

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

JONATAN KIEFER ALVES

**MEDIDAS PARA CONTORNAR FALHAS EM
SISTEMAS ELÉTRICOS DE UM EAS**

**São Leopoldo
2022**

JONATAN KIEFER ALVES

**MEDIDAS PARA CONTORNAR FALHAS EM
SISTEMAS ELÉTRICOS DE UM EAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador(a): Prof. Dr. Vinicius André Uberti

São Leopoldo

2022

A todos que me acompanharam e incentivaram nessa longa caminhada.

RESUMO

O ambiente hospitalar é uma área crítica em vários âmbitos, mas principalmente em relação ao fornecimento e utilização de energia elétrica, devido as especificidades do mesmo e a importância do produto, pois se trata da saúde e da vida do ser humano. Ainda, em tempos atuais, os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) necessitam, a qualquer momento, sofrer alterações em seus layouts para atender demandas extraordinárias e/ou facilitar o trabalho e atendimento das equipes de assistência e corpo clínico, o que afeta diretamente as suas instalações elétricas. O presente estudo tem por objetivo elencar as medidas de proteção cabíveis para contornar possíveis falhas do sistema elétrico, sendo as mesmas de curto ou longo prazo, em uma EAS, desde a entrada do fornecimento de energia pela concessionária até a utilização direta de equipamentos eletromédicos pelas equipes de enfermagem e corpo clínico em áreas de internação, cirúrgicas e pós-cirúrgicas, visando a segurança e a confiabilidade dos serviços prestados. Ao longo do estudo serão analisados os principais componentes de uma instalação elétrica presente nos EAS, com uma descrição de seu funcionamento à luz das normas vigentes, em especial a NBR 5410:2004 e a NBR 13534:2008, assim como a RDC 50:2002, e sua importância como peças-chave para o bom funcionamento da instituição e a tranquilidade das equipes de enfermagem e corpo clínico para poderem exercerem a sua função. Ao final realizaremos um estudo de caso em um EAS constituído de leitos de internação, Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), salas cirúrgicas, ambientes ambulatoriais e demais locais médicos aplicando uma metodologia proposta que permite realizar uma análise de conformidade identificando as áreas onde ocorrem as principais falhas em sistemas elétricos e as ações que se podem tomar para contorná-las.

Palavras-chave: Instalações Elétricas. Ambiente Hospitalar. Falhas em Sistemas Elétricos.

ABSTRACT

The hospital environment is a critical area in several areas, but mainly in relation to the supply and use of electric energy, due to its specificities and the importance of the product, as it deals with the health and life of human beings. Still, in current times, Health Care Establishments (EAS) need, at any time, to undergo changes in their layouts to meet extraordinary demands and/or facilitate the work and care of assistance teams and clinical staff, which directly affects the your electrical installations. The present study aims to list the appropriate protection measures to circumvent possible failures of the electrical system, being the same short or long term, in an EAS, from the entry of the energy supply by the concessionaire to the direct use of electromedical equipment by the nursing teams and clinical staff in inpatient, surgical and post-surgical areas, aiming at the safety and reliability of the services provided. Throughout the study, the main components of an electrical installation present in the EAS will be analyzed, with a description of its operation in the light of current regulations, in particular NBR 5410:2004 and NBR 13534:2008, as well as RDC 50:2002 , and their importance as key elements for the proper functioning of the institution and the tranquility of the nursing teams and clinical staff to be able to perform their function. At the end, we will carry out a case study in an EAS consisting of inpatient beds, Intensive Care Unit (ICU), operating rooms, outpatient environments and other medical places, applying a proposed methodology that allows performing a compliance analysis identifying the areas where the main faults in electrical systems and the actions that can be taken to overcome them.

Keywords: Electrical Installations. Hospital Environment. Faults in Electrical Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de aterramento IT	16
Figura 2 - Tipos de aterramento IT (continuação)	16
Figura 3 - Cálculo da corrente de fuga	18
Figura 4 - Sistema IT médico monitorado por DSI	19
Figura 5 - Fluxograma da metodologia	30
Figura 6 - Sistema de distribuição convencional	31
Figura 7 - Divisão de áreas essenciais e não essenciais	33
Figura 8 - Sistema de distribuição de energia elétrica em EAS	35
Figura 9 - Esquema de separação de circuitos em sistemas ITs médicos	37
Figura 10 - Esquema unifilar de distribuição elétrica na EAS do estudo	39
Figura 11 - Esquema unifilar de subestação com divisão	44
Figura 12 - Unifilar para o uso de equipamentos especiais	46
Figura 13 - Esquema completo de distribuição elétrica da EAS	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos biológicos da corrente elétrica	17
Quadro 2 - Classificação de locais médicos em grupo	21
Quadro 3 - Indicação de dispositivo de proteção por grupo	21
Quadro 4 - Classificação dos serviços de segurança necessários em locais médicos	22
Quadro 5 - Uso de fonte de energia de emergência conforme classe	23
Quadro 6 - Locais médicos classificados em grupo e classe da EAS	41
Quadro 7 - Classificação em essencial e não essencial	42
Quadro 8 - Locais médicos com uso de equipamentos especiais	45
Quadro 9 - Problemas vs soluções em EAS	49
Quadro 10 - Problema / solução vs local médico	51

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DR	Dispositivo Diferencial Residual
DSI	Dispositivo Supervisor de Isolação
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
GMG	Grupo Moto Gerador
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IT	Sistema de Aterramento Elétrico com Fases sem Referência com o Terra
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
QTA	Quadro de Transferência Automática
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RF	Resistência de fuga ou Isolamento
SPDA	Sistema de Proteção de Descargas Atmosférica
TN	Sistema de Aterramento com Ponto Diretamente Aterrado
TT	Sistema de Aterramento com Fonte de Alimentação Aterrado
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
USCA	Unidade de Supervisão de Corrente Alternada
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Tema	10
1.2 Delimitação do tema	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo geral	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Justificativa	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Ambiente hospitalar	14
2.2 Normas técnicas aplicáveis a EAS	14
2.3 Equipamentos elétricos de uma EAS	15
2.3.1 Sistema IT médico	16
2.4 Classificação de áreas em EAS	20
2.5 Principais falhas em sistemas elétricos	23
2.5.1 Interrupção de longa duração	23
2.5.2 Interrupção de curta duração	24
2.5.3 Afundamento instantâneo de tensão	24
2.5.4 Elevação instantânea de tensão	25
2.5.5 Afundamento momentâneo de tensão	25
2.5.6 Elevação momentânea de tensão – sobretensão	25
2.5.7 Transitório impulsivo	25
2.5.8 Variação de frequência	26
2.5.9 Ruído	26
2.5.10 Distorção harmônica	26
2.5.11 Falha em dispositivo de proteção	27
2.5.12 Perda de IT médico	27
2.6 Manutenção em EAS	27
3 METODOLOGIA	29
3.1 Delimitação da metodologia	29
3.2 Apresentação geral	29
3.3 Levantar as características do sistema elétrico de distribuição interna da EAS	30
3.4 Classificar as áreas da EAS conforme grupo e classe de locais médicos	31

	9
3.5 Dividir as áreas em essenciais e não essenciais	32
3.6 Aplicação de equipamentos específicos	33
3.7 Análise de equipamentos e soluções de instalações elétricas	35
4 ESTUDO DE CASO	38
4.1 Levantar as características do sistema elétrico de distribuição interna da EAS	38
4.2 Classificar os locais médicos conforme grupo e classe	40
4.3 Dividir as áreas em essencial e não essencial	42
4.4 Aplicar os equipamentos de segurança específicos	44
4.5 Análise de Equipamentos e soluções de instalações elétricas	46
4.6 Finalização do estudo de caso	48
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A - APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE GRUPO E CLASSE AOS LOCAIS MÉDICOS	55

1 INTRODUÇÃO

Em face do último cenário de pandemia, se tornou evidente a falta de investimento na infraestrutura dos estabelecimentos Assistências de Saúde (EAS) em todo o país. Dentre as principais defasagens que provocam a insegurança operacional e a indisponibilidade de leitos aos pacientes temos falhas em sistemas elétricos.

Devido a criticidade das cargas elétricas essenciais das EAS, onde a perda do fornecimento de energia ou falhas no sistema de distribuição de energia, mesmo que por pouco tempo, pode ocasionar perdas financeiras significativas e até mesmo a perda irreparável de vidas. Esses sistemas demandam uma atenção maior desde a etapa de projeto até a utilização e manutenção.

Diversas falhas podem ocorrer ou influenciar o funcionamento de aparelhos eletromédicos de carga crítica, demandando assim uma análise profunda dos meios para evitá-las ou contorná-las.

Esse trabalho vem a apresentar um estudo das principais falhas em sistemas elétricos que acometem um ambiente de um EAS, relacionando as medidas necessárias para contorná-los ou evitá-los.

1.1 Tema

Medidas de proteção para contornar falhas em sistemas elétricos de um EAS.

1.2 Delimitação do tema

Apresentação de medidas para contornar falhas no sistema elétrico de uma EAS no que tange à transmissão de energia da subestação de entrada até a ponta do sistema, excluindo os aparelhos eletromédicos, sendo elas: falta de energia momentânea, falta de energia prolongada, sobrecarga ou falha de grupo gerador, falha em dispositivo de proteção, afundamento de tensão, descarga elétrica, falha de isolamento, entre outras, evitando a interferência nos trabalhos internos do corpo clínico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é elencar ações de garantia de fornecimento de energia elétrica em uma EAS visando a continuidade dos serviços prestados com segurança e confiabilidade.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Relacionar sugestões de implementação de ações e sistemas que cumpram a legislação vigente e que contribuam com a segurança e confiabilidade do sistema elétrico em um EAS;
- b) apresentar de soluções para os principais problemas de fornecimento de energia elétrica em um EAS;
- c) elaborar metodologia para melhorar um sistema de distribuição interno de energia elétrica em uma EAS, que contribua para a correta aplicação das normas vigentes;
- d) aplicar a metodologia desenvolvida em um ambiente de um EAS real de um hospital do Estado Rio Grande do Sul, seguindo as normas vigentes para esse ambiente.

1.4 Justificativa

Os EAS têm por objetivo a prestação de serviços de qualidade, eficientes e seguros tanto para os pacientes como para os membros do corpo clínico que trabalham nessas unidades. Um dos principais fatores que incidem sobre esses aspectos é a infraestrutura.

Segundo o Relatório Sistêmico de Fiscalização em Saúde de 2013 (BRASIL, 2013), encomendado pelo Tribunal de Contas da União, onde se visitou 114 hospitais federais, estaduais e municipais além de dois hospitais entidades sem fins lucrativos, verificou-se que 73% dessas unidades hospitalares não eram adequadas ao atendimento de suas demandas e que 69% dos seus gestores destacam que problemas de manutenção ou infraestrutura contribuem para a indisponibilidade de

leitos, FISC - Relatório Sistêmico de Fiscalização em Saúde (BRASIL, 2013), e no ano de 2021 tivemos 41 incêndios provocados por sobrecarga de condutores elétricos com 6 mortes em EAS, Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2022 ABRACOPEL.

Dentro da infraestrutura das EAS podemos considerar as cargas elétricas críticas do ponto de vista de interrupção ou falha de fornecimento de energia devido ao prejuízo humano que podem acarrear. As cargas incluem equipamentos e sistemas de supervisão, monitoramento e sustentação de vida.

Em se tratando de segurança de sistemas de saúde, a negligência pode ser a principal causa de acidentes. Um mau dimensionamento ou falta de plano de ação para falhas dos sistemas podem levar a um processo quando comprovado o dolo.

A norma ABNT NBR 13534: 2008 – Requisitos Específicos para Instalações em estabelecimentos Assistenciais de Saúde – discorre acerca de requisitos para segurança de sistemas elétricos em ambientes especiais, exigindo, entre outros, a adoção de sistemas de fornecimento auxiliar de energia em tempo determinado e o uso de um conjunto de equipamentos especiais denominado “Sistema IT Médico”. A RDC50: 2002 estabelece requisitos de projeto e dimensionamento para áreas hospitalares, explicando o que deve constar e como devem funcionar os equipamentos.

Em se tratando de energia elétrica, distúrbios ou falhas podem causar erros de diagnósticos gravíssimos, decisões equivocadas com grandes prejuízos e risco a saúde do paciente, conforme Fraccheta (2012). Tendo esses sistemas e instalações uma atenção especial, partindo do projeto, instalação e na manutenção, segundo Alves, 2018.

Ainda como estabelece a NBR 13534:2008:

Em estabelecimentos assistenciais de saúde, é fundamental garantir a segurança de pacientes submetidos a procedimentos com o uso de equipamentos eletromédicos. A cada atividade e função desenvolvidas num local médico correspondem requisitos específicos de segurança, que devem ser respeitados.

Segundo Rosas (2018), a segurança e a preservação da propriedade devem ser os dois fatores de relevância na concepção do sistema elétrico de uma EAS, devido a elevada taxa de acesso de público e ocupação de pacientes.

Vindo a esse encontro, o presente trabalho procura apresentar um estudo de medidas de contenção das principais falhas que podem ocorrer em uma EAS no que tange as instalações elétricas, de modo a promover a ampla divulgação nos meios acadêmicos proporcionando ferramentas de análise e gestão de sistemas elétricos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica do ambiente hospitalar, das principais normas que se aplicam a ele, discorrendo ainda sobre equipamentos específicos e um sistema de classificação das suas áreas no que tange ao fornecimento de energia de emergência e no tipo de proteção elétrica aplicável. Concluindo com um levantamento das principais falhas em sistemas elétricos que podem ocorrer nesse ambiente.

2.1 Ambiente hospitalar

Considera-se ambiente hospitalar o espaço físico onde os profissionais de saúde, de diversas categorias, atendem à inúmeras necessidades físicas e mentais dos indivíduos que se direcionam a ele procurando a promoção, prevenção ou recuperação da sua saúde, segundo Svaldi (2010).

Os EAS vistos como um sistema social dinâmico representa uma totalidade que busca o aporte de parceria para a realização de processos produtivos de forma integrada. Por ser de natureza dinâmica e complexa ele necessita se fundamentar em um referencial que lhe permite adequações e transformações, unindo a competência, a intuição e a criatividade do seu corpo funcional, conforme Svaldi (2010).

Para manter em funcionamento e em excelente estado de operação esse ambiente de alta complexidade e variedade é necessário um time de profissionais altamente qualificados, em especial as áreas técnicas de arquitetura e engenharia que em constante troca de conhecimento com as áreas de assistência hospitalar e de saúde, procuram a todo momento proporcionar aos pacientes uma experiência que lhes permitam um estado completo de bem estar físico, mental e social, e não somente a ausência de doença, conforme determinação da OMS (1946).

2.2 Normas técnicas aplicáveis a EAS

A principal norma brasileira para instalações elétricas estabelece condições de projeto para baixa tensão, até 1000 V em tensão alternada, tendo por objetivo garantir a segurança das pessoas, o funcionamento da instalação e a conservação dos bens, segundo NBR 5410:2004 (ABNT, 2004). Seus parâmetros de projeto procuram

proteger a infraestrutura das instalações elétricas das condições da eletricidade por meio de um dimensionamento adequado.

Em adição a essa norma, temos a NBR 13534:2008 que foca nas instalações elétricas em EAS, onde o ambiente e os equipamentos eletromédicos conectados em pacientes de importância crítica, requerem uma confiabilidade e segurança maiores. Essa norma vem a somar e a complementar a NBR 5410:2004, quando no ambiente proposto, tendo o projetista que trabalhar com as duas em uníssono. Ambas as normas usam como base a internacional IEC 60601:1997 que estabelece as condições mínimas de desempenho dos equipamentos eletromédicos, no seu item 4 Requisitos Gerais.

No âmbito da arquitetura, que influencia na instalação elétrica como um fator preponderante, temos a RDC 50:2002, Resolução da Diretoria Colegiada de número 50, que é uma resolução da Anvisa, Agência de Vigilância Sanitária, que dispõe um regulamento para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistências de saúde. Que determina, dentro vários aspectos de arquitetura e construção, como devem estar dispostas as instalações elétricas e o que deve constar em cada ambiente em específico dentro de uma EAS, conforme RDC 50: 2002 item 7.2.1 Elétrica.

Para o projetista, o técnico e o pessoal de manutenção, o conhecimento dessas normas é de vital importância para intervenções em EAS, sejam elas novas ou reformadas, devendo eles estudarem e estarem a par das especificidades de cada ambiente que irão intervir.

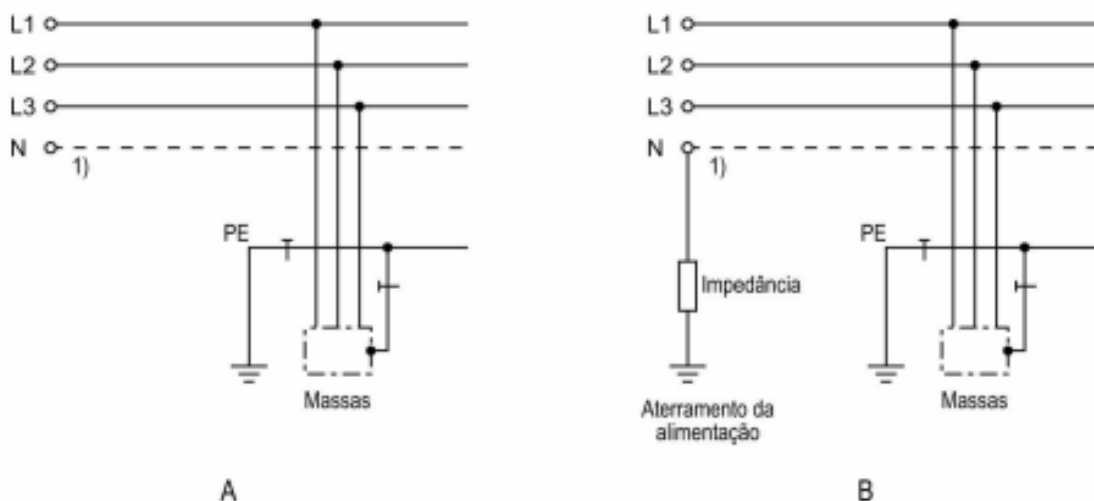
2.3 Equipamentos elétricos de uma EAS

O ambiente de EAS se diferencia dos ambientes de instalações elétricas prediais tradicionais devido a criticidade da suas cargas, onde uma falta de energia durante um procedimento médico pode vir a causar danos irreparáveis. Para evitar desligamentos por falhas de isolação entre condutores carregados e não carregados utiliza-se um sistema de aterramento diferenciado que será exposto abaixo.

2.3.1 Sistema IT médico

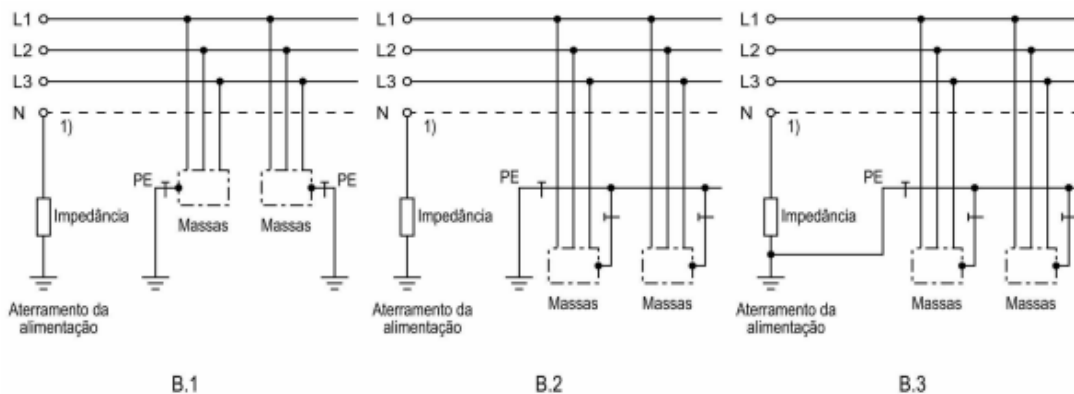
Segundo a NBR 5410:2004 o sistema elétrico IT, é um sistema onde as partes vivas não possuem referencial de tensão com o condutor terra, ou ainda são aterradas com uma impedância.

Figura 1A - Tipos de aterramento IT



Fonte: NBR 5410:2004 (ABNT, 2004).

Figura 2B - Tipos de aterramento IT (continuação)



Fonte: NBR 5410:2004 (ABNT, 2004).

A = sem aterramento vindo da alimentação.

B = alimentação aterrada por meio de impedância.

B.1 = massas aterradas independentemente entre si e entre a impedância de entrada.

B.2 = massas aterradas juntas porem independente da impedância de entrada.

B.3 = massas aterradas juntas com a impedância de entrada.

Essa norma nos apresenta cinco alternativas para o sistema de aterramento IT. Que é comumente usado em instalações onde se necessitada diminuir a corrente de fuga entre o condutor carregado referencial de tensão e o condutor de aterramento.

Como podemos ver no quadro 1 uma pequena corrente elétrica pode causar danos ao corpo humano, o que remete a uma atenção maior em ambientes de EAS onde o paciente já está debilitado, sendo necessário um sistema que garanta a sua segurança.

Quadro 1 - Efeitos biológicos da corrente elétrica

	Corrente Elétrica	Dano Biológico
1	Até 10mA	Dor e contração muscular
2	De 10mA até 20mA	Aumento das contrações musculares
3	De 20mA até 100mA	Parada respiratória
4	De 100mA até 3A	Fibrilação ventricular que pode ser fatal
5	Acima de 3A	Parada cardíaca, queimaduras graves

Fonte: Adaptado de DURAN, J.E.R., 2003.Biofísica.

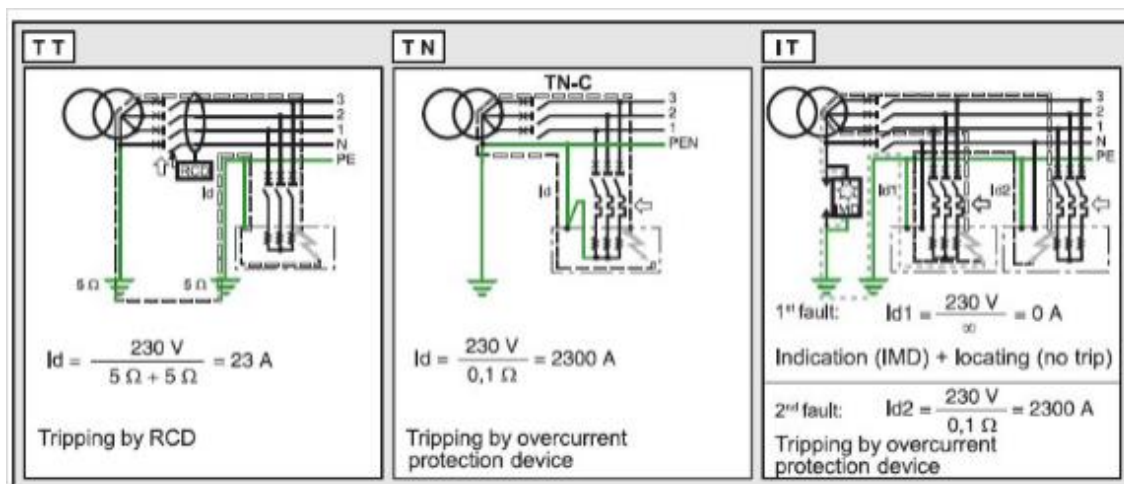
A nomenclatura IT Médico refere-se a esse sistema aplicado em ambientes de EAS, com a adição de alguns componentes com o propósito de garantir a segurança e a continuidade do fornecimento de energia na ocorrência de uma fuga de corrente.

A sua principal função é de impedir que uma primeira falta interrompa o fornecimento de energia durante um procedimento médico, monitorando a corrente de fuga e a resistência de aterramento dos equipamentos médicos.

Como demonstrado por Community (2009), a corrente elétrica provocada por um curto-circuito pode variar conforme o sistema de aterramento da instalação, podemos verificar na Figura 3 que no sistema TT e no TN ela se torna extremamente prejudicial ao corpo humano quando comparamos com os valores do quadro 1.

Já no sistema IT é demonstrado que em uma primeira falha a resistência do circuito tende a infinito, devido à alta impedância de aterramento, tornando a corrente elétrica muito baixa, o que não é prejudicial ao corpo humano, conforme Pereira (2019).

Figura 3 - Cálculo da corrente de fuga



Fonte: Community (2009).

Tripping by RDC: Acionamento do dispositivo de corrente residual.

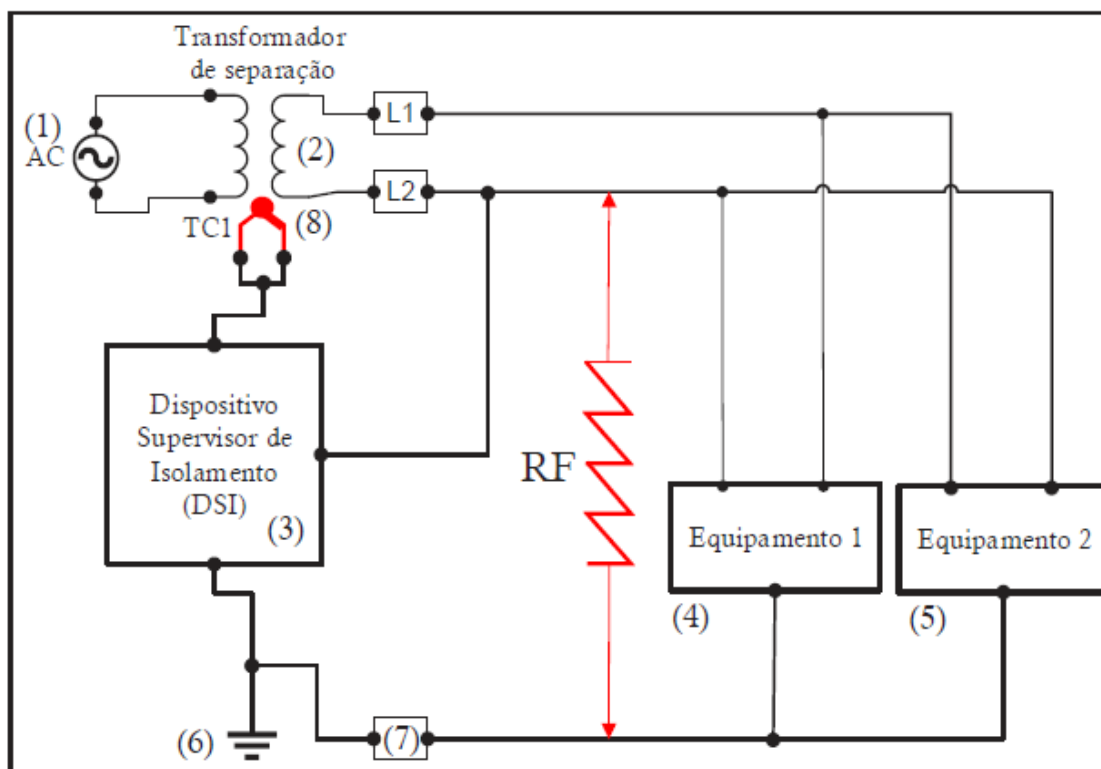
Tripping by overcurrent protection device: Acionamento do dispositivo de proteção de sobrecorrente.

Segundo Silva (2017), o circuito elétrico de um IT médico é composto por:

- Fonte de alimentação alternada.
- Transformador de Separação
- DSI – Dispositivo Supervisor de Isolamento
- Equipamento eletromédico 1
- Equipamento eletromédico 2
- Ponto de Aterramento
- Resistencia de Aterramento
- Sensor de Temperatura

Podemos verificar o funcionamento desse sistema abaixo:

Figura 4 - Sistema IT médico monitorado por DSI



Fonte: Silva (2017).

A resistência R_F apresentada na imagem representa a resistência de isolamento entre a fase L2 e o condutor de aterramento, ocasionando uma fuga de corrente entre a fase e uma massa dos equipamentos eletromédicos. Esta falha pode ocorrer devido a umidade e a líquidos provenientes de procedimentos médicos ou contato de partes energizadas com as massas aterradas do sistema.

Quando os equipamentos em (4) e (5) estão energizados pelo transformador de separação (2) e a resistência R_F está com valores relativamente altos, acima de $500\text{k}\Omega$, a corrente de fuga entre a fase L2 e a massa do equipamento representada por (7) é desprezível, como visto na figura 4.

Porém assim que a resistência de R_F diminui, representada por um curto-circuito, ou umidade no ambiente, ou mesmo falha de isolamento no equipamento, o DSI detecta a diferença de tensão entre L1 e a massa.

Deste modo, o DSI (3) efetua constantemente a medição da R_F , diretamente entre a fase e o condutor de proteção, detectando fugas de tensão.

Ainda em seu auxílio, um sensor de temperatura (8) mede a temperatura interna do transformador de separação, devido, que a sobrecorrente nos equipamentos eletromédicos causa aquecimento em seu interior.

Ao detectar a falha de isolamento o DSI aciona um alarme sonoro e visual por meio do anunciador de alarme informando a equipe médica presente no local da falha, porém não interrompe o fornecimento de energia devido, conforme Silva (2017).

2.4 Classificação de áreas em EAS

Cada local médico necessita de requisitos específicos de segurança, e a descrição do tipo de equipamentos e procedimentos a serem realizados em cada local é de fundamental relevância para que o projeto da instalação atenda a todas as necessidades, segundo Rosas (2018).

Nesse sentido a norma regulamentadora NBR 13534:2008 classifica as áreas de uma EAS por dois métodos: por grupo e por classe.

O grupo se refere ao local onde se aplica um determinado equipamento eletromédico e/ou procedimento médico, e a classe determina o sistema de segurança necessários em locais médicos no que tange a alimentação elétrica de emergência.

A classificação por grupo se divide em três seções denominadas grupo zero, grupo 1 e grupo 2. Onde o grupo zero identifica procedimentos e exames médicos onde não possuem equipamentos eletromédicos com partes aplicadas a contato físico com o paciente. Já o grupo 1 classifica o local médico com partes aplicadas em contato externo ou interno não descritos no grupo 2. Por último o grupo 2 classifica o uso de equipamentos em contato direto ou indireto a órgãos vitais ou a pacientes que sem o uso do mesmo fatalmente evoluiria a óbito.

Ainda é importante ressaltar que a norma NBR 13534:2008 determina que o termo equipamento eletromédico é todo equipamento destinado ao diagnóstico, tratamento ou monitoração de paciente sob supervisão médica ligado a uma fonte de alimentação elétrica.

Quadro 2 - Classificação de locais médicos em grupo

Grupo	Local Médico	Exemplo
0	Local médico não destinado a utilização de equipamento eletromédico de contato	Posto de Enfermagem (estetoscópio), Sala de Curativos (pontos)
1	Local médico destinado a utilização de equipamentos eletromédicos de contato externo e interno não tratadas no grupo 2	Sala de Odontologia, Sala de Reidratação Intravenosa
2	Local destinado a equipamentos intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação de vida de pacientes e outras aplicações em que a descontinuidade da alimentação elétrica pode resultar em morte	Unidades de Tratamento Intensivo, Hemodinâmica (exame que identifica a obstrução das artérias coronárias)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022) adaptado da NBR 13534:2008.

Com a utilização da NBR 5410:2005 e da NBR 13534:2008 é possível definir qual dispositivo de proteção usar em determinado grupo. Como segue:

Quadro 3 - Indicação de dispositivo de proteção por grupo

Grupo	Equipamento de Proteção
0	Disjuntor Termomagnético Calculado conforme NBR5410:2004
1	Dispositivo Diferencial Residual de corrente de atuação de 30mA
2	Uso de DR: mesas cirúrgicas, equipamentos de Raio X, equipamentos acima de 5kVA e equipamentos de não suporte a vida.
	Uso de Sistema IT Médico: para equipamentos eletromédicos de suporte a vida.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022) adaptado da NBR 13534:2008.

O segundo método de classificação é o de Classe, onde relacionamos o tempo de interrupção admitido da fonte de energia primária, separando os locais médicos em cinco classes distintas.

Cada classe estipula um tempo em que a fonte de energia de emergência seja acionada a fim de manter os equipamentos em estado operacional sem prejudicar o seu funcionamento. Esse tempo é definido pela NBR 13534:2008, que tende a ser muito menor que o estipulado no PRODIST módulo 8, tendo essa norma uma aplicação específica para ambientes de EAS sua preponderância.

Refere-se a fonte de energia primária a energia proveniente da concessionária ou permissionária que alimenta a EAS e a fonte de energia de emergência a fonte destinada a manter o fornecimento na ausência da primária.

A fonte de energia de emergência pode ser provida por um grupo gerador de energia ou por um Nobreak específico com o tempo de atuação dentro do padrão estipulado pela NBR 13534:2008.

Quadro 4 - Classificação dos serviços de segurança necessários em locais médicos

Classe 0 (sem interrupção)	Alimentação disponível automaticamente sem interrupção
Classe 0,15 (interrupção muito breve)	Alimentação disponível automaticamente em até 0,15 segundos
Classe 0,5 (interrupção breve)	Alimentação disponível automaticamente em até 0,5 segundos
Classe 15 (interrupção média)	Alimentação disponível automaticamente em até 15 segundos
Classe > 15 (interrupção longa)	Alimentação disponível automaticamente em mais de 15 segundos

Fonte: Adaptado da ABNT NBR13534:2008.

Podemos ver no Quadro 4 que cada classe elencada corresponde a um período de tempo em que a alimentação elétrica deve estar disponível a carga após uma falta da mesma. Sendo assim, por exemplo, na Classe 0,5 a carga deverá ter sua alimentação elétrica restabelecida em um período de até 0,5 segundos.

Assim podemos relacionar o período de interrupção dado pela classe com um equipamento de fornecimento de energia de emergência adequado, e ainda o tempo mínimo de fornecimento dessa fonte de emergência.

Quadro 5 - Uso de fonte de energia de emergência conforme classe

Classe	Fonte de Energia	Tempo Mínimo de Fornecimento
0	UPS de Dupla Conversão + GMG (Grupo Moto Gerador)	3h
0,15	UPS Standby by ou de Linha Interativa + GMG	
0,5		
15	GMG	24h sem evacuação
		3h com evacuação
>15	GMG optativo	24h

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022) adaptado da ABNT NBR 13534:2008.

Em especial para Classes menores que 15 s aplicamos na iluminação de segurança, iluminação de locais de controle e manobra de GMGs, que acomodam serviços essenciais, do grupo 1 com no mínimo uma luminária e do grupo 2 com no mínimo 50% da iluminação.

E para classe maior que 15 s, instalações técnicas (ar condicionado, aquecimento, ventilação, refrigeração, resíduos), cozinhas e serviços de esterilização.

No apêndice A desse trabalho apresenta-se exemplos de classificação de áreas em EAS levando em consideração o grupo e a classe, conforme NBR 13534:2008.

2.5 Principais falhas em sistemas elétricos

2.5.1 Interrupção de longa duração

Caracteriza-se pela interrupção do fornecimento de energia elétrica por um período de tempo em que as fontes auxiliares de emergência precisam ser acionadas de modo contínuo. Sendo classificadas conforme a sua causa, entre preventivas ou acidentais.

O PRODIST (ANEEL, 2021) modulo 8 caracteriza essa interrupção como interrupção Temporária de Tensão com duração superior a 3 segundos e inferior a 3 minutos.

As interrupções preventivas normalmente são ocasionadas por demandas de manutenção nos equipamentos e/ou nas linhas de transmissão internas das EAS, ou proveniente também de manutenção por parte da concessionária de energia, podendo até mesmo ser maiores do que 3 minutos.

As interrupções acidentais ocorrem devido a falhas no sistema de geração, transmissão ou distribuição das concessionárias ou nas instalações do cliente.

2.5.2 Interrupção de curta duração

Caracteriza-se pela interrupção do fornecimento de energia elétrica por um período inferior ao tempo de partida e estabilização de carga de um gerador, normalmente esse período de falta é assumido por um UPS nas áreas indicadas pelo seu uso.

A potência do grupo gerador determina o tempo médio de acionamento, ao ocorrer a falta o GMG de emergência acionado pelo sistema de transferência automática parte o motor a diesel e ajusta a sua frequência em 60 Hz, esse período tem por intervalo médio 10 a 15 segundos. Se a interrupção de energia for menor que esse período o UPS assume a carga.

O PRODIST (ANEEL, 2021) modulo 8 classifica o tempo de interrupção momentânea de tensão como inferior ou igual a 3 segundos.

2.5.3 Afundamento instantâneo de tensão

Caracteriza-se pela redução momentânea de tensão com uma duração aproximada de 3 a 4 ciclos senoidais (aproximadamente de 48 a 64ms), conforme Capelli (2021). Suas principais causas são determinadas pela falta de energia da concessionária, a energização de grandes cargas com pico de tensão elevado, curtos-circuitos ou por falhas nas conexões elétricas, como falta de torque, oxidação e pontos quentes, segundo Ferreira (2010).

A diferença fundamental entre a interrupção de curta duração e o afundamento instantâneo de tensão está no período de ocorrência da falha.

2.5.4 Elevação instantânea de tensão

Ocorre quando a tensão padrão da concessionária eleva-se com duração de meio ciclo por minuto, conforme Arruda (2003). Essa falha é proveniente de curto-circuitos fase-terra ou da energização de grandes bancos de capacitores.

2.5.5 Afundamento momentâneo de tensão

Drástica redução no valor da tensão eficaz por um intervalo relativamente longo de tempo, de acordo com Rocha (2014). Suas principais causas são sobrecarga da rede elétrica da concessionária, esse afundamento pode provocar a queima ou mal funcionamento de equipamentos.

O PRODIST (ANEEL, 2021) no modulo 8 classifica a duração desse afundamento de tensão como superior ou igual a 1 ciclo e inferior ou igual a 3 segundos

2.5.6 Elevação momentânea de tensão – sobretensão

Ainda segundo Rocha (2014), esse distúrbio se caracteriza pelo aumento da tensão eficaz proveniente da variação de demanda no sistema elétrico, podendo ocasionar redução de performance, desligamento de cargas eletrônicas, mal funcionamento de sensores e queima de equipamentos.

O PRODIST (ANEEL, 2021) no modulo 8 classifica a duração dessa variação de tensão como superior ou igual a 1 ciclo e inferior ou igual a 3 segundos.

2.5.7 Transitório impulsivo

Definido por alteração repentina nas condições de regime de tensão e/ ou corrente com a presença de impulsos unidirecionais em polaridade (positivo ou negativo) e de frequência, conforme Arruda (2003).

Normalmente causados por descargas atmosféricas onde o sistema de SPDA não está bem dimensionado ou não está em completa condição de funcionamento.

2.5.8 Variação de frequência

De acordo com Arruda (2003), são distúrbios definidos como variações do valor fundamental da frequência da rede (50 ou 60 Hz). Muito prejudiciais a fontes lineares devido ao aquecimento do seu transformador, esses distúrbios ocorrem por faltas no sistema de transmissão, como a saída de geradores de grande porte do sistema elétrico. São comuns em sistemas com a presença de GMGs onde a variação abrupta da carga pode alterar a sua velocidade de rotação, gerando distorção em seu valor fundamental. Os sistemas elétricos devem operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1Hz, conforme PRODIST (ANEEL, 2021), módulo 8.

2.5.9 Ruído

Definidos como sinais elétricos com frequência inferior a 200kHz, que se somam ao sinal principal de potência, afetando a tensão e a corrente da rede. Diferentes equipamentos eletromagnéticos podem causar o ruído, que é principalmente sentido em sistemas que trabalham com valores de tensão baixa ocasionando erros de leitura em sensores, em conformidade com Pimentel (2016).

2.5.10 Distorção harmônica

Segundo o PRODIST (ANEEL, 2021) modulo 8 as distorções harmônicas se caracterizam como: “As distorções harmônicas são fenômenos associados a deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental”.

Equipamentos eletrônicos com cargas não lineares podem inserir no sistema elétrico correntes, tensões e frequências em diferentes níveis e formas de onda, que somadas podem prejudicar a qualidade do sistema e ocasionar mau funcionamento em fontes lineares e diminuir a vida útil de motores, transformadores e outros equipamentos eletrônicos, segundo Arruda (2003).

2.5.11 Falha em dispositivo de proteção

Dispositivos de proteção são elementos das instalações elétricos que possuem a função de proteger o sistema e seus usuários. Ao exemplo de disjuntores, dispositivos diferencial-residuais, dispositivos de proteção contra surtos e demais.

A falha de funcionamento desses dispositivos pode causar o desabastecimento de energia elétrica de uma fonte essencial de suporte a vida, recomenda-se utilizar equipamentos padronizados de mesma característica, ou semelhante, para a reposição, assim como manter em estoque acessível um número considerável de peças.

2.5.12 Perda de IT médico

Diversos fatores podem ocasionar a perda do funcionamento de um sistema IT médico, desenvolvido em 2.3.12, um curto-circuito em seus condutores ou no equipamento a eles energizado, uma falha no disjuntor de proteção do transformador isolador, são exemplos.

2.6 Manutenção em EAS

Segundo Moubray (1997), a manutenção das organizações é executada como uma combinação de diferentes atividades classificadas em reativas e proativas, sendo a proativa a execução de manutenção antes da ocorrência da falha e as reativas depois que a falha já tenha ocorrido.

Outra maneira de classificar os tipos de manutenção está disposta na NBR 5462:1994 separando em manutenção corretiva e preventiva, onde a corretiva é executada após a ocorrência de pane, destinada a recolocar um item em condições de executar suas funções iniciais. Já a manutenção preventiva caracteriza-se por intervenções realizadas em intervalos de tempo pré-determinados.

Mesmo que se executando as manutenções preventivas adequadamente dentro do intervalo de tempo regular indicado pelo fabricante dos equipamentos ou do tempo sabido de sua vida útil dentro das condições em que ele se aplica, existe a possibilidade de falha espontânea ou não programada.

Devido a criticidade das instalações em EAS essas falhas espontâneas e não programadas devem ser analisadas para diminuir o seu impacto, sendo a metodologia abaixo uma ferramenta para esse fim.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho até o momento apresentou as excepcionalidades referentes as instalações elétricas em um ambiente de EAS, as normas aplicáveis nesses ambientes, seus equipamentos, instalações específicas e a importância dos mesmos em relação a segurança e confiabilidade.

Foram apresentadas as principais falhas que podem ocorrer em instalações elétricas em EAS, suas possíveis causas e o que as ocorrências de dessas falhas podem ocasionar.

Este capítulo irá dissertar a respeito de soluções das falhas apresentadas anteriormente vindo a somar a deficiente literatura sobre o tema auxiliando profissionais da área de gestão de manutenção na tomada de decisão.

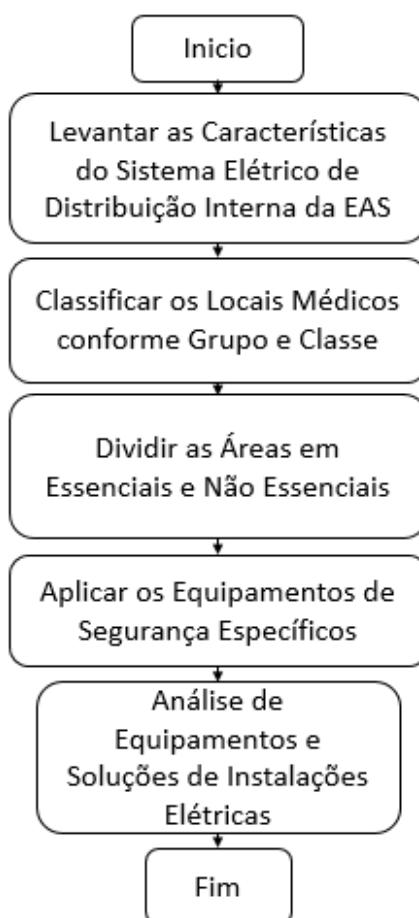
3.1 Delimitação da metodologia

A metodologia apresentada delimita-se ao sistema de distribuição elétrica interna de uma EAS excluindo-se os equipamentos eletromédicos.

3.2 Apresentação geral

Para realizar o projeto de um sistema elétrico em uma EAS, de forma a minimizar a ocorrência de falhas, propõe-se o fluxograma da figura 5.

Figura 5 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Este fluxograma quando aplicado de forma linear permite ao projetista de um sistema de distribuição interno de uma EAS não somente seguir a legislação vigente no que tange as instalações elétricas, como também tomar decisões que irão minimizar a ocorrência de falhas ou mesmo o seu dano.

3.3 Levantar as características do sistema elétrico de distribuição interna da EAS

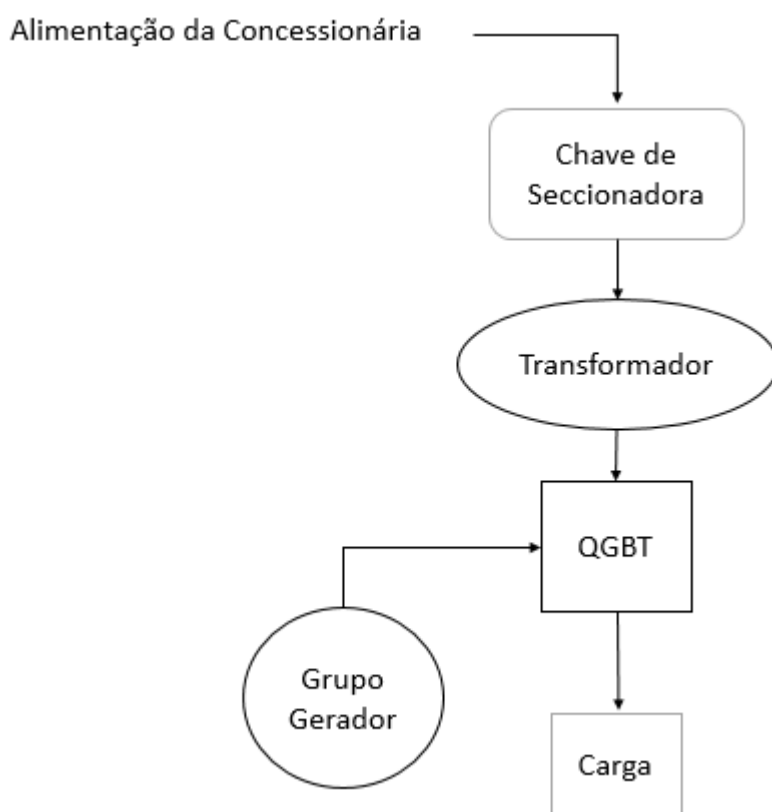
O sistema de distribuição interno se refere as instalações elétricas a partir da concessionária até o seu ponto de utilização, seja de um equipamento específico ou de uma carga variável representado por uma tomada de força.

Nesse momento é preciso levantar um projeto básico das instalações elétricas, desde a entrada de energia representada pela subestação de entrada, as subestações de distribuição interna, se existirem, o número de transformadores de energia e suas vias elétricas. A capacidade de carga e de corrente que esses equipamentos suportam e a localização dos QGBTs (Quadro Geral de Baixa Tensão) são informações essenciais.

Para esse fim, deve-se ter e manter um PIE (Prontuário de Instalações Elétricas), um sistema organizado de informações pertinentes as instalações elétricas atualizadas.

A figura 6 representa um sistema convencional de distribuição que pode ser usado como base para o início do estudo.

Figura 6 - Sistema de distribuição convencional



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.4 Classificar as áreas da EAS conforme grupo e classe de locais médicos

Cada local de uma EAS deve ser classificado conforme um grupo e uma classe representado na NBR 13534:2008 como demonstrado no item 2.4 desse trabalho.

Essa classificação irá determinar a necessidade de equipamentos de segurança e instalações elétricas especiais no local médico a partir de agora denominado área classificada.

Esses equipamentos de segurança podem ser disjuntores, dispositivos residuais ou sistemas IT médicos. Essa classificação também determina o uso de fontes de energia emergencial representadas por *nobreaks* e grupos geradores.

No apêndice A, demonstraremos os principais locais de uma EAS e sua classificação, baseado no tipo de contato existente entre as partes aplicadas e o paciente, bem como a finalidade para a qual o local é utilizado. Sendo parte aplicada todo equipamento que entre em contato com o paciente. Para esse fim as áreas são classificadas em 3 grupos:

- Grupo 0 – não possui parte aplicada.
- Grupo 1 – possui partes aplicadas, externas ao corpo ou internas diferentes do grupo 2.
- Grupo 2 – partes aplicadas em procedimentos intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação a vida e outros onde a falta de energia pode ocorrer em óbito do paciente.

E por classe, identificando o tempo máximo de espera para a conexão de alimentação de emergência disponível automaticamente, sendo:

- Classe 0: sem interrupção.
- Classe 0,15: alimentação disponível em até 0,15s.
- Classe 0,5: alimentação disponível em até 0,5s.
- Classe 15: alimentação disponível em até 15s.
- Classe >15: alimentação disponível em mais de 15s.

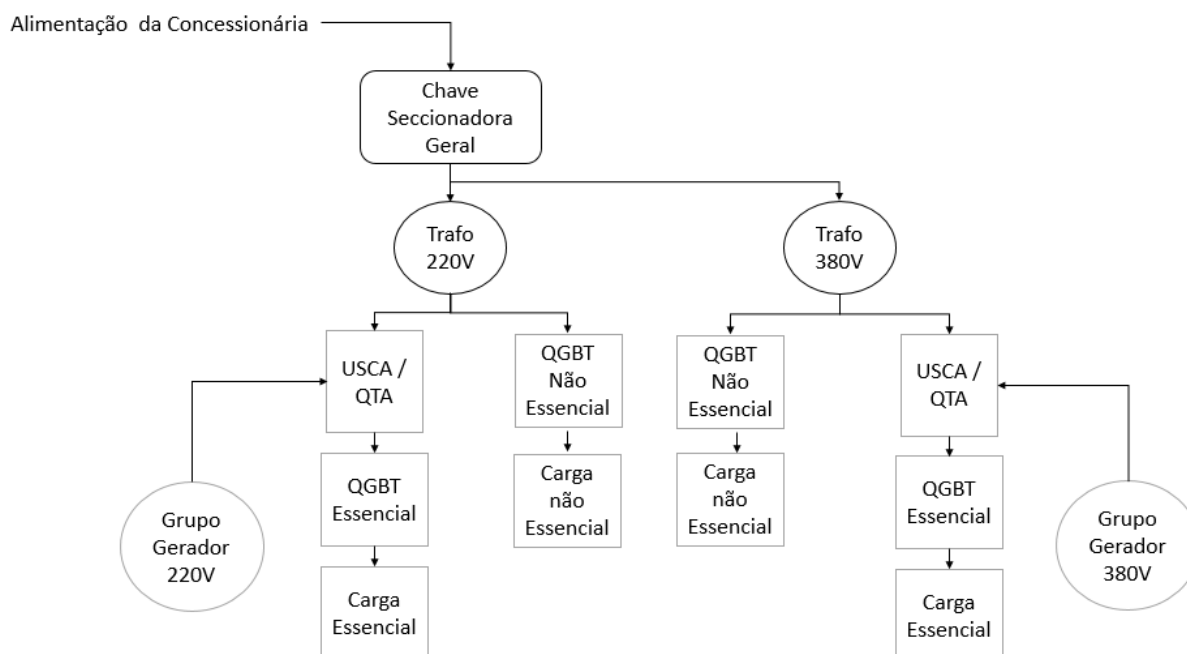
3.5 Dividir as áreas em essenciais e não essenciais

Para melhor alocar os recursos existentes e diminuir a potência de geração de emergência necessária aplica-se uma divisão de QGBTs, sendo um essencial para as cargas de necessitarem dessa geração e outro sendo não essencial para cargas que não necessitarem. Uma divisão por tensão também se faz necessário, permanecendo um grupo gerador para cada conjunto, sendo o grupo gerador com a tensão de 380V destinado a cargas essenciais de equipamentos industriais, como os usados em áreas

de CME (Centro de Materiais de esterilização) e outras áreas que a administração da EAS julgue assim.

Com a classificação proposta por Classe do item 3.4 é possível separar as áreas que necessitam de alimentação de emergência, aqui chamadas de essenciais, das que não necessitam, chamadas de não essenciais.

Figura 7 - Divisão de áreas essenciais e não essenciais



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Aqui é possível identificar a separação em dois QGBTs a partir do seu respectivo transformador, sendo um essencial e outro não essencial. O QGBT denominado Essencial é ligado a um Grupo Moto Gerador da sua tensão respectiva por meio de uma USCA / QTA. Assim, quando a USCA / QTA identificar a falta de tensão provinda do transformador a mesma acionará o Gerador que assumirá a carga do QGBT essencial mantendo o fornecimento de energia.

3.6 Aplicação de equipamentos específicos

Seguindo a tabela apresentada no anexo A, Aplicação dos Critérios de Grupo e Classe aos Locais Médicos, que enumera diferentes locais de uma EAS e a sua classificação quanto ao tipo de sistema de proteção elétrica e ao tempo de resposta de energia de emergência. É possível identificar as áreas classificadas como grupo 2,

que necessitam de um sistema de proteção específico denominado Sistema IT médico, apresentado no item 2.3 deste trabalho. Esse sistema protege os usuários dos sistemas médicos de descargas elétricas acidentais sem o desligamento dos mesmos.

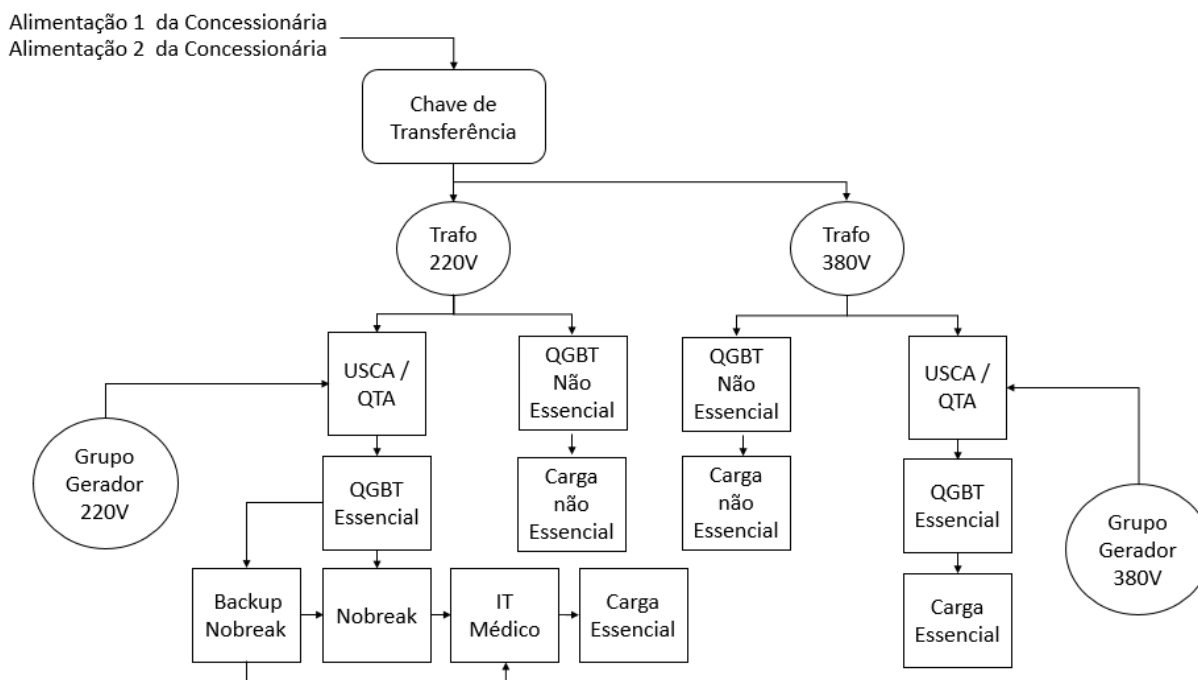
De acordo com o Quadro 4: Classificação dos Serviços de Segurança necessários em Locais Médicos, existe um *delay* permitido entre a falta de energia e o acionamento de uma fonte de energia de emergência, para áreas onde esse tempo é muito pequeno, o que impossibilita o uso de um GMG, utiliza-se um sistema de *nobreak* que assume a carga em um período menor e após a partida e estabilização do grupo gerador for concluída o mesmo assume a carga.

Para o sistema de energia de emergência com *nobreak* prevê-se a utilização de um backup para o mesmo, para elevar o nível de segurança e confiabilidade do sistema.

Ainda que as cargas essenciais estejam protegidas da falta de energia por meio de grupos geradores e nobreaks, o sistema não está completo, pois as baterias dos *nobreaks* fornecem um período de sustentação de carga muito breve e os geradores movidos a diesel podem ficar sem o seu combustível ou mesmo apresentar falhas de funcionamento.

Para o caso extremo, de falta prolongada de energia e falha no abastecimento, recomenda-se que a fonte de fornecimento primária seja dupla, com a instalação de uma chave de transferência automática, assim quando houver falta de energia de origem externa a EAS por meio de um alimentador da concessionária a chave automática irá inverter para o segundo alimentador. Aplicando essa análise obtemos o diagrama apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Sistema de distribuição de energia elétrica em EAS



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Podemos perceber a adição de um sistema de *Nobreak* com *Backup* logo após o QGBT essencial para ser usado em conjunto com o sistema IT médico nas áreas de classificação do Grupo 2.

O sistema de *Nobreak* com *Backup* se faz necessário do ponto de vista da indisponibilidade de um *Nobreak* por meio de falha ou manutenção preventiva, tendo ambos a capacidade de suportar a carga requerida do sistema por completo. Deste modo, quando da indisponibilidade de um, o outro assume a carga até que se possa efetuar a manutenção.

Mesmo com todos esses cuidados e aplicações de segurança operacional ainda existe a possibilidade de falhas graves, como o não de funcionamento do gerador ou a falta de combustível para longos períodos de falta de energia provinda da concessionária, assim recomenda-se o uso de dois alimentadores automatizados por meio de painel de transferência automática de carga. Deste modo, quando houver falta de um alimentador por influência externa da EAS o painel de transferência em um tempo pré-determinado transfere a carga para o outro alimentador.

Após aplicar essa metodologia no sistema elétrico de distribuição interna de uma EAS se pode isolar as falhas apresentadas na fundamentação teórica desse trabalho e tratá-las individualmente.

Assim nas áreas classificadas, onde se apresenta o maior potencial de perda tanto financeira como humana, com a aplicação dessa metodologia pode-se garantir o fornecimento e a qualidade da energia elétrica eliminando ou contornando as principais falhas apresentadas.

Demonstrando também um excelente custo-benefício as EAS, já que reduz a área de atuação de equipamentos de grande valor monetário, como GMGs e Nobreaks, aplicando-os exatamente onde se fazem necessários.

O objetivo geral deste trabalho é elencar ações de garantia de fornecimento e qualidade de energia elétrica em uma EAS visando a continuidade dos serviços prestados com segurança e confiabilidade

3.7 Análise de equipamentos e soluções de instalações elétricas

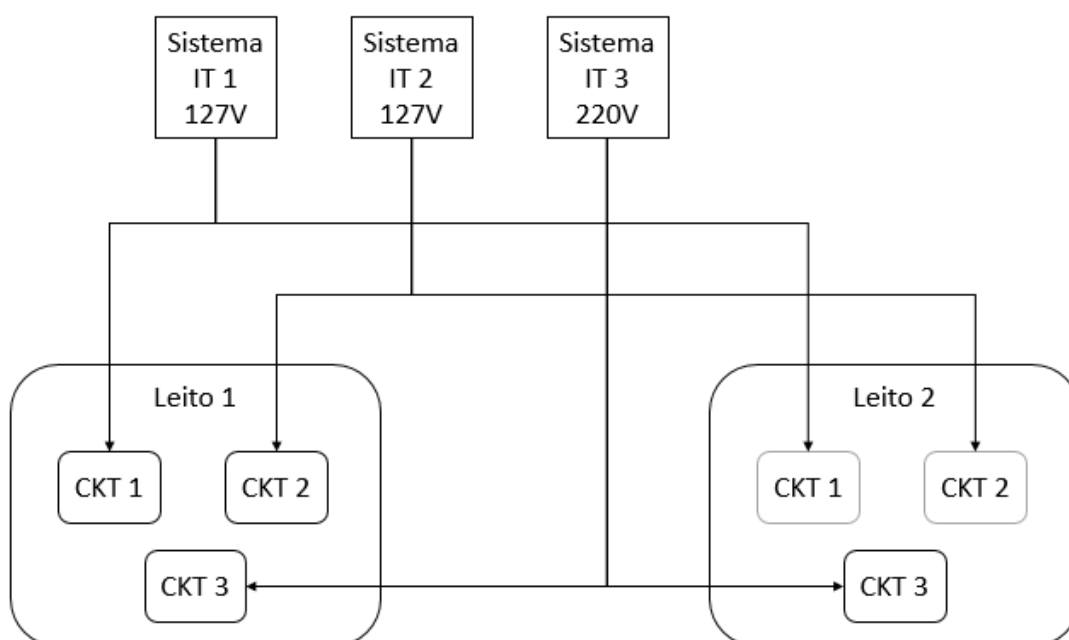
Cada EAS possui as suas especificidades e rotinas de operação e manutenção distintas entre si, devido a extensa lista de características desses ambientes elencamos alguns itens que podem vir a ser uteis para garantir maior segurança nas instalações.

Uma análise financeira e técnica de cada solução apresentada deve ser feita pelo corpo de engenharia da EAS.

- a) Prever a utilização de 50% da carga em uma unidade de transformador, assim caso se ocorra a perda de um o segundo poderá assumir a carga total da unidade. No caso de haver mais de uma subestação rebaixadora interna na EAS pode-se levantar a possibilidade de transferência de carga por intermédio de uma ligação em anel no sistema de baixa tensão;
- b) sendo uma falta de energia extremamente danosa do ponto de vista social e humano recomenda-se que a alimentação geral da EAS seja provida de dois caminhos elétricos da concessionária. Preferencialmente de duas subestações ou ao menos de dois transformadores diferentes. Assim com o uso de uma chave de transferência localizada na própria EAS no caso de uma falta ou falha no fornecimento de energia ela poderá ser acionada restabelecendo os trabalhos;
- c) recomenda-se a existência de dois grupos geradores estando um na reserva do outro, ou no caso de mais de um grupo em partes diferentes da EAS a possibilidade de transferência de carga entre eles por uma ligação em anel;

- d) recomenda-se também a utilização de um sistema de reserva da UPS, que seja capaz de suportar a carga máxima corresponde a área a qual se destina pelo tempo estabelecido em norma;
- e) recomenda-se a intercalação dos circuitos do sistema IT entre os pontos de utilização quando não for especificado a utilização única e restrita prevista em norma. Como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 - Esquema de separação de circuitos em sistemas ITs médicos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Deste modo na ocorrência de falha ou perda de um sistema ela não provoque a perda total do fornecimento de energia de um leito, apenas a perda de 1/3.

Assim prevendo que cada leito de UTI tenha ao menos dois circuitos de energia na tensão mais utilizada recorrentemente e um circuito na tensão menos usada, sendo os circuitos provindos de sistemas IT diferentes.

Utiliza-se esse método apenas quando a norma NBR 13534:2008 não pedir exclusividade de sistema IT médico.

4 ESTUDO DE CASO

O referido estudo de caso que irá se apresentar demonstra a aplicação da metodologia explicitada no item anterior deste trabalho, aplicando-a em um complexo hospitalar, de forma a avaliar a conformidade de suas instalações elétricas de acordo com a metodologia proposta.

O complexo hospitalar foco do estudo é o mais antigo do Estado do Rio Grande do Sul e um dos mais modernos do país, sendo referência na prestação de serviços de medicina. Contendo em seu parque 7 unidades assistenciais, sendo dois hospitais gerais e cinco especializados em cardiologia, neurocirurgia, pneumologia, oncologia e transplantes, 1223 leitos, 65 salas de cirurgias, 26 centros de pesquisas e 295 consultórios. O mesmo disponibiliza serviços de consultas ambulatoriais eletivas e de urgência e emergência, serviços auxiliares de diagnósticos e tratamento, procedimentos cirúrgicos e obstétricos, internações hospitalares, clínicas e cirúrgicas e transplantes de órgãos.

4.1 Levantar as características do sistema elétrico de distribuição interna da EAS

A fonte de abastecimento de energia elétrica da EAS em questão é proveniente de dois ramais subterrâneos da concessionária que atende a região onde ela se encontra. Sendo um ramal principal e um reserva (secundário), ambos atendidos em média tensão de 13,8 kV.

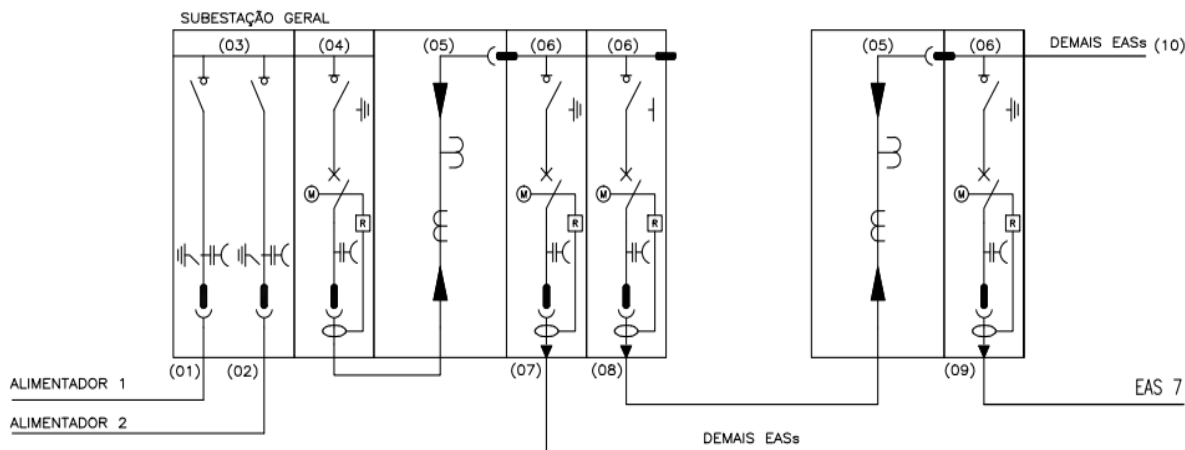
Estes alimentadores chegam na subestação de entrada do complexo hospitalar por meio de infraestruturas subterrâneas e aéreas até o seu respectivo cubículo de média tensão, isolado com SF6. Com cada ramal alimentador possuindo o seu cubículo de entrada intertravado entre si, com sistema de automatização de transferência de alimentadores na ocorrência de falta prolongada de energia elétrica.

Constatando-se a necessidade do uso de dupla alimentação devido a criticidade das operações realizadas na EAS em questão e na instabilidade da rede subterrânea que a atende.

Após a passagem por esses cubículos de entrada os ramais alimentadores se dividem em duas colunas de cubículos de média tensão onde são distribuídos para as subestações internas do complexo hospitalar.

Possuindo o complexo onze subestações rebaixadoras, alimentadas em 13,8kV no primário dos transformadores e com as tensões de 380V e 220V no secundário, apresentada na figura 10.

Figura 10 - Esquema unifilar de distribuição elétrica na EAS do estudo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Na figura 10 identificamos:

- (1) Ramal alimentador da concessionária em 13,8kV.
- (2) Ramal alimentador da concessionária em 13,8kV.
- (3) Módulo de reversão entre ramais. Cubículo de média tensão compacto modular com chave reversora de três posições (aberta, fechada e aterrada), totalmente isolado a SF6 com acionamento automático, semiautomático e manual por alavanca, intertravada mecanicamente, classe 24kV, corrente 630 A, Icc 20kA/1s, com detector capacitivo de tensão e cadeado padrão.
- (4) Módulo para disjuntor geral, cubículo de media tensão compacto modular com disjuntor a vácuo com isolamento integral a SF6 e corte a vácuo, 24kV, 630A, 20KA, interruptor/seccionadora sob carga com sistema de aterramento e bobina de disparo, indicadores capacitivos de tensão e rele eletrônico com proteções 50/50N, 51/51N, 50NS/51NS, 51V, 27, 59/59N, 67/67N, 81, 25, 32, 74, 46, 68, 47, 49, 79 e motorização 220Vca.
- (5) Cubículo de medição da concessionária com transformadores de potencial e corrente, grau de proteção IP 2x, Classe 15kV.

- (6) Módulo para disjuntor geral, cubículo de média tensão com disjuntor a vácuo com isolamento integral a SF6, classe 24kV e relé eletrônico com proteções 50/50N e 51/51N.
- (7) Saída para cubículos de média tensão das demais EASs.
- (8) Saída para cubículos de média tensão das demais EASs.
- (9) Saída para cubículo de média tensão da EAS 7.
- (10) Saída para cubículos de média tensão das demais EASs.

A unidade hospitalar que é foco desse estudo, representada na figura 10 como EAS 7, é composta por um total de 77 leitos, sendo 63 de internações e 14 de UTI, e também 3 salas cirúrgicas, realizando ao ano em média de 12000 atendimentos ambulatoriais, 500 internações e 1000 procedimentos cirúrgicos.

Tendo como configuração da sua subestação, três cubículos e um QGBT, sendo o primeiro cubículo possuidor de uma chave seccionadora tripolar, o segundo cubículo reservado a um transformador a óleo de 13,8kV 127/220V de 500kVA e um terceiro cubículo para outro transformador de 13,8kV 127/220V de 500kVA. O QGBT é destinado a distribuição da baixa tensão para os diversos CDs da unidade.

4.2 Classificar os locais médicos conforme grupo e classe

Com base na tabela “Aplicação dos critérios de grupo e classe aos locais médicos” apresentado no anexo deste trabalho podemos classificar todas as áreas existentes na EAS usada como foco nesse estudo de caso, como segue.

Quadro 6 - Locais médicos classificados em grupo e classe da EAS

Local Médico	Local Específico	Grupo			Classe		
		0	1	2	0,5	15	>15
Consultórios 1º andar - PRT/CNV		X					X
Unidade de Internação 2º, 3º e 4º Andar	Posto de Enfermagem	X					X
	Sala de Serviço	X					X
	Sala de Exames	X					X
	Demais salas		X			X	
Centro Cirúrgico	Sala de Indução Anestésica			X	Xb	X	
	Sala de Cirurgia			X	Xb	X	
	Sala de Recuperação pós Anestésica		X	Xc	Xb	X	
	Demais salas		X			X	
UTI	Áreas de Prescrição Médicas	X					X
	Sala de Serviço	X					X
	Salas de Apoio	X					X
	Posto de Enfermagem		X			X	
	Áreas e Quartos de Pacientes			X	Xb	X	
Endoscopia	Salas de Exames		X			X	
	Sala de Recuperação pós Anestésica		X			X	
	Posto de Enfermagem		X			X	
Radiologia		X			X		
Unidade de Cuidados Intermediários		X					X
Administração		X					X
Lab. Pesquisa		X					X
Copa			X				X
Sala nutricionista		X					X
Sala de Grupo Gerador							X
Subestação Elétrica							X
Casa de bombas							X

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

X: indicação que o local médico pertence ao grupo ou classe indicado.

Xb: Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nesses locais devem ter alimentação restabelecida em até 0,5s.

Xc: Considera-se grupo 2 caso local possua equipamentos de suporte a vida.

Ao realizar a separação de todas as áreas presentes na EAS do estudo, onde na primeira coluna do quadro acima identificamos uma visão geral dos setores e na segunda coluna uma visão mais específica dividindo os mesmos em setores menores.

Deste modo pode-se classificar esses setores em grupo e classe o que nos permitiu identificar a necessidade de equipamentos especiais de proteção e de fonte de energia de emergência.

4.3 Dividir as áreas em essencial e não essencial

Com base na tabela apresentada no item anterior podemos desenvolver uma nova que demonstre as áreas consideradas essenciais e não essenciais. Sendo considerado essencial as áreas de suporte a vida que se classificam na classe 0,5 e 15s, sendo alimentados com geradores e nobreaks na iminência de falta de energia da concessionária da área de concessão da EAS.

Quadro 7 - Classificação em essencial e não essencial

(continua)

		Essencial	Não Essencial
Consultórios 1º andar - PRT/CNV			x
Unidade de Internação 2º, 3º e 4º Andar	Posto de Enfermagem		x
	Sala de Serviço		x
	Sala de Exames		x
	Demais salas	x	
Centro Cirúrgico	Sala de Indução Anestésica	x	
	Sala de Cirurgia	x	
	Sala de Recuperação pós Anestésica	x	
	Demais salas	x	
UTI	Áreas de Prescrição Médicas		x
	Sala de Serviço		x
	Salas de Apoio		x
	Posto de Enfermagem	x	
	Áreas e Quartos de Pacientes	x	

Quadro 7 - Classificação em essencial e não essencial

(conclusão)

		Essencial	Não Essencial
Endoscopia	Salas de Exames	x	
	Sala de Recuperação pós Anestésica	x	
	Posto de Enfermagem	x	
Radiologia		x	
Unidade de Cuidados Intermediários			x
Administração			x
Lab. Pesquisa			x
Copa			x
Sala nutricionista			x
Sala de Grupo Gerador		x	
Subestação Elétrica		x	
Casa de bombas			x

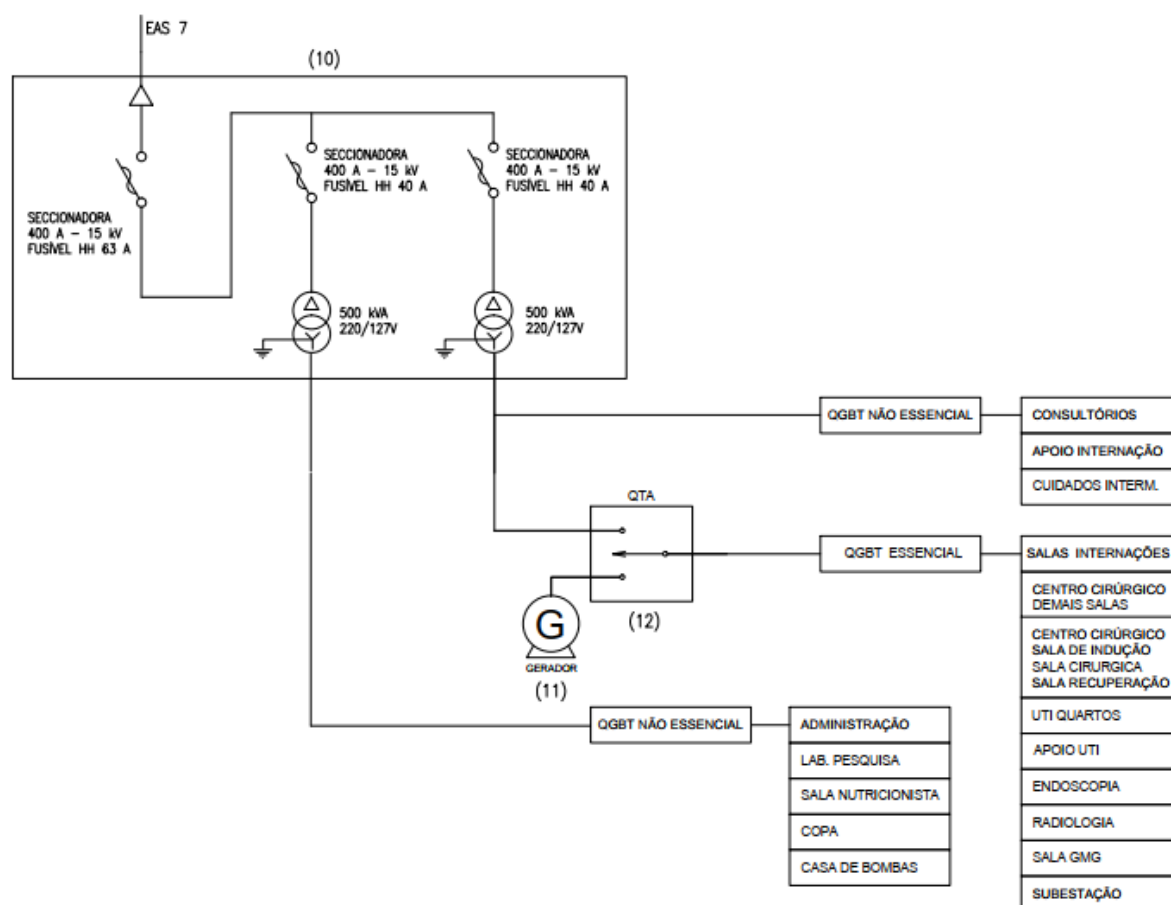
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

X: indicação que o local médico pertence a classificação indicado.

A divisão em essencial e não essencial acaba levando em consideração parâmetros financeiros e de tempo de fornecimento de energia de emergência, não necessitando assim a fonte de energia da instituição, no caso aqui um gerador, ser capaz de cobrir em 100% a carga total da EAS. A disponibilidade do combustível para o gerador, como por exemplo o diesel, também é beneficiado, pois com o gerador atendendo uma carga menor ele pode operar por um tempo maior.

Com base nessa divisão o sistema de distribuição de energia elétrica pode ser visto a partir da subestação de energia interna conforme a Figura 11.

Figura 11 - Esquema unifilar de subestação com divisão



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Na figura acima podemos ver o esquema unifilar da subestação (10) da EAS do estudo com a divisão entre QGBTs essencial e não essencial por meio de um QTA (12), a mesma transfere a carga essencial da fonte primária de energia, que é a concessionária, para uma fonte de energia de emergência (11), que nesse caso é um gerador a diesel.

4.4 Aplicar os equipamentos de segurança específicos

Em algumas áreas são necessários equipamentos específicos que garantem a segurança e a continuidade dos serviços prestados em caso de falhas elétricas.

Podemos elencar o nobreak para o caso de reestabelecimento de energia a curto prazo e o gerador para o reestabelecimento de energia de longo prazo, para os locais médicos da classe 0,5.

E o sistema de proteção IT médico para os locais indicados como grupo 2.

Quadro 8 - Locais médicos com uso de equipamentos especiais

Local Médico		Grupo	Classe
		2	0,5
Centro Cirúrgico	Sala de Indução Anestésica	x	xb
	Sala de Cirurgia	x	xb
	Sala de Recuperação pós Anestésica	xc	xb
	Demais salas	xa	
UTI	Posto de Enfermagem	xa	
	Áreas e Quartos de Pacientes	x	xb

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

X: indicação que o local médico pertence ao grupo ou classe indicado.

Xa: caso haja equipamentos do tipo estação de monitoramento no posto a classificação é a mesma das salas.

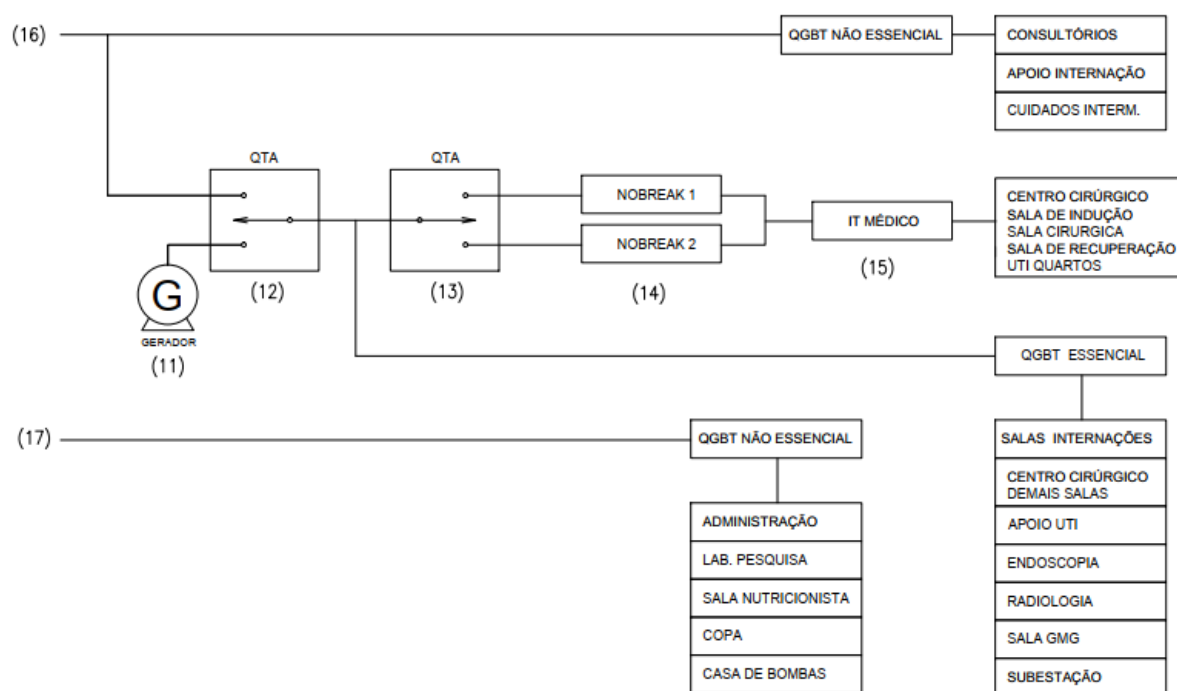
Xb: focos cirúrgicos e fontes de luz da endoscopia devem ser classe 0,5.

Xc: grupo 2 se o local tiver equipamentos e sustentação a vida.

Onde não possui classificação de classe 0,5, não se faz necessário o uso de fonte de energia disponível automaticamente em até 0,15s.

A partir do quadro acima podemos inferir o diagrama unifilar abaixo demonstrando a correta distribuição dos equipamentos especiais entre a classificação indicada.

Figura 12 - Unifilar para o uso de equipamentos especiais



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Em (12) identificamos o QTA responsável pela transferência de carga entre a fonte de alimentação principal proveniente da concessionária de energia e a fonte de energia de emergência (11), que nesse caso é um gerador a diesel.

Após a QTA (12) vemos uma divisão de circuitos, ambos continuam sendo circuitos essenciais, porém os identificados a partir de (13) possuem a classe 0,5s e grupo 2, nesse subgrupo aplicamos uma segunda QTA (13) para a transferência entre *Nobreaks* e o sistema IT Médico (15).

As demais cargas alimentadas por (16) e (17), são cargas não essenciais alimentadas por transformadores diferentes.

4.5 Análise de equipamentos e soluções de instalações elétricas

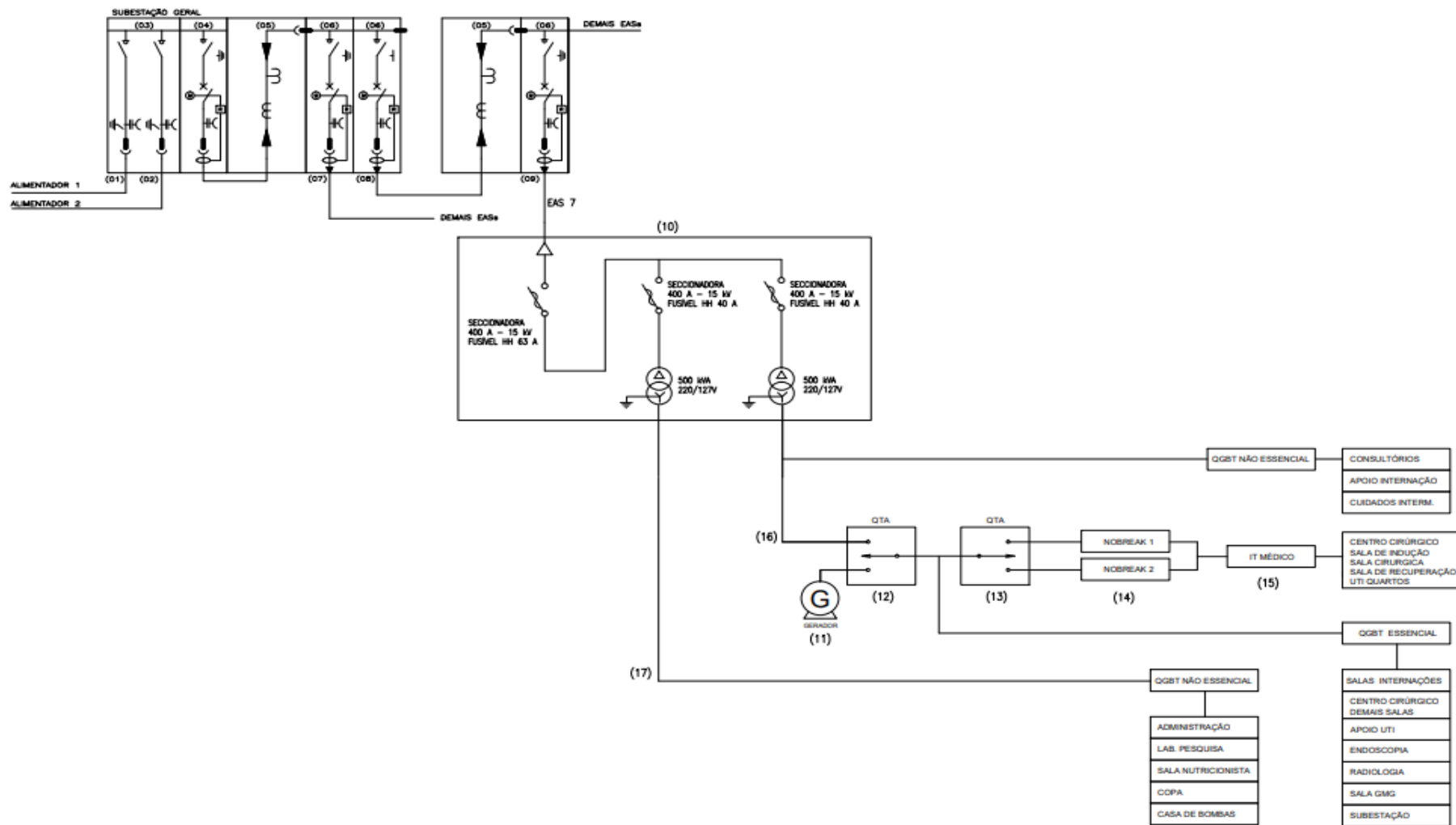
Nesse item apresentaremos uma análise dos equipamentos utilizados com o propósito de manter a continuidade dos serviços energizados em caso de falhas ou mesmo de manutenções programadas dos sistemas de distribuição de energia elétrica da EAS em estudo.

Das alternativas apresentadas no item 3.7 - Análise de Equipamentos e Soluções de Instalações Elétricas podemos elencar:

- 1) Utilização de dois transformadores rebaixadores com carga de 50% em cada, para quando na falha de um, o outro possa suportar a carga total: Devido ao custo elevado para adquirir um segundo transformador e a falta de espaço físico na subestação da EAS essa alternativa se mostrou inviável.
- 2) Fonte de alimentação dupla da concessionária: em uma visita a subestação de entrada da EAS notou-se que a mesma já possui esse sistema. Onde na falta de energia provinda de um alimentador da concessionária no período de 60s ocorre a transferência automática para o segundo alimentador por meio de um painel de transferência automática.
- 3) Instalação de dois GMGs, sendo um backup do outro: em uma visita a usina geradora da EAS constatou-se a existência desse sistema operado de forma manual, na ocorrência de um não funcionamento do GMG de forma automática existe a opção de partida manual ou de transferência de carga para um segundo GMG que originalmente atende outra EAS, mas que possui a capacidade de suportar as duas em uníssono.
- 4) Backup de UPS: nos setores de classe 0,5 s pode-se instalar dois nobreaks de mesma capacidade, deste modo quando um estiver em manutenção ou apresentar falha de funcionamento a carga pode ser transferida para o segundo.
- 5) Interligação de Sistemas IT médicos: no setor de UTI nos quartos de pacientes onde o sistema IT médico se aplica pode-se reajustar a distribuição de circuitos entre os leitos, assim na perda de um sistema o leito não ficara completamente sem fornecimento de energia.

Concluindo a análise do sistema de distribuição e das proteções que o compõe, identificamos o trajeto que a energia elétrica percorre dentro da EAS em questão conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Esquema completo de distribuição elétrica da EAS



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Com a aplicação da metodologia apresentada os principais problemas em instalações elétricas demonstrados no item 2.5, foram resolvidos respeitando as normas regulamentadoras vigentes, protegendo assim as cargas de equipamentos eletromédicos mais sensíveis e a integridade física das equipes médicas e dos pacientes da EAS.

No quadro abaixo podemos verificar os problemas apresentados e as soluções levantadas e aplicadas.

4.6 Finalização do estudo de caso

Com a aplicação da metodologia apresentada pode-se realizar uma análise de conformidade das instalações existentes na EAS de estudo, identificando assim os locais médicos onde os principais problemas das instalações elétricas apresentados no item 2.5 deste trabalho podem ser prejudiciais aos equipamentos, as funcionalidades dos setores e a segurança dos pacientes e corpo clínico.

Com isso, no quadro 9 relacionamos os problemas com as soluções propostas que atendem as exigências normativas da ABNT NBR 13534:2008 e a RDC 50:2002.

Quadro 9 - Problemas vs soluções em EAS

Principais Problemas em Instalações Elétricas em EAS	Soluções Levantadas					
	GMG	UPS Stand by	UPS Interativo	UPS On line	Padronização e Estoque	Intercalação de Circuitos*
Interrupção de Longa Duração	x					
Interrupção de Curta Duração		x	x	x		
Afundamento Instantâneo de Tensão		x	x	x		
Elevação Instantânea de Tensão		x	x	x		
Afundamento Momentâneo de Tensão			x	x		
Elevação Momentânea de Tensão			x	x		
Transitório Impulsivo				x		
Varição na Frequência				x		
Ruídos				x		
Distorção Harmônica				x		
Falha em Dispositivo de Proteção					x	
Perda de Sistema IT Médico						x

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022) com base em Apolinário (2017).

*apenas quando a norma não exigir o uso do sistema IT médico exclusivo.

X: indicação da solução apresentada para o problema elencado.

Das soluções apresentadas a opção de UPS distingue-se em três, sendo a diferença entre as mesmas o tempo de comutação entre a fonte de energia elétrica principal e a fonte de energia de emergência. Dessas opções o UPS *On Line* apresenta o menor tempo de comutação sendo considerado instantâneo, conforme Barbian (2013) para se escolher qual delas é a mais adequada deve-se atentar as características técnicas de cada equipamento eletromédico que a fonte tende a alimentar.

Quadro 10 - Problema / solução vs local médico

Local Médico		PRINCIPAIS PROBLEMAS											
		ILD	ICD	AIT	EIT	AMT	EMT	TI	VF	R	DH	FD	PIT
Consultórios 1º andar - PRT/CNV												Pad.	
Unidade de Internação 2º, 3º e 4º Andar	Posto de Enfermagem											Pad.	
	Sala de Serviço											Pad.	
	Sala de Exames											Pad.	
	Demais salas	GMG										Pad.	
Centro Cirúrgico	Sala de Indução Anestésica	GMG	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	Pad.
	Sala de Cirurgia	GMG	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	Pad.
	Sala de Recuperação pós Anestésica	GMG	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	Pad.
	Demais salas	GMG										Pad.	
UTI	Áreas de Prescrição Médicas											Pad.	
	Sala de Serviço											Pad.	
	Salas de Apoio											Pad.	
	Posto de Enfermagem	GMG										Pad.	
	Áreas e Quartos de Pacientes	GMG	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	UPS	Pad.
Endoscopia	Salas de Exames	GMG										Pad.	
	Sala de Recuperação pós Anestésica	GMG										Pad.	
	Posto de Enfermagem	GMG										Pad.	
Radiologia		GMG										Pad.	
Unidade de Cuidados Intermediários												Pad.	
Administração												Pad.	
Lab. Pesquisa												Pad.	
Copa												Pad.	
Sala nutricionista												Pad.	
Sala de Grupo Gerador		GMG*										Pad.	
Subestação Elétrica		GMG*										Pad.	
Casa de bombas												Pad.	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

ILD: Interrupção de longa duração;
ICD: Interrupção de Curta Duração;
AIT: Afundamento instantâneo de tensão;
EIT: Elevação instantânea de tensão;
AMT: Afundamento momentâneo de tensão;
EMT: Elevação momentânea de tensão;
TI: Transitório impulsivo;
VF: Variação de frequência;
R: Ruído;
DH: Distorção harmônica;
FD: Falha em dispositivo de proteção;
PIT: Perda de sistema IT Médico;
Pad.: Padronização
Interc: Intercalação.

5 CONCLUSÃO

O que difere as instalações elétricas das EAS das demais instalações é a criticidade das cargas envolvidas e o prejuízo humano que uma interrupção ou falha de fornecimento energia elétrica pode causar.

Os indivíduos expostos aos perigos dessas instalações já estão com sua imunidade baixa ou em situação de vulnerabilidade, tornando assim as falhas das mesmas um grande perigo irreparável.

Devido a essas características específicas desse meio se faz necessário uma atenção especial as instalações elétricas do ponto de vista de segurança e confiabilidade do sistema.

Pode-se destacar entre os equipamentos comuns as EAS o sistema IT médico, que atua para impedir que uma primeira falha interrompa o fornecimento de energia em um procedimento médico ou em um equipamento de suporte a vida. Porém existem diversas falhas que podem ocorrer nos demais equipamentos que compõem o sistema de distribuição de energia elétrica dentro de uma EAS.

O objetivo desse trabalho era elencar ações de garantia de fornecimento de energia elétrica em uma EAS, seguindo as normas vigentes em especial a NBR 13534:2008 e a RDC50:2002, procurando apresentar soluções para as principais falhas em sistemas elétricos apresentando uma metodologia de aplicação e propor uma metodologia de aplicação destas ações, que pode ser utilizada tanto para um novo projeto, quanto para uma análise de conformidade de uma instalação existente.

Essa metodologia se inicia pela classificação dos locais médicos em classes e grupos apresentados nas normas citadas, podendo após a sua conclusão o projetista identificar os equipamentos de proteção e sistemas de fornecimento de energia de emergência a serem atribuídos nos circuitos de suas exigências, diminuindo consideravelmente a probabilidade de falhas catastróficas nas instalações. Para cada falha apresentada fica um plano de contingência de ação para diminuir o seu impacto no usuário final.

Essa metodologia se inicia pela identificação das instalações existentes, passando pela classificação em Grupo e Classe exigida pela legislação vigente e pela separação das cargas em essenciais e não essenciais. Tal separação se deve a necessidade de algumas cargas de terem seu suprimento de energia elétrica reestabelecido dentro de um determinado tempo, sendo assim, as cargas chamadas

essenciais são as cargas destinadas a equipamentos de suporte a vida e a cargas usadas em procedimentos que não possam ser interrompidos. E as cargas chamadas não essenciais são cargas destinadas a serviços e procedimentos de uma EAS em que a sua falta, seja em curto ou longo prazo, não acarreta danos a vida ou prejuízo financeiro.

O estudo de caso apresentado analisou as instalações elétricas de uma unidade hospitalar da cidade de Porto Alegre, composto por leitos de internações, leitos de UTI, salas cirúrgicas e atendimentos ambulatoriais. Como resultado, verificou-se no esclarecimento das soluções para os principais problemas de instalações elétricas comumente enfrentados pela equipe hospitalar. Projetos de reforma e modernização das instalações existentes poderão se basear nos resultados fornecidos nesse estudo.

Como sugestões para trabalhos futuros elencamos:

- a) Desenvolver um guia com formulário para dimensionamento dos componentes do sistema;
- b) Desenvolver uma ferramenta digital de software ou aplicativo de automatização de dimensionamento e classificação de áreas médicas;
- c) Criar um manual de boas práticas para a EAS do estudo de caso para disseminar as informações com todos os integrantes da área de projetos e manutenção;
- d) Aplicar a metodologia em outras EASs.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Regras e Procedimentos de Distribuição (PRODIST)**. Módulo 8: Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica. Rio de Janeiro: ANEEL, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RDC n. 50**: dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília: Diário Oficial da União, 2002.

ALVES, Lucimara; SILVA, Patrick Kazmierczak da; CARVALHO, Rafael Otoni Gütlér. **Instalações elétricas em hospitais e instituições de saúde**. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/67548314-Instalacoes-eletricas-em-hospitais-e-instituicoes-de-saude.html>. Acesso em: 24 maio 2022.

APOLINÁRIO, M. F. **Nobreak dupla conversão monofásico isolado em alta frequência com tensão de entrada bivolt e potência de 1kVA, baseado no conceito de circuito multi-portas**. 2017. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

ARRUDA, E. F. **Análise de distúrbios relacionados com a qualidade da energia elétrica utilizando a transformada wavelet**. São Carlos, 2003. 114p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13534**: instalações elétricas para estabelecimentos assistenciais de saúde: requisitos de segurança. Rio de Janeiro ABNT, 2008.

_____. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **NBR IEC 60601-1: 2016**: equipamento eletromédico parte 1: requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial. Rio de Janeiro ABNT, 2016.

OMS. **Official Records of the World Health Organization**, Nº 2 Palais des Nations, Genebra, 1948.

BARBIAN, E. **Conheça os tipos de No-break**. 24 maio 2013. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/10738-conheca-os-tipos-de-no-break>. Acesso em: 04 ago. 2022.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. FISC Saúde. **Relatório sistêmico de fiscalização: saúde**. Brasília: TCU, 2013.

CAPELLI, A. **Tipos de distúrbios**. [2021]. Disponível em: http://files.comunidades.net/mutcom/Tipos_de_Disturbios.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

COMMUNITY. Electrical Engineering. **IT earthing system**. 2009. Disponível em: <http://engineering.electrical-equipment.org/electrical-distribution/itearthing-system-for-or-against.html>. Acesso em: 24 maio 2022.

FERREIRA, D. D. **Análise de distúrbios elétricos em sistemas de potência**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

FRACCHETA, Alexandre. **Instalações eletrônicas em ambientes hospitalares**. 2012. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=1331>. Acesso em: 24 mar. 2022.

MARTINHO, Meire Biudes; MARTINHO, Edson; DE SOUZA, Danilo Ferreira (Org.). **Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2022**: ano base 2021. Salto: Abracopel, 2022.

MOUBRAY, J. **Realiability-centered maintenance**: second edition. 2. ed. New York: Industrial Press, 1997.

PIMENTEL, Rafael, P. M. Distúrbios no sistema elétrico de potência. **Techn. Eng.**, p. 217-227, 2016.

ROCHA, M. **Fontes sistemas de energia**. 2014. Disponível em: <https://fontessistemasdeenergia.wordpress.com/2014/04/04/94/>. Acesso em: 4 ago. de 2022.

ROSAS, L. N. R. **Segurança em instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde**: estudo de caso: cenário baiano. 2018. Dissertação – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2018.

SILVA, Adriano Aparecido Pereira da. **Dispositivo supervisor de isolamento para um sistema IT-médico**. [S.l.: s.n.], 2017.

SVALDI, Jacqueline Sallete Dei. Ambiente hospitalar saudável e sustentável na perspectiva ecossistêmica: contribuições da enfermagem. **Escola Anna Nery**, v. 14, n. 3, p. 599-604, set. 2010.

ANEXO A - APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE GRUPO E CLASSE AOS LOCAIS MÉDICOS

Local	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Ambulatório						
Enfermagem						
Sala de reidratação (oral e intravenosa)		X			X	
Internação de curta duração						
Posto de enfermagem e serviços	X					X
Demais salas		X			X	
Atendimento imediato						
Atendimentos 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
Urgência (alta complexidade) e emergência						
Sala de procedimentos invasivos			X	xb		
Sala de emergência (politraumatismo, parada cardíaca)			X	xb		
Sala de isolamento		X			X	
Sala coletiva de observação		X			X	
Sala para manutenção de paciente com morte cerebral		X			X	

(Continua)

Local	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Internação						
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	xa		X	
Áreas e quartos de pacientes						
Internação para tratamento de queimados — UTQ		X			X	
Apoio ao diagnóstico e terapia						
Patologia clínica						
Laboratório e sala de laudos						X
Imagenologia (tomografia, ultra-sonografia, ressonância magnética, Endoscopia) e métodos gráficos						
Todas as salas de exames		X			X	
Hemodinâmica			X	xb	X	
Sala de recuperação pós-anestésica		X			X	
Posto de enfermagem		X			X	

(Continua)

Local	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	> 15
Apoio ao diagnóstico e terapia						
Anatomia patológica						
Câmara frigorífica para guarda de cadáveres						X
Medicina nuclear						
Sala de exames		X			X	
Centro cirúrgico						
Sala de indução anestésica			xc	xb	x	
Sala de cirurgia (não importando o porte)			x c	x b	x	
Sala de recuperação pós-anestésica		x	x c	xb	x	
Demais salas			xa		X	
Centro obstétrico cirúrgico						
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 b	x	
Sala de recuperação pós-anestésica e assistência ao RN		x	x c		x	
Demais salas					X	
Centro de parto normal						
Sala de parto e assistência ao RN						X
Hemoterapia						
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	
Radioterapia						
Salas de exames		X			X	

(Conclusão)

Local	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	» 15
Apoio ao diagnóstico e terapia						
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
Oxigenoterapia hiperbárica						
Sala de terapia		X			X	
Sala de máquinas		X			X	
Apoio técnico						
Nutrição e dietética						
Despensa de alimentos climatizada						X
Farmácia						
Área de imunobiológicos						X
Apoio logístico						
Infraestrutura predial						
Centrais de gases e vácuo						X
Central de ar-condicionado						X
Sala para grupo gerador						X
Subestação elétrica						X
Casa de bombas						X
<p>Xa 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.</p> <p>Xb Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação restabelecida em até 0,5s.</p> <p>Xc Considera-se grupo 2 caso o local possua equipamentos de sustentação de vida.</p>						
NOTA Descrições dos locais apresentados nesta tabela encontram-se na Resolução ANVISA RDC nº 50/02.						

Fonte: Anexo BB ABNT NBR 13534:2008.