

Avaliação das particularidades de instalações elétricas em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), um estudo de caso sobre o Hospital Universitário da UNIFAP

Particularities assessment of electrical installations in Health Care Facilities (HCF), a case study on the University Hospital of UNIFAP

Evaluación de las particularidades de las instalaciones eléctricas en los Establecimientos de Salud (ES), un estudio de caso sobre el Hospital Universitario de la UNIFAP

Recebido: 04/02/2022 | Revisado: 10/02/2022 | Aceito: 14/02/2022 | Publicado: 21/02/2022

Julianna de Sousa Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3593-763X>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: juliannamachadoee@gmail.com

Fernanda Karen Brito de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2361-3144>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: fernandabrito.ee@gmail.com

Thassiana Batista da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6460-137X>
Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil
thassi@gmail.com

Andrey da Costa Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6482-0345>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: andrey@unifap.br

Werboston Douglas de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4566-6290>
Universidade Federal do Amapá, Brasil
E-mail: juliannamachadoee@gmail.com

Resumo

Este trabalho propõe um estudo de conformidade técnico/normativo de instalações elétricas aplicado em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) através de uma revisão sistemática. Esta pesquisa baseou-se no método exploratório, fazendo o uso do levantamento bibliográfico das normas técnicas específicas para EAS. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso e os dados coletados foram tratados de forma qualitativa, tendo como objeto de estudo as instalações elétricas do Hospital Universitário da UNIFAP, utilizando a avaliação documental do projeto executivo para que fosse feita uma análise comparativa entre o projeto elétrico e a revisão das normas, a fim de verificar o cumprimento dos requisitos técnicos pelo projeto. Após esta análise, notou-se que a maior parte dos requisitos foram cumpridos, exceto os das normas publicadas ou revisadas após a conclusão do projeto. Por fim, o estudo proporcionou concluir que a execução de cada requisito específico tem papel fundamental no objetivo maior destas instalações: conceder segurança a seus usuários.

Palavras-chave: Instalações elétricas; Estabelecimentos assistenciais de saúde; Segurança hospitalar; IT Médico; Segurança de instalações elétricas.

Abstract

This work proposes a study of technical/normative compliance of electrical installations applied in health care facilities (HCF) through a systematic review. This research was based on the exploratory method, making use of the bibliographic survey of specific technical standards for HCF. The research is characterized as a case study and the data collected were treated qualitatively, having as object of study the electrical installations of UNIFAP's University Hospital, using the documentary evaluation of the executive project so that a comparative analysis between the electrical design and review of standards could be done, in order to verify compliance with technical requirements by the project. After this analysis, it was noted that most of the requirements were met, except those of the standards published or revised after the executive project was completed. Finally, the study allowed us to conclude that the execution of each specific requirement plays a fundamental role in the main objective of these facilities: to provide safety to their users.

Keywords: Electrical installations; Health care facilities; Hospital safety; Medical IT; Safety of electrical installations.

Resumen

Este trabajo propone un estudio de la conformidad técnica/normativa de las instalaciones eléctricas aplicadas en los establecimientos de salud (ES) mediante una revisión sistemática. Esta investigación se basó en el método exploratorio, haciendo uso del levantamiento bibliográfico de las normas técnicas específicas para el ES. La investigación se caracteriza por ser un estudio de caso y los datos recolectados fueron tratados cualitativamente, teniendo como objeto de estudio las instalaciones eléctricas del Hospital Universitario de la UNIFAP, utilizando la evaluación documental del proyecto ejecutivo de manera que se realizó un análisis comparativo entre el proyecto eléctrico y la revisión de las normas, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos por parte del proyecto. Tras este análisis, se observó que la mayoría de los requisitos fueron cumplidos, con excepción de las normas publicadas o revisadas después de la conclusión del proyecto ejecutivo. Finalmente, el estudio permitió concluir que la ejecución de cada requisito específico tiene un papel fundamental en el objetivo principal de estas instalaciones: otorgar seguridad a sus usuarios.

Palabras clave: Instalaciones eléctricas; Establecimientos de salud; Seguridad hospitalaria; IT medico; Seguridad de las instalaciones eléctricas.

1. Introdução

A Constituição Federal de 1988 dispõe, em seu artigo 196, que “A saúde é direito de todos e dever do estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”. E uma das formas de garantir esse acesso, é assegurar que ambientes físicos que comportam Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) possuam segurança e confiabilidade em suas instalações, conforme preceitua a Constituição e a Lei Orgânica de Saúde (Brasil, 1994).

A partir disso, o Ministério da Saúde publicou em 2002, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, um dos primeiros documentos relativos a este tema no país, a RDC nº 50, julgando “a necessidade de atualizar as normas existentes na área de infraestrutura física em saúde” (ANVISA, 2002, p. 1). Documento este que até hoje continua sendo base para a criação de outras normas e regulamentos técnicos específicos para EAS e norteia a construção de edificações desse tipo, sejam estas públicas ou privadas.

Embora instalações hospitalares sejam de grande relevância social e científica, atualmente há poucos estudos no Brasil com foco em reunir requisitos técnicos estabelecidos por normas para instalações elétricas presentes nesse tipo de edificação. Neste enredo, o presente trabalho elenca, através de uma revisão sistemática de normas técnicas e resoluções vigentes, os requisitos particulares dentro de instalações elétricas hospitalares e utiliza o Hospital Universitário da Fundação Universidade Federal do Amapá como objeto de estudo.

2. Metodologia

Para a elaboração deste estudo foi realizada inicialmente, a pesquisa bibliográfica com foco na pesquisa e revisão sistemática das normas técnicas aplicadas aos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), enfatizando as particularidades e requisitos específicos e indispensáveis à estas instalações. Para isso, além do estudo das normas técnicas, foram utilizados como referenciais bibliográficos, artigos já publicados que abordam conceitos de instalações em ambientes hospitalares. Esse trabalho inicial foi fundamental para uma maior familiarização com o tema, através do conhecimento mais profundo sobre os critérios normativos existentes com foco nestas instalações. Entretanto, o estudo e conhecimento prévio sobre as instalações elétricas gerais foi de grande importância, tendo em vista que muitos critérios utilizados nas instalações de uso comum também são válidos para uso em EAS.

O método de pesquisa baseou-se no critério exploratório, que, segundo Gil (2002) busca uma maior ambientação com o problema, tendo como principal objetivo o aprimoramento de ideias, fazendo uso do levantamento bibliográfico e

análise de exemplos que “estimulem a compreensão”. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso e os dados coletados foram tratados de forma qualitativa, baseando-se em uma sequência desde a obtenção dos dados, sua interpretação, até, por fim, o relatório final (Gil, 2001). Para Yin (2001), o estudo de caso se refere ao estudo rigoroso e profundo de um ou mais objetos, e é importante para o entendimento dos fenômenos sociais complexos, como forma de preservação dos aspectos significativos dos eventos da vida real. Ele tem como principal propensão justificar o motivo pela qual uma decisão ou um conjunto delas, foram tomadas e implementadas, e quais os resultados obtidos (2001, p. 31, apud Schramm, 1971, n.p). A presente pesquisa teve como estudo de caso as instalações elétricas do Hospital Universitário da Fundação Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), utilizando a avaliação documental do projeto executivo de instalações elétricas (neste momento da pesquisa, utilizou-se como ferramenta de visualização e análise o software AutoCAD), para que fosse feita uma análise comparativa entre o projeto elétrico e a revisão das normas, a fim de verificar o cumprimento dos requisitos técnicos pelo projeto.

A análise documental se assemelha com a pesquisa bibliográfica, contudo, na análise documental os materiais ainda não receberam um tratamento analítico e são denominados documentos de “primeira mão”, enquanto na pesquisa bibliográfica se encontram os documentos de “segunda mão” que, de alguma forma, já foram analisados (Gil, 2001). Os documentos utilizados na pesquisa são considerados fontes primárias, pois trata-se de memoriais descritivos, relatórios técnicos, especificações técnicas e documentos auxiliares, todos referentes ao projeto do Hospital Universitário da UNIFAP. A partir do estudo profundo das normas técnicas e revisão bibliográfica de livros e artigos publicados, aliados à análise documental referente ao projeto, foi possível verificar se as instalações elétricas do hospital estudado atendem às exigências estabelecidas por este compilado de normas, visando a segurança e proteção, tanto das pessoas, quanto da própria instalação.

3. Resultados e Discussão

3.1 Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) são edificações projetadas com a finalidade de prestar atendimento à saúde da população através do acesso de pacientes a estes locais, podendo ser em qualquer nível de complexidade, com presença ou não de internação (Brasil, 1994). Dentro deste grupo se enquadram os hospitais, clínicas, unidades básicas de saúde, ambulatórios e similares.

Historicamente, a visão sobre a função dos hospitais baseou a caracterização de sua infraestrutura nas mudanças políticas que ocorriam na sociedade. Se na idade média os hospitais existentes eram utilizados para o confinamento de pessoas doentes preparando-as para a morte, nos últimos 100 anos passaram a ser vistos como ambientes de tratamento e melhoria da qualidade de vida. Portanto, a transformação na arquitetura hospitalar é reflexo direto da evolução tecnológica e política da sociedade ao longo dos anos (Miquelin, 1992).

Essa reformulação no conceito de arquitetura hospitalar se consolidou durante o movimento sanitário ocorrido em diversos países na década de 70 (Lukiantchuk & Caram, 2008) e acompanhado pelo Brasil de forma mais acentuada a partir da 8ª Conferência de Saúde em 1986, que teve papel fundamental na inclusão do direito universal à saúde presente na Constituição de 1988 e na criação do Sistema Único de Saúde (SUS) no país (Chagas & Torres, 2008). A partir disso, a infraestrutura dos edifícios hospitalares precisou desenvolver-se paralela ao avanço tecnológico dos tratamentos médicos, a fim de suprir as novas demandas de energia, padrões de organização e manutenção requisitados (Machry, 2010).

A singularidade e a importância desse tipo de edificação levaram a criação de normas técnicas desenvolvidas com o intuito de garantir segurança aos pacientes e equipe médica (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2008). Nesse sentido, a diretoria colegiada da ANVISA publicou, em 2002, a RDC nº 50 que consiste em um regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Essa

resolução é a norma maior em vigor e o disposto em seu texto deve ser obedecido em todos os EAS, sejam eles públicos ou privados (Brasil, 2002).

3.2 Instalações Elétricas em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

As instalações elétricas em hospitais se caracterizam pela necessidade de alta confiabilidade, segurança e qualidade no fornecimento de energia elétrica. Isso é justificado pela presença de equipamentos eletromédicos, tendo alguns destes a função de sustentação à vida do paciente (Silveira, 2008). Segundo (Paiva, 2014), o ambiente hospitalar expõe seus ocupantes a diversas situações de risco pela presença de formas de energia potencialmente perigosas, ocasionadas pela utilização dos equipamentos eletromédicos. E para garantir segurança aos pacientes e à equipe médica é imprescindível uma instalação elétrica confiável e segura, obtida através da aplicação de normas específicas (ABNT, 2008).

Para tal, essas instalações devem, inicialmente, seguir os requisitos gerais estabelecidos na NBR 5410:2004 - *Instalações elétricas de baixa tensão*, visto que esta aplica-se a todas as edificações, independentemente de sua finalidade (ABNT, 2004). Em seguida, devem ser observadas as exigências das normas específicas para EAS que tratam de instalações elétricas e outros sistemas com requisitos elétricos específicos que “complementam, modificam ou substituem os requisitos de caráter geral contidos na ABNT NBR 5410” (ABNT, 2008).

a) Consumo e divisão da instalação

O cálculo da demanda estimada de energia elétrica é feito como para qualquer outra edificação, conforme especifica o item 4.2.1 da ABNT (2004), adicionando apenas mais atenção às atividades e equipamentos médicos utilizados. É importante ressaltar que se houver a necessidade de dispor de transformadores para uso exclusivo do EAS “esses devem ser, no mínimo, em número de 2 (dois), cada um com capacidade de no mínimo metade da carga prevista para a edificação” (ANVISA, 2002).

A divisão da instalação deve seguir os princípios de segurança, conservação de energia, funcionalidade, produção, ampliações futuras e manutenção (ABNT, 2004), incluindo a criação de circuitos dedicados para:

- Equipamentos capazes de provocar o desligamento de alimentação do IT Médico através da alta corrente gerada na partida, como é o caso de equipamentos de raio x (ABNT, 2008, p. 4);
- Elevadores de emergência (ABNT, 2019);

b) Sistemas de alimentação

Pela característica de confiabilidade que estas instalações precisam ter, a NBR 13534:2008 – *Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde*, desde sua primeira edição em 1995, instituiu a obrigatoriedade na implantação de um sistema de alimentação elétrica de segurança (emergência) em EAS, requisito esse ratificado em 2002 pela RDC nº 50 (ANVISA, 2002). Esse sistema deve possuir capacidade, confiabilidade e disponibilidade adequadas em caso de falta da fonte principal de fornecimento (ABNT, 2004), seguindo os critérios de tempo de restabelecimento da ABNT (2008).

Como fonte de segurança podem ser empregados grupos geradores e *nobreaks* (ABNT, 2004), não sendo permitido em EAS o uso de linhas de alimentação alternativas da rede pública (ABNT, 2008, p. 11). É recomendada a aplicação de *nobreak* em conjunto ao grupo gerador quando há necessidade do atendimento às cargas sensíveis que necessitam de energia ininterrupta, como equipamentos de tecnologia da informação (ABNT, 2004) e equipamentos eletromédicos com microprocessadores (ABNT, 2008), durante o tempo que o sistema de segurança leva para comutar.

Para definir o tipo de fonte e tempo de comutação da alimentação de segurança em cada ambiente, a ABNT (2008) divide os recintos em classes e grupos. O primeiro critério está disposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos serviços de segurança necessários em locais médicos.

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

Fonte: Adaptado pelos autores (ABNT, 2008).

No quadro acima, vemos que as classes determinam o tempo de comutação entre a falta e a entrada da alimentação de emergência. Enquanto os grupos são divididos em 3 tipos, com base nas atividades desenvolvidas nos ambientes (ABNT, 2008):

- Grupo 0: local em que não há utilização de equipamento eletromédico em contato com o paciente;
- Grupo 1: local em que há utilização de equipamentos médicos em contato com o paciente, mas que a falta de alimentação elétrica não possa resultar em morte;
- Grupo 2: “local médico destinado à utilização de partes aplicadas em procedimentos intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação de vida de paciente e outras aplicações em que a descontinuidade da alimentação elétrica pode resultar em morte” (ABNT, 2008, p. 3).

A aplicação dos critérios de classe e grupo nos ambientes médicos, baseada nas descrições dos locais presentes na RDC nº50 (2002), pode ser encontrada na Tabela B.101 da ABNT (2008). Na Quadro 2, abaixo, podemos ver um resumo desses dados:

Quadro 2 – Aplicação dos critérios de classe e grupo aos locais médicos.

Local	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	>15
Ambulatório						
Sala de reidratação (oral e intravenosa)		X			X	
Posto de enfermagem e serviços	X					X
Demais salas		X			X	
Atendimento imediato						
Urgências (baixo e médio risco)						
Sala para exame diferenciado, otorrinolaringologia, ortopedia, odontológico e individual		X			X	
Demais salas	X					X
Urgência (alta complexidade) e emergência						
Sala de procedimentos invasivos			X	X ^b		
Sala de emergência (politraumatismo, parada cardíaca)			X	X ^b		
Sala de isolamento		X			X	
Internação						
Internação geral						
Posto de enfermagem	X					X
Sala de exames e curativos	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 ^a		X	

Áreas e quartos de pacientes			X	X ^b	X	
Internação para tratamento de queimados - UTQ		X			X	
Apoio ao diagnóstico e terapia						
Laboratório e sala de laudos						X
Todas as salas de exames (tomografia, ultra-sonografia, ressonância magnética, endoscopia e métodos gráficos)		X			X	
Hemodinâmica			X	X ^b	X	
Sala de recuperação pós-anestésica		X			X	
Posto de enfermagem		X			X	
Anatomia patológica						
Câmara frigorífica para guarda de cadáveres						X
Centro cirúrgico						
Sala de indução anestésica			X	X ^b	X	
Sala de cirurgia (não importando o porte)			X	X ^b	X	
Sala de recuperação pós-anestésica		X	X ^c	X ^b	X	
Radioterapia						
Salas de exames		X			X	
Quimioterapia						
Salas de aplicação						X
Díálise						
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
Apoio técnico						
Nutrição e dietética						
Dispensa de alimentos climatizada						X
Farmácia						
Área de imunobiológicos						X
Apoio logístico						
Infraestrutura predial						X
Centrais de gases e vácuo						X
Central de ar-condicionado						X
Sala para grupo gerador						X
Subestação elétrica						X
Casa de bombas						X

^aCaso 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 de onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos circuitos de alimentação. ^bFocos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação restabelecida em até 0,5s. ^cConsidera-se grupo 2 caso o local possua equipamentos de sustentação de vida. Fonte: Adaptado pelos autores (ABNT, 2008).

A partir do Quadro 2, vemos que os ambientes do grupo 2 devem ser alimentados pelo sistema de segurança entre 0,5 e 15 s após a falta, justamente porque a descontinuidade da alimentação poderia levar o paciente à morte. Enquanto os locais classificados como grupo 1 têm de ser alimentados em até 15 s. Diferente dos locais do grupo 0, onde não são desempenhadas atividades que comprometam à vida e, por isso, podem ter o tempo para restabelecimento maior que 15s. Além disso, nota-se que o mesmo tipo de ambiente pode ser encaixado em classes e grupos distintos, dependendo do setor em que se encontra. Como é o caso dos Postos de Enfermagem que, quando nos Ambulatórios se encaixa no grupo 0, e nas UTIs está dentro dos grupos 1 e 2, ou seja, mais prioritários. É importante frisar que para ambientes que se enquadrem em mais de uma classe, deve-se adotar os requisitos da classe que exija maior segurança de alimentação (ABNT, 2008).

Outro aspecto a ser notado no Quadro 2, é o atendimento do sistema central de ar condicionado pela alimentação de emergência. Nas edificações de uso comum esse sistema não é considerado como serviço essencial, no entanto, em ambientes hospitalares esse sistema trabalha na assepsia do ar, diminuindo os riscos de infecções através do controle de temperatura, umidade relativa e filtragem do ar. Por isso, deve ser alimentado por fonte de energia emergencial, como grupo gerador

(EBSERH, 2018). Informação presente na NBR 13534 (2008), ratificada pela ANVISA (2002) e pelo plano de *Diretrizes de Sustentabilidade para projetos de Arquitetura e Engenharia em Hospitais Universitários* (EBSERH, 2018), documento produzido pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH. Logo, deve ser acatado pelos hospitais universitários por ela administrados.

Além dos locais e sistemas listados no Quadro 2, há outros sistemas que devem ser ligados a esta alimentação em tempo não superior a 15s, previstos na (ABNT, 2008) e demais normas. São eles:

- Sistema de iluminação de segurança (emergência), conforme (ABNT, 2004) e ambientes citados no item 6.6.8.101 da NBR 13534 (2008);
- Bombas de incêndio (ABNT, 2004);
- Sistemas de sonorização e busca de pessoas (ABNT, 2008);
- Sistema de detecção, alarme e de incêndio (ABNT, 2004);
- Elevadores de emergência (ABNT, 2019);
- Alarmes operacional e de emergência do sistema central de gases medicinais, bem como o equipamento elétrico de suprimento desses gases (ABNT, 2016, p. 18 e 19);
- Sistema de extinção automática de incêndio em que seja necessária alimentação elétrica para a descarga (ANVISA, 2002).

c) Sistemas de proteção

Aterramento

A garantia da segurança elétrica durante o uso dos equipamentos eletromédicos é crucial dentro de estabelecimentos de saúde (NUPEHA, 2017). Neste sentido, o aterramento elétrico desempenha um papel de grande importância no que se refere à segurança à vida do paciente e deve ser dimensionado a partir da combinação das normas técnicas específicas, baseando-se nas características e particularidades de cada edificação, sempre visando a garantia da qualidade dos serviços de saúde (Buss, 2016). Sobre este tema, a ANVISA (2002) estabelece que:

Todas as instalações elétricas de um EAS devem possuir um sistema de aterramento que leve em consideração a equipotencialidade das massas metálicas expostas em uma instalação. Todos os sistemas devem atender a normas da ABNT NBR 13534, NBR 5410 e NBR 5419, no que diz respeito ao sistema de aterramento (ANVISA, 2002, p. 130).

A NBR 5410 (2004) reconhece 3 esquemas de aterramento e os classifica de acordo com a situação da alimentação com relação à terra. São eles:

- Esquema TN: é caracterizado por possuir um ponto de sua alimentação diretamente aterrado, e as massas pertencentes a ele, são conectadas a este ponto através de condutores de proteção. Este sistema divide-se em três subsistemas (TN-S, TN-C e TN-C-S), onde suas estruturas variam de acordo com a posição dos condutores neutro e de proteção (ABNT, 2004). É importante destacar que o esquema TN-C é proibido em ambientes de saúde (ANVISA, 2002).
- Esquema TT: possui um ponto de sua alimentação diretamente aterrado, porém suas massas são conectadas a eletrodos distintos dos do aterramento da alimentação (ABNT, 2004).
- Esquema IT: onde todas as suas partes vivas estão isoladas com relação a terra, ou também caracterizada pela conexão do neutro do transformador à terra através de uma impedância (ABNT, 2004).

Em complemento à norma geral, a NBR 13534 (2008) determina a implantação do sistema IT Médico em todos os ambientes que pertencem ao Grupo 2, independente do sistema de aterramento geral da edificação. Esse sistema deve atender

“aos circuitos que alimentam equipamentos eletromédicos, sistemas de sustentação a vida e aplicações cirúrgicas, bem como os demais equipamentos elétricos dispostos no ambiente do paciente” (ABNT, 2008, p.5), exceto os citados no tópico do esquema TN. É recomendado o uso de um IT Médico exclusivo por sala de cirurgia e permitido que mais de um leito de UTI compartilhe o mesmo esquema, atentando-se sempre à capacidade admitida pelo transformador selecionado. Com exceção ao centro cirúrgico, cada grupo de locais com a mesma função deve ser provido de pelo menos um esquema IT Médico exclusivo (ABNT, 2008).

Nesse sistema, o neutro é aterrado através de uma impedância entre ele e o condutor de aterramento, fazendo com que a corrente, em caso de uma possível falha, seja limitada (Rosas, 2018). Dentre todos os sistemas de aterramento, é o único capaz de prever falhas elétricas antes que estas possam danificar equipamentos, causar danos à pacientes e equipe médica ou seccionar a alimentação, visto que monitora a corrente de fuga e a resistência de aterramento das áreas atendidas (Alves, et al., 2017). Isso é possível através do arranjo de equipamentos que formam o sistema, conceituados a seguir (ABNT, 2008):

- Dispositivo supervisor de isolamento (DSI): tem como função verificar se há redução no nível de isolamento do sistema, mostrando uma primeira falta à massa ou terra e a indica, através de sinais sonoro e visual, para que a equipe encontre a falha e a resolva antes da ocorrência da segunda, evitando assim, o desligamento automático do circuito. Este dispositivo deve ter os seguintes parâmetros: no mínimo, impedância interna de 100 k Ω ; tensão de medição não superior a 25 Vcc; sinalização se ocorrer ruptura do condutor de proteção; corrente injetada máxima de 1mA; indicar queda da resistência de aterramento quando atingir no máximo 50 k Ω , se possível antes e atender as orientações da IEC 61557-8.
- Sistema de sinalização sonoro e visual: indica através da iluminação verde o status de operação normal e usa iluminação amarela com sinal sonoro para indicar que a resistência de isolamento atingiu o valor mínimo programado, sendo apagada apenas automaticamente quando a falha for resolvida.
- Transformador de separação (ABNT, 2004; ABNT, 2008): transformadores desse tipo são utilizados no IT Médico pois possuem reforço em sua isolação e blindagem eletrostática entre seus enrolamentos, o que proporciona maior qualidade e segurança ao sistema (WEG, 2018). Recomenda-se que sejam instalados próximos ao local atendido, que possuam cobertura para evitar contato acidental com as partes vivas e que haja monitoramento dos parâmetros de temperatura e sobrecarga (ABNT, 2008).

A execução de qualquer que seja o esquema de aterramento em ambientes de saúde deve obedecer aos requisitos gerais do item 4.2.2.2 da ABNT (2004), bem como os requisitos adicionais presentes nos itens 5.1.2.2.4.3, 5.1.2.2.4.4 e 5.1.2.2.4.5 da ABNT (2008).

Além dos circuitos elétricos da edificação, outros sistemas presentes em EAS devem ser aterrados, conforme previsto genericamente na ABNT (2004) e ratificado nas normas específicas:

- Tubulações de gases medicinais, por serem metálicas, de cobre ou aço inoxidável. Devem ser aterradas o mais próximo de sua entrada no prédio e não podem ser utilizadas para aterramento de equipamentos elétricos (ABNT, 2016, p. 15 e 16). A central de suprimento de gases (se estacionária) e o sistema concentrador de oxigênio devem possuir aterramento, com base nos requisitos citados acima (ABNT, 2016, p. 7);
- Dutos metálicos de ar do sistema de ar condicionado (ABNT, 2004);
- As eletrocalhas do sistema de cabeamento estruturado devem ser aterradas, quando metálicas, assim como deve haver aterramento funcional e de proteção para os equipamentos ativos de rede e cabeamento (ABNT, 2021);
- Eletrodutos, eletrocalhas, caixas de passagem e partes metálicas do sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) devem estar no mesmo referencial terra. Os cabos devem ter sua blindagem aterrada preferencialmente na própria

central do sistema (ABNT, 2010, p. 40). Sistema esse obrigatório em EAS, de acordo com a ANVISA (2002) e ABNT NBR 16651:2019 – *Proteção contra incêndios em estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos*.

Equipotencialização

Como visto acima, dentro de uma edificação todos os elementos com potencial de condução de eletricidade precisam ser protegidos de tensões e/ou correntes indesejadas e isso deve ser feito através de um barramento de equipotencialização principal (BEP) interligado ao subsistema de aterramento (Santos, 2018), o que implica em submetê-los ao mesmo referencial (equipotencialização), a fim de garantir proteção e redução dos riscos de choques elétricos (Silva, 2019).

Dentro de uma edificação podem ser feitos barramentos de equipotencialização suplementares ou barramentos de equipotencialização locais (BEL), que servem como via de ligação entre todos os elementos que fazem parte da equipotencialização suplementar ou local, e pode ser necessária visando a proteção contra choques elétricos ou prevenção contra perturbações eletromagnéticas. No entanto, só pode existir um BEP (ABNT, 2004).

No que compete aos EAS, nos locais dos grupos 1 e 2 deve existir uma equipotencialização suplementar onde envolva condutores de proteção (PE), elementos condutivos, conexões referentes aos pisos condutivos e blindagem eletrostática do transformador de proteção. Além disso, mesas cirúrgicas e elementos fixos e condutivos do mobiliário devem ser incluídos na equipotencialização suplementar (ABNT, 2008). Com relação aos ambientes pertencentes ao grupo 2, a mesma norma cita que a resistência medida entre o barramento de equipotencialização e o terminal PE de qualquer tomada de corrente ou equipamento fixo, não deve ultrapassar o limite de $0,2 \Omega$. Ademais, o BEP deve estar localizado próximo ao local médico e em cada quadro de distribuição deve haver um barramento de equipotencialização adicional onde estarão conectados os barramentos suplementares, bem como os condutores de proteção (ABNT, 2008).

Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

Dentro dos sistemas de proteção, temos o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que consiste em um conjunto de medidas de proteção com o intuito de reduzir danos causados quando uma edificação é atingida por descargas atmosféricas. Na (ABNT, 2008), que trata exclusivamente das instalações elétricas em EAS, não há adendos específicos sobre o SPDA, logo, devem ser seguidos os requisitos prescritos na ABNT NBR 5419-1-4:2015 - *Proteção contra descargas atmosféricas*, incluindo seus testes e ensaios. A determinação da medida de proteção mais adequada tem de ser feita por um responsável técnico habilitado, analisando os aspectos técnicos e econômicos de todas as opções e os resultados da avaliação de risco (ABNT, 2015).

Os danos causados pela ocorrência de uma descarga atmosférica podem atingir tanto os ocupantes da instalação quanto a própria instalação e seu entorno, incluindo os sistemas que a compõe. Os efeitos relacionados a estes danos variam de acordo com a característica de cada edificação e, no caso dos hospitais, atingem suas instalações elétricas, provocam falhas em sistemas de incêndio, SDAI, equipamentos eletrônicos e eletromédicos, além de acarretarem em complicações relacionadas à presença de pessoas em tratamento médico intensivo e a dificuldade de resgate de pessoas incapazes de se locomover por conta própria (ABNT, 2015).

Piso Condutivo

Dentro das medidas de segurança em espaços de saúde, outro ponto importante a ser discutido se refere ao uso de pisos condutivos, indicados para centros cirúrgicos, salas de parto e hemodinâmica (ANVISA, 2014). Ainda segundo o manual de Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, criado pela (ANVISA, 2014), esse tipo de revestimento tem como função principal assegurar a dissipação de descargas estáticas, diminuindo potencialmente o risco de explosões

devido à baixa umidade desses ambientes (proporcionada pelo sistema de climatização) somada ao uso de anestésicos e materiais químicos de limpeza.

Sobre esse tema, a (ANVISA, 2002) estabelece:

- a. 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.
- b. 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.
- c. A limitação, nas salas acima citadas, de uma região especial denominada de Zona de Risco, composta por sua vez pela Zona M (ANVISA, 2002).

A ABNT (2008) cita apenas a necessidade de equipotencialização suplementar nas conexões dos pisos condutivos em locais do grupo 1 ou 2, quando existentes.

d) Sistemas de iluminação

No momento da elaboração do projeto de um EAS, é importante assegurar os aspectos de conforto visual promovidos pelo uso inteligente da luz, diminuindo o desconforto do paciente e facilitando o desempenho das atividades desenvolvidas naquele ambiente. Além disso, é importante o cumprimento das normas técnicas aplicáveis no que diz respeito às instalações elétricas, a fim de promover a segurança e diminuição de riscos (EBSERH, 2014).

A norma ABNT (2013), que trata dos requisitos de iluminação para locais de trabalho internos, conceitua que:

Uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente, permitindo que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga visual e desconforto. A iluminação pode ser natural, artificial ou uma combinação de ambas. (ABNT, 2013, p.1)

O sistema de iluminação normal em EAS deve seguir os requisitos gerais da ABNT (2004), bem como os presentes na ABNT (2013), adicionando as exigências de divisão de circuitos e alimentação de emergência previstos na ABNT (2008) e tratados nos itens a) e b) deste trabalho.

Especificamente em salas para atendimentos médicos, a (ABNT, 2013) define que a iluminância deve ser de 500 lux, o índice de ofuscamento máximo de 16 UGR e aparência de cor mínima de 4.000 K. Nos consultórios e salas para exames clínicos é importante que a iluminação não altere a cor do paciente (ANVISA, 2002). O (EBSERH, 2018) ratifica que em ambientes destinados a exames, aplicação de anestésicos e sedação intravenosa, deve ser feita a combinação de lâmpadas com o intuito de equilibrar as cores azul, amarelo e vermelho, permitindo maior nitidez da cor da pele do paciente atendido.

A ANVISA (2002) é bem sucinta em relação ao tema e determina apenas os tipos de iluminação para quartos da unidade de internação geral e para quartos e área coletiva da UTI:

- Iluminação geral disposta de forma que não perturbe ou incomode o paciente;
- Iluminação de cabeceira de cada leito na parede para leitura;
- Iluminação de exame no leito com lâmpada fluorescente;
- Iluminação de vigília na parede (a 50 cm do piso).

Além do sistema de iluminação normal, todos os EAS devem ser providos de um sistema de iluminação de emergência (ABNT, 2019), com circuitos distintos do sistema normal e dimensionado com base na ABNT NBR 10898:2013 – *Sistema de iluminação de emergência* (2013), de forma que possa “assegurar o funcionamento das luminárias de emergência,

independentemente do funcionamento do sistema de iluminação normal da edificação” (ABNT, 2019). Deve ser prevista, também, a instalação de uma iluminação de aclaramento em locais onde exista a necessidade de continuação de procedimentos de saúde, como em salas de cirurgia, com nível de iluminação mínimo de 70% em relação ao nível da iluminação normal (ABNT, 2019; ABNT, 2013).

Segundo a ABNT (2004), lugares com alta densidade de ocupação e/ou com condições de fuga difícil, como é dos hospitais, quando utilizarem cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, para rabicho de luminárias, por exemplo, estes devem ser do tipo não halogenados e com baixa emissão de fumaça, conforme ABNT (2014).

O manual de *Diretrizes de Sustentabilidade para Projetos de Arquitetura e Engenharia em Hospitais Universitários* (EBSERH, 2018, p. 67), recomenda o uso de lâmpadas com tecnologia LED pois diminuem o defeito causado pela comutação das fontes de alimentação, a padronização das lâmpadas e luminárias a fim de reduzir os custos de aquisição desses produtos para manutenção e medidas de automação da iluminação, visando o uso mais racional da energia elétrica.

e) Tomadas

Os pontos de tomadas devem obedecer aos critérios definidos no item 4.2.1.2.3 da ABNT (2004) e também a ABNT (2012), que trata de plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada. No que tange aos EAS, especifica-se que em postos de tratamento de pacientes, as tomadas de corrente devem ser alimentadas por, no mínimo, dois circuitos diferentes ou então ser protegidas contra sobrecorrentes de forma individual (ABNT, 2008).

É importante destacar que nos ambientes com IT Médico é possível que existam tomadas de corrente alimentadas por outros circuitos que não os do IT Médico, por conta disso, estarão em esquema TN-S ou TT. Sendo assim, as tomadas que fazem parte do sistema IT Médico devem ser identificadas com cor específica e placa com inscrição “Apenas equipamentos eletromédicos” (ABNT, 2008).

Para que os aparelhos possam ser conectados em qualquer tomada, de forma rápida e segura, em casos de emergência, é recomendado que todos os circuitos de tomada sejam de mesma tensão, ficando a cargo do EAS padronizar esta tensão de acordo com seus equipamentos. Se não puderem seguir essa recomendação e tiverem tomadas com diferentes tensões, elas devem ser não intercambiáveis (ABNT, 2008).

Além dos critérios para o número mínimo de tomadas prescritos nas normas acima citadas, a ANVISA (2002), define um número base para alguns ambientes:

- Quanto à enfermaria da unidade de internação geral e berçários: uma tomada para cada equipamento biomédico por leito, ou a cada dois leitos adjacentes, e de uma tomada de acesso à tomada para aparelho transportável de raios X, distante no máximo 15m de cada leito;
- Quanto ao berçário de cuidados intermediários: três tomadas para cada berço ou incubadora;
- Quanto à quarto e área coletiva de Unidade de Internação Intensiva: oito tomadas por leito, além do acesso à tomada para aparelho transportável de raios X, distante no máximo 15m de cada leito;
- Quanto à sala de cirurgia e sala de parto: dois conjuntos com quatro tomadas, em paredes distintas, e acesso à tomada para aparelho transportável de raios X (ANVISA, 2002, p. 85).

A ABNT (2016) determina o número de postos de utilização de cada tipo de gás medicinal por painel de cabeceira (régua ou coluna), mas não cita a quantidade mínima necessária de pontos de tomada por painel (ABNT, 2016, p. 22). Fica explicitado apenas que as instalações elétricas presentes “devem ser instaladas em compartimentos vedados e fisicamente separados dos sistemas de gases medicinais” e que devem atender a ABNT (2004) (ABNT, 2016, p. 18). É preciso atentar-se à

altura das tomadas nessas régua, que deve acompanhar a dos postos de utilização, sendo aproximadamente 1,5 m do piso acabado. (ABNT, 2016, p. 17).

3.3 Análise técnica das instalações elétricas do Hospital Universitário da Fundação Universidade Federal do Amapá

O Hospital Universitário da Fundação Universidade Federal do Amapá (HU UNIFAP) consiste em um hospital de especialidades de grande porte, para procedimentos de média e alta complexidade e foi criado com o objetivo de disponibilizar à população assistência de alta qualidade técnica e científica, além de dar condições adequadas ao ensino e pesquisa na área da saúde (UNIFAP-HU-EL-002, 2016). Assim como 80% dos hospitais universitários do país, será administrado pela EBSEH e, portanto, seguirá suas diretrizes de projeto e funcionamento.

O projeto é datado de 2016 e foi concebido após resultado final da Concorrência nº 001/2014, pelo consórcio MHA-DPJ (UNIFAP, 2015). O hospital possui uma área construída de 40.039,28 m², contando com salas de cirurgia, ambulatórios, alas de métodos gráficos e imagem, reabilitação, medicina nuclear, diálise, patologia clínica, quartos de internação e isolamento, UTI adulta e pediátrica, alas administrativas e de ensino, bloco de apoio técnico e logístico e central de utilidades, distribuídos ao longo do térreo, 1º, 2º e 3º pavimentos.

Possui duas subestações, sendo a subestação 1, localizada no térreo, responsável pela alimentação do bloco de apoio técnico e logístico, iluminação externa, sistema de incêndio, casa de bombas potável e reuso, central de gases medicinais, automação predial e heliponto. A subestação 2, localizada no 2º pavimento, alimenta as cargas gerais de iluminação e tomadas, sistema IT Médico, *fancoils*, ventiladores, central de água gelada, equipamentos de exames (como raio x e tomografia, por exemplo) e sistemas eletrônicos. Os transformadores previstos em ambas as subestações são formados por conjuntos de duas unidades, conforme exigência da ANVISA (2002).

Para o sistema de alimentação de emergência, o dimensionamento foi baseado no cálculo de todas as cargas consideradas de emergência no HU UNIFAP, sendo o total previsto de 1.288,02 kVA, segundo a Tabela Geral de Cargas (UNIFAP-HU-EL-003-B) que inclui as cargas do Quadro 2 e demais itens listados no tópico b) deste trabalho. Com base nisso, foram selecionados 2 grupos geradores à diesel com capacidade de 1.500 kVA cada, na configuração de um principal e outro reserva. Para cumprir a autonomia de funcionamento de no mínimo 24h (ANVISA, 2002), cada gerador possui um tanque diário de 250 L em sua base, além de um tanque externo à sala dos geradores de 15.000 L (UNIFAP-HU-EL-002-B, 2016, p. 24). Os geradores entram em operação se houver falta de fornecimento por parte da concessionária em tempo superior a 3 segundos ou se a queda de tensão for superior a 10% da tensão nominal. Caso um dos geradores em operação apresente falha, eles comutarão entre si e o reserva assumirá a carga.

O tempo total de partida, incluindo a sincronização e tomada de carga, foi projetado para ser inferior a 15s, conforme requisitos do Quadro 2. Quando isso acontecer, o controlador envia um sinal para os quadros de baixa tensão das subestações para que estes descartem as cargas denominadas normais (UNIFAP-HU-EL-002, 2016). Após retorno do sistema principal, haverá transferência automática de cargas, com um retardo de tempo ajustável de 0 a 30 segundos. Essas características cumprem os requisitos de capacidade, confiabilidade e disponibilidade expostos no item b). A alimentação dos locais e sistemas através do grupo gerador, pode ser vista de forma resumida pelo diagrama unifilar geral de baixa tensão na prancha UNIFAP-HU-EL-318.

Para as cargas críticas, que necessitam de alimentação ininterrupta, o memorial descritivo (UNIFAP-HU-EL-002-B, 2016) prevê, no item B.6, o fornecimento de *nobreaks* para os locais atendidos pelo IT Médico e para os sistemas eletrônicos, de acordo com a previsão de carga das tabelas do memorial de cargas (UNIFAP-HU-EL-003, 2016). Com a falta de tensão de um ou mais condutores, a alimentação será restabelecida em no máximo 0,5 segundos, para todos os sistemas atendidos.

Sendo assim, para atender ao IT Médico (centro cirúrgico, RPA, hemodinâmica e UTI) através dos painéis PBT-NB-

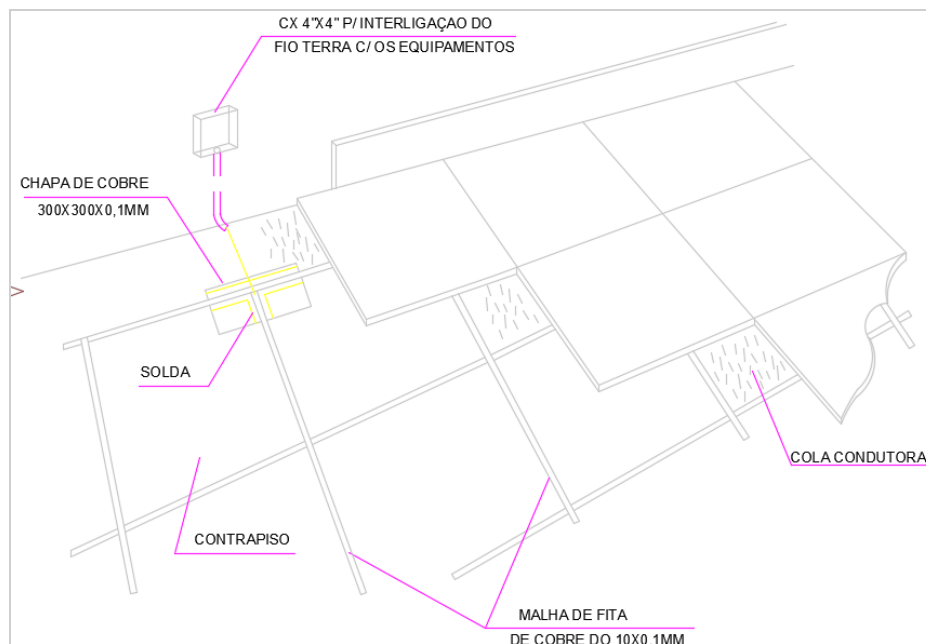
SE2-01, PBT-NB-SE2-02 e PBT-NB-SE2-03, foram previstos dois nobreaks de 160 kVA, operando em paralelismo redundante, instalados próximos a esses ambientes, no pavimento mecânico (2º pavimento). Para os sistemas eletrônicos (CFTV, SDAI, controle de acesso, automação predial, salas de rack e CPD) alimentados pelo PBT-NB-SE2-04, há um nobreak de 160 kVA. Os dois sistemas de *nobreak* possuem autonomia de 15 minutos.

Essas informações foram consultadas nas plantas baixas do sistema de alimentadores (UNIFAP-HU-EL-301 à 316, 2016) e no diagrama unifilar geral de baixa tensão (UNIFAP-HU-EL-319, 2016).

3.3.1 Aterramento

O sistema de aterramento geral adotado é do tipo TN-S, com conceito de terra unificado. São previstos condutores de aterramento independentes para sistemas elétricos e eletrônicos. A malha de aterramento das salas de cirurgia, utilizada para aterramento do piso condutivo e das massas metálicas da sala, é detalhada da prancha UNIFAP-HU-SP-101 e ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Detalhe da malha de aterramento e piso condutivo das salas de cirurgia do hospital.



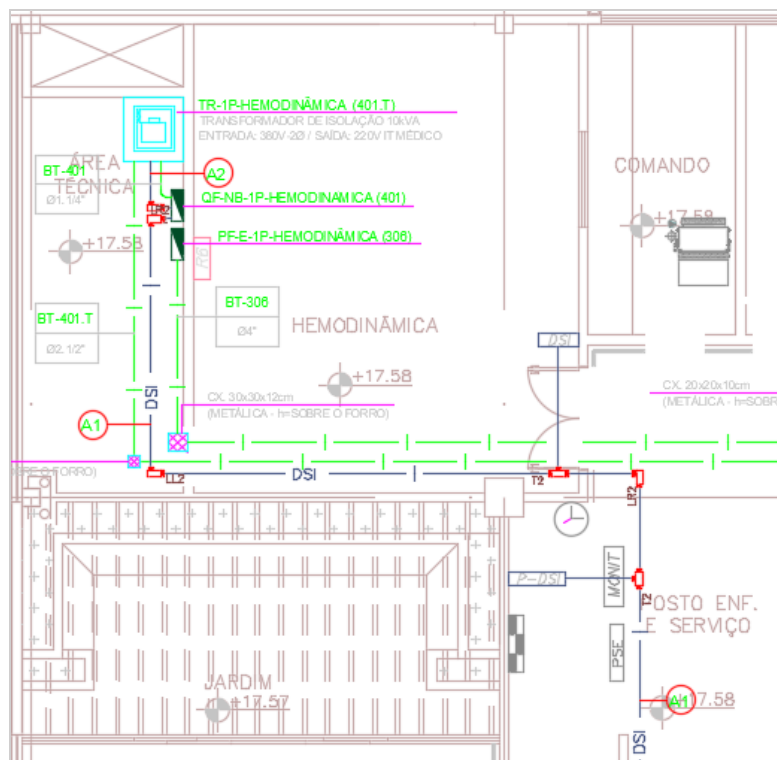
Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-SP-101, 2016).

A Figura 1 mostra os detalhes de instalação do piso condutivo, previsto para ser do tipo antiestático (dissipador de 105 a 109 Ω/m^2), constituído por laminado melamínico de alta pressão, colado com cola semicondutora sobre um contrapiso também semicondutivo, onde é imersa uma malha de fita de cobre. As especificações do piso a ser utilizado estão descritas na página 138 do memorial descritivo de elétrica.

O sistema IT Médico previsto atende as salas de cirurgia, hemodinâmica, boxes de UTI e salas de recuperação pós-anestésico (RPA), todos distribuídos no 1º pavimento do hospital. Possui transformadores de separação, para garantir proteção contra contatos indiretos no ambiente e evitar desligamento dos quadros em consequência da falta em caso de primeiro curto fase-terra. Houve a preocupação de instalar os transformadores o mais próximo do local atendido, o que pode ser verificado no caso da sala de hemodinâmica na Figura 2. Para as salas de cirurgia, RPA e boxes de UTI, os transformadores foram instalados no pavimento mecânico, localizado no 2º pavimento, acima desses ambientes (UNIFAP-HU-EL-311). Esses transformadores são equipados com dispositivos DSI/DST, que detectam e supervisionam tanto em corrente alternada (AC) como em contínua

(DC) e indicam se a falha de isolamento é DC+, DC- ou AC. Eles possuem um botão de teste que gera falha de 42 k Ω (o máximo admitido por norma é 50 k Ω), detectam e sinalizam sobrecargas e temperaturas acima de 120°C. Através de uma porta de comunicação serial do tipo RS485, o histórico de todos os eventos dos ITs, com registro dos horários das ocorrências podem ser visualizados no supervisório do sistema de supervisão e controle predial (SSCP) do hospital (UNIFAP-HU-EL-002-B, 2016).

Figura 2 - Sistema IT Médico na sala de Hemodinâmica.



Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-SP-108, 2016).

A Figura 2 mostra uma infraestrutura do DSI/DST que vai do transformador até um painel de sinalização (anunciador de alarme e teste, indicado como P-DSI na figura) instalado no posto de enfermagem, para que a equipe seja informada das falhas. Para as salas de cirurgia, além do anunciador no posto de enfermagem mais próximo, há um instalado em cada sala de cirurgia (UNIFAP-HU-EL-309, 2016), cumprindo o especificado por norma.

O aterramento dos demais sistemas do HU UNIFAP foram avaliados conforme descrito no item c):

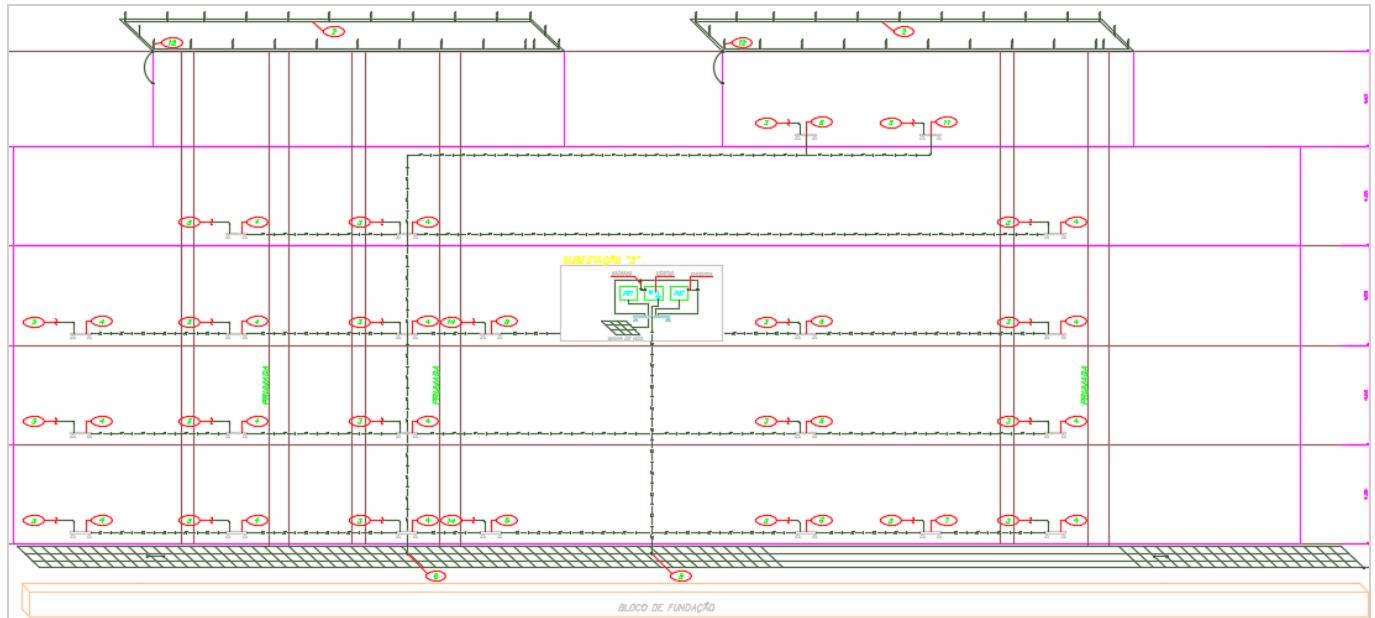
- Aterramento da central de gases medicinais é previsto e mostrado na prancha UNIFAP-HU-SP-107. No entanto, o aterramento das tubulações de gases medicinais, dutos de ar condicionado, eletrocalhas, eletrodutos e leitos é apenas previsto nos detalhes de instalação na prancha UNIFAP-HU-SP-101 e diagrama de prumadas de aterramento da prancha UNIFA-HU-SP-118, não sendo indicados nas plantas baixas.
- Aterramento da blindagem dos cabos de SDAI solicitado em norma não é previsto pelo projeto nos memoriais descritivos, plantas baixas ou detalhes de instalação.

Quanto ao aterramento independente para os sistemas eletrônicos são utilizados barramentos de aterramento em cada uma das salas técnicas de eletrônica (nos projetos UNIFAP-HU-SP-103 a 113), onde estão concentrados os equipamentos principais desses sistemas.

3.3.2 SPDA

O sistema, previsto em toda a cobertura do hospital, é do tipo Gaiola de Faraday, complementado por hastes captoras, utilizando descidas naturais, conforme diagrama da prancha UNIFAP-HU-SP-119 ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Diagrama geral de prumadas do sistema de SPDA do HU UNIFAP interligado à malha de aterramento.



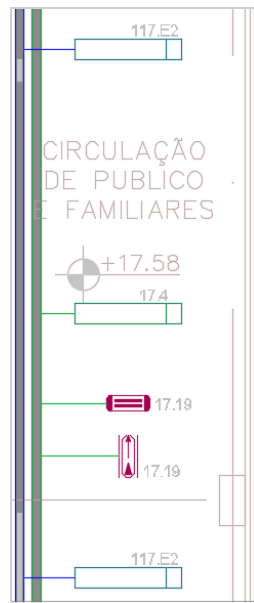
Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-SP-2019, 2016).

Nela, vemos o sistema de SPDA iniciando na cobertura com os captores, descendo 3 pavimentos e o térreo até conectar-se à malha geral de aterramento do hospital.

3.3.3 Iluminação

O projeto separa os sistemas de iluminação normal e emergência, conforme requisita a norma, e os difere nas pranchas por cor, sendo verde para o sistema normal e azul para emergência. As luminárias dos ambientes do grupo 2 são alimentadas por 2 circuitos, normal e do grupo gerador, conforme confirmado pela planta baixa dos ambientes (UNIFAP-HU-EL-109) e diagramas dos alimentadores (UNIFAP-HU-EL-317 e 319). Os ambientes de circulação e rota de fuga cumprem a solicitação de possuírem as luminárias conectadas de forma alternada a fonte de emergência, como na Figura 4.

Figura 4 - Exemplo do sistema de iluminação das circulações e rotas de fuga do HU UNIFAP.

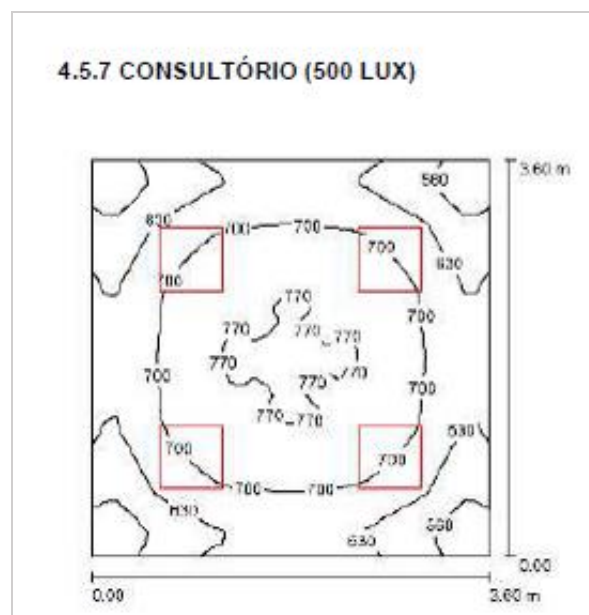


Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-EL-109, 2016).

Nesse recorte de uma circulação do hospital, as luminárias com circuito 117.E2 fazem parte da iluminação de emergência, enquanto a luminária com 17.4 faz parte do circuito normal, conforme item 6.6.8.101 da ABNT (2008). É possível notar também a presença de luminárias de aclaramento do tipo bloco autônomo, identificadas pelo circuito 17.19 nessa circulação e que seguem instaladas nas escadas, halls, recepções e demais corredores. Essas luminárias entram em funcionamento automaticamente após a falta e possuem autonomia de 2 horas (memorial).

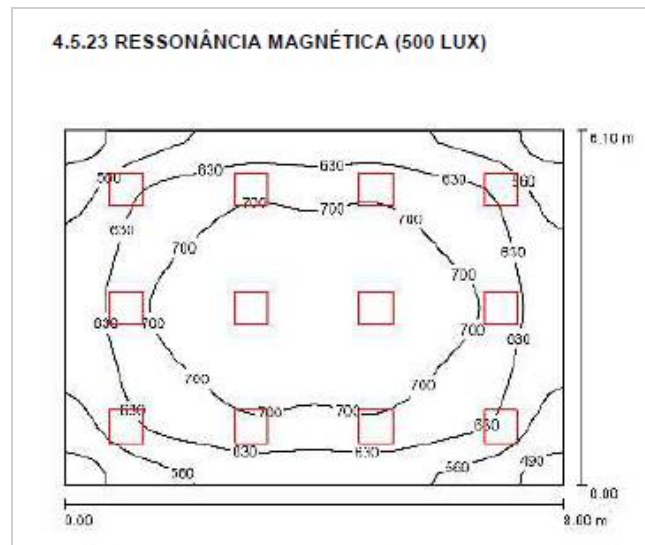
O memorial de luminotécnica (UNIFAP-HU-EL-011, 2016) demonstra os cálculos de iluminância para cada ambiente existente no HU. Especificamente sobre o requisito de salas para atendimento médico, encontrado na ABNT (2013), as Figuras 5 e 6 mostram o estudo feito para ambientes de consultórios e exame de ressonância magnética do HU.

Figura 5 - Estudo luminotécnico para os ambientes de consultório do hospital.



Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-EL-011, 2016).

Figura 6 - Estudo de luminotécnica para sala de ressonância magnética do hospital.



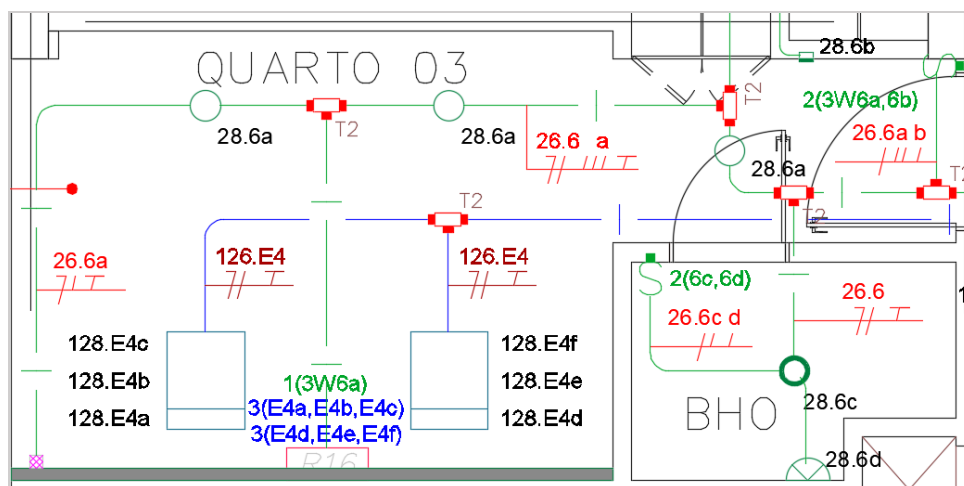
Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-EL-011, 2016).

Nas figuras acima, nota-se que foram previstos 500 Lux para estes locais, o mesmo estabelecido pela norma e descrito no item d). A mesma quantidade de iluminância foi considerada para os ambientes de tomografia, raio x, ultrassom, *doopler*, *holter*, ECG, fibroscan, urodinâmica, mamotomia, densitometria óssea, cintilografia, diálise, postos de enfermagem e outros locais com características de atendimento médico, conforme consta no memorial de luminotécnica.

No final de cada estudo de ambiente presente no memorial de luminotécnica, é especificada a luminária a ser utilizada em cada local, sendo todas do tipo fluorescentes. A lista final de luminárias está disposta na prancha UNIFAP-HU-EL-101 e mostra que há cerca de 30 tipos diferentes de luminárias para atender aos sistemas de iluminação normal e de emergência, sem contar com as luminárias de aclaramento e de postes de iluminação externa. Nesses aspectos, o projeto contraria a recomendação das diretrizes de sustentabilidade da EBSERH.

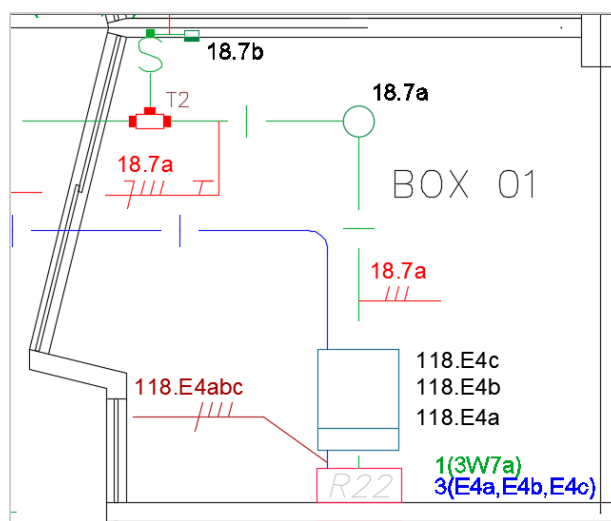
Quanto às exigências da RDC nº 50 para os quartos de internação geral e de UTI, as figuras 7 e 8 demonstram a solução adotada para esses locais no projeto:

Figura 7 - Projeto de iluminação para os quartos de internação geral do hospital.



Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-EL-113, 2016).

Figura 8 - Projeto de iluminação para os boxes de UTI do hospital.



Fonte: Adaptado pelos autores (UNIFAP-HU-EL-109, 2016)

A Figura 7 representa a solução dos quartos de internação geral e a figura 8 dos quartos de UTI:

- Iluminação geral de forma que não perturbe ou incomode o paciente: a luminária acima do leito (identificada com circuitos 118.E4a, 118.E4b, 118.E4c, 118.E4d, 118.E4e e 118.E4f), que possui 3 lâmpadas com tipos de acendimentos diferentes destinados às iluminações direta, indireta e focal.
- Iluminação de cabeceira em cada leito na parede para leitura e exame: o painel de cabeceira possui apenas os interruptores para a luminária acima do leito, no entanto, não fica evidente a existência deste acessório.
- Iluminação de vigília nas paredes (a 50 cm do piso): representada pelas luminárias dos circuitos 28.6b e 18.7b.

3.3.4 Tomadas

O projeto cumpriu a recomendação da quantidade mínima de tomadas feita pela ANVISA (2002), prevendo um número maior que o da recomendação:

- Enfermaria da unidade de internação geral e berçários: 2 tomadas de equipamentos eletromédicos por leito;
- Berçários de cuidados intermediários: 4 tomadas por leito;
- Quartos e área coletiva de UTI: 12 unidades por leito;
- Sala de cirurgia e de parto: 2 conjuntos de 12 tomadas em paredes distintas;

Todos os locais considerados postos de atendimento a pacientes são alimentados por dois circuitos, sendo um destes ligados à geração de emergência.

Além disso, o projeto padronizou a tensão de todas as tomadas para 220V (2P+T, 10A ou 20A) e as identificou. De acordo com o memorial (UNIFAP-HU-EL-002, 2016):

- Tomadas de uso geral (normal): cor branca;
- Tomadas de uso geral (emergência): cor preta;
- Tomadas para circuitos de *Nobreaks* sistema TN-S – Telecomunicações/eletrônica: cor vermelha;
- Tomadas para circuitos de *Nobreaks* - IT Médico: cor verde e placa com inscrição “Apenas equipamentos eletromédicos”.

As tomadas do tipo industrial, utilizadas no bloco de apoio técnico e logístico, terão a corrente definida de acordo com o equipamento utilizado. Para as régulas de gases medicinais, as tomadas previstas cumprem o requisito de separação da

energia elétrica e gases medicinais.

4. Considerações Finais

Este trabalho apresentou como objetivo um estudo sobre os requisitos técnicos específicos que instalações elétricas em instituições de saúde devem ter, de modo a proporcionar a segurança e confiabilidade necessárias aos usuários no decorrer dos atendimentos médicos. Durante a revisão das normas que estão em vigência atualmente, foi observado que há certa defasagem, bem como a falta de instruções para alguns sistemas presentes em EAS. A RDC nº 50, por exemplo, foi criada há 20 anos e, mesmo sem atualizações, continua sendo a base das normas específicas para estabelecimentos de saúde. Quando vemos o quanto a tecnologia, sobretudo a tecnologia hospitalar, evoluiu nos últimos 20 anos, entendemos que as normas para esse tipo de edificação devem caminhar paralelas a esse avanço. Na resolução ainda é considerado o uso de lâmpadas do tipo fluorescentes, tecnologia que caiu em desuso nos últimos anos. A ausência da determinação da quantidade mínima de pontos de tomada para as régua de gases medicinais e a falta de informações técnicas sobre pisos condutivos, por exemplo, são pontos descobertos pela normatização brasileira.

Quanto às instalações elétricas do HU UNIFAP, o projeto cumpriu em sua maioria as exigências, deixando de lado a equipotencialização de alguns sistemas que deveriam ser ligados ao subsistema de aterramento. No entanto, algumas dessas normas foram publicadas ou revisadas após a criação do projeto, datado em 2016, o que pode justificar a ausência desses atendimentos.

A importância de seguir esses requisitos pôde ser vista na prática quando o HU UNIFAP teve um dos blocos cedidos para ser utilizado como centro de covid-19, comportando inicialmente 109 leitos, divididos entre leitos de UTI e clínicos (UNIFAP, 2020). Durante o período de cessão, dois pacientes morreram após falha na alimentação elétrica em uma ala do hospital. Segundo a Secretaria de Estado da Saúde do Amapá (SESA), “as tomadas das alas deixaram de funcionar por volta de 4h e, com isso, os aparelhos desligaram, sendo necessárias as transferências. O restante do espaço, incluindo as lâmpadas, permaneceram sem danos” (G1 Amapá, 2021). O bloco em questão possui 4 pavimentos, com alas de reabilitação, medicina nuclear, diálise e patologia clínica, sendo apenas o 1º pavimento destinado a quartos de UTI, com capacidade para 30 leitos. Esses quartos de UTI possuem o sistema IT médico, que informa a equipe médica sobre uma primeira falha na rede elétrica do ambiente, para que esta seja resolvida antes da ocorrência de uma segunda falha, evitando assim, o desligamento dos equipamentos. Tais procedimentos de segurança não ocorrem em ambientes com sistemas comuns de aterramento.

De acordo com as características descritas sobre a ocorrência, é provável que outras alas tenham sido utilizadas para comportar pacientes de UTI, mas sem instalações elétricas adequadas para essa finalidade, já que apenas os centros cirúrgicos, RPA, UTI e hemodinâmica possuem sistemas IT Médico. Outra possibilidade seria a falta de treinamento para operação do sistema, tanto pela equipe médica quanto pela equipe de manutenção, levando em conta que, durante a cessão, o funcionamento do hospital se dava de forma provisória e não com o corpo de funcionários para sua função original. Neste caso, o sistema teria informado a primeira falha, mas esta não foi solucionada antes da segunda sinalização, resultando, assim, no seccionamento da alimentação elétrica. A partir desse estudo, compreende-se como o cumprimento dos requisitos de segurança são indispensáveis em locais que utilizam equipamentos destinados à manutenção da vida do paciente e, por isso, não podem ser negligenciados.

Em função da importância científica e social desta edificação, recomenda-se para trabalhos futuros a análise do desempenho das instalações no que se refere aos sistemas de geração de emergência e qualidade de energia, além de um estudo da eficiência energética já aplicada ao projeto e a proposição de melhorias, se necessário. Por fim, sugere-se também uma análise entre as soluções propostas no projeto e o que foi executado (“*As Built*”), principalmente em relação aos equipamentos adquiridos, visto que o presente trabalho delimitou sua pesquisa às informações contidas no projeto executivo.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2008). NBR 13534: Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2019). NBR 16651: Proteção contra incêndios em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015). NBR 5419-1-4: Proteção contra descargas atmosféricas.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021). NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012). NBR 14136: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250 V em corrente alternada – Padronização.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016). NBR 12188: Sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais, de gases para dispositivos médicos e de vácuo para uso em serviços de saúde.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). NBR ISSO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2014). NBR 13248: Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1kV – Requisitos de desempenho.
- ANVISA (2002). RDC nº 50, de fevereiro de 2002. Dispõe sobre regulamento técnico para planejamento, programação, avaliação, elaboração de projetos físicos de EAS. Ministério da Saúde. 2002. Disponível em: < https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html>
- ANVISA (2014). Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-conforto-ambiental-em-estabelecimentos-assistenciais-de-saude.pdf/view>
- Brasil (1994). Ministério da Saúde. (1994). Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Ministério da Saúde. https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/normas_montar_centro_.pdf
- Buss, G. A. (2016). *Aterramento Elétrico: Aplicado em estabelecimentos de saúde*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168185>
- Chagas, J., & Torres, R. (2008). *Oitava Conferência Nacional de Saúde: o SUS ganha forma*. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/FIOCRUZ. <https://www.epsvj.fiocruz.br/noticias/reportagem/oitava-conferencia-nacional-de-saude-o-sus-ganha-forma>
- EBSERH (2018). Diretrizes de Sustentabilidade para projetos de Arquitetura e Engenharia em Hospitais Universitários. 1 ed. Brasília: EBSERH – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. 2018. <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao-e-normas/legislacao-e-normas-de-infraestrutura/diretrizes-de-sustentabilidade-para-projetos-de-arquitetura-e-engenharia-em-hospitais-universitarios.pdf>
- G1 AMAPÁ. (2020). Pacientes de covid-19 morrem durante transferência após falha na energia em ala de hospital no Amapá. <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2021/04/23/pacientes-de-covid-19-morrem-durante-transferencia-apos-queda-de-energia-em-ala-de-hospital-no-ap.ghtml>
- Gil, A. C. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. (4a ed.), Ed. Atlas.
- Lukiantchuki, M. A., & Caram, R. M. (2008). *Arquitetura Hospitalar e o Conforto Ambiental: Evolução Histórica e Importância na Atualidade*. Seminário Internacional NUTAU/USP. <https://www.usp.br/nutau/CD/160.pdf>
- Machry, H. S. (2010). *O impacto dos avanços da tecnologia nas transformações arquitetônicas dos edifícios hospitalares*. Dissertação (Mestrado – Área de concentração: Tecnologia da arquitetura) – FAUUSP, São Paulo. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-15062010-130613/pt-br.php>
- Miquelin, L. C. (1992). *Anatomia dos edifícios hospitalares*. Ed. CEDAS.
- NUPEHA (2017). IT médico evita falhas de energia e garante segurança do paciente. Fórum de tecnologia NUPEHA. <https://www.nupeha.com.br/post/itm%C3%A9dico-evita-falhas-de-energia-e-garante-seguran%C3%A7a-do-paciente>
- Paiva, M. F. de. (2014). *Equipamentos eletromédicos têm que cumprir as normas técnicas*. Revista Digital AdNormas. <https://www.target.com.br/produtos/materias-tecnicas/2014/10/01/3511/equipamentos-eletromedicos-tem-que-cumprir-as-normas-tecnicas>
- Rosas, L. N. R. (2018). *Segurança em Instalações Elétricas de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde Estudo de Caso: Cenário Baiano*. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador. <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/29510/1/Dissertacao%20Final%20-%20Ludmila%20Nogueira%20R%20c3%aago%20Rosas%20-%20202018.pdf>
- Santos, R. S. (2018). *Sua majestade, o BEP*. Revista O Setor Elétrico. <https://www.osetoreletrico.com.br/sua-majestade-o-bep/>
- Silva, I. K. (2019). *Estudo de Instalações Elétricas Hospitalares: Análise de Qualidade e Segurança*. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade Doctum de Juiz de Fora, Juiz de Fora. <https://dSPACE.doctum.edu.br/bitstream/123456789/2079/1/ESTUDO%20DE%20INSTALACAO%20EL%C3%A9TRICAS%20HOSPITALARES.pdf>
- Silva P.K., Carvalho, R. & Alves, L. (2017). Instalações Elétricas em Hospitais e Instituições de Saúde. *Revista Científica Semana Acadêmica*, Fortaleza, (112). https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo-instalacoes_eletricas_em_hospitais_e_instituicoes_de_saude.pdf

Silveira, A. H. (2008). *Avaliação do potencial de conservação de energia no setor hospitalar da região sul do Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/2987>

UNIFAP (2020). Unifap cede HU para Governo de Amapá instalar leitos de UTI de covid-19. <http://www.unifap.br/unifap-cede-hu-para-governo-do-amapa-instalar-leitos-de-uti-de-covid-19/>

UNIFAP (2015). Universidade federal do Amapá. Termo de contrato que entre si celebram a fundação Universidade Federal do Amapá e consórcio MHA-DPJ. <https://www2.unifap.br/dicont/files/2015/11/CONTRATO-N%c2%b0-043-2015-NHA-HOSPITAL-UNIVERSIT%c3%81RIO.pdf>

UNIFAP-HU-EL-002. (2016). Memorial descritivo e de encargos de instalações elétricas do HU UNIFAP.

UNIFAP-HU-EL-003. (2016). Tabela geral de cargas elétricas do HU UNIFAP.

UNIFAP-HU-EL-011. (2016). Memorial de cálculo luminotécnico do HU UNIFAP.

UNIFAP-HU-HI-002. (2016). Memorial descritivo e de encargos de instalações hidráulicas, sistemas de proteção e combate a incêndio e fluidos especiais do HU UNIFAP.

UNIFAP-HU-EL-101. (2016). Prancha da legenda geral de iluminação.

UNIFAP-HU-EL-109. (2016). Planta do 1º pavimento – Parte 2.

UNIFAP-HU-EL-309. (2016). Planta do 1º pavimento – Parte 2.

UNIFAP-HU-EL-311. (2016). Planta do 2º pavimento – Parte 2.

UNIFAP-HU-EL-317. (2016). Diagrama unifilar geral de média tensão.

UNIFAP-HU-EL-318. (2016). Diagrama unifilar geral de baixa tensão – Parte 1.

UNIFAP-HU-EL-319. (2016). Diagrama unifilar geral de baixa tensão – Parte 2.

UNIFAP-HU-SP-101. (2016). Legenda e detalhes gerais de aterramento e SPDA.

UNIFAP-HU-SP-107. (2016). Planta da central de utilidades.

UNIFAP-HU-SP-118. (2016). Prumada de SPDA.

WEG (2018). Sistema de Isolação e Aterramento Médico. Santa Catarina. <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h87/h10/WEG-sistema-de-isolacao-e-aterramento-it-medico-50066322-catalogo-pt.pdf>

Yin, R. K. (2001). Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. (2a ed.) Ed. Bookman.