# UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO TECNOLÓGICO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA PROJETO DE GRADUAÇÃO

#### **RODRIGO MAYER DE SOUZA**

ESTUDO DAS NORMAS DE SEGURANÇA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES E PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA UTI NEONATAL E DO CENTRO OBSTÉTRICO DO HUCAM

#### RODRIGO MAYER DE SOUZA

# ESTUDO DAS NORMAS DE SEGURANÇA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES E PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA UTI NEONATAL E DO CENTRO OBSTÉTRICO DO HUCAM

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Rodrigo Mayer de Souza**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes

#### RODRIGO MAYER DE SOUZA

# ESTUDO DAS NORMAS DE SEGURANÇA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES E PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA UTI NEONATALE DO CENTRO OBSTÉTRICO DO HUCAM

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Rodrigo Mayer de Souza**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em 21 de dezembro de 2020.

#### **COMISSÃO EXAMINADORA:**

Helis Marcos André Antunes
Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. Dra. Jussara Farias Fardin Universidade Federal do Espírito Santo Examinador

Prof. Dr. Walbermark Marques dos Santos Universidade Federal do Espírito Santo Examinador

#### **RESUMO**

O presente trabalho apresenta, em sua primeira parte, uma produção textual resultante do estudo das normas aplicadas em projetos de instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde, com foco na Norma Técnica ABNT NBR 13534:2008 (Instalações elétricas em baixa tensão requisitos específicos para instalações em ambientes assistenciais de saúde) e na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50, de 21 de fevereiro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Os principais pontos dessas normas foram resumidos e apresentados, com destaque para o sistema denominado IT-Médico, de forma a produzir um texto que serve de guia para o planejamento deste tipo de projeto. Na segunda parte deste trabalho foram discutidos os principais aspectos da estrutura física atual do Centro Obstétrico e da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) do Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM), enquanto que na terceira parte foi proposto um projeto elétrico básico para estes dois ambientes, à luz das normas estudadas, utilizando o sistema IT-Médico.

Palavras-chave: Sistema IT-Médico. Projeto elétrico. Instalação elétrica. Baixa tensão. Estabelecimento assistencial de saúde. HUCAM.

#### **ABSTRACT**

This work presents, in its first part, a textual production resulting from the study of the standards applied in projects of electrical installations in healthcare environments, with a focus on the Technical Standard ABNT NBR 13534: 2008 (Electrical installations of low voltage - Specifical requirements for medical location installation) and in Anvisa resolution's (RDC) n°50, February 21, 2002, that brings a technical regulation for planning, programming, elaboration and evaluation of physical projects in health care establishments. The main points of these standards were summarized and presented, focusing on the Medical IT system, in order to produce a text that serves as a guide for planning this type of project. In the second part of this work, the main aspects of the current physical structure of the obstetric center and neonatal intensive care unit (NICU) of the HUCAM (Cassiano Antônio Moraes University Hospital) were discussed, while in the third part a basic electrical project for these two environments was proposed, based on the studied standards, using the Medical IT system.

Keywords: Medical IT system. Electrical project. Electrical installations. Low voltage. Medical location. HUCAM.

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de ligação IT convencional (a) sem aterramento da alimentação e (b)	
com alimentação aterrada através da impedância	.24
Figura 2 – Esquema de ligação e acessórios do sistema IT médico	.25
Figura 3 – Transformador de separação da Bender	.27
Figura 4 – Diagrama simplificado de nobreak online em dupla conversão	.29
Figura 5 – Planta baixa arquitetônica do Centro Obstétrico	.37
Figura 6 – Sala de repouso pós-anestesia do Centro Obstétrico	.38
Figura 7 – Interior da sala de cirurgia 2	.39
Figura 8 – Planta baixa arquitetônica da UTI Neonatal	.40
Figura 9 – Um dos conjuntos de tomadas da sala de cirurgia 1	.41
Figura 10 – Foco cirúrgico e maca cirúrgica da sala de cirurgia 1	.42
Figura 11 – Aparelho de ar condicionado da sala de cirurgia 3	.43
Figura 12 – Derivações feitas em tomada na copa	.44
Figura 13 – Imagem externa do corredor do Centro Obstétrico	.45
Figura 14 – Pontos de TUGs e TUEs do Centro Obstétrico	.49
Figura 15 – Diagrama unifilar do quadro de distribuição do IT-Médico - Centro Obstétrico	
	.52
Figura 16 – Planta elétrica do IT-Médico do Centro Obstétrico	.53
Figura 17 – Pontos de TUGs e TUEs da UTIN	.54
Figura 18 – Diagrama unifilar do quadro de distribuição do IT-Médico - UTIN	.56
Figura 19 – Planta elétrica do IT-Médico da UTIN	.57
Figura 20 - Planta elétrica do IT-Médico da UTIN	.57
Figura 21 – Layout sugerido pelo SOMASUS para a área de cuidados e higienização	
(INT20) da UTIN	.59
Figura 22 – Informações e definições dadas pelo SOMASUS para a área de cuidados e	
higienização da UTIN	.59
Figura 23 – Dados fotométricos da luminária de embutir de alto rendimento utilizada	.66
Figura 24 – Curva de distribuição luminosa da luminária de embutir de alto rendimento	
utilizada	.66
Figura 25 – Distribuição das luminárias no Centro Obstétrico	.69
Figura 26 – Distribuição das luminárias da UTIN	.71
Figura 27 – Diagrama unifilar do ODFL 1 1	74

Figura 28 – Diagrama unifilar do QDFL 1.2	6
Figura 29 – Diagrama unifilar do QDFL 1.3	9
Figura 30 – Diagrama unifilar do QDFL 2.18	2
Figura 31 – Detalhes da sala técnica8	4

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do local de acordo com o tipo de equipamento nele utilizado	21
Quadro 2 – Classes de alimentação de segurança	21
Quadro 3 – Classificação dos locais quanto a Grupo e Classe	22
Quadro 4 – Dimensionamento do sistema IT-Médico do Centro Obstétrico	51
Quadro 5 – Dimensionamento do sistema IT-Médico da UTIN	55
Quadro 6 – Identificação e quantificação de TUEs dos ambientes do Centro Obstétrico	61
Quadro 7 – Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.1	72
Quadro 8 – Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.2	74
Quadro 9 – Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.3	77
Quadro 10 – Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 2.1	80

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Circuitos de TUGs do Centro Obstétrico	)
Tabela 2 – Circuitos de TUEs do Centro Obstétrico	)
Tabela 3 – Divisão e dimensionamento dos circuitos de TUGs do Centro Obstétrico55	,
Tabela 4 – Classificação, dimensões e quantificação de TUGs dos ambientes do Centro	
Obstétrico60	)
Tabela 5 – Classificação, dimensões e quantificação de TUGs dos ambientes da UTIN62	)
Tabela 6 – Identificação e quantificação de TUEs dos ambientes da UTIN62	)
Tabela 7 – Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos	
ambientes do Centro Obstétrico	)
Tabela 8 – Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos	
ambientes da UTIN64	ļ
Tabela 9 – Fatores obtidos, número de luminárias calculado e adotado e potência total dos	
ambientes do Centro Obstétrico	7
Tabela 10 – Fatores obtidos, número de luminárias calculado e adotado e potência total dos	
ambientes da UTIN	)
Tabela 11 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do	
QDFL 1.1	)
Tabela 12 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do	
QDFL 1.275	į
Tabela 13 – Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do	
QDFL 1.377	7
Tabela 14 – Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do	
ODFL 2.1	

#### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

DSI Dispositivo Supervisor de Isolamento

EAS Estabelecimento Assistencial de Saúde

HUCAM Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes

IEC International Electrotechnical Commisssion

RDC Resolução de Diretoria Colegiada

UFES Universidade Federal do Espírito Santo

UTIN Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

## LISTA DE SÍMBOLOS

A Comprimento do recinto (m)

B Largura do recinto (m)

K Índice de recinto

 $H_{lp}$  Altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho (m)

N Número de luminárias

E<sub>med</sub> Iluminamento médio requerido pelo ambiente (lux)

S Área do recinto (m²)

n Número de lâmpadas por luminária

φ<sub>n</sub> Fluxo luminoso emitido por uma lâmpada (lm)

F<sub>m</sub> Fator de manutenção da luminária

Fu Fator de utilização da luminária

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivo geral	15
1.3	Objetivos específicos	15
1.4	Organização do trabalho	16
1.5	Metodologia	16
2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES ASSISTENCIAIS DE	
	SAÚDE	18
2.1	Visão geral das normas utilizadas	18
2.2	Definições, terminologias e nomenclaturas	19
2.3	Classificação dos recintos para fins médicos	20
2.4	O sistema IT-Médico	24
2.4.1	Transformadores de separação	26
2.4.2	Dispositivo supervisor de isolamento	27
2.4.3	Nobreaks	28
2.4.4	Sistema de alarme	29
2.5	Instalações de segurança	29
2.5.1	Fontes de segurança	29
2.5.2	Iluminação de segurança	30
2.6	Ligação equipotencial suplementar	31
2.7	Conclusões sobre o levantamento teórico das normas	32
3	ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA UTI	
	NEONATAL E DO CENTRO OBSTÉTRICO DO HUCAM	33
3.1	O Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM)	33
3.1.1	Breve histórico	33
3.1.2	Cenário atual e importância	34
3.1.3	Infraestrutura	35
3.2	Situação atual da UTIN e do Centro Obstétrico	35
3.3	Comentários sobre a situação atual do HUCAM	45
4	PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	47
4.1	Projeto do IT-Médico	47
4.1.1	Centro Obstétrico	48

4.1.2	UTIN	53
4.2	Projeto elétrico geral	57
4.2.1	O SOMASUS	58
4.2.2	TUGs e TUEs do Centro Obstétrico	60
4.2.3	TUGs e TUEs da UTIN	62
4.2.4	Luminotécnico	63
4.2.5	Divisão dos circuitos	71
4.2.6	Plantas elétricas e outras definições	83
4.3	Conclusões sobre o projeto proposto	84
5	CONCLUSÕES	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICE A – PLANTA ELÉTRICA DO CENTRO OBSTÉTRICO	89
	APÊNDICE B – PLANTA ELÉTRICA DA UTIN	90

# 1 INTRODUÇÃO

Uma instalação elétrica é definida pelo conjunto de componentes físicos instalados em uma planta. Também permite a conexão entre a fonte de distribuição e as cargas elétricas, e compreende desde a infraestrutura física (eletrodutos, caixas de passagem, etc.), até os equipamentos de medição e proteção (medidores, disjuntores, fusíveis), assim como o cabeamento e os elementos de controle (FERREIRA; FERREIRA, 2007).

No caso de instalações elétricas em áreas hospitalares é necessário um cuidado especial, visto que os equipamentos utilizados nessas localidades estão ligados, direta ou indiretamente, ao procedimento médico (consulta, exame, cirurgia, etc.) ao qual o estabelecimento se destina.

Assim, além da proteção contra choques elétricos e outras situações que podem atentar diretamente contra a vida de pacientes e operadores, também é necessário que se garanta um grau de qualidade de energia que não prejudique ou interrompa o funcionamento dos equipamentos utilizados para dar suporte à vida ou para a realização de procedimentos diversos (FRANCHETTA, 2017).

Como destaca Castellari (2009), durante uma cirurgia ou exame médico, alguns aspectos técnicos devem ser considerados, pois sempre haverá uma relação direta entre a instalação elétrica e a vida do paciente. Como exemplos deste tipo de associação, pode-se citar as seguintes situações:

- a resistência elétrica da pele pode ser reduzida pela inserção de cateteres (aumentando as consequências de um choque);
- as reações naturais de uma pessoa podem estar reduzidas ou totalmente ausentes devido a analgésicos ou anestésicos (impossibilitando que a reação à um choque seja percebida);
- durante uma cirurgia, pode ser necessária a substituição de uma função do corpo por um equipamento eletromédico, como uma bomba extracorpórea atuando como coração (a interrupção do fornecimento de energia para esse equipamento acarretaria, portanto, na perda dessa função vital);
- outros equipamentos vitais, como ventiladores pulmonares e aparelhos de anestesia,
   apesar de possuírem baterias, não devem depender apenas dessa fonte. As baterias

devem apenas garantir o funcionamento até que a alimentação seja restabelecida em caso de falha.

Esses tipos de riscos, e muitos outros, devem ser estudados antes de se elaborar e executar projetos em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS). No Brasil, a ABNT NBR 5410:2008 é a norma que estipula padrões para as instalações elétricas em baixa tensão de forma geral. Para o caso específico de instalações hospitalares, a ABNT NBR 13534:2008 foi criada, a fim de estabelecer um conjunto mínimo de requisitos de segurança para estabelecimentos assistenciais de saúde situados em hospitais, ambulatórios, unidades sanitárias, clínicas médicas e odontológicas, veterinárias, etc. A ABNT NBR 13534:2008 se aplica a instalações novas e a reformas de instalações existentes.

#### 1.1 Justificativa

Em ambientes especiais de apoio à vida, como é o caso de hospitais, é fundamental adotar técnicas que protejam tanto operadores quanto pacientes. Essas técnicas devem estar sempre voltadas para proteção das instalações (por meio de dispositivos que evitem sobrecorrentes nos equipamentos) e das pessoas (por meio de dispositivos que evitem choques elétricos).

A preocupação com as intercorrências que envolvem choque elétrico se redobra no ambiente hospitalar, visto que os investimentos em equipamentos eletromédicos vêm crescendo nas últimas décadas com o avanço tecnológico nessa área e consequente modernização da medicina.

A maioria dos dispositivos utilizados para permitir o contato do paciente com os equipamentos eletromédicos são do tipo adesivo (estão diretamente ligados ao corpo humano, requerendo um maior tempo para a desconexão, caso necessária), e os pacientes se encontram muitas vezes sob efeito de anestésicos ou sedativos, tornando a percepção do choque em um paciente muito mais difícil, tanto para o próprio quanto para os profissionais que acompanham o processo.

Os choques elétricos podem ser classificados, dentre várias maneiras, pelo tipo de contato e pelo local de aplicação. Com relação ao tipo de contato, o choque pode ser direto (quando há contato com condutores) ou indireto (quando o contato se dá com partes metálicas de equipamentos ou instalações energizadas acidentalmente por falha de isolação). Com relação

ao local da aplicação, pode-se ter um macro choque, que acontece quando o contato é feito sobre a pele íntegra. Neste caso, a resistência da pele produz um caminho de maior impedância, reduzindo a intensidade de corrente pelo corpo humano. Já no microchoque, o contato elétrico é realizado internamente ao corpo. No caso de um procedimento cirúrgico, por exemplo, isso produz um caminho de baixa impedância, já que não há a presença da camada da pele, gerando correntes elevadas mesmo em baixas tensões. (RAMÍREZ, 2015).

Por isso, o cuidado com a proteção e isolação elétrica em ambientes hospitalares, principalmente em áreas especiais, é de extrema importância. Além disto, se vê necessária a existência de uma norma específica, como a ABNT NBR 13534:2008, e a adequação das instalações de estabelecimentos assistenciais de saúde as quais ela se aplica, visto que muitas instalações ainda oferecem riscos aos pacientes e operadores.

#### 1.2 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é identificar e descrever as principais normas aplicáveis no desenvolvimento de projetos elétricos em ambientes assistenciais de saúde, tornando claras todas as especificidades deste tipo de projeto de engenharia.

#### 1.3 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Descrever e explicitar os pontos mais importantes das normas utilizadas como referência para projetos elétricos em ambientes assistenciais de saúde;
- Classificar os ambientes do Centro Obstétrico e da UTIN do HUCAM de acordo com os critérios da ABNT NBR 13534:2008;
- Elaborar um projeto elétrico básico, adequado às normas, para os dois ambientes citados anteriormente, utilizando os conceitos e definições estudados ao longo do desenvolvimento do trabalho.

#### 1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco seções, as quais utilizam em seu desenvolvimento três tipos de metodologia: revisão bibliográfica, análise e projeto. A seção 1 é dedicada à introdução do trabalho. A seção 2 busca fazer uma revisão bibliográfica geral sobre instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde, trazendo uma visão geral sobre as normas usualmente aplicadas, as principais definições e terminologias usadas, a classificação dos recintos para fins médicos, os dispositivos instalados, os sistemas de ligação e segurança e a proteção dessas instalações.

Na seção 3 é apresentada uma análise da situação atual das instalações elétricas dos ambientes que são objeto do estudo (Centro Obstétrico e UTIN do HUCAM). É dada uma breve introdução sobre a história e importância do Hospital Universitário e uma descrição da infraestrutura dos ambientes citados, à luz das regras e normas estudadas na seção anterior.

A seção 4 traz o resultado da elaboração do projeto elétrico básico, adequado às normas, das instalações da UTIN e Centro Obstétrico. Na seção 5 são apresentadas as conclusões finais do trabalho desenvolvido.

#### 1.5 Metodologia

Do ponto de vista de sua natureza, o presente trabalho é uma pesquisa aplicada, visto que o conhecimento produzido ao longo do estudo é utilizado de forma prática no desenvolvimento de um projeto elétrico para algumas instalações do Centro Obstétrico e da UTIN do HUCAM.

No que diz respeito ao procedimento técnico, trata-se de um estudo de caso, já que o levantamento das normas para projetos de instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde é direcionado a um objeto da vida real (HUCAM), a partir da coleta de dados inseridos em seu próprio contexto. Quanto ao objetivo do estudo, pode-se definir a pesquisa como sendo de caráter explicativo, pois o conjunto de informações apresentadas ao longo do desenvolvimento do trabalho poderá tornar claro para o leitor quais são os principais pontos que devem ser levados em consideração no que diz respeito à elaboração de projetos dessa natureza.

A abordagem do estudo é, portanto, qualitativa. Ao final da pesquisa, porém, um caráter quantitativo passa a fazer parte da estrutura do texto, visto que é elaborado um projeto básico de instalação elétrica em alguns ambientes do HUCAM, exigindo a realização de dimensionamentos e quantificações.

# 2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

Nesta seção são apresentadas as principais normas e resoluções vigentes no Brasil responsáveis por regulamentar os projetos de infraestrutura física de ambientes assistenciais de saúde, com destaque para a ABNT NBR 13534:2008 e para a Resolução n° 50, de 2002, da Anvisa. Os pontos mais importantes dessas normas serão discutidos e analisados, tais como: a classificação de recintos em ambientes hospitalares, as terminologias e nomenclaturas mais utilizadas, o uso do sistema IT-Médico e os requisitos mínimos de segurança, a fim de obter, ao final da seção, um compilado teórico que pode servir de orientação para a produção de projetos elétricos em ambientes assistenciais de saúde.

#### 2.1 Visão geral das normas utilizadas

A preocupação com a segurança de instalações em ambientes de risco é muito importante e se torna cada vez mais presente, principalmente naqueles ambientes ligados a assistência à saúde. A criação da ABNT NBR 13534:2008 reforça isso. Ela foi elaborada com o objetivo de estabelecer um conjunto mínimo de requisitos de segurança para estabelecimentos assistenciais de saúde situados em hospitais, ambulatórios, unidades sanitárias, clínicas médicas e odontológicas, veterinárias, etc. Essa norma se aplica a instalações novas e a reformas de instalações existentes.

As prescrições da ABNT NBR 13534:2008 complementam as prescrições de caráter geral da ABNT NBR 5410:2008, de forma que, para aquilo que não for especificado pela ABNT NBR 13534:2008, aplica-se o que for definido pela ABNT NBR 5410:2008. É de grande valor também, para o presente trabalho, o conteúdo contido na ABNT NBR IEC 60601-1:2010, que traz prescrições gerais para segurança em equipamentos eletromédicos, além de algumas outras normas nacionais e internacionais, todas devidamente citadas dentro da ABNT NBR 13534:2008 como referências normativas.

Além das normas citadas anteriormente, é indispensável que todo projeto de engenharia seja guiado pelas resoluções da Anvisa específicas para ambientes assistenciais de saúde. Essas

resoluções possuem caráter regulatório, aplicadas em todo território nacional (sendo a supervisão de responsabilidade das secretarias estaduais e municipais) e o não cumprimento de suas normas constitui infração à legislação sanitária federal.

A principal resolução que trata de projetos de engenharia nesses ambientes é a Resolução n° 50 da Anvisa, de 2002, ou RDC n° 50, também chamada comumente de "RDC 50". Como dito em seu próprio texto, ela "dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde." (BRASIL, 2002, p. 1).

A RDC 50 é a resolução base que guia os profissionais envolvidos no planejamento de projetos e reformas em ambientes hospitalares, como engenheiros, arquitetos e profissionais da saúde. Ela norteará este trabalho. Além dela, é importante observar a existência de outras resoluções da Anvisa derivadas da RDC 50 e que podem eventualmente trazer novas especificações ou atualizações aos seus artigos. Dois exemplos disto, e que serão objeto de estudo deste trabalho, são a Resolução nº 7, de 2010, que dispõe acerca dos requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva, e a Resolução nº 36, de 2008, que trata do regulamento técnico para serviços de atenção obstétrica e neonatal.

É importante também observar a existência da Resolução n° 51, de 2011, que descreve os requisitos mínimos para análise, avaliação e aprovação dos projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

#### 2.2 Definições, terminologias e nomenclaturas

É vasto o número de definições, terminologias e nomenclaturas existentes nos materiais ligados a ambientes assistenciais de saúde. Todas as normas técnicas dessa área, incluindo as normas tratadas neste trabalho, utilizam como base a Terminologia Básica em Saúde, que é um documento do Ministério da Saúde criado para servir de elemento facilitador das comunicações no âmbito do sistema de saúde.

No que se refere às definições e nomenclaturas técnicas da área de engenharia, tem-se os conceitos apresentados e já conhecidos da ABNT NBR 5410:2008 e da RDC 50. O objetivo

desta seção é apresentar apenas alguns conceitos, principalmente aqueles da ABNT NBR 13534:2008, e que aparecem com mais frequência durante este trabalho.

- Parte aplicada: é definida pela ABNT NBR IEC 60601-1:2010 como a parte do equipamento que, em utilização normal, necessariamente entra em contato físico com o paciente para que o equipamento realize sua função (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).
- Tensão de contato: de acordo com a ABNT NBR 13534:2008, é a tensão que pode aparecer acidentalmente durante uma falha de isolação, entre duas partes acessíveis simultaneamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).
- Instrumento para monitoração da isolação: é o "instrumento que indica a ocorrência de uma falha de isolação entre uma parte sob tensão de um sistema de alimentação separado." (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 3).
- Corrente causadora de risco por falha: "corrente de risco quando ocorre efetivamente uma falha de condutor para a terra em um sistema de alimentação separado eletricamente, estando ligados todos os equipamentos supridos, excetuando-se o monitor de separação elétrica de linha." (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 3).
- Instrumento para monitoração da impedância de isolamento: instrumento que mede a impedância entre cada um dos condutores de um circuito separado eletricamente e a terra. Prevê a corrente causadora de risco por falha e dispara um alarme quando seu valor ultrapassar um limite preestabelecido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

#### 2.3 Classificação dos recintos para fins médicos

A ABNT NBR 13534:2008 faz a classificação dos ambientes localizados em estabelecimentos assistenciais de saúde baseada no enquadramento do local em dois critérios: grupos e classes. O primeiro critério, referente ao grupo, diz respeito ao tipo de equipamento eletromédico usado durante o procedimento ao qual o ambiente se destina. Esses grupos estão descritos na tabela B.1 da ABNT NBR 13534:2008, que está representada no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação do local de acordo com o tipo de equipamento nele utilizado

Local	Tipo de equipamento
Grupo 0	Sem parte aplicada.
Grupo 1	<ul><li>a. Parte aplicada externa.</li><li>b. Parte aplicada a fluidos corporais, porém não aplicada ao coração.</li></ul>
Grupo 2	Parte aplicada ao coração. Adicionalmente, equipamentos eletromédicos essenciais à manutenção da vida dos pacientes.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008).

Além disso, é necessário que os ambientes possuam fontes de segurança para tratar de possíveis falhas no sistema de alimentação. Ou seja, deve haver um sistema de suprimento de energia para atuar nesses casos, que deve entrar em funcionamento em um tempo máximo de comutação definido de acordo com as características da instalação e dos equipamentos utilizados. Para isso, a ABNT NBR 13534:2008 classifica os ambientes em três classes, como definido no Quadro 2.

Quadro 2 - Classes de alimentação de segurança

Classe	Descrição				
Classe 0,5	Alimentação automática disponível em até 0,5 s				
Classe 15	Alimentação automática disponível em até 15 s				
Classe >15	Alimentação de segurança disponível em mais de 15 s, em modo automático ou manual				

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008).

Como é possível perceber, a complexidade do procedimento desenvolvido em determinado ambiente vai tornar necessário que o suprimento de energia não seja interrompido por um tempo específico. Como destacam Pinhat Neto e Bellan (2017, p. 100), tem-se as seguintes descrições detalhadas de cada classe:

Classe 0,5: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda de tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se restabelecer alimentação elétrica por meio de um dispositivo automático de comutação para uma fonte de alimentação auxiliar em até 0,5 segundo e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, uma hora, ou até que a alimentação seja restabelecida.

- Classe 15: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda da tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se restabelecer a alimentação elétrica através de um dispositivo automático de comutação para uma fonte auxiliar em até 15 segundos e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, 24 horas, ou até que a alimentação seja restabelecida.
- Classe >15: em caso de haver uma falha de alimentação ou uma queda da tensão nominal maior ou igual a 10% por período superior a três segundos, deve-se restabelecer a alimentação elétrica por meio de um dispositivo automático de comutação ou manualmente para uma fonte auxiliar em período superior a 15 segundos e ser capaz de mantê-la por, pelo menos, 24 horas, ou até que a alimentação seja restabelecida.

Ainda segundo Pinhat Neto e Bellan (2017), a classe de 0,5 abrange equipamentos envolvidos em procedimentos de alto risco e que necessitam de serem realimentados de forma quase instantânea. Os equipamentos desta classe são normalmente do grupo 2, sendo que alguns podem ser do grupo 1, e o reestabelecimento da energia é feito por meio de um *nobreak*.

A classe 15 abrange equipamentos de médio risco, mas ainda assim que necessitam de realimentação relativamente rápida e automática, sendo normalmente pertencentes ao grupo 1. O reestabelecimento da energia pode ser feito através de baterias ou geradores, sendo a segunda opção mais utilizada devido ao custo. A classe >15 possui um tempo de realimentação mais longo, normalmente sendo feita de forma manual, abrangendo os equipamentos de baixo risco do grupo 0 ou 1, e a realimentação pode ser dada da mesma forma que a classe 15.

A ABNT NBR 13534:2008 traz também, em sua Tabela B.3, uma lista de recintos para fins médicos com sua classificação em grupos e classes, de acordo com esses dois critérios. O Quadro 3 apresenta essas classificações.

Quadro 3 - Classificação dos locais quanto a Grupo e Classe

(continua)

Item Local		Grupo			Classe		
Item	em Local	0	1	2	0,5	15	>15
1	Sala de massagem		X			X	
2	Lavabo cirúrgico	X					X
3	Enfermaria		X			X	
4	Sala de parto		X			X	

Quadro 3 - Classificação dos locais quanto a Grupo e Classe

(conclusão)

Tr	Level	Grı	ıpo	Classe			
Item	Local	0	1	2	0,5	0	1
5	Sala de EGC, EEG e EMG						
6	Sala de endoscopia		X			X	
7	Sala de exame ou tratamento		X			X	
8	Sala de trabalho de parto		X			X	
9	Centro de material esterelizado	X					X
10	Sala de urologia (sem ser sala de cirúrgia)		X			X	
11	Sala de diagnóstico e terapia radiológicos (excluídos os mencionados em 19)		X			X	
12	Sala de hidroterapia		X			X	
13	Sala de fisioterapia		X			X	
14	Sala de cirurgia			X	$\mathbf{X}^{(1)}$		
15	Sala de preparação cirúrgica		$X^{(2)}$			X	
16	Sala de aplicação de gesso	X					X
17	Sala de recuperação pós-cirúrgica		X			X	
18	Sala de cateterismo cardíaco			X	$X^{(1)}$	X	
19	Sala de terapia intensiva		X	X	$X^{(1)}$	X	
20	Sala de angiografia		X			X	
21	Sala de hemodiálise		X			X	
22	Sala de central de monitoração		X	X <sup>(3)</sup>		X	
23	Sala de ressonância magnética		X			X	
24	Medicina nuclear		X			X	
25	Sala de prematuros		X			X	
26	Clínica/consultório odontológico		X			X	

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008).

Notas: (1) Luminárias cirúrgicas e, eventualmente, equipamentos eletromédicos que se queiram associar à fonte de segurança capaz de restabelecer a alimentação em no máximo 0,5s;

No caso de ambientes com mais de uma destinação, o enquadramento é feito no grupo e classe de maior grau de segurança. É muito comum que isso aconteça num mesmo setor ou sala. Ou seja, numa sala cirúrgica de equipamentos do grupo 1 e 2, não se deve haver tomadas da classe >15, mas é possível que equipamentos do grupo 0 sejam ligados sem problema, se necessário.

<sup>(2)</sup> Se houver aplicação de gases anestésicos inflamáveis, a sala passa para o grupo 2;

<sup>(3)</sup> Quando existir acoplamento elétrico entre a unidade de terapia intensiva (UTI) e a central de monitoração, deve-se empregar esta classificação.

O contrário não é recomendado, podendo causar os problemas de segurança que já foram citados.

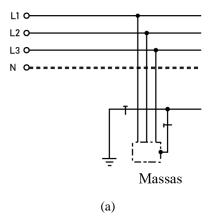
Vale ressaltar que para os sistemas de monitoramento e comutação, é interessante que haja um circuito de segurança que os permita trabalhar ininterruptamente, além de poderem ser substituídos de forma automática. Isso pode ser feito fazendo um banco de baterias e um gerador trabalharem ao mesmo tempo, ou dois bancos de baterias/geradores, de forma a terem capacidade de suprir isoladamente a carga completa do sistema. Além disso, no caso da classe 0,5, também deve haver dois *nobreaks* instalados para evitar interrupções.

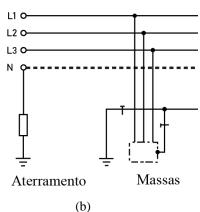
No caso dos circuitos de iluminação de passagens e corredores, ou nos centros de risco, deve haver ao menos uma lâmpada ou metade das lâmpadas intercaladas ligadas ao sistema de segurança da classe 0,5.

#### 2.4 O sistema IT-Médico

O sistema IT-Médico é exigido nos ambientes do grupo 2, que são os locais envolvidos em procedimentos mais complexos e com equipamentos eletromédicos essenciais à manutenção da vida dos pacientes. Esse sistema se utiliza dos dispositivos descritos na seção anterior. A Figura 1 mostra o esquema de ligação de um sistema IT convencional, sem as particularidades do IT-médico.

Figura 1 – Esquema de ligação IT convencional (a) sem aterramento da alimentação e (b) com alimentação aterrada através da impedância





Fonte: Mattede (2020).

Nesse esquema, o ponto de alimentação não está diretamente aterrado, sendo isolada da terra ou aterrada por uma impedância (Z) de valor elevado (400  $\Omega$  a 1000  $\Omega$ ). Além disso, as massas podem ser aterradas individualmente ou em grupo, também podendo utilizar o mesmo aterramento da fonte. Este tipo de sistema é comumente utilizado em instalações onde existe a importância da continuidade do serviço, como indústrias e hospitais, porque a primeira falta fase-terra gera uma corrente de falta muito pequena (ANTUNES, 2020).

Assim, no caso de um contato entre uma pessoa e um equipamento com falha, a tensão de contato gerada será muito pequena (< 50 V), a pessoa não levará um choque elétrico e estará protegida. O problema deste tipo de ligação é o caso de acontecer uma segunda falta fase-terra, pois esta falta acarreta uma falta fase-fase (em sistemas com mais de uma fase), o que geraria uma corrente de falta elevada, fazendo o sistema ser desligado.

Já o sistema IT-médico pode ser observado na Figura 2, que detalha o esquema de ligação e os acessórios necessários para o seu funcionamento.

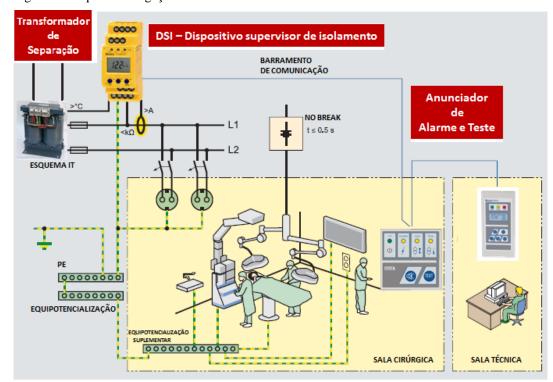


Figura 2 - Esquema de ligação e acessórios do sistema IT médico

Fonte: RDI Bender (2011).

Esse esquema é utilizado porque:

- Aumenta a confiabilidade do fornecimento de energia, evitando que uma queda de energia possa causar danos à vida dos pacientes;
- Reduz as correntes de fuga dos equipamentos à terra, diminuindo a tensão de toque do condutor de proteção;
- Reduz as correntes de fuga através dos pacientes, protegendo-os contra choques;
- Aumenta a continuidade operacional dos locais médicos.

Para o funcionamento da ligação, é necessário manter a impedância do sistema para a terra em níveis altos. Isso se torna possível tomando algumas medidas:

- Utilização um transformador de separação que cumpra os requisitos básicos, conforme especifica a ABNT NBR 13534:2008, além das referências normativas específicas desse equipamento (IEC 61558-1:2009);
- Utilização de um sistema de ligação único para cada ambiente separado, de forma se evite a conexão de muitos equipamentos em um único sistema IT, o que ocasionaria uma soma das fugas naturais de corrente acarretando na diminuição da impedância à terra;
- Adoção de um dispositivo supervisor de isolamento (DSI) com resistência interna o mais alta possível. Assim, a confiabilidade do sistema IT se torna maior e a corrente de fuga na primeira falta à terra se torna menor.

Os principais equipamentos e dispositivos utilizados nesse sistema de ligação estão descritos nas seções a seguir.

#### 2.4.1 Transformadores de separação

O transformador de separação é um equipamento empregado na prática médica e destinado a fornecer alimentação com separação elétrica ao equipamento eletromédico e aos demais equipamentos. Ele é um dispositivo fundamental para a implantação do sistema IT, o que torna possível a supervisão do isolamento.

Esses equipamentos devem estar em conformidade com a norma IEC 61558-1:2009. Todo transformador de separação deve ser monofásico e com potência máxima de 10 kVA. Além disso, deve possuir um sistema de monitoramento de sobrecarga e elevação de temperatura.

Devem ser instalados o mais próximo possível do local que ele alimenta, mas de forma segregada.



Figura 3 - Transformador de separação da Bender

Fonte: RDI Bender (2011).

#### 2.4.2 Dispositivo supervisor de isolamento

O dispositivo supervisor de isolamento (DSI) é exigido tanto pela ABNT NBR 5410:2008 quanto pela IEC 61557-8:2014. Sua função é monitorar de forma permanente a resistência de isolamento e indicar a primeira falta à massa ou à terra em sistemas IT. No sistema IT, a primeira falta não causará danos ao isolamento. Portanto, existindo o DSI para monitorar os circuitos, a equipe técnica poderá localizar a falta e impedir que novas faltas causem danos irreversíveis.

A ABNT NBR 13534:2008 também especifica os requisitos adicionais do DSI em ambientes hospitalares que utilizam o sistema IT-médico, assim como a IEC 61558-1:2009. Ele deve obedecer limites mínimos e máximos de resistência interna, corrente de medição e indicação de queda de resistência de isolamento.

Em locais do grupo 2, o DSI deve atender os seguintes requisitos:

- Resistência interna CA de  $100 \text{ k}\Omega$ , no mínimo;

- Tensão de medição de no máximo 25 V;
- A indicação de queda da resistência de isolamento deve ocorrer antes de se atingir 50
   kΩ, ou no máximo ao se atingir esse valor.

#### 2.4.3 Nobreaks

Os *nobreaks*, ou *uninterruptible power supply* (UPS), são equipamentos capazes de proteger outros equipamentos que também são alimentados por energia elétrica, regulando o nível de tensão que chega da rede e servindo como fonte em casos de falha na alimentação principal.

O tipo de *nobreak* mais utilizado nos ambientes assistenciais de saúde é *online*. Esses modelos funcionam no modo de dupla conversão, onde a tensão de saída é fornecida livre de ruídos, de forma contínua. O retificador/carregador usa a fonte de alimentação de entrada em corrente alternada e fornece energia em corrente contínua para o inversor, carregando simultaneamente os bancos de bateria de *backup* associados. Em caso de falha na rede, os módulos de alimentação do inversor, que obtém energia a partir das baterias, passam a fornecer energia CA para a carga.

O *nobreak* pode também permitir a utilização de uma dupla entrada de energia, criando assim uma redundância de caminho de energia para as aplicações em modo singelo. Em caso de falha no retificador, inversor, bateria ou outro evento externo ao *nobreak*, e que represente risco para a carga, o *nobreak* opera em modo *bypass*. A transferência para o modo bypass pode ser feita de forma manual ou automática, sem interrupção do fornecimento para a carga. Normalmente, o *bypass* manual é feito para que se realize a manutenção corretiva ou preventiva do *nobreak*. Ao se realizar o *bypass*, o *nobreak* fica em paralelo com a rede. Em seguida, o disjuntor geral de saída é aberto e a carga fica energizada pela rede alternativa durante a manutenção do *nobreak*.

Rede elétrica comercial

Petificador

Alta corrente Funções:

- Alimentar conversor
- Manter baterias em flutuação

Figura 4 - Diagrama simplificado de nobreak online em dupla conversão

Fonte: DMESG (2016).

#### 2.4.4 Sistema de alarme

A ABNT NBR 13534:2008 estipula que cada instalação com esquema IT-médico deve dispor de um sistema de alarme posicionado de tal forma que a instalação possa ser permanentemente supervisionada pela equipe médica durante sua utilização. Além disso, ele deve incluir:

- lâmpada sinalizadora verde para indicar operação normal;
- lâmpada sinalizadora amarela para indicar que a resistência de isolamento atingiu o valor mínimo fixado;
- alarme audível para indicar quando a resistência de isolamento atingir o valor mínimo.
   O sinal pode ser silenciado temporariamente, mas não deve ser possível cancelá-lo, apenas após remoção da falta.

#### 2.5 Instalações de segurança

Segundo a ABNT NBR 13534:2008, instalações de segurança são aquelas destinadas a garantir a continuidade dos serviços essenciais à preservação da vida e da segurança ou destinadas a funcionar em situações de emergência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

#### 2.5.1 Fontes de segurança

Os ambientes assistenciais de saúde como hospitais, centros de saúde, clínicas, etc. devem dispor de uma fonte de segurança (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS,

2008). Ou seja, uma fonte capaz de alimentar, no caso de falha da alimentação normal, e por um período de tempo especificado, os equipamentos presentes nesses ambientes, respeitando a classificação dos equipamentos e dos locais.

A fonte de segurança, de forma geral, deve assumir a alimentação de forma automática se uma ou mais fases do quadro de distribuição principal sofrer uma queda de tensão superior a 10%. Além disso, esta comutação deve ser efetuada de forma que as quedas ou faltas de tensão (da alimentação principal) de curta duração possam ser ignoradas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008). As especificações das fontes de segurança são descritas na ABNT NBR 5410:2008, assim como os detalhes sobre cabos de interligação dos componentes e partes das fontes de segurança.

Além das prescrições gerais, a ABNT NBR 13534:2008 também traz algumas prescrições especiais de acordo com a classe de alimentação de segurança, como já descrito na seção 2.3.

#### 2.5.2 Iluminação de segurança

De forma geral, a ABNT NBR 13534:2008 determina que as luminárias de cada rota de fuga e de cada local do grupo 1 ou 2 devem constituir dois circuitos independentes, onde um deles necessariamente deve ser um circuito de segurança. As luminárias das rotas de fuga, em particular, devem ser ligadas de forma alternada à instalação de segurança (uma sim, outra não).

A norma também traz prescrições específicas sobre iluminação de segurança. São elas:

- Em rotas de fuga, a iluminação de segurança deve prover uma iluminância mínima de
   1 lux, medida na linha de centro e a 0,2 m acima do piso ou degrau;
- Todas as sinalizações de saída devem ser consideradas como iluminação de segurança;
- Locais que acomodam quadros de comando, de controle e de distribuição (normal e de segurança) devem dispor de iluminação de segurança, com iluminância mínima de 15 lux, em qualquer ponto;
- Pelo menos uma luminária de cada local destinado a abrigar centrais de utilidades essenciais deve ser integrada à instalação de segurança;
- Pelo menos uma luminária de cada local do grupo 1 deve ser integrada à instalação de segurança;

 Nos locais do grupo 2, todas as luminárias devem ser integradas à instalação de segurança.

#### 2.6 Ligação equipotencial suplementar

A ligação equipotencial deve existir em cada local do grupo 1 e do grupo 2. Seu objetivo é equalizar diferenças de potencial entre os seguintes elementos:

- Barra dos condutores de proteção (PE);
- Elementos condutores estranhos à instalação;
- Blindagens contra interferências;
- Malha metálica de pisos condutivos;
- Massas de equipamentos SELV, como por exemplo luminárias cirúrgicas;
- Barra de ligação equipotencial.

Além disso, as mesas cirúrgicas fixas, não elétricas, também devem ser ligadas à barra de ligação equipotencial. Os equipamentos listados acima e que se encontram localizados em uma altura de 2,5 m acima do piso podem ser excluídos da ligação.

A resistência do condutor, incluindo a resistência das conexões, entre o terminal PE de qualquer tomada, o terminal PE de qualquer equipamento fixo ou elemento condutor estranho à instalação e a barra da ligação equipotencial não deve ser superior a  $0.2~\Omega$ .

Uma barra de ligação equipotencial deve existir no interior ou nas proximidades de cada quadro de distribuição, à qual os condutores de equipotencialidade devem ser ligados, de forma visível e de forma a permitir a desconexão individual de cada um. Embora os condutores de equipotencialidade sejam também considerados condutores de proteção, há uma diferença no emprego dos termos. Enquanto os condutores de proteção são aqueles ligados às massas, fazendo a ligação entre a barra PE do quadro e os contatos PE das tomadas ou terminais de aterramento PE dos equipamentos, os condutores de equipotencialização são aqueles que ligam os elementos condutores estranhos à ligação, como por exemplo, tubulações metálicas de água e de gás ou esquadrias metálicas de janelas, à barra de ligação equipotencial do quadro. Devem existir, portanto, duas barras em cada quadro, que devem ser interligadas.

Nos locais do grupo 2, a diferença de potencial entre qualquer elemento condutor estranho à instalação, ou contato PE de qualquer tomada, e a barra da ligação equipotencial não deve exceder 20 mV.

#### 2.7 Conclusões sobre o levantamento teórico das normas

Nesta seção foi apresentada, inicialmente, uma breve introdução às normas que norteiam o desenvolvimento de projetos de instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde, com foco na ABNT NBR 13534:2008, assim como as resoluções da Anvisa que tratam de regulamentar os projetos de engenharia e arquitetura nesses tipos de ambientes, como a RDC 50 e suas derivações, a fim de tornar claro os objetivos e as principais definições e terminologias utilizadas por estas normas.

Ao longo da seção, foram apresentadas de forma descritiva e sucinta os equipamentos, dispositivos e sistemas utilizados nos projetos de EAS, com foco no esquema de ligação chamado IT médico, assim como os principais sistemas de proteção e segurança propostos para esse tipo de projeto, sempre tendo em vista a regulamentação das normas já descritas.

Obteve-se, ao final, um compilado teórico necessário para desenvolver o projeto proposto neste trabalho e descrito nas próximas seções.

# 3 ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA UTI NEONATAL E DO CENTRO OBSTÉTRICO DO HUCAM

Nesta seção são discutidos os aspectos de estrutura física atual de dois ambientes do HUCAM: o setor de UTI Neonatal e o Centro Obstétrico. O foco aqui é fazer um levantamento da situação das instalações elétricas e dos equipamentos eletromédicos, bem como suas ligações e sistemas utilizados, a fim de verificar o cumprimento ou não das normas e regulamentações vigentes já descritas neste trabalho, de modo a servir como base para o projeto de adequação proposto na seção 4.

#### 3.1 O Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM)

O Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (HUCAM) é um hospital da rede pública do Espírito Santo localizado em Vitória, sendo referência no atendimento para todos os municípios do estado na rede do Sistema Único de Saúde (SUS) em média e alta complexidade. No hospital são realizados procedimentos de diagnóstico e tratamento de Aids, tuberculose multirresistente, transplante renal, cirurgia geral e cardíaca, maternidade de alto risco, terapia intensiva neonatal e de adulto, hemodinâmica e outros atendimentos de elevada complexidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2013).

O hospital é vinculado à Universidade Federal do Espírito Santo, cumprindo a função de hospital-escola e desenvolvendo atividades não só de assistência, mas também de ensino, pesquisa e extensão.

#### 3.1.1 Breve histórico

O Hucam surgiu inicialmente como um sanatório para atender casos de tuberculose. Chamado inicialmente de Sanatório Getúlio Vargas, o hospital fundado na década de 1940 buscava dar assistência às políticas públicas de saúde do Estado e do Governo Federal. Em 20 de dezembro de 1967 se transformou em Hospital das Clínicas (HC), para servir de campo de estágio aos alunos do recém criado curso de Medicina da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

A partir de 1976, passou também a servir de campo de aprendizagem para os alunos do curso de Enfermagem (HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CASSIANO ANTÔNIO MORAES, 2017).

De acordo com HUCAM (2017), a morte do Dr. Cassiano Antônio Moraes em 1980, um dos idealizadores da transformação do antigo sanatório em um espaço propício para a formação médica, fez com que o local deixasse de se chamar Hospital das Clínicas e passasse a ser chamado de "Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes".

Em dezembro de 2011, o Governo Federal criou, por meio da Lei Nº 12.550, a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh), uma empresa pública, de interesse público e direito privado, vinculada ao MEC, como alternativa para o desenvolvimento da gestão dos hospitais públicos, e com o objetivo de recuperar os hospitais vinculados às universidades federais. Nesse contexto, o processo de adesão do Hucam à Ebserh iniciou-se em julho de 2012, com a formação de uma equipe técnica (HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CASSIANO ANTÔNIO MORAES, 2017).

Depois de ampla discussão, foi firmado entre a universidade e a Ebserh, em abril de 2013, o contrato cuja finalidade é a oferta à população de assistência médico-hospitalar, ambulatorial e de apoio diagnóstico e terapêutico, no âmbito do SUS, bem como o apoio ao ensino, à pesquisa e à extensão, e a formação de profissionais no campo da saúde pública, vedado o atendimento de pacientes de convênios e particulares. Assim, a estrutura organizacional do Hucam passou a ser constituída de uma superintendência, três gerências (atenção à saúde, administrativa e de ensino e pesquisa), 07 divisões, 16 setores e 46 unidades (HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CASSIANO ANTÔNIO MORAES, 2017).

#### 3.1.2 Cenário atual e importância

Além de realizar os procedimentos citados na introdução da seção 3.1, o hospital possui também programas e projetos que são referência no país, como os programas de Atenção à Saúde da Mulher, aos portadores da síndrome de imunodeficiência adquirida (Aids), aos dependentes químicos e às vítimas de violência sexual. Realiza também cirurgias bariátricas e de mudança de sexo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2013).

Como destaca UFES (2013), o Hucam é campo de prática para os cursos de graduação, de programas de pós-graduação, da Residência Médica e da Residência Multiprofissional do Centro de Ciências da Saúde da Ufes. Também é espaço de estágio para diversos outros cursos da Ufes, como Ciências da Computação, Administração, Educação Física, Ciências Contábeis, Psicologia e Engenharias.

#### 3.1.3 Infraestrutura

Segundo o próprio HUCAM (2017), o hospital possui em sua estrutura física e tecnológica, hoje, os seguintes ambientes/equipamentos:

- 129 consultórios:
- 277 leitos;
- 02 centros cirúrgicos (geral: 10 salas / obstétrico: 03 salas);
- 01 ressonância magnética;
- 01 RX telecomandado;
- 01 tomógrafo *multi-slices* 64 canais;
- 01 arcos angiográficos de hemodinâmica;
- 02 aparelhos de eco cardiograma;
- 03 aparelhos Genius;
- 04 ecoendoscópios;
- 01 mamógrafo digital;
- 01 tomógrafo de coerência óptica;
- 10 aparelhos de ultrassom;
- 04 arcos cirúrgicos (intensificadores de imagem);
- 01 aparelho de densitometria óssea;
- 02 campímetros computadorizados.

#### 3.2 Situação atual da UTIN e do Centro Obstétrico

Os ambientes do Centro Obstétrico e da UTIN se encontram localizados geograficamente de forma bem próxima entre si, ambos no 1º pavimento do hospital, e sendo separados apenas por um corredor e um vão de escadas.

O Centro Obstétrico possui aproximadamente 370 m² de área construída, sendo formado por 23 ambientes, sendo eles:

- 03 salas de cirurgia
- 03 quartos de enfermaria
- 01 posto de enfermagem
- 02 expurgos
- 01 depósito de medicamentos
- 01 depósito de material de limpeza
- 01 sala de prescrição médica
- 01 área de repouso pós-anestesia
- 01 copa
- 01 vestiário
- 04 banheiros
- 01 sala de coordenação e 1 sala de administração
- 01 Núcleo de Epidemiologia

A planta baixa arquitetônica do Centro Obstétrico pode ser observada na Figura 5.

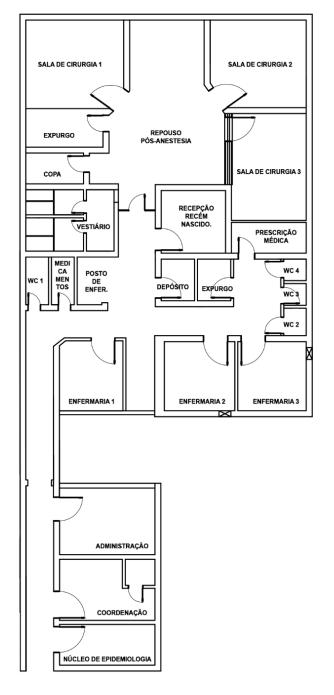


Figura 5 - Planta baixa arquitetônica do Centro Obstétrico

A Figura 6 mostra a sala de repouso pós-anestesia (*hall*), onde é possível observar as portas de entrada para as salas de cirurgia 2 e 3.



Figura 6 - Sala de repouso pós-anestesia do Centro Obstétrico

Todos os cômodos possuem as mesmas características físicas que podem ser observadas na imagem anterior: piso, paredes, altura do pé direito, rebaixamento em gesso etc, todos seguindo o mesmo padrão. Na Figura 7 pode-se observar o interior de uma das salas de cirurgia.

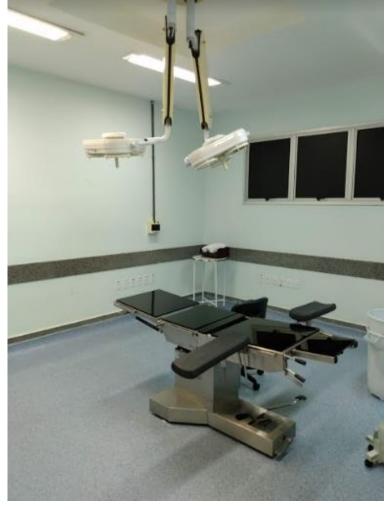


Figura 7 - Interior da sala de cirurgia 2

Já a UTI Neonatal possui aproximadamente 250 m² de área construída, e é formada por 13 ambientes, sendo eles:

- 03 berçários de cuidados intensivos
- 01 área de cuidados e higienização
- 01 sala de prescrição médica
- 01 sala de descanso médico
- 01 sala de coordenação de enfermaria
- 01 sala de utilidades
- 01 copa
- 01 sala de enfermeiras
- 02 banheiros
- 01 sala de reuniões

A planta baixa arquitetônica da UTIN pode ser observada na Figura 8.

COORD. ENFERMEIRAS DESCANSO MÉDICO BERÇÁRIO CUIDADOS INTENSIVOS 3 0 ÁREA DE CUIDADOS PRESCRIÇÃO MÉDICA BERÇÁRIO CUIDADOS INTENSIVOS 2 BERÇÁRIO CUIDADOS INTENSIVOS 1 COPA SALA DAS ENFERMEIRAS SALA DE UTILIDADES WC 1 SALA DE REUNIÕES

Figura 8 - Planta baixa arquitetônica da UTI Neonatal

Fonte: Produção do próprio autor.

A estrutura física e arquitetônica da UTIN possui as mesmas características já observadas anteriormente no Centro Obstétrico (piso, paredes, altura de pé direito, rebaixamento em gesso, etc.), diferenciando-se apenas na questão de *layout* e tipos de equipamentos, obviamente, já que são realizados outros tipos de atividades-fim.

Com relação às instalações elétricas atuais dos dois ambientes estudados, é preciso destacar um ponto importante: o fato do hospital não possuir a planta elétrica desses ambientes, provavelmente devido ao tempo decorrido entre a implementação do projeto e os dias atuais, o tipo de armazenamento que foi usado para preservar esses projetos, etc. Assim, não é possível ter uma ideia com relação a disposição dos eletrodutos, o número de circuitos carregados, a previsão de carga instalada e de demanda das instalações, o dimensionamento da proteção que foi feito na época, etc.

O que se pode observar, com relação à parte elétrica, é a presença de um número de pontos de tomadas nas salas cirúrgicas que condiz com o número de pontos definido pela RDC 50: estão instalados 3 conjuntos de 6 tomadas (cinco de 127 V e uma de 220 V) em cada sala, enquanto a RDC 50 estipula um mínimo de dois conjuntos de quatro tomadas mais uma tomada para raio X móvel. A Figura 9 mostra um dos conjuntos de tomadas presentes na sala de cirurgia 1.



Figura 9 – Um dos conjuntos de tomadas da sala de cirurgia 1

Fonte: Produção do próprio autor.

Vale destacar o fato de que não existe o sistema IT-Médico em nenhuma área da instalação, sendo ela constítuida por um sistema convencional de ligação. Além dos conjuntos de tomadas de uso geral (que são usadas para ligar aparelhos como o monitor multiparâmetros,

negatoscópio, aparelho de anestesia, etc), tem-se também os pontos de energia de uso específico, representados pelo foco cirúrgico de teto, a maca cirúrgica elétrica no chão e os aparelhos de ar condicionado. Esses aparelhos podem ser melhor observados nas Figuras 10 e 11.

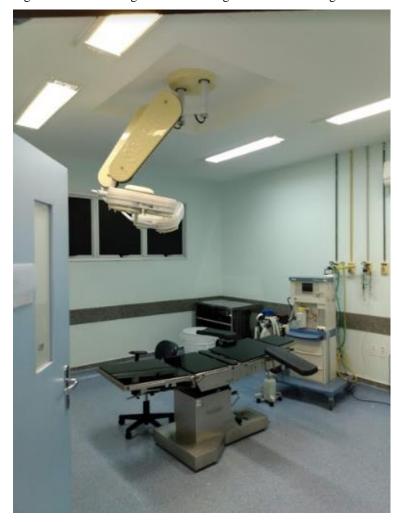


Figura 10 - Foco cirúrgico e maca cirúrgica da sala de cirurgia 1

Fonte: Produção do próprio autor.



Figura 11 - Aparelho de ar condicionado da sala de cirurgia 3

As três salas cirúrgicas possuem exatamente o mesmo número de equipamentos, mesmos pontos de tomadas de uso geral e os mesmos pontos específicos de energia, visto que são praticamente simétricos. Os outros cômodos possuem suas particularidades com relação ao *layout* e aos equipamentos neles utilizados, mas compartilham o fato de também respeitarem, de forma geral, o número mínimo de pontos de tomadas estipulado pela RDC 50.

Apesar disso, em alguns poucos locais foram identificadas derivações nos circuitos, com o intuito de se aumentar o número de pontos de tomadas (ou seja, foram feitas adaptações que não estavam planejadas no projeto original). Na copa, por exemplo, utilizou-se um ponto de tomada embutido na parede para derivar o circuito em mais quatro tomadas instaladas de forma aparente, com uso de canaletas e tomadas de sobrepor, como pode-se observar na Figura 12.



Figura 12 - Derivações feitas em tomada na copa

Com relação aos ambientes da UTIN, as instalações elétricas seguem o mesmo padrão já mostrado anteriormente. É preciso destacar que não foi possível obter fotos ou imagens internas dos ambientes da UTIN para ilustrar a presente seção deste trabalho, pelo seguinte motivo: a entrada na unidade, até o começo do ano de 2020, era restrita apenas à funcionários autorizados e pacientes, devido a própria natureza das atividades realizadas nos ambientes e aos riscos de infecção. Ainda assim, seria possível realizar uma visita agendada e controlada, respeitando os limites definidos. Porém, com o início da pandemia de COVID-19, esse controle passou a ser ainda mais rigoroso, de forma que, desde então (e até o presente momento), a entrada nos ambientes da UTIN é estritamente proibida para qualquer pessoa que não faça da equipe médica e que ali atue, portanto não foi possível realizar o registro de fotos das instalações desses locais.

Por se tratar de uma instituição construída e muito tempo (e apesar de ter passado por reformas ao longo dos anos), a estrutura física do HUCAM possui deficiências em várias áreas: civil, arquitetônica, elétrica, etc. Apesar disso, devido a necessidade de funcionamento pleno do hospital para assistência da população, é possível perceber que são feitas alguns tipos de

adaptações e esforços para enquadrar a estrutura dentro dos limites mínimos exigidos pelas normas e resoluções correspondentes, a fim de evitar a interrupção desse serviço essencial.

A existência dessas adaptações é mais nítida quando se nota a diferença entre a qualidade da estrutura interna e externa. A Figura 13, por exemplo, mostra a estrutura externa do corredor do Centro Obstétrico.



Figura 13 - Imagem externa do corredor do Centro Obstétrico

Fonte: Produção do próprio autor.

## 3.3 Comentários sobre a situação atual do HUCAM

Como se viu, o Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes é um importante elemento pertencente à rede pública de saúde do Espírito Santo, sendo referência no atendimento do SUS para todos os municípios do estado, servindo também como hospital-escola e desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão.

É possível perceber que a estrutura civil é exatamente a mesma construída há mais de cinco décadas atrás, e que ao longo dos anos, devido aos efeitos do tempo, diversas reparações e adaptações foram feitas. Ainda assim, quando os ambientes internos são observados, é difícil perceber essa condição. Essa dinâmica acontece não só na parte civil da edificação, mas também em outras partes, como na parte elétrica. A diferença é que, nesse último caso, as adaptações são mais imperceptíveis.

Através do breve histórico descrito no início da seção, onde o hospital foi apresentado de maneira formal, foi possível obter uma ideia geral da posição estratégica em que se encontra essa instituição tão antiga e importante para o estado do Espírito Santo. Ao longo da seção foram apresentadas e discutidas as características físicas do HUCAM, como foco na parte elétrica, através de plantas baixas arquitetônicas, bem como de fotografias tiradas de dentro do hospital, todas de produção do próprio autor. Assim, foi possível ter uma ideia da situação atual dessas instalações, permitindo o confronto dessas informações com aquelas configurações ideais definidas pelas normas estudadas, e que foram discutidas na seção anterior.

# 4 PROJETO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Por meio do estudo das normas estudadas e apresentadas neste trabalho, fica evidente a possibilidade e necessidade de melhorias na estrutura física do hospital, principalmente quando confronta-se toda essa produção bibliográfica com a situação atual das instalações elétricas do HUCAM. Nesse sentido, o objetivo desta seção é, à luz das normas vigentes e estudadas, propor um projeto elétrico para a UTIN e o Centro Obstétrico, de forma a aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do trabalho, servindo de exemplificação e exercício prático. Além disso, por se tratar de uma necessidade do hospital, existe a possibilidade futura deste projeto servir de base para um projeto executivo real.

Como já visto anteriormente, de acordo com a ABNT NBR 13534:2008, os ambientes hospitalares podem ser divididos em grupos e classes, sendo que nos ambientes do grupo 2 é necessário o uso do sistema IT-Médico. Esse sistema visa garantir a continuidade da alimentação elétrica (e, consequentemente, dos serviços prestados por esses ambientes) mesmo em caso de primeira falta à terra na instalação, devido à presença de equipamentos de sustentação da vida e/ou realização de procedimentos intracardíacos.

Neste sentido, o projeto aqui apresentado pode ser dividido, tanto na UTIN como no Centro Obstétrico, em duas partes: o projeto do IT-Médico nas salas do grupo 2 (salas de cirurgia e berçários da UTIN) e projeto com sistema de ligação convencional nos demais ambientes. Vale ressaltar que o sistema IT-Médico se aplica apenas aos circuitos de tomadas dos ambientes do grupo 2, sendo que os circuitos das demais instalações devem pertencer ao projeto convencional.

#### 4.1 Projeto do IT-Médico

O dimensionamento do sistema IT-Médico se baseia, de forma geral, na definição do número de tomadas de cada ambiente, o que permite a previsão da carga instalada e dimensionamento do transformador de separação. Deve-se definir também a posição geográfica dos equipamentos. Os quadros, por exemplo, devem ser localizados de preferência em locais de circulação dos próprios ambientes, ou mais próximo possível.

Os transformadores de separação devem estar localizados em salas dedicadas também dentro dos próprios ambientes, ou o mais próximo possível, e devem ser necessariamente monofásicos.

#### 4.1.1 Centro Obstétrico

Como já visto, os ambientes do Centro Obstétrico que pertencem ao grupo 2 e que, portanto, devem adotar o sistema IT-Médico, são as salas de cirurgia 1, 2 e 3. De acordo com a RDC 50, uma sala cirúrgica deve possuir, no mínimo, dois conjuntos de quatro tomadas cada em paredes distintas e uma tomada por aparelho transportável de raio X. Nota-se, porém, que é comum a adoção de três conjuntos com quatro tomadas cada, o que respeita o limite inferior definido pela RDC 50.

Para as salas de cirurgia aqui estudadas, então, é definido o número de 12 tomadas, sendo separadas em três conjuntos de quatro tomadas e localizadas em paredes distintas. Cada conjunto pertence à um circuito terminal de tomada diferente.

Além disso, dentro de cada sala cirúrgica tem-se a presença de três tomadas de uso específico: o foco cirúrgico, a maca cirúrgica e o berço aquecido. A Figura 14 mostra de forma simplificada a planta arquitetônica do Centro Obstétrico, com destaque para os ambientes em questão (as três salas cirúrgicas), e com a representação das réguas de tomadas de uso geral e das tomadas de uso específico. O cabeamento não foi representado para melhor visualização.

SALA DE CIRURGIA 3

TILE 1- MACA CRIGRIGICA

TILE 3- POCO CRIÚRGICO

TILE 3- POCO CRIÚRGICO

PÓS-ANESTESIA

SALA DE CIRURGIA 1

TILE 1- MACA CRIGRIGICA

TILE 1- MACA CRIGRIGICA

TILE 1- TILE

Figura 14 - Pontos de TUGs e TUEs do Centro Obstétrico

A divisão de circuitos de tomadas de uso geral (TUGs) do Centro Obstétrico pode ser vista na Tabela 1, bem como suas respectivas potências, correntes de projeto e dimensionamento da proteção. A tensão de alimentação é de 220 V.

Tabela 1 - Circuitos de TUGs do Centro Obstétrico

(continua)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	N° TOMADAS	POT. POR TOMADA (VA)	POT. TOTAL (VA)	TENSÃO (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJ.
1.1	Sala de cirurgia 1	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.2	Sala de cirurgia 1	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.3	Sala de cirurgia 1	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.4	Sala de cirurgia 2	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10

Tabela 1 - Circuitos de TUGs do Centro Obstétrico

(conclusão)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	N° TOMADAS	POT. POR TOMADA (VA)	POT. TOTAL (VA)	TENSÃO (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJ. (A)
1.5	Sala de cirurgia 2	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.6	Sala de cirurgia 2	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.7	Sala de cirurgia 3	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.8	Sala de cirurgia 3	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10
1.9	Sala de cirurgia 3	4	150	600	220	2,73	0,92	2,96	10

Fonte: Produção do próprio autor.

Enquanto isso, na Tabela 2 é descrita a divisão dos circuitos de tomadas de uso específico do mesmo ambiente. O foco cirúrgico é item obrigatório, indispensável numa sala cirúrgica. A maca cirúrgica também é essencial, e neste projeto foi prevista uma maca cirúrgica elétrica. Por último, o berço aquecido é um item importante em centros cirúrgicos obstétricos, e neste caso foi projetado um berço para cada sala.

Tabela 2 - Circuitos de TUEs do Centro Obstétrico

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POT. TOTAL (VA)	TENSÃO (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJ. (A)
1.10	TUE 5 - Foco cirúrgico 1	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.11	TUE 6 - Foco cirúrgico 2	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.12	TUE 7 - Foco cirúrgico 3	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.13	TUE 8 - Maca cirúrgica 1	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.14	TUE 9 - Maca cirúrgica 2	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.15	TUE 10 - Maca cirúrgica 3	250	220	1,14	0,92	1,24	10
1.16	TUE 11 - Berço aquecido 1	700	220	3,18	0,92	3,46	10
1.17	TUE 12 - Berço aquecido 2	700	220	3,18	0,92	3,46	10
1.18	TUE 13 - Berço aquecido 3	700	220	3,18	0,92	3,46	10

Fonte: Produção do próprio autor.

Somando-se a potência de todos os circuitos apresentados, chega-se ao valor de 9 kVA de potência total. Tem-se, então, o dimensionamento do sistema IT-Médico do Centro Obstétrico, que pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 - Dimensionamento do sistema IT-Médico do Centro Obstétrico

	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA TOTAL (VA)	TENSÃO (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJUNTOR
IT	-MÉDICO CENTRO OBSTÉTRICO	9000	220	40,91	0,92	44,47	50A

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, conclui-se que um transformador de separação de 10 kVA é suficiente para suprir o sistema IT-Médico do Centro Obstétrico. Analisando-se o valor da corrente corrigida encontrada (44,47 A), definiu-se um disjuntor de 50 A, e chegou-se a uma seção de 10 mm² utilizando-se o critério da capacidade de corrente. A partir do quadro de cargas e divisão dos circuitos, chega-se então ao diagrama unifilar da Figura 15.

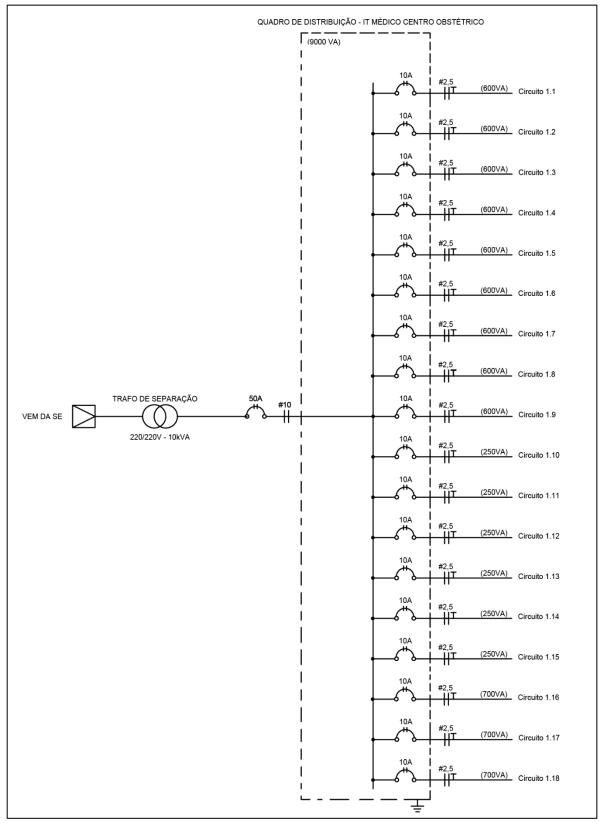


Figura 15 - Diagrama unifilar do quadro de distribuição do IT-Médico - Centro Obstétrico

A partir dessas definições foi possível chegar na planta elétrica do Centro Obstétrico, mostrada na Figura 16. A imagem foi cortada de forma a mostrar apenas os ambientes de interesse (salas de cirurgia 1, 2 e 3).

TUE 12  $\triangleleft$ **SALA DE CIRURGIA 2**  $\triangleleft$ TUE 11 D TUE 9 SALA DE CIRURGIA 1 TUE 8 TUE 6 TUE 5 1.2 1.3 1.10 1.13 1.16 SALA DE CIRURGIA 3 TUE 13 < 1.8 1.9 1.12 1.15 1.18 QUADRO 1 - IT-MÉDICO CENTRO OBSTÉTRICO TUE 10 TUE 7 1.7

Figura 16 - Planta elétrica do IT-Médico do Centro Obstétrico

Fonte: Produção do próprio autor.

A seção dos condutores não foi indicada no desenho, pelo fato de todos possuírem o mesmo valor igual a 2,5 mm².

#### 4.1.2 UTIN

No caso da UTIN, os ambientes pertencentes ao grupo 2 são os berçários 1, 2 e 3. Eles, portanto, deverão ser projetados com o sistema IT-Médico. De acordo com a norma RDC 50, os quartos ou áreas coletivas de UTI devem possuir um mínimo de 8 tomadas por berço ou leito, com a possibilidade de se adotar 6 tomadas por berço no caso de utilizar-se monitores multiparâmetros. Como esse último caso é a tendência natural nos ambientes hospitalares atuais, e o HUCAM já utiliza esse tipo de equipamento, definiu-se este último caso para o

presente projeto. Como os berçários são de tamanhos diferentes, a capacidade de número de berços/leitos também difere entre eles, a saber: dois berços no berçário 1, três berços no berçário 2 e quatro berços no berçário 3.

A Figura 17 mostra a planta arquitetônica da UTIN, com destaque para os ambientes em questão (berçários) e contendo a representação das réguas de tomadas de uso geral.

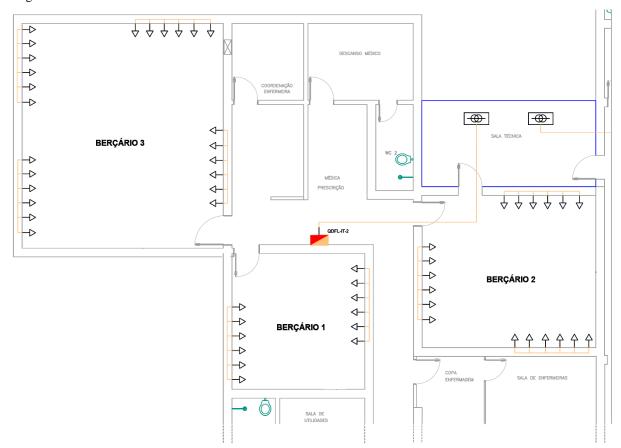


Figura 17 - Pontos de TUGs e TUEs da UTIN

Fonte: Produção do próprio autor.

A divisão de circuitos de tomadas de uso geral (TUGs) da UTIN pode ser vista na Tabela 3, bem como suas respectivas potências, correntes de projeto e dimensionamento da proteção. A tensão de alimentação é de 220 V.

Tabela 3 - Divisão e dimensionamento dos circuitos de TUGs do Centro Obstétrico

Circuito	Local	N° tomadas	Potência por tomada (VA)	Potência total (VA)	Tensão (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJ. (A)
1.1	Berçário 1	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.2	Berçário 1	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.3	Berçário 2	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.4	Berçário 2	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.5	Berçário 2	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.6	Berçário 3	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.7	Berçário 3	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.8	Berçário 3	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10
1.9	Berçário 3	6	150	900	220	4,09	0,92	4,45	10

Como é possível ver, os circuitos foram divididos conjuntos de 6 tomadas. Além disso, pela análise dos equipamentos necessários nesse ambiente, conclui-se que na UTIN não há necessidade da existência de tomadas de uso específico.

Somando-se a potência de todos os circuitos apresentados, chega-se ao valor de 8,1 kVA de potência total. Tem-se, então, o dimensionamento do sistema IT-Médico da UTIN, mostrado no Quadro 5.

Quadro 5 - Dimensionamento do sistema IT-Médico da UTIN

DESCRIÇÃO	POTÊNCIA TOTAL (VA)	TENSÃO (V)	Ip (A)	FP	Ip' (A)	DISJUNTOR
IT-MÉDICO UTIN	8100	220	36,81	0,92	40,01	50 A

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, conclui-se que na UTIN um transformador de separação de 10 kVA também é suficiente para suprir a demanda do sistema. Analisando-se o valor da corrente corrigida encontrada (40,01 A), definiu-se um disjuntor de 50 A, e chegou-se a uma seção de 10 mm² utilizando-se o critério da capacidade de corrente. A partir do quadro de cargas e divisão dos circuitos, chegase então ao diagrama unifilar da Figura 18.

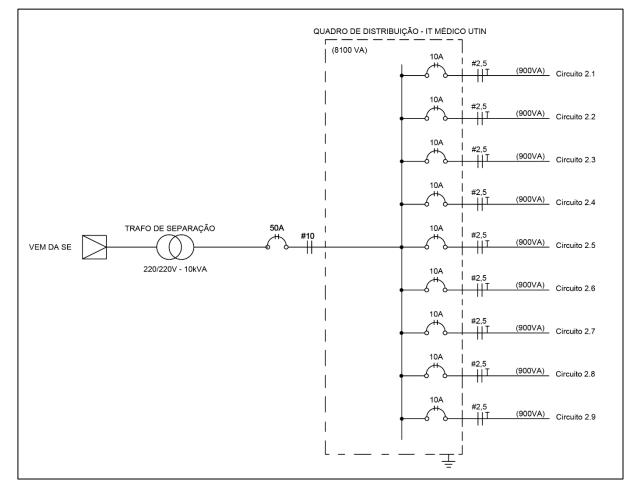


Figura 18 - Diagrama unifilar do quadro de distribuição do IT-Médico - UTIN

A partir dessas definições é possível chegar na planta elétrica da UTIN, mostrada na Figura 19. A imagem foi cortada de forma a mostrar apenas os ambientes de interesse (no caso da UTIN, os berçários de cuidados intensivos 1, 2 e 3).

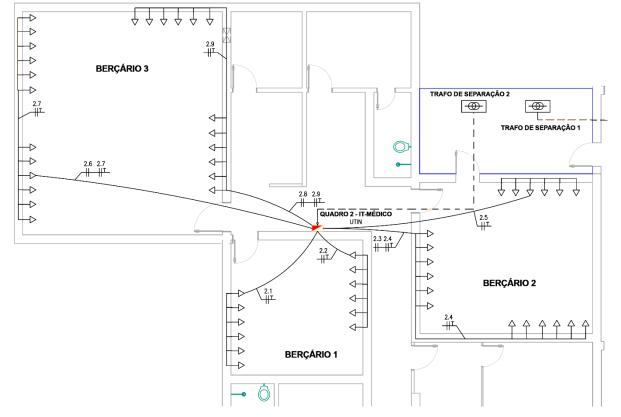


Figura 19 - Planta elétrica do IT-Médico da UTIN

A sala destacada em azul é a sala técnica, mencionada anteriormente, onde se localizam os transformadores de separação e os DSIs, tanto da UTIN quanto do Centro Obstétrico. Mais uma vez, a seção dos condutores não foi indicada no desenho, pois todos possuem o mesmo valor (2,5 mm²).

## 4.2 Projeto elétrico geral

O projeto elétrico geral diz respeito ao dimensionamento dos pontos de luz e força das demais áreas do Centro Obstétrico e da UTIN, excluindo-se os pontos de força das áreas do grupo 2 que já foram tratadas no projeto do IT-Médico da seção anterior. O projeto segue as disposições da RDC 50, ABNT NBR 13534:2008 e, principalmente, da ABNT NBR 5410:2008, além de contar com o material de apoio do sistema SOMASUS.

#### 4.2.1 O SOMASUS

O Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde (SOMASUS) é uma ferramenta gratuita que serve de orientação para os entes da federação, como Estados e Municípios, na elaboração de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, como hospitais, baseado em documentos, resoluções e portarias publicados pelo próprio Ministério da Saúde.

A grande vantagem do SOMASUS é trazer de forma resumida e concentrada todas as informações pertinentes presentes nas normativas de interesse, como a RDC 50. Todos os tipos de ambientes presentes em ambientes assistenciais de saúde são identificados e classificados, trazendo informações como: *layou*t dos ambientes com os devidos equipamentos, dimensões mínimas previstas, tipos e quantidades de equipamentos, iluminância mínima do ambiente, etc.

Essas informações auxiliam em várias partes do projeto elétrico, como na previsão de cargas, no posicionamento de tomadas e no projeto luminotécnico. A Figura 21 mostra como um ambiente específico (área de cuidados e higienização), presente na UTIN, aparece identificado e classificado no sistema SOMASUS, assim como seu *layout* e os equipamentos presentes no recinto.

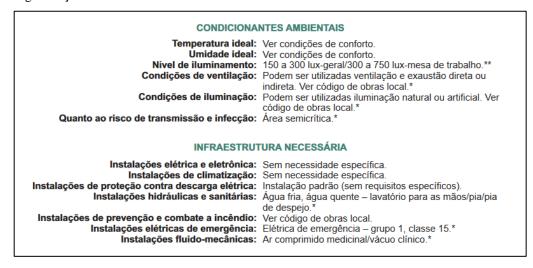
E009 Pia de despejo M004 Armário suspenso M025 M001 60 90 120cm E009 - Balança pediátrica e neonatal E075 - Suporte de hamper M001 - Armário-vitrine com porta M004 - Balde cilíndrico porta-detritos com pedal M008 - Balcão com pia M025 - Mesa para trocar fraldas

Figura 21 - *Layout* sugerido pelo SOMASUS para a área de cuidados e higienização (INT20) da UTIN

Fonte: Brasil (2013).

Por meio do sistema SOMASUS também é possível consultar informações adicionais, todas provenientes de normas existentes, como a infraestrutura necessária no ambiente e condicionantes ambientais. A Figura 22 ilustra como as informações são apresentadas na tela do sistema (na versão em arquivo digital, os dados são mostrados exatamente da mesma forma).

Figura 22 - Informações e definições dadas pelo SOMASUS para a área de cuidados e higienização da UTIN



Fonte: Brasil (2013).

Assim, por meio das informações obtidas pelo disposto nas normas já citadas e pelo resumo do sistema SOMASUS, chega-se a definição completa de todos os parâmetros necessários para a realização do projeto elétrico de cada ambiente (número de TUGs e TUEs, previsão de carga, nível de iluminância, etc). Essas informações foram condensadas e descritas nas próximas seções.

#### 4.2.2 TUGs e TUEs do Centro Obstétrico

Os ambientes do Centro Obstétrico (que podem ser vistos novamente na planta baixa mostrada na Figura 5) foram classificados de acordo com as normas estudadas (RDC 50 e ABNT NBR 13534:2008) e com auxílio do SOMASUS, chegando-se ao dimensionamento de TUGs da Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação, dimensões e quantificação de TUGs dos ambientes do Centro Obstétrico

(continua)

		DIM	IENSÃO		TUG'S	
RECINTO	SOMASUS	Área (m²)	Perímetro (m)	Quant.	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)
Posto de enfermagem	CC036	4,75	8,76	4	100	400
Enfermaria 1	INT012	12,5	14,14	10	100	1000
Enfermaria 2	INT012	12,5	14,14	10	100	1000
Enfermaria 3	INT012	12,5	14,14	10	100	1000
Expurgo enfermaria	CME01	3,54	7,58	2	100	200
Depósito de medicamentos	FAR02	2,77	7,12	2	100	200
Depósito material de limpeza	-	3,57	7,6	2	100	200
Prescrição médica	CC034	5,91	10,7	5	100	500
Recepção de recém- nascido	CC032	10,33	12,86	7	100	700
Repouso pós-anestesia	CC037	41,93	29,04	12	100	1200
Expurgo cirúrgico	CME01	6,41	11,1	4	100	400
Copa	SND17	4,56	8,96	3	100	900
Сора	SND17			1	600	<del>-</del>

Tabela 4 - Classificação, dimensões e quantificação de TUGs dos ambientes do Centro Obstétrico

(conclusão)

		DIMI	ENSÃO	TUG'S			
RECINTO	SOMASUS	Área (m²)	Perímetro (m)	Quant.	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	
Vestiário	-	13,9	15,16	2	100	200	
Núcleo de epidemiologia	-	9,95	13,78	4	100	400	
Coordenação	-	14,68	15,74	6	100	600	
Administração	-	16,28	16,4	6	100	600	
Banheiro 1	-	2,77	7,12	1	100	100	
Banheiro 2	-	1,58	5,06	1	100	100	
Banheiro 3	-	1,25	4,48	1	100	100	
Banheiro 4	-	1,24	4,46	1	100	100	
TOTAL DE TUG'S							

Fonte: Produção do próprio autor.

Chegou-se também, com o auxílio da descrição dos tipos de equipamentos usados em cada ambiente, à quantidade de tomadas de uso específico necessárias, bem como a potência demandada por cada equipamento, como se pode ver no Quadro 6.

Quadro 6 - Identificação e quantificação de TUEs dos ambientes do Centro Obstétrico

RECINTO	SOMASUS	TUE	S
RECINIO	SUMASUS	Aparelho	Potência (W)
Expurgo enfermaria	CME01	TUE1 – Lavadora ultrassônica	1400
Depósito de medicamentos	FAR02	TUE2 – Geladeira hosp.	180
D	CC032	TUE3 – Berço aquecido	700
Recepção de recém-nascido	CC032	TUE4 – Incubadora	500
Vandičai a		TUE14 – Chuveiro 1	4400
Vestiário	-	TUE15 – Chuveiro 2	4400
Banheiro 2	-	TUE16 – Chuveiro	4400
Т	15980		

Fonte: Produção do próprio autor.

#### 4.2.3 TUGs e TUEs da UTIN

Os ambientes da UTIN também foram classificados de acordo com as normas estudadas (RDC 50 e ABNT NBR 13534:2008) e com auxílio do SOMASUS, resultando no dimensionamento da Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação, dimensões e quantificação de TUGs dos ambientes da UTIN

		DIM	MENSÃO		TUGs			
RECINTO	SOMASUS	Área (m²)	Perímetro (m)	Quantidade	Pot. Unitária (VA)	Pot. Total (VA)		
Sala de cuidados	INT20	7,9	11,3	3	100	300		
Prescrição médica	INT17	6,68	10,63	5	100	500		
Descanso médico	-	9,62	12,56	4	100	400		
Coordenação enfermeira	-	6,54	10,24	4	100	400		
Sala de utilidades	INT19	6,68	10,56	4	100	400		
Copa enfermagem	-	5,24	9,18	2	100	200		
Sala enfermeiras	-	9,41	12,56	4	100	400		
Banheiro 1	-	3,52	7,7	1	100	100		
Banheiro 2	-	3,83	8,52	1	100	100		
Sala de reuniões	-	16,67	16,44	6	100	600		
TOTAL DE TUG'S								

Fonte: Produção do próprio autor.

Chegou-se também, com o auxílio da descrição dos tipos de equipamentos usados em cada ambiente, à quantidade de tomadas de uso específico necessárias, bem como a potência demandada por cada equipamento, como se pode ver na Tabela 6.

Tabela 6 - Identificação e quantificação de TUEs dos ambientes da UTIN

RECINTO	SOMASUS	TUEs			
RECINIO	SUMASUS	Aparelho	Potência (W)		
Sala de utilidades	INT19	TUE22 – Geladeira	500		
Banheiro 1	-	TUE23 – Chuveiro	4400		
Banheiro 2	-	TUE24 – Chuveiro	4400		
TOTAL DE	9300				

Fonte: Produção do próprio autor.

#### 4.2.4 Luminotécnico

Como já explicado o longo do trabalho, a RDC 50 especifica os níveis de iluminamento adequados para cada tipo de ambiente. O SOMASUS, mais uma vez, traz essas informações resumidas e condensadas dentro do seu sistema, de forma que pode-se acessar cada ambiente de interesse e obter a informação desejada.

Para o projeto luminotécnico deste trabalho, foi escolhido utilizar o Método dos Lúmens de forma simples e direta, sem o aprofundamento possível com a utilização de softwares e técnicas mais avançadas. Para o cálculo da constante K, utilizou-se a equação (1), conforme apresenta Mamede Filho (2017).

$$K = \frac{A \times B}{H_{lp} \times (A+B)} \tag{1}$$

A Tabela 7 descreve os ambientes do Centro Obstétrico e suas dimensões físicas, além do nível de iluminamento definido pela norma e pelo valor da constante K calculada por meio do citado método.

Tabela 7 - Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos ambientes do Centro Obstétrico

(continua)

DECINTO	DIMENS	ÕES	F (1,)	V
RECINTO	Comprimento (m)	Largura (m)	$E_{med}$ (lux)	K
Posto de enfermagem	1,97	2,41	500	0,54
Enfermaria 1	3,5	3,57	300	0,88
Enfermaria 2	3,5	3,57	300	0,88
Enfermaria 3	3,5	3,57	300	0,88
Expurgo enfermaria	1,68	2,11	300	0,47
Depósito de medicamentos	1,15	2,41	500	0,39
Depósito material de limpeza	1,69	2,11	300	0,47
Prescrição médica	3,79	1,56	500	0,55
Recepção de recém-nascido	3,26	3,17	500	0,80
Repouso pós-anestesia	6,5	6,5	300	1,63
Expurgo cirúrgico	3,91	1,64	300	0,58
Sala de cirurgia 1	4,96	4,48	750	1,18

Tabela 7 - Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos ambientes do Centro Obstétrico

(conclusão)

	DIMENSO			
RECINTO	Comprimento (m)	Largura (m)	$E_{med}$ (lux)	K
Sala de cirurgia 2	4,96	4,48	750	1,18
Sala de cirurgia 3	5,41	3,75	750	1,11
Copa	2,92	1,56	300	0,51
Vestiário	3,11	4,47	300	0,92
Núcleo de epidemiologia	2,06	4,83	500	0,72
Coordenação	4,83	3,04	700	0,93
Administração	4,83	3,37	700	0,99
Banheiro 1	2,41	1,15	300	0,39
Banheiro 2	1,39	1,14	300	0,31
Banheiro 3	1,1	1,14	300	0,28
Banheiro 4	1,09	1,14	300	0,28
Corredor A	18,2	1,4	300	0,65
Corredor B	12,9	1,4	300	0,63
Corredor C	4,9	1,9	300	0,68

Fonte: Produção do próprio autor.

Já a descrição dos ambientes da UTIN, com suas respectivas dimensões, iluminâncias médias e valores calculados de K, pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos ambientes da UTIN (continua)

DECINITO	DIMENSO	F (1)	V	
RECINTO	Comprimento (m)	Largura (m)	$E_{med}$ (lux)	K
Unidade Patológica 1	4,58	4,69	300	1,16
Unidade Patológica 2	5,99	5,25	300	1,40
Unidade Patológica 3	6,94	7,75	300	1,83
Sala de cuidados	2,47	3,18	300	0,70
Prescrição médica	2,04	3,27	300	0,63
Descanso médico	2,65	3,63	300	0,77
Coordenação enfermaria	2,65	2,47	700	0,64
Sala de utilidades	2,95	2,83	300	0,72

Tabela 8 - Dimensões, nível de iluminamento médio e valor calculado da constante K dos ambientes da UTIN (conclusão)

DECINTO	DIMENSO	F (1)	V	
RECINTO	Comprimento (m)	Largura (m)	$E_{med}$ (lux)	K
Copa enfermagem	2,34	2,47	300	0,60
Sala enfermeiras	2,47	3,81	300	0,75
Banheiro 1	1,5	2,35	300	0,46
Banheiro 2	1,29	2,97	300	0,45
Sala de reuniões	4,58	3,84	700	1,04
Corredor A	11,36	1,38	300	0,62
Corredor B	6,26	1,56	300	0,62
Corredor C	4,58	1,12	300	0,45

Para fins deste projeto, foi escolhida uma luminária de alto rendimento com capacidade para comportar até 4 lâmpadas do modelo T5, muito utilizadas em ambientes como hospitais, clínicas, consultórios, etc. Foram escolhidas também lâmpadas LED T5 com 1600 lm por lâmpada. Os dados fotométricos da luminária podem ser vistos nas Figuras 23 e 24.

DESENHO FATOR DE UTILIZAÇÃO TETO (%) PISO (%) 0.60 0.80 1.00 1.25 1.50 2.00 

Figura 23 - Dados fotométricos da luminária de embutir de alto rendimento utilizada

Fonte: Kawasaki (2012).

70 68 66 68

72 70 69 70

71 70 71 70 69 69

2.50

3.00

4.00

5.00

Figura 24 - Curva de distribuição luminosa da luminária de embutir de alto rendimento utilizada

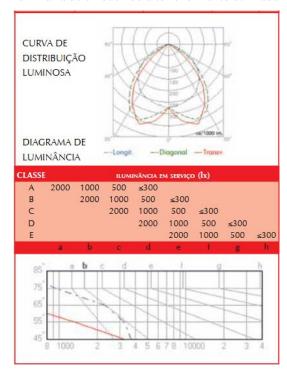
63 66

64 63

63 62 60

65 65 64 62

68 68 67 65



Fonte: Kawasaki (2012).

Por meio dos dados fotométricos, das informações já calculadas nas tabelas anteriores, da interpolação dos valores de Fator de Utilização e das demais etapas do método dos lúmens, é possível chegar ao número de luminárias necessárias em cada ambiente, bem como a potência elétrica de iluminação de cada recinto. A equação (2), apresentada por Mamede Filho (2017), descreve este cálculo.

$$N = \frac{E_{med} \times S}{n \times \phi_n \times F_u \times F_m} \tag{2}$$

Todos os dados e cálculos estão detalhados, resumidos e apresentados a seguir.

### a) Centro Obstétrico

A Tabela 9 mostra os fatores obtidos, o número de luminárias calculado e adotado, além da potência total de iluminação de cada ambiente.

Tabela 9 - Fatores obtidos, número de luminárias calculado e adotado e potência total dos ambientes do Centro Obstétrico

(continua)

RECINTO	Fator de Utilização (F <sub>u</sub> ) x0.01	Fator de Manutenção (F <sub>m</sub> )	n	N. luminárias	Potência Total (W)
Posto de enfermagem	39,00	0,95	1,00	1	72
Enfermaria 1	48,51	0,95	1,27	2	144
Enfermaria 2	48,51	0,95	1,27	2	144
Enfermaria 3	48,51	0,95	1,27	2	144
Expurgo enfermaria	36,03	0,95	0,49	1	72
Depósito de medicamentos	33,68	0,95	0,68	1	72
Depósito material de limpeza	36,08	0,95	0,49	1	72
Prescrição médica	38,58	0,95	1,26	2	144
Recepção de recém-nascido	46,11	0,95	1,84	2	144
Repouso pós-anestesia	61,25	0,95	3,40	4	288
Expurgo cirúrgico	38,22	0,95	0,83	1	72
Sala de cirurgia 1	55,54	0,95	4,94	6	432
Sala de cirurgia 2	55,54	0,95	4,94	6	432
Sala de cirurgia 3	54,15	0,95	4,62	6	432
Copa	37,25	0,95	0,60	1	72
Vestiário	49,51	0,95	1,39	3	216
Núcleo de epidemiologia	43,27	0,95	1,89	2	144

Tabela 9 - Fatores obtidos, número de luminárias calculado e adotado e potência total dos ambientes do Centro Obstétrico

(conclusão)

RECINTO	Fator de Utilização (F <sub>u</sub> ) x0.01	Fator de Manutenção (F <sub>m</sub> )	n	N. luminárias	Potência Total (W)
Coordenação	49,99	0,95	3,38	4	288
Administração	51,78	0,95	3,62	4	288
Banheiro 1	33,68	0,95	0,41	1	72
Banheiro 2	31,39	0,95	0,25	1	72
Banheiro 3	30,40	0,95	0,20	1	72
Banheiro 4	30,36	0,95	0,20	1	72
Corredor A	40,75	0,95	3,09	4	288
Corredor B	40,10	0,95	2,22	3	216
Corredor C	41,96	0,95	1,09	2	144
	TOTAL			64	4608

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, por meio do número de luminárias adotado, foi realizada a distribuição das mesmas, buscando se chegar em uma disposição uniforme no recinto. Seguiu-se os procedimentos do Método dos Lúmens: adoção de distâncias entre luminárias respeitando-se a curva de distribuição luminosa, sendo que a distância entre luminárias seja o dobro da distância entre estas e as paredes laterais, e acrescendo-se o número de luminárias nos ambientes em que a quantidade adotada anteriormente não seja compatível com essas definições. A distribuição final pode ser observada na planta do Centro Obstétrico com pontos de luminárias, mostrada na Figura 25. Os pontos das luminárias estão representados por retângulos.

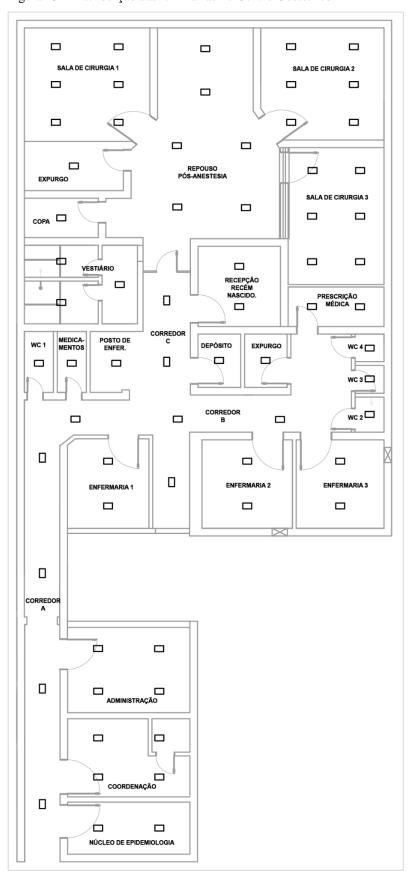


Figura 25 - Distribuição das luminárias no Centro Obstétrico

## b) UTIN

A Tabela 10 mostra os fatores obtidos, o número de luminárias calculado e adotado, além da potência total de iluminação de cada ambiente da UTIN.

Tabela 10 - Fatores obtidos, número de luminárias calculado e adotado e potência total dos ambientes da UTIN

RECINTO	Fator de Utilização (F <sub>u</sub> ) x0.01	Fator de Manutenção (F <sub>m</sub> )	n	N. luminárias	Potência Total (W)
Unidade Patológica 1	55,17	0,95	1,92	2	144
Unidade Patológica 2	58,79	0,95	2,64	4	288
Unidade Patológica 3	63,31	0,95	4,19	6	432
Sala de cuidados	42,33	0,95	0,92	1	72
Prescrição médica	39,98	0,95	0,82	1	72
Descanso médico	44,81	0,95	1,06	2	144
Coordenação enfermaria	40,37	0,95	1,87	2	144
Sala de utilidades	43,28	0,95	0,95	1	72
Copa enfermagem	39,03	0,95	0,73	1	72
Sala enfermeiras	44,22	0,95	1,05	2	144
Banheiro 1	35,73	0,95	0,49	1	72
Banheiro 2	35,49	0,95	0,53	1	72
Sala de reuniões	52,89	0,95	3,83	4	288
Corredor A	39,53	0,95	1,96	2	144
Corredor B	39,85	0,95	1,21	2	144
Corredor C	35,50	0,95	0,71	1	72
	TOTAL			33	2376

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim como no Centro Obstétrico, foi realizada a distribuição das luminárias por meio do número de pontos adotado, chegando-se a uma disposição uniforme no recinto. Seguiu-se os procedimentos do Método dos Lúmens já mencionados. A distribuição final pode ser observada na planta da UTIN, mostrada na Figura 26. Os pontos de luminárias estão representados por retângulos.

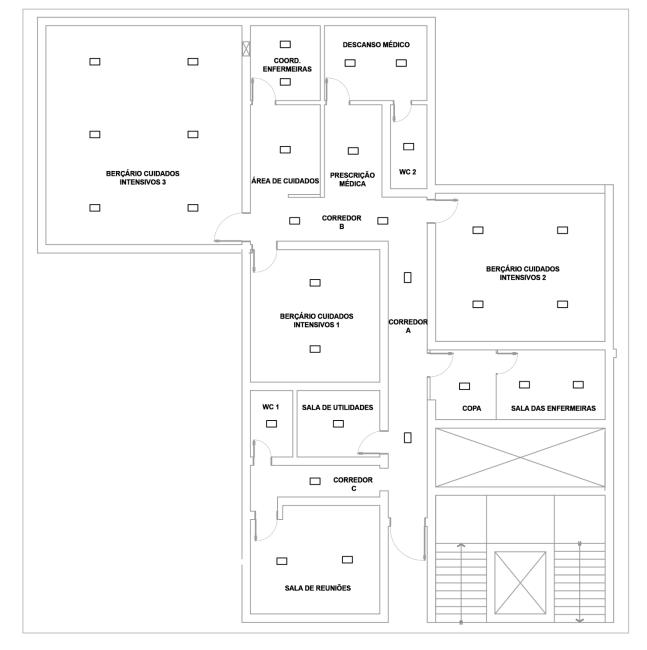


Figura 26 - Distribuição das luminárias da UTIN

#### 4.2.5 Divisão dos circuitos

Por meio dos quadros de cargas de iluminação e força obtidos nas seções anteriores, é possível propor a divisão de circuitos de cada quadro de distribuição de força e luz (QDFL). No Centro Obstétrico foram considerados três quadros, devido a extensão física desse ambiente (a instalação atual segue essa divisão). O QDFL 1.1 fica localizado no corredor A, o QDFL 1.2

fica no final do corredor A, próximo ao banheiro 1, e o QDFL 1.3 se localiza próximo à entrada da prescrição médica.

Os Quadros 7, 8 e 9, mostrados no texto a seguir, apresentam a divisão dos circuitos em cada QDFL do Centro Obstétrico, enquanto as Tabelas 11, 12 e 13 trazem algumas informações já calculadas: os fatores de potência e de demanda para cada circuito, a potência demandada, a corrente de projeto, o dimensionamento dos disjuntores e das seções dos condutores, e a distribuição das cargas entre as três fases do sistema.

O fator de potência adotado em cada circuito foi definido seguindo as recomendações gerais para projetos em baixa tensão da EDP ESPÍRITO SANTO, sendo definido como 0,8 para circuitos de TUGs e TUEs, 0,92 para iluminação e 1 para cargas resistivas. Os fatores de demanda para tomadas, iluminação e chuveiros foram definidos por meio do Padrão Técnico para Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição da EDP (EDP ESPÍRITO SANTO, 2019).

#### a) QDFL 1.1 – Centro Obstétrico

O Quadro 7 mostra a divisão dos circuitos do QDFL 1.1, localizado no corredor A do Centro Obstétrico.

Quadro 7 - Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.1

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)
1	TUGs: - Núcleo de epidemiologia - Coordenação - Administração	127	1600
2	TUGs Enfermaria 1	127	800
3	TUGs Enfermaria 2	127	800
4	TUGs Enfermaria 3	127	800
5	TUGs Enfermarias 220V	220	600
6	Iluminação A:	220	1440

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 11 mostra os fatores de potência e de demanda, a corrente de projeto, o dimensionamento da proteção e o balanceamento de cargas.

Tabela 11 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do QDFL 1.1

CIRC.	POT.	T. fp F	FD DEMAN-	I	PROTEÇÃC	)	BALANCEAMENTO (VA)			
N°	(VA)	тр	(%)	DA (VA)	I(A)	Disj. (A)	mm²	Fase A	Fase B	Fase C
1	1600	0,8	75	1500	11,8	1Ø-16A	2,5	1500		
2	800	0,8	86	860	6,8	1Ø-10A	2,5		860	
3	800	0,8	86	860	6,8	1Ø-10A	2,5			860
4	800	0,8	86	860	6,8	1Ø-10A	2,5		860	
5	600	0,8	86	645	2,9	2Ø-10A	2,5		323	323
6	1440	0,92	75	1174	5,3	2Ø-10A	2,5	587		587
TOTAL	4600			5899	40,4	3Ø-50A	16	2087	2043	1769
	BALANCEAMENTO PERCENTUAL (%)									30,0

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, chega-se ao diagrama unifilar mostrado na Figura 27.

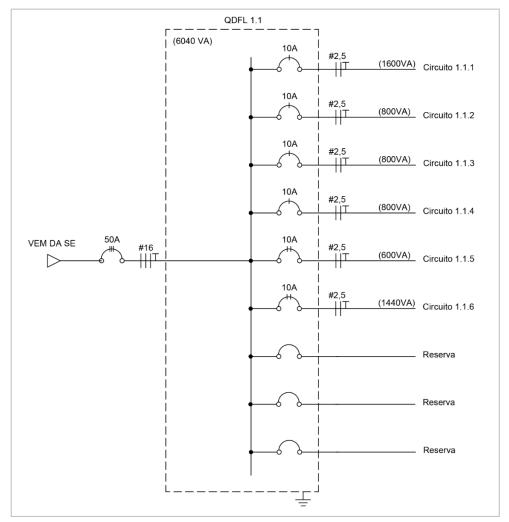


Figura 27 - Diagrama unifilar do QDFL 1.1

## b) QDFL 1.2 – Centro Obstétrico

O Quadro 8 mostra a divisão dos circuitos do QDFL 1.2, localizado no final do corredor A do Centro Obstétrico.

Quadro 8 - Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.2

(continua)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)
1	TUGs: - Posto de enfermagem - Depósito medicamentos - Banheiro 1 - Vestiário	127	900

Quadro 8 - Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.2

(conclusão)

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)
2	TUGs: - Expurgo cirúrgico - Copa	127	1300
3	TUE2	127	180
4	TUE14	220	4400
5	TUE15	220	4400
6	Iluminação B: - Corredor B - Corredor C - Posto enfermagem - Depósito medicamentos - Banheiro 1 - Vestiário - Expurgo cirúrgico - Copa	220	936

Fonte: Produção do próprio autor.

A Tabela 12 mostra os fatores de potência e de demanda, a corrente de projeto, o dimensionamento da proteção e balanceamento de cargas.

Tabela 12 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do QDFL 1.2

CIRC.	tn tn	POT. fp	FD DE	DEMAN			OTEÇÃO		BALANCEAMENTO (VA)		
N°		DA (VA)	I(A)	Disj (A)	mm²	Fase A	Fase B	Fase C			
1	900	0,8	86	968	7,6	1Ø-10A	2,5	968			
2	1300	0,8	75	1219	9,6	1Ø-10A	2,5			1219	
3	500	1	86	430	3,4	1Ø-10A	2,5	430			
4	4400	1	90	3960	18,0	2Ø-25A	4,0	1980	1980		
5	4400	1	90	3960	18,0	2Ø-25A	4,0		1980	1980	
6	936	0,92	86	875	4,0	2Ø-10A	2,5	437		437	
TOT.	12436			11411	60,6	3Ø-63A	16	3815	3960	3636	
	BALANCEAMENTO PERCENTUAL								34,7%	31,9%	

Fonte: Produção do próprio autor.

O diagrama unifilar correspondente é mostrado na Figura 28.

QDFL 1.2 (13876 VA) 10A (900VA) Circuito 1.2.1 10A (1300VA) Circuito 1.2.2 10A #2,5 (500VA) Circuito 1.2.3 10A (4400VA) Circuito 1.2.4 63A 10A VEM DA SE (4400VA) Circuito 1.2.5 10A (936VA) Circuito 1.2.6 Reserva Reserva Reserva

Figura 28 - Diagrama unifilar do QDFL 1.2

### c) QDFL 1.3 – Centro Obstétrico

O Quadro 9 mostra a divisão dos circuitos do QDFL 1.3, localizado próximo à entrada da sala de prescrição médica do Centro Obstétrico.

Quadro 9 - Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 1.3

QDFL	CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)
	1	TUGs: - Recepção de recém-nascido - Depósito material de limpeza - Expurgo	127	1100
	2	TUGs: - Prescrição médica - Banheiro 2 - Banheiro 3 - Banheiro 4	127	800
	3	TUGs Repouso pós-anestésico	127	1200
	4	TUE1	220	1400
1.3	5	TUE3	220	700
	6	TUE4	220	500
	7	TUE16	220	4400
	8	Iluminação C: - Recepção RN - Depósito material - Expurgo - Banheiros 2, 3 e 4 - Prescrição médica	220	648
	9	Iluminação D: - Repouso pós-anestesia - Salas de cirurgia 1, 2 e 3	220	1584

A Tabela 13 mostra os fatores de potência e de demanda, a corrente de projeto, o dimensionamento da proteção e o balanceamento de cargas.

Tabela 13 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do QDFL 1.3

(continua)

	РОТ.	POT.	s FD	DEMAN-	PROTEÇÃO			BALANCEAMENTO (VA)		
N°	(VA)	fp	(%)	DA (VA)	I (A)	Disj. (A)	mm²	Fase A	Fase B	Fase C
1	1100	0,8	75	1031	8,1	1Ø-10A	2,5		1031	
2	800	0,8	86	860	6,8	1Ø-10A	2,5		860	
3	1200	0,8	75	1125	8,9	1Ø-10A	2,5			1125
4	1400	0,8	75	1313	5,9	2Ø-10A	2,5	656	656	
5	700	0,8	86	753	3,4	2Ø-10A	2,5	376	376	
6	500	0,8	86	538	2,4	2Ø-10A	2,5	269	269	

Tabela 13 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do QDFL 1.3

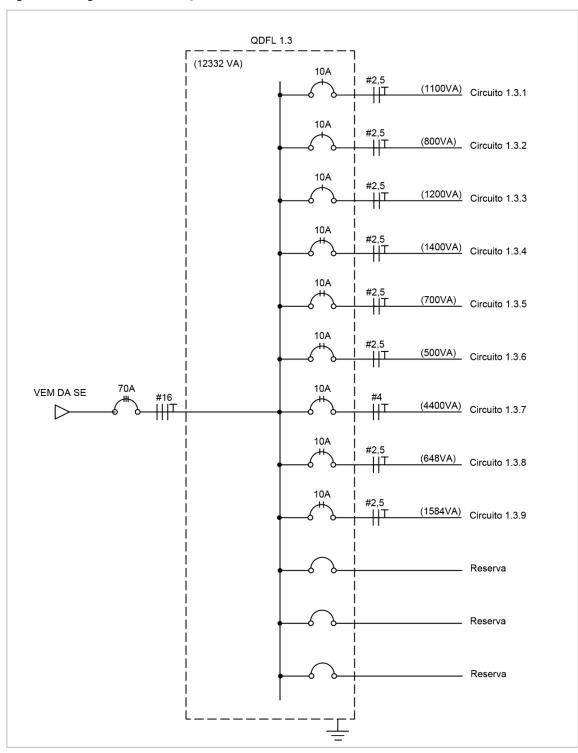
(conclusão)

CIRC	POT. fo	FD	DEMAN-	I	PROTEÇÃO			BALANCEAMENTO (VA)		
N°	(VA)	fp	(%)	DA (VA)	I(A)	Disj. (A)	mm²	Fase A	Fase B	Fase C
7	4400	1	100	4400	20,0	2Ø-25A	4	2200		2200
8	648	0,92	86	606	2,8	2Ø-10A	2,5	303	303	
9	1584	0,92	75	1291	5,9	2Ø-10A	2,5		646	646
TOT.	12332			11916	64,2	3Ø-70A	16	3804	4141	3971
	BALANCEAMENTO PERCENTUAL								34,6%	33,3%

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, chega-se ao diagrama unifilar da Figura 29.

Figura 29 - Diagrama unifilar do QDFL 1.3



#### d) QDFL 2.1 - UTIN

Enquanto isso, na UTIN, é considerado apenas um quadro de distribuição de luz e força. Ele se localiza no corredor A, próximo à entrada da copa, e a divisão dos seus circuitos pode ser vista no Quadro 10.

Quadro 10 - Divisão e descrição dos circuitos do QDFL 2.1

QDFL	CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)
	1	TUGs: - Sala reuniões - Sala de utilidades - Banheiro 1	127	1100
	2	TUGs: - Copa enfermagem - Sala enfermeiras - Prescrição médica	127	1100
	3	TUGs: - Sala de cuidados - Coordenação enfermagem - Descanso médico - Banheiro 2	127	1200
	4	TUE22	220	500
	5	TUE23	220	4400
2.1	6	TUE24	220	4400
	7	Iluminação E: - Sala de reuniões - Corredor A e C - Banheiro 1 - Sala de utilidades - Copa enfermagem - Sala enfermeiras - Unidades patológicas 1 e 2	220	1296
	8	Iluminação F:     - Corredor B     - Prescrição médica     - Sala de cuidados     - Banheiro 2 - Coordenação enfermagem     - Descanso médico - Unidade patológica 3	220	1080

Fonte: Produção do próprio autor.

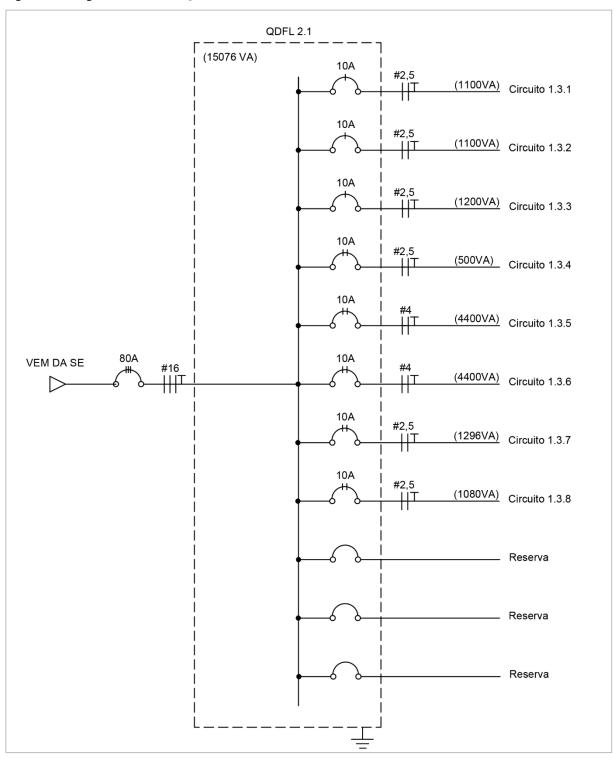
A Tabela 14 mostra os fatores de potência e de demanda, a corrente de projeto, o dimensionamento da proteção e o balanceamento de cargas do QDFL 2.1.

Tabela 14 - Dimensionamento de proteção e balanceamento de fases dos circuitos do QDFL 2.1

CIRC POT. N° (VA)		fp FD		FD DEMAN- (%) DA (VA)		PROTEÇÃO			BALANCEAMENTO (VA)		
19	(111)	( /0 )	DA (VA)	I(A)	Disj (A)	$\text{mm}^2$	Fase A	Fase B	Fase C		
1	1100	0,8	75	1031	8,1	1Ø-10A	2,5	1031			
2	1100	0,8	75	1031	8,1	1Ø-10A	2,5	1031			
3	1200	0,8	75	1125	8,9	1Ø-10A	2,5	1125			
4	500	0,8	86	538	2,4	2Ø-10A	2,5	269		269	
5	4400	1	90	3960	18,0	2Ø-25A	4		1980	1980	
6	4400	1	90	3960	18,0	2Ø-25A	4		1980	1980	
7	1296	0,92	75	1057	4,8	2Ø-10A	2,5	528	528		
8	1080	0,92	75	880	4,0	2Ø-10A	2,5	440		440	
TOT.	15076			13582	72,4	3Ø-80A	16	4425	4488	4669	
	В	ALANC	CEAM	ENTO PERC	ENTUA	<b>A</b> L		32,6%	33,0%	34,4%	

Assim, chegou-se então ao diagrama unifilar mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Diagrama unifilar do QDFL 2.1



#### 4.2.6 Plantas elétricas e outras definições

A partir das definições das seções anteriores foi possível chegar na planta elétrica geral do Centro Obstétrico e da UTIN. Pelo fato das plantas possuírem um tamanho maior, e para facilitar a leitura (devido ao grande número de circuitos representados), foi necessário acrescentá-las ao final deste documento, nos APÊNDICES A e B. Alguns pontos pertinentes são tratados a seguir.

#### a) Plantas elétricas

O APÊNDICE A mostra a planta elétrica do Centro Obstétrico, com a representação dos condutores, circuitos e quadros de distribuição. O APÊNDICE B traz as mesmas representações, desta vez para a UTIN.

#### b) Alimentação, eletrodutos e calhas

Como já descrito, a alimentação dos quadros vem direto da subestação, localizada num ponto bem próximo dos ambientes da UTIN e Centro Obstétrico. A infraestrutura de alimentação dos quadros poderá ser feita utilizando calhas ou bandejas por cima do forro de gesso, assim como a estrutura de alimentação da sala técnica (onde se localizam os transformadores de separação do sistema IT-Médico). Os eletrodutos dos circuitos terminais, nos ambientes comuns listados neste trabalho, poderão ser de PVC flexível corrugado.

#### c) Sala técnica

Na Figura 31 é possível ver, com mais detalhes, a sala técnica mencionada e descrita nas seções anteriores.

TRAFO DE SEPARAÇÃO 2

TRAFO DE SEPARAÇÃO 1

ODSI

OF-CENTRO OBSTÉTRICO

#16

#16

Figura 31 - Detalhes da sala técnica

Como pode-se observar, cada transformador de separação possui um DSI associado, sendo eles localizados na própria sala técnica. Além disso, cada DSI possui uma linha de comunicação com os alarmes presentes nos ambientes em que atua.

#### 4.3 Conclusões sobre o projeto proposto

Como dito anteriormente, o objetivo da seção foi produzir um projeto elétrico básico para as áreas do Centro Obstétrico e UTIN, aplicando-se os conhecimentos adquiridos no estudo das normas. Num primeiro momento, foi realizado o projeto dos ambientes do grupo 2, onde o sistema IT-Médico é de uso obrigatório. Num segundo momento, foi realizado o projeto dos ambientes que não fazem parte desse grupo e que já foram tratados na seção 4.4.

O sistema SOMASUS se mostrou de grande importância para a realização desta etapa, já que através dele foi possível obter de forma resumida e concentrada todas as informações pertinentes presentes na resolução RDC 50 e na norma ABNT NBR 13534:2008. Ao acessar o sistema e consultar os ambientes classificados, extraiu-se informações como: tipos de equipamentos utilizados no local, posição dos equipamentos, iluminamento médio do ambiente, etc.

Foi possível, então, realizar a divisão dos circuitos de TUGs e TUEs da UTIN e do Centro Obstétrico e a quantificação dos pontos de força de cada recinto, além da realização do projeto luminotécnico das áreas, chegando-se a uma previsão de cargas para cada circuito. A partir daí foi feito o dimensionamento de condutores e proteção dos circuitos de cada quadro e o balanceamento entre fases dos mesmos. Todas as informações foram tratadas e apresentadas em forma de tabelas, quadros e diagramas unifilares, além de plantas elétricas e produção textual.

## 5 CONCLUSÕES

Como ficou evidenciado nas primeiras seções do trabalho, é vasto o número de normas e resoluções em vigor no Brasil que se relacionam, direta ou indiretamente, com a elaboração de projetos elétricos em ambientes assistenciais de saúde. A existência desse grande número de exigências e normativas se justifica, entre os vários fatores descritos ao longo do texto, pela relação direta existente entre a instalação elétrica e a vida das pessoas inseridas nesses ambientes.

Ao tratar dos aspectos de estrutura física atual do Centro Obstétrico e da UTIN do Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes, o trabalho demonstrou que a maior parte de sua antiga estrutura sofreu, ao longo dos anos, os mais diversos tipos de reparações e adaptações no intuito de se enquadrar nas normas estabelecidas. Ainda assim, a análise deixou claro que muitos aspectos ainda se encontram em desacordo com a legislação vigente, o que é de se surpreender visto a grande importância do hospital para a comunidade e a visibilidade que o mesmo possui no sistema de saúde pública brasileiro. O projeto elétrico desenvolvido na última seção do trabalho buscou traçar um cenário ideal para os ambientes estudados, contemplando todos os requisitos mínimos de segurança necessários para estes tipos de recinto, e servindo de contribuição para a instituição.

Além disso, a quantidade de informações que as normas estudadas apresentam em seu conteúdo é grande e diversificada, trazendo definições, terminologias e procedimentos que podem ser desconhecidos pela maioria dos engenheiros e técnicos envolvidos na área de projetos elétricos gerais. Isso demonstra a importância do material textual desenvolvido ao longo do trabalho, que deve servir de guia e referência para o planejamento de outros projetos em ambientes assistenciais de saúde.

Por fim, cabe ressaltar a dificuldade para se obter dados estatísticos sobre acidentes em ambientes hospitalares envolvendo instalações ou equipamentos elétricos. A existência dessas informações seria de grande interesse para os profissionais envolvidos em projetos dessa natureza (e para a comunidade, de forma geral), servindo de base para a formulação e aperfeiçoamento de normas, técnicas e procedimentos. O levantamento e a subsequente análise desses dados ficam como sugestão para trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, H. M. A. **Instalações Elétricas I:** Noções de aterramento elétrico. 2020. 24 slides.

de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

\_\_\_\_\_\_. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR IEC 60601-1: Equipamento eletromédico. Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13534: Instalações elétricas

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.** Aprova o Regulamento Técnico destinado ao planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 20 mar. 2002. Disponível em:

http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/res0050\_21\_02\_2002.html. Acesso em: 01 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Departamento de Economia e Desenvolvimento. **SOMASUS**: Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 2. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013. 140 p. Disponível em: http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/julho/06/SOMASUS--sistema-apoio-elaboracao-vol2.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

CASTELLARI, S. Segurança Elétrica em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS). 2009. Disponível em: https://www.osetoreletrico.com.br/seguranca-eletrica-emestabelecimentos-assistenciais-de-saude-eas/. Acesso em: 20 out. 2020.

DMESG. **Tipos de** *nobreak*, **formas de onda e suas aplicações**. 2016. Disponível em: https://www.dmesg.com.br/tipos-de-nobreak-formas-de-onda-e-suas-aplicacoes/. Acesso em: 12 dez. 2020.

EDP ESPÍRITO SANTO. **Padrão Técnico:** Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais. Vitória: EDP, 2019. Disponível em: https://www.edp.com.br/CentralDocumentos/PT.DT.PDN.03.14.014.pdf. Acesso em: 16 out. 2020.

FERREIRA, A. A.; FERREIRA, A. S. Q. **Instalações elétricas.** 2009. Disponível em: https://web.archive.org/web/20090301121303/http://www.dsce.fee.unicamp.br/~andre/Materi alDidatico.htm#/. Acesso em: 01 nov. 2020.

FRANCHETTA, A. **Instalações eletrônicas em ambientes hospitalares.** 2017. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=1331. Acesso em: 11 nov. 2020.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CASSIANO ANTÔNIO MORAES. **Nossa história**. 2017. Disponível em: http://www2.ebserh.gov.br/web/hucam-ufes/nossa-historia. Acesso em: 22 nov. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMISSION. **IEC 61558-1**: Safety of power transformers, power supply units and similar – General requirements and tests. Genebra, 1998.

\_\_\_\_\_. **IEC 742**: Isolating transformers and safety isolating transformers Requirements. Genebra, 1983.

KAWASAKI, J. I. Métodos de cálculo luminotécnico. **Revista O Setor Elétrico**, São Paulo, v. 1, n. 74, p. 36-42, mar. 2012. Disponível em: http://www.osetoreletrico.com.br/capitulo-iii-metodos-de-calculo-luminotecnico/. Acesso em: 29 out. 2020.

MAMEDE FILHO, J. Instalações elétricas industriais. 9. ed. São Paulo: LTC, 2017.

MATTEDE, H. **Aterramento elétrico, tipos e usos**. 2020. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/aterramento-eletrico-tipos-e-usos/. Acesso em: 12 dez. 2020.

PINHAT NETO, H.; BELLAN, J. C. Instalações elétricas em centro cirúrgico adotando o sistema IT Médico. **Revista Linguagem Acadêmica**, Batatais, v. 7, n. 2, p. 97-106, jan./jun. 2017. Disponível em:

https://intranet.redeclaretiano.edu.br/download?caminho=/upload/cms/revista/sumarios/550.p df&arquivo=sumario8.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

RAMÍREZ, E. F. F. **Segurança elétrica em ambiente hospitalar.** 2015. 22 slides. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ernesto/2ele048/seg\_eletrica.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

RDI BENDER. **Sistema IT Médico**. 2011. Disponível em: https://rdibender.com.br/sistema-it. Acesso em: 12 dez. 2020.

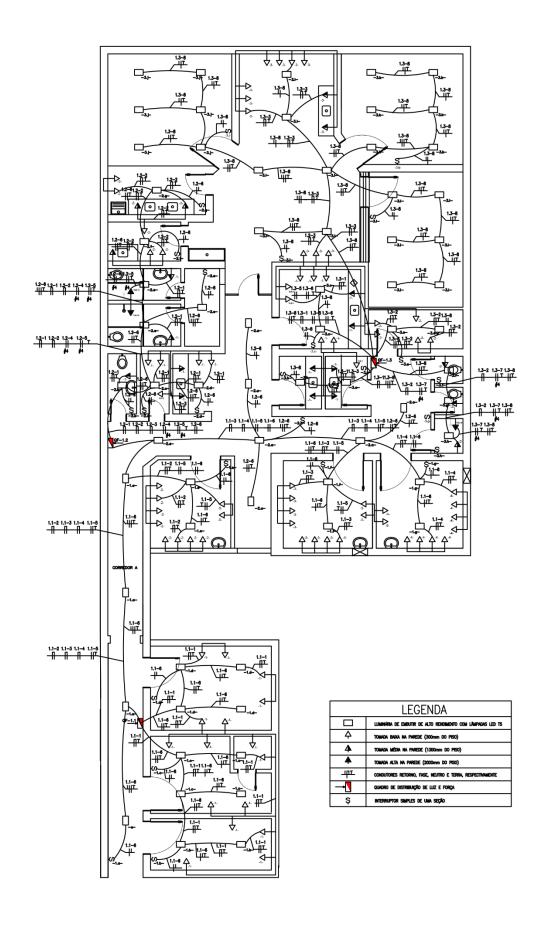
RDI BENDER. **Transformador de separação**. 2011. Disponível em:

https://rdibender.com.br/instrumentos/transformador-de-separacao. Acesso em: 12 dez. 2020.

SILVA, P. K.; CARVALHO, R. O. G.; ALVES, L. Instalações elétricas em hospitais e instituições de saúde. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, n. 112, p. 1-13, set. 2017. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/artigo/instalacoes-eletricas-em-hospitais-e-instituicoes-de-saude. Acesso em: 1 nov. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes (Hucam)**. 2013. Disponível em: https://www.ufes.br/hospital-universitário-cassiano-antonio-moraes-hucam. Acesso em: 22 nov. 2020.

## APÊNDICE A – PLANTA ELÉTRICA DO CENTRO OBSTÉTRICO



# APÊNDICE B – PLANTA ELÉTRICA DA UTIN

