra está compatível com o projetado;
- **Inspeção visual:** Verificar o estado de conservação dos equipamentos da subestação;
- **Inventário dos equipamentos:** Inventariar através de registros fotográficos os equipamentos para controle;
- **Ensaio dos equipamentos:** Realizar ensaios nos equipamentos de potência e de proteção;
- **Testes interligação:** Verificar todas as fiações, ponto a ponto;
- **Relatório técnico conclusivo:** Elaborar um relatório técnico com os resultados dos testes e conclusões.

### 8.3.2. Rotinas de manutenção em subestações:

A rotina diária de manutenção nas subestações consiste em:

- Inspeção visual do poste da concessionária, verificando o estado geral das muflas, cabos, chaves seccionadoras, para-raios, eletrodutos, base de concreto e acessórios.
- Verificação do estado geral das subestações, abrangendo a alvenaria ou cubículo blindado com respeito a vazamento de água, ventilação, pintura, vidros, funcionamento de portas e trincos, iluminação interna, níveis de água de baterias, sinalizadores luminosos, etc.
- Verificação do estado geral das chaves seccionadoras, para-raios, buchas de passagem, isoladores de pedestal, transformadores de potencial e corrente de medição, transformadores de potencial de comando de força, disjuntores de alta tensão e baixa tensão, limitadores de corrente em alta tensão e barramento de alta tensão.
- Teste de luvas de borracha de 20 kV.
- Elaboração de relatório sobre o estado das instalações, bem como elaboração de relatório, em casos emergenciais.
- Inspeção do nível ou coleta de amostras de óleo isolante.

Já a rotina mensal da manutenção nas subestações consiste em análise das contas de energia elétrica em relação à demanda, energia consumida e fator de potência, emitindo relatório bimestral com dados suficientes para negociações com a Concessionária.

A cada três meses, deverão ser executados os seguintes serviços nas subestações assim sendo:

- Limpeza do piso da área do cubículo e geral das subestações tanto externa quanto internamente.
- Lubrificação e reparo dos trincos das portas.
- Reparo dos eventuais pontos de oxidação com aplicação de fundo anticorrosivo e posterior aplicação de acabamento na tonalidade de cor da existente.
- Substituição de todo e qualquer componente danificado.
- Limpeza de chaves seccionadoras, muflas, para-raios, buchas de passagem. Limpeza de transformadores de potência e de corrente de medição e proteção.
- Limpeza de transformadores de força, barramentos, disjuntores de alta e baixa tensão e painéis de baixa tensão.

- Verificação de todas as conexões elétricas e reaperto dos contatos fixos em geral. Aplicação de cobre coloidal ou produto equivalente em todos os contatos móveis.
- Verificação do nível de óleo dos disjuntores de alta tensão e transformadores, complementando-os se necessário.
- Eliminação de eventuais vazamentos independentemente das manutenções programadas e com a maior urgência.
- Verificação de calibragem de reles e Tap's de transformadores.
- Teste de óleo dos transformadores de força com respeito à análise físico-química, incluindo rigidez dielétrica e acidez.

Semestralmente, os serviços de manutenção nas subestações serão:

- Teste de funcionamento dos dispositivos de proteção de manobra e sinalização.
- Teste de relação de transformação de transformadores.
- Teste de resistência de isolamento dos transformadores, seccionadoras e isoladores de 15 kV.

Anualmente, deverão ser executados os serviços de manutenção nas subestações, assim sendo:

- Termografia em barramentos, isoladores, conexões eletromecânicas, etc.
- Medições de fator de potência e energia consumida.

No óleo isolante, serão realizados os seguintes ensaios, assim sendo:

- Deverão ser efetuados testes de óleo isolante mediante ensaios de rigidez dielétrica e acidez do óleo isolante dos transformadores com emissão de relatório, no primeiro mês de vigência contratual e, posteriormente, a cada ano ou sempre que for necessário.
- Deverá, ainda, o óleo isolante sofrer tratamento para sua recuperação sempre que os valores encontrados nos ensaios mencionados estiverem fora das faixas de tolerância estabelecidas pelas normas vigentes.
- No caso de acidez elevada, deverá ser providenciada a sua troca.
- Os recipientes para armazenagem do óleo isolante deteriorado serão de responsabilidade da empresa a ser contratada.

São rotinas de manutenção para os bancos de capacitores:

<b>Semestralmente</b>
Limpeza completa do capacitor.
Inspeção completa do capacitor (abaulamento).
Reaperto nas conexões elétricas e aterramento.
Reaperto nas conexões elétricas barra / cabo / chave.
Checagem da fiação.
Checagem do resistor de descarga.
Medição de capacitância.
Medição de Corrente.
Medição de temperatura.
Emissão de relatório dos serviços, inspeções e testes.

São rotinas de manutenção para o sistema de distribuição de *bus way* (barramento eletrificado)

<b>Semestralmente</b>
Proceder reaperto nas conexões dos cabos com chaves as chaves plug-in.
Proceder reaperto nas emendas de barra dos <i>Bus-Way's</i> .
Proceder a limpeza completa dos <i>Bus-Way's</i> .
Proceder à inspeção das condições de operação dos <i>Bus-Way's</i> e <i>CBW'S</i> .
<b>Anualmente</b>
Inspeção de temperatura com termo sensor comparando as variações entre fases.

São rotinas de manutenção para o quadro geral da subestação

<b>Mensalmente</b>
Inspeção visual no barramento, conexões e isoladores.
Inspeção visual nos fios e cabos.
Verificação visual do estado dos isoladores quanto às rachaduras.

<b>Semestralmente</b>
Anotação da leitura das grandezas elétricas, de hora em hora entre 8 horas e 22 horas em dias da semana aleatórios: Tensões Fase-Fase e Fase-Neutro; Correntes de Fase; Potência Instantânea, Ativa e Reativa, Fator de Potência.
Inspeção na iluminação da cabina que deverá estar no sistema de No Breaks dos respectivos Edifícios.
Verificação da existência de ruídos anormais, elétrico ou mecânico.
Verificação do equilíbrio das correntes de fase nas saídas dos disjuntores e fusíveis.
Verificação da existência e da conformidade da identificação dos circuitos.
Inspeção visual no sistema de aterramento.
Inspeção visual de todos os equipamentos e do local.
Inspeção visual dos disjuntores, das chaves seccionadoras e dos fusíveis.
Reaperto geral das porcas e parafusos dos barramentos e contatos elétricos.
Verificação do aquecimento dos contatos elétricos com equipamento termo visor.
Limpeza da sala.
Emissão de laudo técnico, assinado por profissional habilitado e capacitado, com número de registro do profissional no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), com exposição dos dados (fotos) retirados com o equipamento termo visor devidamente organizados (com identificação do Quadro, Armário, Local e Bloco) e avaliação técnica dos dados.

Para os quadros elétricos gerais de baixa tensão instalados nas salas elétricas, têm-se como as rotinas de manutenção:

<b>Deverá verificar e corrigir, quando necessário</b>	
Lâmpadas de sinalização.	Polir contatos dos terminais.
Ajuste zero dos medidores.	Reapertar terminais de ligações.
Transformadores de medição de painel.	Medir e registrar resistência de aterramento.
Conexões e cabos.	
Abertura e fechamento dos armários.	Aferir instrumentos de medição de painel.
Medir e registrar correntes de fase do alimentador geral e circuitos derivados.	Desfazer todas as conexões, poli-las e reconectá-las.
Medir e registrar correntes dos respectivos neutros.	Medir e registrar resistência de isolamento de barramentos, cabos e isoladores.
Controlar desbalanceamentos de corrente.	Efetuar reaperto geral.
Medir e registrar tensões de linha e neutro dos circuitos principais e derivados.	Efetuar limpeza geral com sopro de ar comprimido.
Ajustar dispositivos de comando dos disjuntores.	Combater corrosão e retocar pintura do gabinete.
Lubrificar articulações dos disjuntores.	Limpar barramentos.
Lubrificar as dobradiças das portas.	Fazer a aplicação do produto químico.
Efetuar limpeza do quadro com estopa embebida em solvente orgânico.	Comando elétrico para fechamento/abertura dos disjuntores.
Inspeccionar câmaras de extinção dos disjuntores.	Analisar calibração dos reles de proteção e efetuar as correções necessárias.

<b>Semestralmente</b>
Reaperto geral das porcas e parafusos dos barramentos e contatos elétricos.
Verificação do aquecimento dos contatos elétricos com equipamento termo visor.
Verificação da tensão das molas dos disjuntores.
Verificação da regulagem dos relés de sobre corrente dos disjuntores reguláveis.
Lubrificação das partes mecânicas dos disjuntores quando necessário e com produtos adequados ao serviço (este serviço deverá ser realizado após autorização formal, com os equipamentos desenergizados e desmontados).
Emissão de laudo técnico, assinado por profissional habilitado e capacitado, com número de registro do profissional no CREA, com exposição dos dados (fotos) retirados com o equipamento termovisor, devidamente organizados (com identificação do quadro, armário, local e bloco) e avaliação técnica dos dados.



## 9. Qualidade da Energia Elétrica

Nas instalações elétricas hospitalares, é importante avaliar índices relacionados à qualidade da energia elétrica e corrigir eventuais inconformidades que forem detectadas. Essa importância assegura o melhor funcionamento da instalação elétrica hospitalar, torna o uso energético mais eficaz, e assegura o melhor diagnóstico das enfermidades que forem detectadas por meio de exames de imagem, além de outros benefícios no ponto de vista médico e da infraestrutura elétrica.

A importância da avaliação dos requisitos dos índices da qualidade da energia elétrica é tão considerável, que diversos fabricantes dos equipamentos médico-hospitalares de grande porte, como tomógrafos, angiógrafos, ressonância magnética, entre outros, exigem que a instalação elétrica tenha um atendimento mínimo aos requisitos. Essa exigência garantirá o melhor funcionamento possível, pois haverá a minimização de riscos de que eventuais ruídos elétricos possam impactar na qualidade do exame e terapia, bem como evitará que esses equipamentos possam ter súbitos desligamentos causados por problemas elétricos, e redução da frequência das manutenções corretivas não planejadas.

Um outro ponto principal, de interesse econômico, é com relação à eficiência energética, pois muitos desses índices têm ligação com as perdas energéticas na condução e uso da energia elétrica em diversos equipamentos elétricos, como motores elétricos, sistemas de climatização, computadores, nos próprios equipamentos médico-hospitalares, entre outros. O uso eficaz da energia elétrica permite que a instalação elétrica tenha um melhor aproveitamento energético, em que grande parte da energia elétrica é, de fato, utilizada para as aplicações de interesse.

Além disso, a observância dos índices da qualidade da energia elétrica considerados adequados, considerando os requisitos estabelecidos pelo módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021) faz com que, indiretamente, a unidade hospitalar mantenha o fornecimento praticamente ininterrupto de energia elétrica, em especial em locais considerados críticos, como UTI, blocos cirúrgicos e salas de hemodinâmica, cuja interrupção do fornecimento, seja por qual for o motivo, possa pôr em risco a vida do paciente. Além disso, o fornecimento ininterrupto da energia elétrica nesses locais faz parte de um rol de exigências por parte da RDC 50 (ANVISA, 2002), cuja observância é obrigatória, assim como a observância aos requisitos estabelecidos pela norma relacionada às instalações elétricas hospitalares (ABNT, NBR 13534, 2008).

Finalmente, assegurar a observância dos índices da qualidade da energia elétrica, tanto por monitoramento, quanto por elaboração dos planos de ações para correção das inconformidades verificadas, são essenciais para o correto funcionamento da infraestrutura elétrica hospitalar, de tal forma que assegura não somente o correto funcionamento de toda a infraestrutura elétrica hospitalar, como também permite que haja a redução dos desperdícios da energia elétrica na rede elétrica do hospital.

## 9.1. Critérios de especificação da qualidade da energia elétrica

Os critérios de especificação são definidos, basicamente, pelos índices da qualidade da energia elétrica que serão monitorados pelas equipes de infraestrutura hospitalar, conforme requisitos estabelecidos pelo módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021) e de outras normas técnicas.

### 9.1.1. Variação de tensão em regime permanente e queda de tensão

Em regime permanente, a tensão nominal que irá alimentar a infraestrutura do hospital deverá ser a mesma do fornecimento geral, por parte da concessionária local de fornecimento de energia elétrica, e isso incluirá a tensão diferenciada que alimentará determinados equipamentos médico-hospitalares.

O módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021) indica, de forma explícita, a variação de tensão para instalações elétricas em média e alta tensão, conforme explicitado nos itens 21 e 22 deste módulo. Para a subestação de energia elétrica, a máxima variação de tensão admissível será de 5% à tensão nominal.

Entretanto, para as instalações elétricas de baixa tensão, deverá haver o atendimento aos requisitos estabelecidos pela norma relacionada à instalação elétrica de baixa tensão (ABNT, NBR 5410, 2008), considerando os principais limites de queda de tensão ao longo da instalação, assim sendo, de tal forma que se apresenta a Tabela 21:

Tabela 21 – Requisitos de queda de tensão da instalação elétrica em baixa tensão, conforme item 6.2.7 da norma ABNT NBR 5410

Valor máximo de queda de tensão (em %)	Condição
7%	A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, quando instalados na propriedade do consumidor ou quando esses terminais forem o ponto de entrega.
	A partir dos terminais da saída do gerador, quando a unidade geradora estiver instalada no hospital.
5%	A partir do ponto de entrega, nos fornecimentos em tensão secundária de distribuição
4%	Queda de tensão máxima admitida dos circuitos terminais

Exposto a isso, pode-se então interpretar que a máxima variação de tensão que poderá haver será de 4%. Entretanto, quando as especificações dos equipamentos médico-hospitalares exigir uma variação de tensão inferior a esse valor, deverá considerar que a variação de tensão em regime permanente seja a menor.

### 9.1.2. Variação de tensão de curta duração

A variação de tensão de curta duração (VTCD) pode ser definida como desvios significativos da amplitude de tensão durante um intervalo inferior a 3 (três) minutos (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021). Para uma variação superior a esse intervalo, pode-se interpretar como variação de tensão em regime permanente.

As variações de tensão de curta duração são classificadas, como apresenta a Tabela 22.

Tabela 22 – Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração, conforme o Módulo 8 do Prodist

Classificação	Denominação	Duração da Variação	Percentual em relação à tensão de referência <sup>16</sup>
Variação momentânea de tensão	Interrupção Momentânea de Tensão – IMT	Inferior ou igual a 3 segundos	Inferior a 10%
	Afundamento Momentâneo de Tensão – AMT		Entre 10% e 90%
	Elevação Momentânea de Tensão – EMT		Superior a 110%
Variação temporária de tensão	Interrupção Temporária de Tensão – ITT	Superior a 3 segundos e inferior a 3 minutos	Inferior a 10%
	Afundamento Temporário de Tensão – ATT		Entre 10% e 90%
	Elevação Temporária de Tensão – ETT		Superior a 110%

Tanto a variação de tensão em regime permanente, quanto a variação de tensão de curta duração são danosas à infraestrutura elétrica hospitalar, podendo acarretar diversos problemas em sua instalação elétrica, destacando-se os principais:

- Elevação de consumo de energia elétrica de forma considerável;
- Riscos de sobrecarga dos equipamentos, principalmente os equipamentos médico-hospitalares;
- Aumento da frequência de manutenções corretivas não programadas dos equipamentos, podendo acarretar desassistência ao paciente;
- Riscos de súbito desligamento dos equipamentos.

Logo, é essencial verificar, conforme a execução da rotina de monitoramento da qualidade da energia elétrica, os níveis de tensão, bem como identificar a duração em que o nível de tensão esteve fora dos valores recomendados.

<sup>16</sup> A tensão de referência é considerada como a tensão nominal de fornecimento de energia elétrica, por parte da concessionária local de fornecimento de energia elétrica.

### 9.1.3. Fator de potência

O fator de potência pode ser definido como a relação entre a energia transmitida à instalação elétrica e a máxima energia que pode ser transmitida, considerando-se as perdas na linha de transmissão (Bezerra, 2018).

De acordo com a Resolução Nº 1000 da ANEEL, o fator de potência mínimo exigido, para os consumidores, é de 0,92. O não cumprimento dos limites de fator de potência implica na aplicação de um ajuste, devido ao excesso da energia reativa, levando em consideração a diferença entre o valor mínimo permitido e o valor medido, em que a sua cobrança é apresentada na equação (1), para consumidores de média tensão (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021):

$$D_{RE}(p) = VR_{DRE} \times \left[ \sum_{T=1}^n \text{MAX} \left( DAM_T \times \frac{fp_r}{fp_t} \right) - DAF(p) \right] \quad (1)$$

Sendo:

$D_{RE}(p)$	Valor, por posto tarifário "p", correspondente à demanda de potência reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência " $fp_r$ " no período de faturamento, em Reais (R\$).
$VR_{DRE}$	Valor de referência, em Reais por quilowatt (R\$/kW), equivalente às tarifas de demanda de potência – para o posto tarifário fora de ponta – das tarifas aplicáveis aos subgrupos do grupo A para a modalidade tarifária horária azul.
$DAM_T$	Demanda de potência ativa medida no intervalo de integralização de uma hora "T", durante o período de faturamento, em quilowatt (kW).
$fp_r$	Fator de potência referência igual a 0,92.
$fp_t$	Fator de potência da unidade consumidora, calculado em cada intervalo "T" de uma hora, durante o período de faturamento.
$DAF(p)$	Demanda de potência ativa faturável, em cada posto tarifário "p" no período de faturamento, em quilowatt (kW).
$MAX$	Função que identifica o valor máximo da equação, dentro dos parênteses correspondentes, em cada posto tarifário "p".
$T$	Intervalo de uma hora, no período de faturamento.
$n$	Número de intervalos de integralização "T", por posto tarifário "p", no período de faturamento.
$p$	Posto tarifário ponta ou fora de ponta para as modalidades tarifárias horárias

Embora a principal consequência do baixo fator de potência fosse o consumidor necessitar pagar um ajuste à concessionária de fornecimento de energia elétrica, no ponto de vista da infraestrutura elétrica hospitalar, as principais consequências do baixo fator de potência são:

- Elevação considerável do consumo de energia elétrica;
- Sobrecarga nas instalações elétricas, pois o fator de potência reduzido poderá acarretar a elevação da tensão ou da corrente elétrica, o que acarretará os seus efeitos secundários;
- Redução da vida útil dos equipamentos médico-hospitalares e de outros itens da infraestrutura elétrica;
- Queima dos equipamentos, sobretudo os equipamentos médico-hospitalares;

- Risco de sobrecarga em sistemas de geração de emergência;
- Aumento da frequência das manutenções corretivas não programadas, principalmente em equipamentos médico-hospitalares;
- Sobrecarga em subestações.

Uma das soluções mais usadas para a correção do fator de potência, em uma instalação elétrica, é o uso de banco de capacitores.

Entretanto, em uma instalação elétrica que tenha uma grande quantidade de harmônicos, ou que tenha condições que favoreçam a formação das distorções harmônicas, como o sistema de aterramento ineficaz ou inexistente, o uso de banco de capacitores pode não ser tão atrativo, devido ao risco de haver a formação de ressonâncias elétricas, que poderão ser danosas à instalação elétrica hospitalar.

Por outro lado, o uso de estabilizadores de tensão pode ser um atrativo que pode ser considerado, em especial para os equipamentos de grande porte, pois eles podem manter o fator de potência do sistema elevado, bem como possuem a capacidade de filtrar harmônicos.

Vale lembrar que os estabilizadores de tensão são totalmente diferentes aos equipamentos vendidos comercialmente como “estabilizadores”, pois esses somente possuem um transformador, enquanto aqueles têm a capacidade de filtrar componentes harmônicos e ainda possuem a capacidade de elevar o fator de potência do sistema.

Um dos exemplos de utilização dos estabilizadores de tensão, para aplicações hospitalares, é apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Nobreak e estabilizador de tensão



Nobreak e estabilizador de tensão no HUAB-UFRN.

Fonte: Acervo próprio

#### 9.1.4. Distorções harmônicas

As distorções harmônicas de tensão (TDH), segundo o módulo 8 do Prodist, são fenômenos associados às deformações nas formas de onda de tensão em relação à onda senoidal de frequência fundamental, que é de 60 Hz no Brasil (Bezerra, 2018).

Para instalações elétricas de baixa tensão, a taxa de distorção harmônica total deverá ser inferior a 10%, enquanto na subestação de média tensão deverá ser inferior a 6%, sendo para tensão entre 2,3 kV e 69 kV (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021).

Diferentemente do fator de potência, ainda não há a cobrança, ao consumidor, de ajustes em caso da taxa de distorção harmônica esteja em desacordo com os requisitos estabelecidos pela ANEEL. Entretanto, muitos dos efeitos da distorção harmônica são consideravelmente danosos à instalação elétrica, principalmente para o caso da hospitalar, devido a grande quantidade de equipamentos sensíveis e de grande valor agregado.

Em uma instalação elétrica com quantidade considerável de harmônicos, os efeitos negativos serão:

- Elevação do consumo de energia elétrica, muitas vezes sem motivo aparente;
- Redução de desempenho dos equipamentos médico-hospitalares e de comando;
- Distorção e ruídos nas imagens obtidas pelos equipamentos responsáveis pelos exames de imagem, o que pode dificultar a interpretação médica;
- Falhas precoces nos equipamentos, muitas vezes sem motivo aparente;
- Súbitos desligamentos dos equipamentos;
- Vibração excessiva nos equipamentos que utilizam partes mecânicas;
- Mau funcionamento de bancos retificadores e de inversores;
- Maiores riscos de geração de ressonâncias elétricas em banco de capacitores;
- Elevação de frequência das manutenções corretivas não programadas;
- Queima irreparável de equipamentos médico-hospitalares.

Vale lembrar que a distorção harmônica também interfere nos outros índices relacionados à qualidade da energia elétrica, como o fator de potência e desequilíbrio de tensão<sup>17</sup>, o que pode comprometer ainda mais na degradação da infraestrutura elétrica, já que os efeitos negativos podem ser ainda mais intensificados (Bezerra, 2018).

---

<sup>17</sup> A relação entre distorção harmônica e desequilíbrio é pela componente de frequência de ordem múltipla de 3, a qual corresponde como componente de desequilíbrio (Bezerra, 2018). Recomenda-se que as componentes harmônicas de ordem múltipla de 3 sejam medidas, via analisadores de espectro, e que o percentual da taxa de distorção harmônica seja inferior a 6,5% e 5%, para tensões inferiores a 2,3 kV e na faixa entre 2,3 kV e 69 kV, respectivamente (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021).

Entretanto, um dos meios de corrigir a distorção harmônica das instalações elétricas hospitalares é o uso de estabilizadores de tensão, conforme exemplificado na Figura 25. Da mesma forma que esses equipamentos também são úteis para corrigir o fator de potência, também têm a capacidade de filtrar componentes harmônicas. Os estabilizadores também podem ser associados ao uso de *nobreak*, principalmente conectados em equipamentos médico-hospitalares de grande porte, para assegurar não somente o atendimento aos índices da qualidade da energia elétrica, como também o fornecimento ininterrupto aos equipamentos elétricos instalados em locais que exige esse tipo de fornecimento, conforme a norma de instalações elétricas hospitalares (ABNT, NBR 13534, 2008) e da RDC 50 (ANVISA, 2002).

Vale salientar que há meios para evitar que seja evitado a formação de distorções harmônicas nas instalações elétricas hospitalares, sendo exemplificadas por estas:

- Evitar a ligação de grupo motor gerador nos circuitos de equipamentos de exames por imagens, em especial tomógrafo, angiógrafo, ressonância magnética, mamógrafo, aparelho de raio-x. Se houver essas ligações, será necessário desfazê-las e ligar somente aos circuitos oriundos da concessionária local de fornecimento da energia elétrica, situado na subestação geral ou na dedicada a esses equipamentos, caso exista;
- Verificar, quando necessário, a resistência de aterramento e realizar correções, caso haja inconformidade;
- Verificar, quando necessário, se há diferença de potencial entre o neutro e terra, e realizar correções, quando houver necessidade;
- Verificar, quando necessário, a efetividade das ligações equipotenciais.

Logo, é essencial que seja verificada a viabilidade técnico-econômica de aplicação das medidas de correção das distorções harmônicas das instalações elétricas hospitalares, de tal forma que as medidas de correção dos harmônicos no HUF não sejam consideravelmente onerosas, se comparado com os potenciais custos e eventualidades causadas por distorções harmônicas.

### 9.1.5. Desequilíbrio de tensão

O desequilíbrio de tensão, de acordo com o módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021), é definido como o fenômeno caracterizado por quaisquer diferenças verificadas nas amplitudes das tensões entre as fases de um sistema, podendo vir acompanhado com a defasagem diferente de 120° entre as fases do sistema elétrico (Bezerra, 2018).

O fator de desequilíbrio pode ser encontrado nas equações (2) e (3), considerando as tensões de alimentação que forem medidas:

$$\beta = \frac{V_{RS}^4 + V_{ST}^4 + V_{RT}^4}{(V_{RS}^2 + V_{ST}^2 + V_{RT}^2)^2} \quad (2)$$

$$FD(\%) = 100 \times \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \quad (3)$$

Sendo:

$\beta$	Fator operador de tensões
$V_{RS}$	Tensão de linha entre as fases R e S
$V_{ST}$	Tensão de linha entre as fases S e T
$V_{RT}$	Tensão de linha entre as fases R e T
$FD(\%)$	Fator de desequilíbrio percentual

Os limites para o indicador do fator de desequilíbrio são apresentados na Tabela 23, conforme o item 53 do módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021).

Tabela 23 – Limites para o indicador de desequilíbrio de tensão

Faixa de tensão nominal	$FD(\%)$
$V_n < 2,3 \text{ kV}$	3,0%
$2,3 \text{ kV} \leq V_n < 230 \text{ kV}$	2,0%

Tipicamente, é aceitável que uma instalação elétrica possua alguma intensidade de desequilíbrio de tensão, devido às distribuições das cargas monofásicas, considerando que os usuários da instalação elétrica do hospital ligam os equipamentos elétricos, sem que conheçam qual é a fase em que a tomada está ligada, o que é algo perfeitamente rotineiro. Não obstante, diversos equipamentos médico-hospitalares que exigirem a alimentação trifásica foram projetados para funcionarem em seu rendimento máximo quando houver algum desequilíbrio de tensão, desde que o fator de desequilíbrio seja inferior a 3% para tensão inferior a 2,3 kV.

Mas quando o fator de desequilíbrio atinge percentual superior ao valor de referência apresentado na Tabela 23, elevam-se os riscos de haver diversos problemas em equipamentos que necessitem de alimentação trifásica, sendo os principais:

- Perda de rendimento dos motores elétrico, causadas pela elevação das perdas elétricas;
- Elevação do consumo da energia elétrica;

- Redução da vida útil em equipamentos elétricos trifásicos, em especial para os equipamentos médico-hospitalares de grande porte;
- Perda da capacidade de geração de energia elétrica pelo grupo motor gerador;
- Danos mecânicos em motores elétricos, em especial ao grupo motor gerador<sup>18</sup>;
- Elevação de frequência das manutenções corretivas não programadas em equipamentos elétricos que necessitem de alimentação trifásica;
- Geração de componentes harmônicas originárias dos elementos de retificação e inversão de sinais elétricos, quando não são devidamente filtradas (Bezerra, 2018).

Muitos dos problemas que envolvem o desbalanceamento das fases de tensão podem originar a outros problemas da qualidade da energia elétrica, como harmônicos e variações de tensão, em especial nos equipamentos médico-hospitalares trifásicos, devido a quantidade de componentes eletrostáticos de alta capacidade elétrica.

## 9.2. Critérios de monitoramento

Caberá ao Setor de Infraestrutura Física (SIF) do hospital, ou o setor que se relacionar, monitorar os índices da qualidade da energia elétrica, podendo o monitoramento ser regularmente ou quando for necessário em determinadas situações específicas<sup>19</sup>.

O monitoramento dos índices da qualidade da energia elétrica poderá ser realizado com uso de multimedidores das grandezas elétricas gerais e locais. Esses equipamentos também são conhecidos como analisadores das grandezas elétricas.

Os multimedidores gerais são equipamentos instalados em determinados quadros de distribuição, ou nos painéis elétricos específicos, sendo fixados nesses locais, e possuem a finalidade de realizar medições instantâneas, bem como registrarem e transmitirem os dados.

Já os multimedidores locais são equipamentos que podem ser instalados em circuitos elétricos, através de engates e desengates rápidos, sendo amplamente utilizados em situações específicas ou de forma periódica.

---

<sup>18</sup> Muitos dos danos mecânicos em grupo motor gerador pode tornar a geração de energia elétrica insuficiente, podendo até inutilizar o sistema de geração de emergência.

<sup>19</sup> As situações específicas podem ser: avaliação da capacidade elétrica para fins de recebimento de equipamento médico-hospitalar, obras e serviços de ampliação da infraestrutura, manutenção mais intensiva de setores do HUF, entre outras situações específicas que forem definidas pelo SIF.

### 9.2.1. Multimeditores gerais de grandezas elétricas

Para a realização de monitoramentos dos índices da qualidade da energia elétrica da instalação geral, é necessária a instalação e uso de multimeditores gerais das grandezas elétricas, exemplificado na Figura 26, o qual deverá estar instalado em um quadro geral de distribuição de baixa tensão da subestação. É recomendável que esses sistemas sejam dotados de protocolo aberto, visando a melhor compatibilidade da infraestrutura de rede lógica existente no hospital. Esses equipamentos deverão realizar medição de forma contínua, com o intervalo de registro das leituras de 10 minutos, conforme requisita o Módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021).

Figura 26 – Exemplo de multimetedor geral de grandezas elétricas instalado em uma subestação de energia elétrica



Multimetedor instalado em uma subestação da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Fonte: Acervo próprio

Os locais recomendados da instalação desses multimedidores, bem como as análises periódicas de dados obtidos são apresentados na Tabela 24. Entretanto, o SIF poderá realizar essas análises antes do intervalo recomendado, caso haja alguma necessidade específica que justifique a análise dos dados.

Tabela 24 – Intervalos recomendados para a análise das grandezas elétricas

<b>Ambiente</b>	<b>Periodicidade recomendada</b>
Subestação abrigada	6 (seis) meses
Salas de exames por imagem	2 (dois) meses
Blocos cirúrgicos	3 (três) meses
UTI	3 (três) meses
Salas técnicas	6 (seis) meses
Salas de processamento e bombeamento de insumos terapêuticos <sup>20</sup>	6 (seis) meses
Salas de máquinas <sup>21</sup>	6 (seis) meses
Quadro geral setorizado de baixa tensão dos demais blocos ou ambientes	6 (seis) meses

---

<sup>20</sup> Os exemplos das salas de processamento e manejo de insumo que necessitam de bombeamento são: salas de gases medicinais, salas de processamento e tratamento da água para hemodiálise, entre outros.

<sup>21</sup> São exemplos de salas de máquinas: sala de *fancoil*, insuflamento, tratamento de ar, central de ar-condicionado, casa de bombas, entre outras aplicações.

## 9.2.2. Multimeditores locais das grandezas elétricas

Os multimeditores locais são equipamentos destinados para a realização das medições e análises em determinados circuitos da instalação elétrica, de tal forma que se apresenta a Figura 27.

Figura 27 – Exemplo de multimetedor local das grandezas elétricas

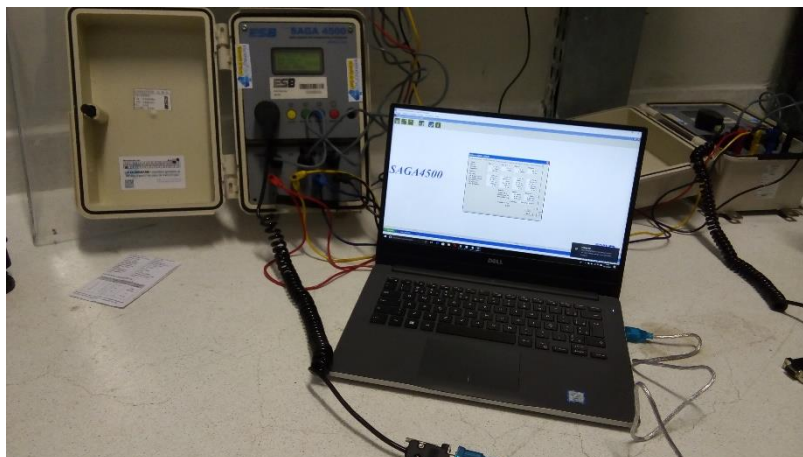


Multimeditores locais de grandezas elétricas instalados em um quadro de distribuição da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Fonte: Acervo próprio

Os multimedidores locais são equipamentos de engate e desengate rápido, em que a sua instalação pode ser realizada em circuitos energizados. Por outro lado, a configuração do equipamento, bem como a extração dos dados para a análise das grandezas elétricas deverá ser realizada *in loco*, com um auxílio de um *notebook* contendo um *software* para tal fim, como é apresentado na Figura 28.

Figura 28 – Procedimento de configuração e extração de dados do multimedidor local das grandezas elétricas



Exemplo de extração de dados das medidas elétricas via *notebook*.

Fonte: Acervo próprio

Entretanto, a ligação ao circuito energizado do multimedidor local deverá ser realizada com um profissional autorizado e que esteja com uso do equipamento de proteção individual (MTE, NR-10, 1978 Rev. 2019).

Tipicamente, o uso dos multimedidores locais das grandezas elétrica, para a realização do monitoramento dos índices da qualidade da energia elétrica, poderá ser realizado sob demanda, a depender da necessidade do SIF do hospital, fazendo parte como etapa posterior da manutenção preditiva das instalações elétricas do hospital.

De qualquer forma, todos os dados de medição, bem como as eventuais intervenções que forem realizadas para corrigir inconformidades encontradas nos índices da qualidade da energia elétrica, deverão ser registrados pelos profissionais envolvidos a essas atividades.

### 9.3. Critérios de intervenção

Muitas das inconformidades relacionadas aos índices da qualidade da energia elétrica, conforme o Módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021), podem causar diversas consequências na infraestrutura elétrica. Entretanto, algumas das intervenções para corrigir os índices da qualidade da energia elétrica do HUF podem não apresentar boa viabilidade técnico-econômica, caso os parâmetros medidos e analisados não representarem risco elevado à integridade da instalação elétrica hospitalar, bem como o histórico de ocorrências não fossem tão onerosos à infraestrutura que justificaria a necessidade de intervenções mais onerosas e rigorosas.

Com isso, o principal critério de avaliação da necessidade das intervenções é verificar se os efeitos relacionados à qualidade da energia elétrica estão causando consideráveis intercorrências na instalação elétrica, e se essas intercorrências justifiquem a necessidade de realizar intervenções na infraestrutura, visando à correção dos índices da qualidade da energia elétrica.

Vale lembrar que, antes de ser realizada as intervenções para a correção dos índices da qualidade da energia elétrica, o SIF deverá avaliar a viabilidade das intervenções, considerando a sequência dos graus de prioridade a seguir:

1. Verificação se os índices analisados atendem aos requisitos do Módulo 8 do Prodist (ANEEL, Resolução Normativa Nº 956, 2021);
2. Locais médicos de grupo 2<sup>22</sup>, indicados na Tabela 2;
3. Equipamentos médico-hospitalares de imagem e da infraestrutura auxiliar;
4. Quantidade de ocorrências de severidade considerável que envolverem a instalação elétrica;
5. Verificação do custo-benefício e viabilidade técnico-econômica da solução preventiva que for adotada.

---

<sup>22</sup> Esses locais necessitam de alimentação elétrica praticamente ininterrupta, e os efeitos das violações dos índices da qualidade da energia elétrica, como a súbita interrupção da alimentação elétrica, poderá pôr em risco a vida do paciente.



## 10. Segurança do trabalho

### 10.1. Requisitos básicos de segurança do trabalho em instalações elétricas

É obrigatório que o HUF mantenha o prontuário das instalações elétricas atualizado, conforme requisitos estabelecidos pela NR-10 (MTE, NR-10, 1978 Rev. 2019). Além dos esquemas unifilares das instalações elétricas, com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção, é necessário que o HUF mantenha, no mínimo:

- Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas à NR 10 e descrição das medidas de controle existentes;
- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sistema de aterramento e sistema IT Médico;
- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina a NR 10;
- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações e cronogramas de adequações;
- Plano de contingência para eventual interrupção do fornecimento de energia pela concessionária local.

Recomenda-se que os Hospitais Universitários Federais da rede Ebserh realizem estudo de classificação de área, considerando o risco de explosão devido ao uso de misturas inflamáveis, principalmente os seguintes ambientes:

- Unidades de terapia intensiva (UTI);
- Centros cirúrgicos e salas de cirurgia;
- Salas de exames que necessitem de indução anestésica;
- Salas de processamento de anestesia;
- Centrais de gases;
- Áreas de radiologia e processamento de radiações ionizantes;
- Depósitos de materiais inflamáveis.

A elaboração do prontuário das instalações elétricas deve ser realizada pelo engenheiro eletricista, responsável técnico do HUF, e mantida em local de fácil acesso.

## 10.2. Demais condições de segurança e higiene do trabalho

Quando da contratação de empresas para execução indireta de obras e serviços de engenharia, é essencial que a empresa contratada seja informada a respeito da necessidade de cumprir integralmente a Lei nº 6.514/77, assim como as Normas Regulamentadoras (NR) aplicáveis ao serviço contratado.

Dessa forma, no que se refere às condições de segurança e higiene do trabalho, são responsabilidades que deverão ser observadas:

- Prestar socorro aos seus funcionários e aos de suas subcontratadas no caso da ocorrência de acidente de trabalho, encaminhando-o imediatamente à unidade de saúde pertinente conforme o caso, às suas expensas e por seus meios de transporte, acompanhado do responsável técnico pela obra ou Técnico de Segurança do Trabalho;
- Realizar a investigação de acidentes, com registro em relatório estatístico, que deverá ser enviado mensalmente para o SOST ou setor equivalente, por meio do fiscal do contrato;
- Fornecer e fiscalizar o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), de acordo com os riscos aos quais o seu empregado esteja exposto, registrando a entrega desses na ficha de EPI. Estas fichas deverão ser individuais e constar no mínimo as seguintes informações: nome, função, data de admissão, data de recebimento do equipamento, descrição do equipamento, número de Certificado de Aprovação (CA) e assinatura do empregado. Todos os EPI fornecidos deverão possuir CA aprovado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e dentro do prazo de validade;
- Providenciar que todos os empregados estejam identificados e uniformizados, inclusive os subcontratados, caso aplicável;
- Assegurar o fornecimento de ferramentas, máquinas e equipamentos em perfeitas condições de uso, adequadas e destinadas à atividade que será desenvolvida;
- Instruir gerentes, encarregados e prepostos a adotarem procedimentos de trabalho seguros, assegurando o treinamento necessário para a execução das atividades;

- Comunicar ao Fiscal do Contrato todo e qualquer incidente ou acidente ocorrido no trabalho, além da comprovação das ações realizadas pela equipe de segurança e medicina no trabalho da Contratada, quando houver, tais como: avaliação médica do acidentado, Investigação do acidente e estabelecimento de medidas corretivas e preventivas, entregando uma cópia da Comunicação de Acidente no Trabalho (CAT) ou do relatório do incidente, no prazo máximo de 3 dias úteis;
- Responsabilizar-se por todas as providências e obrigações estabelecidas na legislação específica de acidentes do trabalho, quando, em ocorrência da espécie, forem vítimas os seus empregados e empregados de suas subcontratadas no desempenho dos serviços;
- Isolar o local adequadamente, quando as atividades forem realizadas em áreas de circulação de pessoas e veículos e nos locais onde houver riscos de queda de materiais, pessoas e objetos;
- Manter a ordem, higiene e organização do local de trabalho;
- Providenciar toda a sinalização necessária à execução da obra, no sentido de evitar qualquer tipo de acidente;
- Manter atualizada a documentação relativa aos colaboradores que estão desenvolvendo atividades no hospital, inclusive dos funcionários das subcontratadas. Toda alteração no quadro de colaboradores deve ser comunicada ao fiscal do contrato;
- Manter atualizado e apresentar à fiscalização do contrato, antes do início dos trabalhos, o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) específico para a atividade a ser realizada, contemplando os riscos e condições encontradas nas dependências do hospital;
- Elaborar, implementar e manter atualizado o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO), em consonância com o PPRA e o mesmo deverá ser apresentado à fiscalização do contrato antes do início das atividades, com objetivo da promoção e preservação da saúde dos seus trabalhadores. O documento deverá conter o nome, registro do conselho de classe profissional (CRM) e cópia do certificado de habilitação em medicina do trabalho do médico coordenador do documento, empregado ou não da Contratada;
- Apresentar cópia do Atestado de Saúde Ocupacional – ASO (admissional ou periódico) atualizada dos empregados próprios e subcontratados que atuarão nas atividades. O documento original deverá ficar de posse da Contratada ou seu preposto, nas frentes de trabalho;

- Elaborar e implementar o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil (PCMAT) nos estabelecimentos com 20 (vinte) trabalhadores ou mais, contemplando os aspectos da NR 18 e outros dispositivos complementares de segurança. O PCMAT deverá ser elaborado por profissional legalmente habilitado, apresentando a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Providenciar instalações sanitárias e suprimento de água potável gelada para seus funcionários;
- Manter, obrigatoriamente, Serviços Especializados de Engenharia, Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, devidamente registrado, quando enquadradas no quadro II da NR 4 da Portaria 3.214/78. Caso a Contratada esteja desobrigada a cumprir o exposto acima, deverá designar pessoa capacitada responsável para atender as exigências relacionadas às Normas de Segurança do Trabalho. O SESMT da Contratada ou a pessoa designada para esta função, deverá atuar de forma integrada com o Serviço Ocupacional de Saúde e Segurança do Trabalhador do hospital, para que as ações desenvolvidas sejam efetivas para a proteção de todos os trabalhadores envolvidos em cada atividade;
- Apresentar, antes do início das atividades, a Análise Preliminar de Risco (APR), Permissão de Trabalho (PT) ou Permissão de Entrada e Trabalho (PET – no caso de trabalho em espaço confinado), elaborada por profissional conhecedor da área de saúde e segurança do trabalho, além de certificados de treinamento dos empregados para as seguintes atividades: trabalhos com solda; trabalho em altura (acima de 2m do solo); escavação; espaço confinado; movimentação/içamento e transporte de cargas; instalações elétricas e que necessitem de habilitações específicas (empilhadeiras, entre outros).
- Caso a atividade seja por qualquer motivo suspensa/encerrada, a PT para esta atividade deve ser encerrada também, e aberta uma nova PT para continuação das atividades, quando aplicável;
- A Permissão de Trabalho deve conter os requisitos mínimos a serem atendidos para a execução dos trabalhos, as disposições e medidas estabelecidas na Análise Preliminar de Risco – APR, a relação de todos os envolvidos e suas autorizações;
- A Contratada deverá assumir a responsabilidade por todas as providências e obrigações estabelecidas na legislação específica de acidentes do trabalho, quando, em ocorrência da espécie, forem vítimas os seus empregados no decorrer do desempenho dos serviços ou em conexão com eles, ainda que acontecido em dependência do hospital;
- A fiscalização da contratante acompanhará a execução dos serviços, alertando, sempre que julgar necessário, quanto ao descumprimento das

normas de segurança, podendo os responsáveis pela fiscalização notificar a Contratada sobre a respectiva desconformidade, solicitando a sua correção;

- A Contratada deverá instalar os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) necessários para a execução dos serviços, sem prejuízo das demais medidas que se demonstrarem necessárias.

### 10.2.1. Premissas para realização de atividades especiais com alto grau de risco

Quando da realização de atividades especiais que ensejem em grau elevado de risco à saúde e segurança do trabalhador, deverão ser observadas as seguintes premissas:

#### **Realização de trabalho em altura:**

- A Contratada deverá comprovar que seus colaboradores são capacitados (treinados) e estão aptos a realizar atividades nestas condições através da apresentação do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), onde conste a informação de apto para trabalho em altura, e o certificado de treinamento para trabalho em altura, conforme preconizado na NR-35;
- É obrigatório o uso do cinto de segurança, tipo paraquedista com uso de talabarte duplo;
- Para trabalhos em altura superior a 2 metros e a apresentação da metodologia que será adotada para realização dos serviços (se farão uso de andaimes, escadas ou plataforma elevatória, e ainda, quais alternativas de ancoragem que serão utilizadas);
- Em caso da utilização de sistemas de ancoragem, andaimes tipo suspensos, fachadeiros ou de balanço, as montagens de tais andaimes devem ser precedidas de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, bem como deverá ser apresentada a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica).

#### **Realização de trabalho em espaço confinado:**

- A Contratada deverá comprovar que seus colaboradores são capacitados (treinados) e estão aptos a realizar atividades nestas condições através da apresentação do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), onde conste a informação de apto para trabalho em espaço confinado, e o certificado de treinamento para espaço confinado de acordo com a função a ser exercida, conforme preconizado na NR-33;
- O trabalho nestes ambientes nunca deve ser realizado por apenas um trabalhador. As atividades devem ser acompanhadas e supervisionadas por pessoa capacitada;

- Sempre devem ser avaliadas as condições ambientais antes de entrar e durante as atividades no espaço confinado, utilizando minimamente o medidor de quatro gases (Oxigênio, Gases Explosivos, Monóxido de Carbono e Gás Sulfídrico);
- A Contratada deve elaborar e implementar procedimentos de emergência e resgate adequados aos espaços confinados e apresentá-los antes do início das atividades. Além disso, qualquer tipo de trabalho deve ser interrompido em caso de suspeita de condição de risco grave e iminente, procedendo ao imediato abandono do local.

**Movimentação, içamento e transportes de carga:**

- A Contratada deverá apresentar documentação referente à manutenção periódica do veículo/equipamento, bem como, os certificados de treinamento dos operadores de equipamentos de elevação e transporte de carga, de acordo com legislação pertinente. Também deverá ser apresentado pela Contratada o cartão de identificação do operador, com nome e fotografia;
- Todos os equipamentos de elevação e transporte de carga devem possuir indicação da carga máxima permitida, a qual não poderá ser excedida;
- Todo raio de movimentação da carga a ser transportada deve estar isolado e sinalizado e com acesso restrito;
- Os equipamentos de elevação e transporte de carga devem manter distância segura das redes de energia elétrica.

**Trabalho com máquinas e equipamentos elétricos:**

- As máquinas deverão possuir proteção nas partes móveis, conforme estabelece a NR 12;
- Os comandos de acionamento e de parada de emergência devem ser testados antes da utilização. Para o manuseio de máquinas, o operador deve ser capacitado e autorizado, com a apresentação dos respectivos documentos comprobatórios;
- As máquinas e ferramentas devem estar em boas condições de operação, com manutenção periódica, e serem utilizadas apenas para as atividades a que se destinam;
- Para a realização de manutenção das máquinas, estas devem estar completamente desligadas, paradas e sinalizadas. As ferramentas elétricas devem ser utilizadas sempre na tensão e na rotação correta, verificando sempre antes de ligar, se a fiação está em perfeitas condições e se o material está bem fixado;

- As extensões devem possuir duplo isolamento e serem utilizadas de maneira adequada e segura. Deve-se garantir que os cabos não permaneçam soltos na área de circulação de pessoas de forma a ocasionar acidentes;
- Reparos e manutenções elétricas deverão ser feitas somente por pessoal especializado e autorizado. Os equipamentos elétricos deverão ser aterrados;
- As atividades que envolvam quebra, perfurações ou soldas devem ser precedidas de estudo da planta, a fim de verificar a existência de rede de distribuição de gás, elétrica, hidráulica, entre outras;
- A operação de máquinas ou ferramentas que possam gerar faísca deve ser realizada a uma distância segura de materiais inflamáveis.

**Demolição:**

- Antes de se iniciar a demolição, as linhas de fornecimento de energia elétrica, água, inflamáveis líquidos e gasosos liquefeitos, substâncias tóxicas, canalizações de esgoto e de escoamento de água devem ser desligadas, retiradas, protegidas ou isoladas;
- Toda demolição deve ser programada e dirigida por profissional legalmente habilitado com a apresentação de documento comprobatório;
- Antes de se iniciar a demolição devem ser removidos todo tipo de elementos frágeis;
- Fica proibida a permanência de pessoas nos pavimentos que possam ter sua estabilidade comprometida no processo de demolição;
- Os elementos da construção em demolição não devem ser abandonados, em posição que torne possível o seu desabamento;
- Os materiais das edificações, durante a demolição e remoção, devem ser umedecidos;
- As paredes somente podem ser demolidas antes da estrutura, quando esta for metálica ou de concreto armado;
- As destinações de resíduos deverão ser feitas por empresa legalmente habilitada para esta atividade.

**Produtos químicos:**

- Antes da utilização dos produtos químicos a Contratada deve informar oficialmente o Gestor/Fiscal de Contrato e encaminhar ao mesmo a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ);
- O armazenamento e fracionamento de produtos químicos devem ser feitos em local específico, distante de locais que possam gerar faísca, materiais combustíveis, refeitórios, vestiários, etc.
- A Contratada deverá garantir a destinação final adequada para resíduos químicos;
- A Contratada deverá treinar seus empregados, fornecendo os EPIs necessários para a utilização do produto químico, de acordo com suas respectivas FISPQs.

## 11. Sistema de Combate a Incêndio e Pânico

Os sistemas de proteção e combate a incêndio e pânico dos HUF deverão ser projetados e instalados em conformidade com as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local.

Salienta-se que, para fins de atendimento ao item 5.2.2.2.3 da NBR 5410 (ABNT, NBR 5410, 2008), em áreas de circulação e em áreas de concentração de público, em locais BD2, BD3 e BD4, as linhas elétricas embutidas devem ser totalmente imersas em material incombustível, enquanto as linhas aparentes e as linhas no interior de paredes ocas ou de outros espaços de construção devem atender a uma as seguintes condições:

- No caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, os cabos devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;
- No caso de linhas constituídas por condutos abertos, os cabos devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Já os condutos, caso não sejam metálicos ou de outro material incombustível, devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;
- No caso de linhas em condutos fechados, os condutos que não sejam metálicos ou de outro material incombustível devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Na primeira hipótese (condutos metálicos ou de outro material incombustível), podem ser usados condutores e cabos apenas não-propagantes de chama; na segunda, devem ser usados cabos não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.

### 11.1. Critérios de Projeto

Via de regra, os projetos de prevenção e combate a incêndio e pânico deverão obedecer aos requisitos expressos nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local. Deverão ser observadas todas as exigências relativas a acesso, saídas de emergência, iluminação de emergência, sistema de detecção e alarme de incêndio e demais requisitos constantes nas Instruções Técnicas.

O HUF deve garantir que a alimentação elétrica das bombas de combate a incêndio seja mantida tanto na eventual queda do fornecimento de energia pela concessionária local, quanto em emergências (incêndio).

Recomenda-se que a central de controle do sistema de detecção de incêndio seja do tipo endereçável, em função desta tecnologia permitir uma localização mais exata do local onde está ocorrendo o princípio de incêndio.

## 11.2. Requisitos de manutenção do sistema de combate a incêndio

### 11.2.1. Manutenção dos sistemas de detecção e alarme de incêndio

A manutenção preventiva e corretiva dos sistemas de detecção e alarme de incêndio deve ser executada por técnicos habilitados e treinados. Além disso, a equipe responsável pela manutenção deve portar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) necessários para a execução do serviço de forma segura. Todos os equipamentos de proteção devem possuir isolamento compatível com o nível de tensão da instalação elétrica.

A manutenção preventiva deve garantir, por meio de testes, que o sistema de detecção e alarme de incêndio esteja em pleno funcionamento. Registros dos testes devem ser feitos em planilha disponibilizada à equipe de manutenção. As correções necessárias serão executadas imediatamente.

Após qualquer alteração ou correção de falhas no sistema de detecção e alarme de incêndio, uma nova verificação do sistema deve ser efetuada, com emissão de relatório informando seu estado de funcionamento.

O roteiro de manutenção preventiva deve ser executado a cada três meses e consiste, no mínimo, nas seguintes atividades:

- Medição da corrente de cada circuito do sistema de detecção e alarme de incêndio, e comparação dos resultados com os dados da manutenção anterior;
- Verificação do status de supervisão de cada circuito da central de incêndio;
- Verificação visual do estado geral dos componentes da central de incêndio e de suas condições de operação;
- Verificação do estado e carga das baterias;
- Medição da tensão no ponto de alimentação da central de incêndio;
- Ensaio funcional por amostragem dos detectores, com procedimento documentado, considerando um percentual mínimo de 25% do total de detectores instalados. O cronograma de manutenção deve garantir que 100% dos detectores sejam ensaiados no período de um ano;
- Ensaio funcional de todos os acionadores manuais do sistema;
- Verificação de danos na rede de eletrodutos e fiação;
- Realizar a limpeza dos componentes do sistema, a cada atividade de manutenção.

Quando a manutenção exigir a interrupção parcial ou total do funcionamento do sistema, devem ser tomadas precauções especiais no sentido de suprir a vigilância necessária dos locais cujos circuitos/dispositivos encontram-se inoperantes.

Em caso de intercorrências durante as manutenções, o SIF do HUF deverá ser imediatamente contatado.

### 11.2.2. Manutenção preventiva das casas de bomba de combate a incêndio

A manutenção preventiva das casas de bombas de combate a incêndio deve ser executada por técnicos habilitados e treinados, mensalmente. Além disso, a equipe responsável pela manutenção deve portar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) necessários para a execução do serviço de forma segura. Todos os equipamentos de proteção devem possuir isolamento compatível com o nível de tensão da instalação elétrica. A manutenção deverá ser realizada em conjunto com o técnico de segurança do hospital e a brigada de incêndio.

#### **A manutenção mensal consiste em:**

- Verificar o estado de limpeza da casa de bombas e em caso de sujidade proceder com a higienização;
- Realizar o acionamento do motor e verificar a rotação da bomba, sinais de ruídos, temperatura e sinais de fumaça;
- Verificar se há vazamentos;
- Medir corrente elétrica do motor com o uso de alicate amperímetro durante o teste;
- Nos locais em que tiverem pressostato e manômetro, realizar inspeção visual antes, durante e após o teste e verificar se está parametrizado de acordo com o valor da planilha de manutenção;
- Verificar e proceder a troca, em caso de defeito, da iluminação do local;
- Anotar todos os dados solicitados em uma planilha de manutenção.

Em caso de intercorrências durante as manutenções, o SIF do HUF deverá ser imediatamente contatado.



## Referências

- ABNT. (30 de Julho de 1997). NBR 13897. *Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário.*
- ABNT. (30 de Julho de 1997). NBR 13898. *Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário.*
- ABNT. (30 de Novembro de 2008). NBR 13534. *Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.*
- ABNT. (17 de Março de 2008). NBR 5410. *Instalações elétricas de baixa tensão.*
- ABNT. (13 de Setembro de 2009). NBR 15749. *Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento.*
- ABNT. (19 de Outubro de 2012). NBR 14136. *Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - Padronização.*
- ABNT. (02 de Janeiro de 2012). NBR 16008. *Extensões elétricas, protetores e filtros de linha – Requisitos particulares.*
- ABNT. (14 de Abril de 2013). NBR 10898. *Sistema de iluminação de emergência.*
- ABNT. (21 de Abril de 2013). NBR ISO/CIE 8995-1. *Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior.*
- ABNT. (16 de Outubro de 2014). NBR 13248. *Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho.*
- ABNT. (22 de Junho de 2015). NBR 5419-1. *Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais.*
- ABNT. (22 de Junho de 2015). NBR 5419-2. *Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco.*
- ABNT. (22 de Junho de 2015). NBR 5419-3. *Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida.*
- ABNT. (22 de Maio de 2015). NBR 5419-4. *Proteção contra descargas atmosféricas Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.*
- ABNT. (12 de Julho de 2016). NBR 6323. *Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação.*
- ABNT. (12 de Dezembro de 2016). NBR IEC 61439-2. *Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão Parte 2: Conjuntos de manobra e comando de potência.*
- ABNT. (29 de Maio de 2018). NBR 14692. *Sistemas de dutos, subdutos e microdutos para telecomunicações - Determinação do tempo de oxidação induzida.*
- ABNT. (16 de Julho de 2020). NBR 15715. *Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações — Requisitos e métodos de ensaio.*
- ABNT. (03 de Dezembro de 2021). NBR 14039. *Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV.*
- ABRACOPEL. (20 de Outubro de 2020). *A manutenção das instalações hospitalares.* Fonte: ABRACOPEL: <https://abracopel.org/blog/a-manutencao-das-instalacoes-hospitalares/>

- ANEEL. (07 de Dezembro de 2021). Resolução Normativa Nº 1000/2021. *Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica.*
- ANEEL. (07 de Dezembro de 2021). Resolução Normativa Nº 956. *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional: Módulo 8 - Qualidade do Fornecimento da Energia Elétrica.*
- ANVISA. (21 de Fevereiro de 2002). RDC 50. *Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.*
- Bezerra, H. B. (13 de Julho de 2018). *Levantamento e Diagnóstico de Sistemas de Refrigeração Ambiental e Propostas de Melhoria de Eficiência para Edifícios do Campus Central da UFRN.*
- Filho, S. V. (2002). *Aterramentos Elétricos.* Belo Horizonte: Artliber.
- Guimarães, P. (25 de Março de 2022). *Blog Professor Pablo Guimarães.* Fonte: <https://www.pabloguimaraes-professor.com.br/blog>
- Mamede Filho, J. (2017). *Instalações Elétricas Industriais.* Fortaleza, CE: LTC.
- Moreno, H. (2011). *Guia o setor elétrico de Normas Brasileiras.* São Paulo: Atitude Editorial.
- MTE. (1978 Rev. 2019). NR-10. *Segurança em Instalação e Serviços em Eletricidade.*
- MTE. (1978 Rev. 2019). NR-10. *Segurança em Instalação e Serviços em Eletricidade.*
- MTE. (1978 Rev. 2019). NR-10. *Segurança em Instalação e Serviços em Eletricidade.*
- Saúde, M. d. (22 de Dezembro de 1995). Portaria MS/SVS Nº 2662. *Garantia da segurança das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde.*

## Anexo 01 – Zonas de risco

A RDC 50 (ANVISA, 2002) classifica as zonas de risco por zonas, sendo as quais, para fins de especificações, projetos e manutenções dos pisos condutivos, assim sendo:

- **Zona G:**

Numa sala comportando procedimentos de anestesia por inalação, é o volume no qual temporária ou continuamente podem ser produzidos, guiadas ou utilizadas pequenas quantidades de mistura inflamável de anestésico e oxigênio (ou oxigênio e óxido nitroso), incluindo também o ambiente total ou parcialmente fechado de equipamento ou partes de equipamento, até uma distância de 5 cm em relação a partes do Gabinete do Equipamento, onde pode ocorrer vazamento, nos seguintes casos:

- a. Partes desprotegidas e passíveis de ruptura;
- b. Partes sujeitas a deterioração rápida; ou
- c. Partes suscetíveis a desconexão inadvertida.

No caso de o vazamento verificar-se para um outro Gabinete não suficientemente ventilado (por ventilação natural ou forçada), e ser possível ocorrer um enriquecimento da mistura proveniente do vazamento, considera-se como ZONA-G tal Gabinete, incluindo possivelmente suas adjacências, até uma distância de 5 cm em relação a dito Gabinete ou parte dele.

- **Zona M:**

Numa sala comportando procedimentos de anestesia por inalação, é o volume em que podem formar-se pequenas quantidades de mistura inflamável de anestésico e ar.

- a. Uma ZONA M pode ser criada por vazamento de uma mistura inflamável de anestésico e oxigênio (ou oxigênio e óxido nitroso) proveniente de uma ZONA-G, ou pela aplicação de produtos inflamáveis de antisepsia e/ou produtos de limpeza;
- b. No caso de uma ZONA-M ser formada por vazamento, ela compreende o espaço vizinho da área de vazamento de uma ZONA-G até a distância de 25 cm, a partir do ponto de vazamento;
- c. Marcação em equipamentos tipo "AP" e "APG".
- d. Proibição de instalação de soquetes, chaves, quadros de distribuição de força e similares em Zona de Risco;
- e. 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.



## Anexo 02 – Modelo da ficha de inspeção do SPDA

Figura 29 – Modelo de ficha de inspeção do SPDA

HUF EBSERH: \_\_\_\_\_ Referência: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**1. Existência de documentação:**

Projeto Atualizado  
 ART  
 Laudo Atualizado  
 ART

**2. Alterações nas Características da Edificação:**

**2.1. Dimensões Básicas Aproximadas:**  
Comprimento: \_\_\_\_\_m  
Largura: \_\_\_\_\_m  
Altura do pérfmetro superior: \_\_\_\_\_m  
Altura Máx. (incluindo cumeeira): \_\_\_\_\_m

**2.2. Reparos na edificação em função de instalação de SPDA:**

Alvenaria  
 Calçamento  
 Não se aplica  
 Laje de concreto armado  
 Estruturas metálicas

**2.3. Alterações construtivas na edificação:**

Total  
 Parcial  
 Não se aplica

**2.4. Teto (Telhas / Cobertura):**

Metálicas  
 Concreto armado (laje)  
 Concreto protendido  
 Concreto pré-moldado  
 Cerâmica

**3. SPDA**

**3.1. Área classificada:**

Sim  
 Não  
 Em parte da edificação

**3.2. Necessidade de proteção:**

Sim  
 Não  
 A analisar

**3.3. Nível de proteção:**

I  
 II  
 III  
 IV

**3.4. Tipo de captação existente:**

Não há proteção instalada  
 Ângulo de proteção (Franklin)  
 Malhas (Faraday)

Esfera fictícia (EGM)  
 Estrutura auto protegida  
 Com utilização de massas metálicas  
 Isolada  
 Existência de captosres radioativos

**3.5. Verificação de continuidade elétrica das armaduras:**

Pilares / Colunas:  
 Sim  
 Não

Fundações:  
 Sim  
 Não

**3.6. Suficiência do numero de descidas:**

Sim  
 Pelas armaduras dos pilares  
 Não  
 Não instaladas

**3.7. Aterramento:**

Em anel  
 Pontual  
 Pelas armaduras das fundações  
 Não há  
 Dados de resistividade do solo. Valores em relatório anexo  
 Valores de resistência ôhmica. Ensaio de continuidade dos condutores do eletrodo de aterramento visando sua integridade. Valores em relatório anexo

**3.8. Condição das conexões:**

Boas  
 Trocar  
 Reapertar

**3.9. Interligações entre estruturas metálicas para equalização dos potenciais:**

Há  
 Direta  
 Indireta (por de centelhador)  
 Não há  
 Desnecessária

**3.10. Recomendações:**

Instalar  
 Substituir  
 Completar  
 Satisfatório  
 Fazer Manutenção

**3.11. Nova inspeção (período em anos):**

01  
 03  
 05

OBS.: \_\_\_\_\_

Fonte: (Moreno, 2011)



## Anexo 03 – Requisitos para instalação de paralelismo de transformadores

Em muitas instalações elétricas é necessário dimensionar mais de uma unidade de transformação em um mesmo recinto da subestação, evitando que se dependa de uma única unidade. Esses transformadores podem ser conectados ao sistema secundário da subestação individualmente, o que muitas vezes não constitui nenhuma vantagem operacional; ou interligados, convenientemente, por meio do secundário (Mamede Filho, 2017).

Em geral, até a potência nominal da subestação de 500 kVA, é utilizada somente uma unidade de transformação. Para potências superiores, é conveniente o emprego de duas unidades em serviço em paralelo. Como já foi abordado anteriormente, o número de transformadores em serviço em paralelo deve ser limitado em função das elevadas correntes de curto-circuito que podem acarretar o dimensionamento de chaves e equipamentos de interrupção de grande capacidade de ruptura, o que, em consequência, onera demasiadamente o custo da instalação.

Quando há necessidade da utilização de muitas unidades de transformação, normalmente mais de três, para suprir uma única barra, é conveniente proceder-se ao seccionamento em pontos apropriados, normalmente no ponto médio do barramento secundário, e interligá-los, por meio de chave interruptora, de operação manual ou automática, que deve permanecer em serviço normal na posição aberta. No caso de saída de uma unidade de transformação, a chave é acionada, mantendo o suprimento da carga pelos outros transformadores, que devem ter capacidade para isto.

As chaves que compõem o sistema de interligação dos barramentos devem ser mantidas intertravadas, a fim de evitar que se proceda à operação dos transformadores em serviço em paralelo; isto é, quando uma das chaves de interligação do barramento opera, retira-se automaticamente de operação uma ou mais unidades de transformação.

Outra vantagem da utilização de transformadores em serviço em paralelo é evitar unidades de potência nominal elevada e o aumento da confiabilidade do sistema.

Para a determinação da distribuição de corrente pelas diferentes unidades de transformação, considera-se, como exemplo, três transformadores de potências nominais  $P_{nt1}$ ,  $P_{nt2}$ ,  $P_{nt3}$  com impedâncias percentuais, respectivamente, iguais a  $Z_{nt1}$ ,  $Z_{nt2}$ ,  $Z_{nt3}$ , ligados em serviço em paralelo. A potência de carga  $P_C$  deverá ser distribuída de acordo com o resultado na equação (4).

$$\begin{aligned}
 P_{Ct1} &= \frac{P_C \times P_{nt1} \times Z_{nt2} \times Z_{nt3}}{(P_{nt1} + P_{nt2} + P_{nt3}) \times Z_{nt1}} \\
 P_{Ct2} &= \frac{P_C \times P_{nt2} \times Z_{nt1} \times Z_{nt3}}{(P_{nt1} + P_{nt2} + P_{nt3}) \times Z_{nt2}} \\
 P_{Ct3} &= \frac{P_C \times P_{nt3} \times Z_{nt1} \times Z_{nt2}}{(P_{nt1} + P_{nt2} + P_{nt3}) \times Z_{nt3}}
 \end{aligned} \quad (4)$$

O valor da impedância média de curto-circuito  $Z_{mt}$  é dado na equação (5):

$$Z_{mt} = \frac{P_{nt1} + P_{nt2} + P_{nt3}}{\frac{P_{nt1}}{Z_{nt1}} + \frac{P_{nt2}}{Z_{nt2}} + \frac{P_{nt3}}{Z_{nt3}}} \quad (5)$$

Já a distribuição percentual das cargas das três unidades de transformação será de acordo com a equação (6).

$$\begin{aligned} P_1(\%) &= \frac{(P_{ct1} - P_{nt1}) \times 100}{P_{nt1}} \\ P_2(\%) &= \frac{(P_{ct2} - P_{nt2}) \times 100}{P_{nt2}} \\ P_3(\%) &= \frac{(P_{ct3} - P_{nt3}) \times 100}{P_{nt3}} \end{aligned} \quad (6)$$

Alternativamente, para auxiliar o cálculo do percentual de sobrecarga, ou de subcarga dos transformadores instalados em paralelo, pode-se recorrer ao código do *script* em linguagem *Scilab*<sup>23</sup>, desenvolvido pelo SMPO. Para a correta execução, é desejável instalar no computador o *Scilab*, copiar o código apresentado no Script 1, ou adaptá-lo, quando necessário, e executá-lo.

*Script 1 – Linhas de código em Scilab para cálculo de paralelismo de transformadores, com o uso de três trafos instalados em paralelo.*

```
// Comando para paralelismo de transformadores
clear
clc

// Entrada da potência nominal da carga
P_c = input("Potência da carga, em kVA: "); // Potência nominal da carga

// Entrada das potências nominais
P_n1 = input("Potência nominal do transformador 1, em kVA: "); // Potência nominal do transformador 01
P_n2 = input("Potência nominal do transformador 2, em kVA: "); // Potência nominal do transformador 02
P_n3 = input("Potência nominal do transformador 3, em kVA: "); // Potência nominal do transformador 03

// Entrada das impedâncias das cargas
Z_n1 = input("Impedância nominal do transformador 1, em percentual: "); // Impedância nominal do transformador 01
Z_n2 = input("Impedância nominal do transformador 2, em percentual: "); // Impedância nominal do transformador 02
Z_n3 = input("Impedância nominal do transformador 3, em percentual: "); // Impedância nominal do transformador 03

// Impedância média de curto circuito:
Z_mt = (P_n1+P_n2+P_n3)/((P_n1/Z_n1)+(P_n2/Z_n2)+(P_n3/Z_n3));

// Potências de carregamento dos transformadores
P_ct1 = (P_c*P_n1*Z_mt)/(Z_n1*(P_n1+P_n2+P_n3));
```

<sup>23</sup> O *Scilab* é um *software* científico para computação numérica, em que fornece um ambiente para diversas simulações computacionais. Trata-se de um *software* de distribuição livre, com ampla utilização em ambientes profissionais, educacionais e acadêmicos. O *Scilab* pode ser baixado gratuitamente pelo site ([www.scilab.org](http://www.scilab.org)) e instalado livremente.

```
P_ct2 = (P_c*P_n2*Z_mt)/(Z_n2*(P_n1+P_n2+P_n3));
P_ct3 = (P_c*P_n3*Z_mt)/(Z_n3*(P_n1+P_n2+P_n3));
```

```
// Percentuais de sobrecarga ou de subcarga
```

```
P_1 = (P_ct1-P_n1)*100/P_n1;
P_2 = (P_ct2-P_n2)*100/P_n2;
P_3 = (P_ct3-P_n3)*100/P_n3;
```

```
// Comando IF para o trafo 01
```

```
if P_n1 > P_ct1 then
    P_1a = P_1*(-1);
    printf("O transformador 01, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n1,P_ct1);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de subcarga.\n",Z_mt,P_1a);
elseif P_n1 == P_ct1 then
    printf("O transformador 01, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n1,P_ct1);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a 100 porcentos de carga.\n",Z_mt);
else
    printf("O transformador 01, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n1,P_ct1);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de sobrecarga.\n",Z_mt,P_1);
end
```

```
// Comando IF para o trafo 02
```

```
if P_n2 > P_ct2 then
    P_2a = P_2*(-1);
    printf("\n O transformador 02, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n2,P_ct2);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de subcarga.\n",Z_mt,P_2a);
elseif P_n2 == P_ct2 then
    printf("\n O transformador 02, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n2,P_ct2);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a 100 porcentos de carga.\n",Z_mt);
else
    printf("\n O transformador 02, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n2,P_ct2);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de sobrecarga.\n",Z_mt,P_2);
end
```

```
// Comando IF para o trafo 03
```

```
if P_n3 > P_ct3 then
    P_3a = P_3*(-1);
    printf("\n O transformador 03, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n3,P_ct3);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de subcarga.\n",Z_mt,P_3a);
elseif P_n3 == P_ct3 then
    printf("\n O transformador 03, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n3,P_ct3);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a 100 porcentos de carga.\n",Z_mt);
else
    printf("\n O transformador 03, com potência de %g kVA, com potência de carregamento de %g kVA e
\n",P_n3,P_ct3);
    printf("Impedância percentual de %g , opera a %g porcentos de sobrecarga.\n",Z_mt,P_3);
end
```



**Anexo 04 – Modelos de folhas de anotação dos resultados de ensaios**

Tabela 25 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios em barramentos blindados

<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>
Corrente nominal		[A]
Número total elementos retos		
Número de emendas no barramento		
Material do barramento e emendas		
Comprimento do barramento		[m]
Número de barras por fase		
Largura da barra		[mm]
Espessura da barra		[mm]
Tipo da borda da barra e raio	( ) canto reto/vivo ou ( ) arredondado	[mm]
Material do fechamento		
Comprimento do fechamento		[m]
Largura da barra do fechamento		[mm]
Espessura da barra do fechamento		[mm]
Tipo da borda da barra do fechamento	( ) canto reto/vivo ou ( ) arredondado	
Corrente fase R r.m.s. (I1) na estabilização térmica		[A]
Corrente fase S r.m.s. (I2) na estabilização térmica		[A]
Corrente fase T r.m.s. (I3) na estabilização térmica		[A]
Maior valor da potência na estabilização térmica		[W]
Menor valor da potência na estabilização térmica		[W]
Tensão RS r.m.s. (V12) na estabilização térmica		[V]
Tensão ST r.m.s. (V23) na estabilização térmica		[V]
Tensão TR r.m.s. (V31) na estabilização térmica		[V]
Resistência fase R RDC (a frio)		[ $\mu\Omega$ ]
Resistência fase S RDC (a frio)		[ $\mu\Omega$ ]
Resistência fase T RDC (a frio)		[ $\mu\Omega$ ]

Temperatura do Corpo de Prova na estabilização térmica		[°C]
Observações		

Tabela 26 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios em transformador de força

<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>
Modelo do transformador		
Correntes nominais		[A]
Tensões nominais		[V]
Potência nominal		[kVA]
Frequência		[Hz]
Relação de transformação		
Material das bobinas		
Tipo de ligação		
Defasamento das ligações		
<b>Resultados do ensaio de curto-circuito</b>		
<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>
Tensão de curto-circuito		[V]
Corrente de curto-circuito		[A]
Resistência de curto-circuito		[Ω]
Reatância de curto-circuito		[Ω]
Impedância de curto-circuito		[Ω]
Potência ativa de curto-circuito		[W]
<b>Resultados do ensaio a vazio</b>		
<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>
Tensão a vazio		[V]
Corrente a vazio		[A]
Resistência a vazio		[Ω]
Reatância a vazio		[Ω]
Impedância a vazio		[Ω]
Potência ativa a vazio		[W]
<b>Avaliação de perdas</b>		
<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>
Perdas elétricas totais		[W]
<b>Outros parâmetros</b>		
<b>Parâmetro/Informações necessárias</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade ou Modelo</b>

Fator de potência de isolação		[ind] ou [cap]
Fuga de corrente		[A]
Relação de transformação real		[V/V]

Tabela 27 – Modelo da folha de anotações dos resultados de ensaios do grupo motor gerador

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS UNIDADES
<b>1</b>	<b>Motor Diesel</b>	
1.1	Fabricante/Modelo	
1.2	Potência máxima contínua, na velocidade de rotação nominal, na temperatura ambiente de 45°C	cv
1.3	Velocidade de rotação nominal	rpm
1.4	Momento de rotação inercial	kg.m <sup>2</sup>
1.5	Capacidade de sobrecarga	%/horas/d
1.6	Consumo de óleo combustível, a carga 110% <i>standby</i>	l/hora
1.7	Consumo de óleo combustível, a carga 100% <i>prime</i>	l/hora
1.8	Arranjo de cilindros	
1.9	Capacidade do tanque de óleo combustível	l
1.10	Consumo do óleo lubrificante	l/hora
1.11	Capacidade do cárter de óleo lubrificante	l
1.12	Quantidade de ar para combustão	m <sup>3</sup>
1.13	Calor irradiado:	
	- da superfície do diesel	°C
	- por metro de comprimento do tubo de escapamento	°C
	- sem isolamento	°C
	- com isolamento	°C
1.14	Sistema de partida elétrica: - tempo de partida total (com bateria plenamente carregada) - número de partidas possíveis sem necessidades de recarga da bateria	s
1.15	Bateria e Carregador: a) bateria:  - tensão - capacidade durante cinco horas - tensão de flutuação - tensão máxima em carga profunda - tensão mínima para partir o grupo de emergência  b) carregador:  - tensão da fonte de alimentação - corrente da fonte de alimentação	V A V V V  V A

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS UNIDADES
<b>2</b>	<b>Gerador</b>	
2.1	Fabricante/Modelo	
2.2	Número de fases	3
2.3	Tensão nominal	V
2.4	Frequência nominal	Hz
2.5	Rotação nominal	rpm
2.6	Potência nominal	
2.6.1	Potência em regime <i>stand-by</i> à tensão nominal, com fator de potência 0,8	kVA
2.6.2	Potência em regime <i>prime</i> à tensão nominal, com fator de potência 0,8	kVA
2.7	Capacidade de sobrecarga à tensão nominal, com fator de potência 0,8	kVA
2.8	Sobrevelocidade máxima admissível	%
2.9	Faixa de tensão e operação	±V
2.10	Eficiência à tensão nominal, com fator de potência 0,8, a plena carga	
2.11	Relação de curto-circuito	
2.12	Classe de isolamento do estator	
2.13	Classe de isolamento do rotor	
2.14	Sobre-elevação de temperatura do estator, acima da temperatura ambiente de 45°C	°C
2.15	Sobre-elevação de temperatura do rotor, acima da temperatura ambiente de 45°C	°C
2.16	Momento de inércia	kg.m <sup>2</sup>
2.17	Sistema de excitação: - tensão nominal - tensão máxima - corrente nominal - potência nominal - faixa de controle para ajuste manual da tensão - velocidade de variação da resposta	V V A W % V/ms
2.18	Regulador automático de tensão: - faixa de regulação de tensão - velocidade de resposta	% m/s
2.19	Sobre-elevação de temperatura do estator, acima da temperatura ambiente de 45°C	°C



Anexo 05 – Modelos de manutenção e checklist para grupo gerador

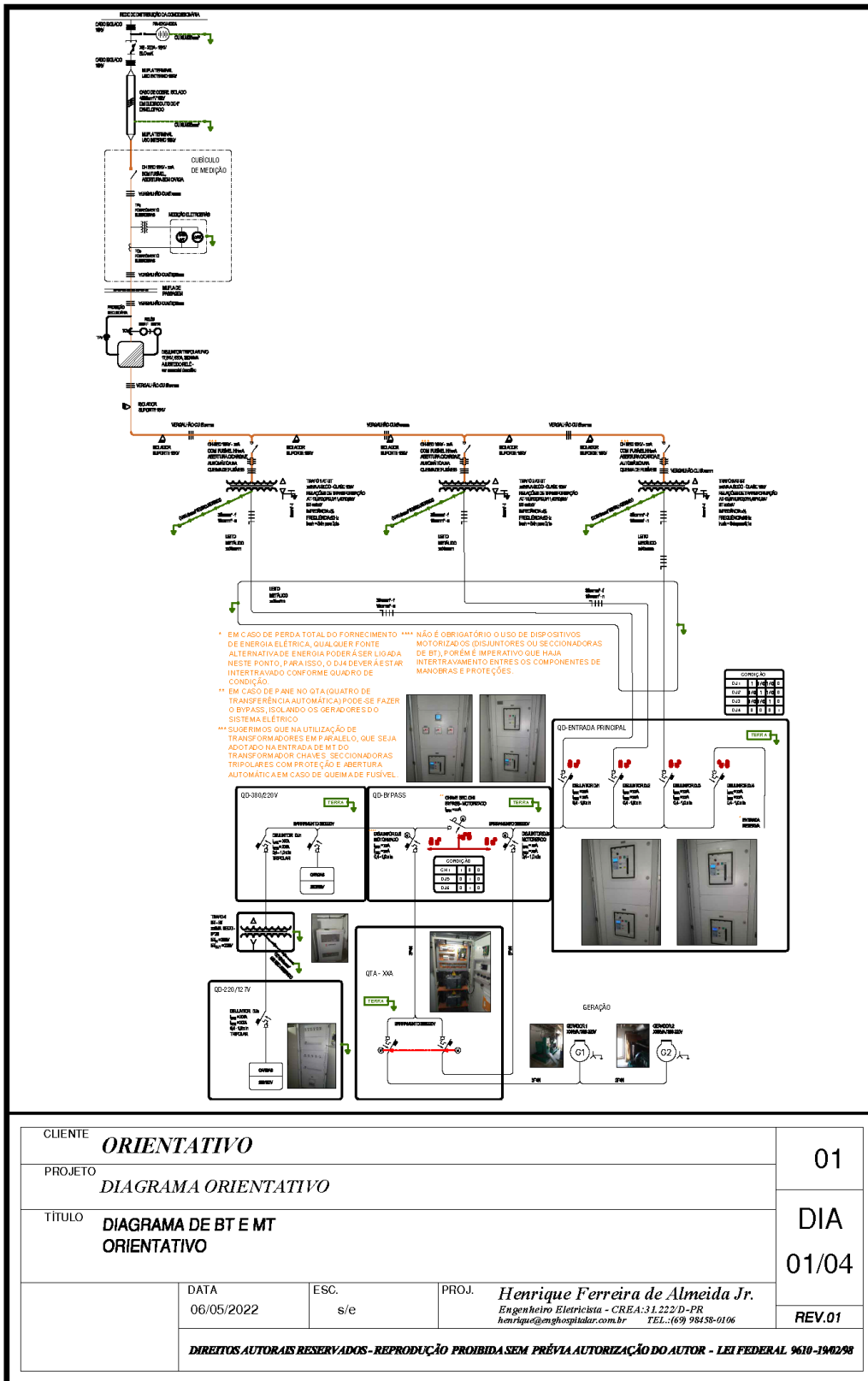
LOGO HU	Relatório de Atividades da Manutenção do Grupo Gerador		
<b>HOSPITAL:</b>		<b>Data:</b> XX/XX/20XX	<b>Responsáveis:</b>
<b>ORDEM N°:</b> 001		<b>LOCAL:</b> Sala de Gerador	<b>Potência do Gerador:</b>
1) Ao realizar qualquer tipo de reparo ou manutenção no Grupo Gerador, certifique-se que este esteja desligado e com o sistema elétrico desenergizado;			
2) Na impossibilidade de desligar o sistema elétrico, realize a manutenção por profissionais qualificados com no mínimo duas pessoas presentes, para que não haja o risco de acidentes pessoais;			
3) No caso de anormalidades, comunicar imediatamente ao SIF e/ou pela empresa responsável pelo contrato.			
GRUPO	ATIVIDADES	HORA	Observacoes
		DATA	
	Realizar as atividades descritas nas manutenções diária, mensal e semestral e anotá-las em suas respectivas planilhas		
<b>COMBUSTÍVEL</b>	Regular válvulas e injetores – consulte o manual do motor		
<b>SIST. DE AR</b>	Trocar o elemento filtrante		
	Verificar e reapertar tubulações e conexões		
	Verificar restrições no fluxo de ar (corrija se necessário)		
<b>REFRIGERAÇÃO</b>	Trocar a água e anticorrosivo do radiador		
	Limpeza geral do radiador e do ventilador		
<b>SIST. ELÉTRICO</b>	Verificar a(s) bateria(s), o líquido eletrolítico e a carga		
	Verificar e reapertar, se necessário, todos os parafusos do sistema de controle e carga		
	Limpar os painéis		

<b>SIST. DE ESCAPE</b>	Verificar se há condensação de água na linha de escape	<b>OK</b>	
	Verificar visualmente a cor da fumaça de escape	<b>OK</b>	
	Verificar estado de conservação dos tubos e silenciosos de escape	<b>OK</b>	
	Verificar fixação da tubulação	<b>OK</b>	
	Regular e reapertar porcas do coletor de escape e turbocompressor	<b>OK</b>	
<b>GERADOR</b>	Medir e registrar a resistência de isolação	<b>x</b>	
	Verificar e reapertar os parafusos de fixação do Grupo Gerador	<b>x</b>	
	Engraxar os mancais (se aplicável)	<b>OK</b>	
<b>OUTROS</b>	Verificar infiltrações e vazamentos nas proximidades do GMG	<b>x</b>	
	Revisar todas as conexões e fixações do Grupo Gerador	<b>x</b>	
* Sempre manter a folha de observações anexada.		Simbologia Adotada	
		Situação Normal	OK
		Situação Anormal	Marcar com um "X" e relatar na folha de observações
		Executar	Vistar e relatar na folha de observações a realização da atividade.

Fonte: (Guimarães, 2022).

Anexo 06 – Exemplos de utilização das chaves com intertravamento

Figura 30 – Diagrama orientativo para ligação em baixa e média tensão: geral

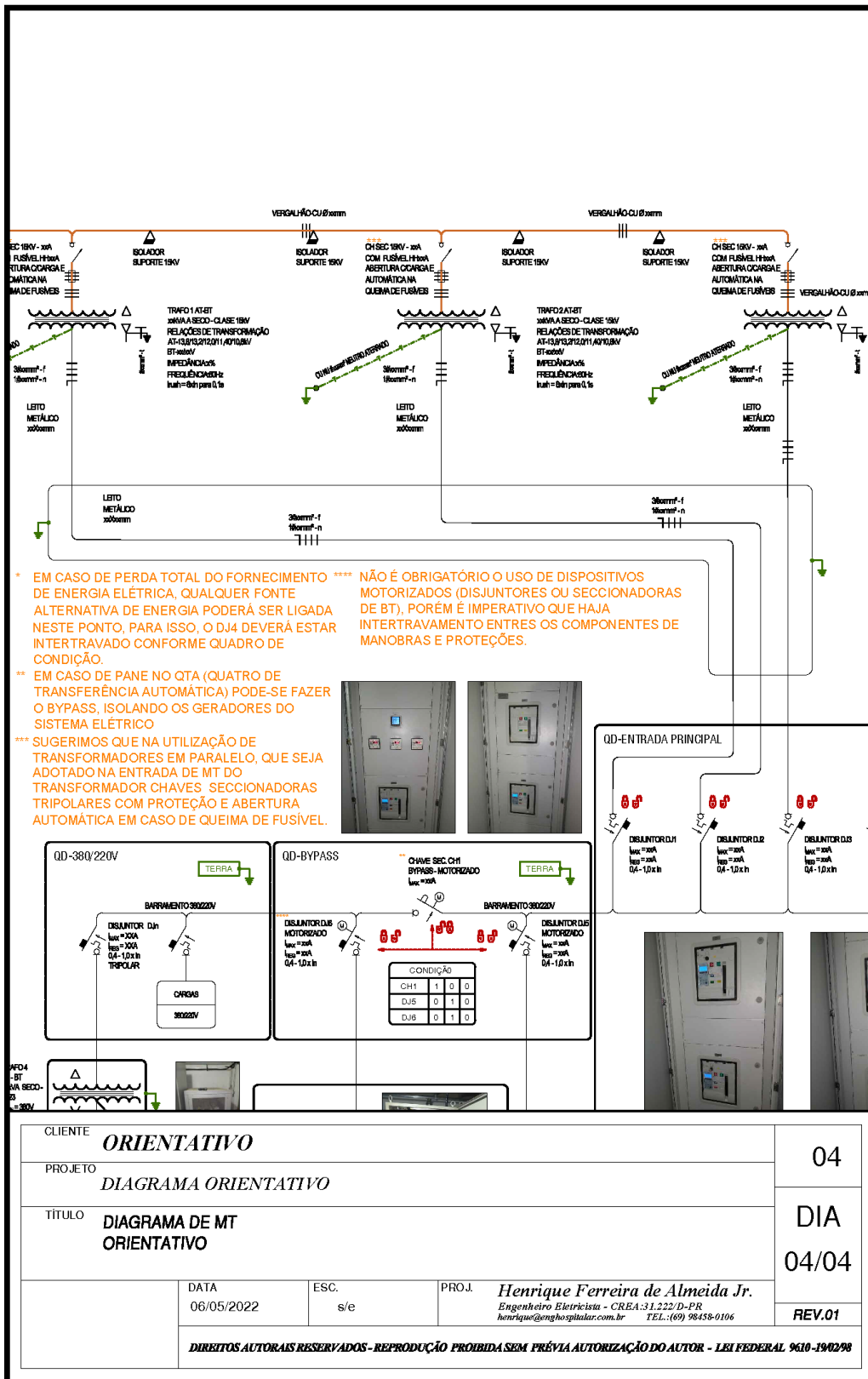


Fonte: Acervo próprio





Figura 33 – Diagrama orientativo para ligação em média tensão



Fonte: Acervo próprio