



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

AFONSO LOBATO DE OLIVEIRA

**INSTALAÇÃO ELÉTRICA DA UTI ADULTA DO HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO JOÃO DE BARROS BARRETO: análise técnica e  
conformidade com as normas ABNT NBR 13534 e ABNT NBR 5410**

Belém – PA

2026

AFONSO LOBATO DE OLIVEIRA

**INSTALAÇÃO ELÉTRICA DA UTI ADULTA DO HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO JOÃO DE BARROS BARRETO: análise técnica e  
conformidade com as normas ABNT NBR 13534 e ABNT NBR 5410**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Elétrica, do Instituto  
de Tecnologia, da Universidade Federal do  
Pará, como parte dos requisitos para a obtenção  
do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador(a): Prof. Dr. Edson Ortiz de Matos

Coorientador(a): Eng. Eletricista Robson Jorge  
da Silva

Belém – PA

2026

AFONSO LOBATO DE OLIVEIRA

**INSTALAÇÃO ELÉTRICA DA UTI ADULTA DO HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO JOÃO DE BARROS BARRETO: análise técnica e  
conformidade com as normas ABNT NBR 13534 e ABNT NBR 5410**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica, do Instituto de Tecnologia, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Edson Ortiz de Matos

Orientador: FEEB/UFPA

---

Engenheiro Eletricista Robson Jorge da Silva

Coorientador: IESAM

---

Prof. Dr. Allan Rodrigo Arrifano Manito

Membro Interno: FEEB/UFPA

---

Prof. Especialista Paulo Sérgio de Jesus Gama

Membro Interno: FEEB/UFPA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me guiar ao longo de toda a minha vida e, em especial, durante minha trajetória acadêmica, dando-me força e perseverança para superar os desafios encontrados ao longo do caminho.

Aos meus pais, Claudia Mariana Amaral Lobato e Jovelino Pereira de Oliveira, por todos os esforços e sacrifícios realizados para que eu pudesse alcançar uma formação acadêmica. A conclusão desta jornada é fruto da dedicação e apoio constante deles.

Agradeço também à minha irmã, amiga e fisioterapeuta, Aline Lobato de Oliveira, pelo incentivo e apoio em todos os momentos, bem como à minha avó, Rosalva Lobato da Silva, por suas orações e carinho, estendendo minha gratidão a toda a minha família pelo suporte e afeto ao longo dessa caminhada.

Ao professor Dr. Edson Ortiz de Matos, expresso meu sincero agradecimento pela orientação e contribuição para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Eng. Eletricista Robson Jorge da Silva, pelos valiosos ensinamentos transmitidos durante meu estágio na Electron Primer, empresa à qual também sou grato pela oportunidade. Levarei os conhecimentos adquiridos nesse período em toda minha vida profissional.

À minha namorada, amiga e médica, Maria Antônia Matos Araujo, agradeço o carinho, incentivo e compreensão durante essa etapa. Aos amigos Eng. Gustavo Lisboa Negrão e ao futuro químico Adinaldo Lucas M. Pimentel da Silva, agradeço a amizade e parceria ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço aos colegas de curso, que tornaram essa difícil jornada mais leve.

## RESUMO

Este trabalho apresenta a análise técnica da instalação elétrica da Unidade de Terapia Intensiva adulta do Hospital Universitário João de Barros Barreto, com foco na verificação da conformidade do sistema com as normas ABNT NBR 13534 e ABNT NBR 5410. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada e descritiva, conduzida por meio de estudo de caso, envolvendo análise de projetos, acompanhamento da execução da obra e verificação técnica da instalação concluída. São descritos os sistemas implantados, incluindo alimentação elétrica, quadros de distribuição, sistema IT médico, infraestrutura de cabeamento, sistemas auxiliares e dispositivos de proteção, destacando as soluções técnicas adotadas para garantir segurança, confiabilidade e continuidade do fornecimento de energia em ambiente hospitalar crítico. Os resultados demonstram que a instalação executada atende aos requisitos normativos e apresenta organização adequada dos circuitos, boa acessibilidade para manutenção e funcionamento satisfatório dos sistemas instalados. Conclui-se que a correta aplicação das normas técnicas e o planejamento adequado da infraestrutura elétrica são fundamentais para assegurar a segurança operacional e a continuidade do atendimento em unidades hospitalares de alta criticidade, contribuindo para a confiabilidade do suporte à vida oferecido aos pacientes.

**Palavras-chave:** instalação elétrica hospitalar; UTI; NBR 13534; NBR 5410; segurança elétrica.

## **ABSTRACT**

This work presents a technical analysis of the electrical installation of the adult Intensive Care Unit (ICU) of Hospital Universitário João de Barros Barreto, focusing on verifying system compliance with ABNT NBR 13534 and ABNT NBR 5410 standards. The study is characterized as applied and descriptive research conducted through a case study, involving project analysis, monitoring of construction execution, and technical verification of the completed installation. The implemented systems are described, including power supply, distribution panels, medical IT system, cabling infrastructure, auxiliary systems, and protective devices, highlighting the technical solutions adopted to ensure safety, reliability, and continuity of power supply in a critical hospital environment. The results demonstrate that the executed installation meets regulatory requirements and presents adequate circuit organization, good accessibility for maintenance, and satisfactory operation of the installed systems. It is concluded that the proper application of technical standards and adequate planning of electrical infrastructure are essential to ensure operational safety and continuity of care in highly critical hospital environments, contributing to the reliability of life-support services provided to patients.

**Keywords:** hospital electrical installation; ICU; NBR 13534; NBR 5410; electrical safety.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Sistema IT médico.....	18
<b>Figura 2</b> - DSI .....	19
<b>Figura 3</b> - Cabo CAT6.....	21
<b>Figura 4</b> - Disjuntor Bifásico .....	22
<b>Figura 5</b> - DR .....	23
<b>Figura 6</b> - DPS .....	24
<b>Figura 7</b> - Ferramentas Para Eletricistas.....	28
<b>Figura 8</b> - EPIs .....	29
<b>Figura 9</b> - Ambientes da UTI Adulta .....	31
<b>Figura 10</b> - Comutação Automática Entre Rede E Grupo Gerador .....	32
<b>Figura 11</b> - Instalação de Eletrodutos Sob o Piso .....	32
<b>Figura 12</b> - Instalação dos Eletrodutos.....	33
<b>Figura 13</b> - Passagem dos Alimentadores.....	33
<b>Figura 14</b> - Conexão Entre eletroduto e Eletrocalha.....	34
<b>Figura 15</b> - Conexões do QGF.....	34
<b>Figura 16</b> - Condulete tipo T.....	35
<b>Figura 17</b> - Condulete tipo L.....	35
<b>Figura 18</b> - Saída Lateral Horizontal.....	36
<b>Figura 19</b> - Tirantes sustentando a infraestrutura elétrica e lógica .....	36
<b>Figura 20</b> - Eletrodutos, Eletrocalhas e Conduletes Metálicos .....	37
<b>Figura 21</b> - Eletrocalha 100 x 100 mm.....	37
<b>Figura 22</b> - Eletrocalha de Elétrica e Lógica .....	38
<b>Figura 23</b> - Guia Passa-Fio .....	39
<b>Figura 24</b> - Circuito Etiquetado .....	39
<b>Figura 25</b> - Marcações Na Parede .....	40
<b>Figura 26</b> - Quadros Elétricos na UTI Adulta.....	41
<b>Figura 27</b> - Disjuntor 500 A do QGF .....	42
<b>Figura 28</b> - QGF .....	42
<b>Figura 29</b> - Alimentação dos Quadros Internos .....	43
<b>Figura 30</b> - Subida do Segundo ao Terceiro Pavimento da Caldeira .....	44
<b>Figura 31</b> - QTE .....	44

<b>Figura 32</b> - Projeto do QTE no AutoCad.....	45
<b>Figura 33</b> - Quadro de Carga do QTE .....	46
<b>Figura 34</b> - QLFT .....	48
<b>Figura 35</b> - DR no QLFT .....	48
<b>Figura 36</b> - Luminária de Emergência.....	49
<b>Figura 37</b> - Projeto de Iluminação de Emergência.....	50
<b>Figura 38</b> - Exemplo de Tomadas para Hemodiálise e Raio X no Projeto do QFT .	51
<b>Figura 39</b> - Quadro de Carga do QFT .....	52
<b>Figura 40</b> - QTE .....	53
<b>Figura 41</b> - Desenho do QF-IT-02 .....	54
<b>Figura 42</b> - DSI Instalado .....	56
<b>Figura 43</b> - Conexões no DSI .....	56
<b>Figura 44</b> - Organizações dos Quadros IT .....	57
<b>Figura 45</b> - Passagem dos cabos dos Quadros IT.....	58
<b>Figura 46</b> - Sistema 1 IT Médico .....	59
<b>Figura 47</b> - Conexão das Eletrocalhas 50 x 50 mm na Principal.....	59
<b>Figura 48</b> - Sistema 2 IT Médico .....	60
<b>Figura 49</b> - Modelo de Régua Hospitalar .....	61
<b>Figura 50</b> - Organização dos Circuitos nas Réguas .....	62
<b>Figura 51</b> - Régua Montada do Leito 8 .....	62
<b>Figura 52</b> - Chegada dos Circuitos de Lógica na Secretaria.....	63
<b>Figura 53</b> - Identificação dos Circuitos de Dados.....	64
<b>Figura 54</b> - Chegada dos Circuitos de Lógica no Posto de Enfermagem.....	65
<b>Figura 55</b> - Parte da Infraestrutura do SDAI.....	66
<b>Figura 56</b> - Projeto SDAI.....	66
<b>Figura 57</b> - Legenda do Projeto do SDAI.....	67
<b>Figura 58</b> - Projeto de Sonorização .....	68
<b>Figura 59</b> - Cabo de Duas Vias .....	69
<b>Figura 60</b> - Sistema de Sonorização .....	69
<b>Figura 61</b> - Avaliação Técnica.....	71
<b>Figura 62</b> - Conexão Do Multímetro Nas Tomadas.....	73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
1.2.1	Objetivos Específicos .....	11
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Normas.....</b>	<b>13</b>
2.1.1	ABNT NBR 5410.....	13
2.1.2	ABNT NBR 13534.....	14
2.1.3	NR-10 e NR-6 .....	16
<b>2.2</b>	<b>Quadros Elétricos.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistema IT Médico.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Sistema de Sonorização .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Comunicação de Emergência - SDAI .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Cabeamento Estruturado.....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>Dispositivos de Proteção.....</b>	<b>22</b>
<b>2.8</b>	<b>Dimensionamento da Corrente de Projeto .....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Limitações do Estudo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Tipo e Abordagem do Estudo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos Metodológicos.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>Ferramentas e EPIs Utilizados.....</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do Ambiente.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Sistema de Alimentação .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Infraestrutura Elétrica e Lógica .....</b>	<b>35</b>

<b>4.4</b>	<b>Quadros Elétricos</b> .....	<b>40</b>
4.4.1	Quadro Geral de Força .....	41
4.4.2	Quadro de Tomadas Estabilizadas .....	44
4.4.3	Quadro de Luz, Força e Tomadas .....	47
4.4.4	Quadro de Força e Tomadas .....	50
<b>4.5</b>	<b>Sistema IT Médico</b> .....	<b>53</b>
4.5.1	Alimentação dos Quadros IT .....	53
4.5.2	Organização Interna dos Quadros .....	55
4.5.3	Infraestrutura.....	57
4.5.4	Réguas e Circuitos.....	60
<b>4.6</b>	<b>Cabeamento Estruturado</b> .....	<b>63</b>
<b>4.7</b>	<b>Comunicação de Emergência</b> .....	<b>65</b>
<b>4.8</b>	<b>Sistema de Sonorização</b> .....	<b>67</b>
<b>4.9</b>	<b>Aterramento</b> .....	<b>70</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>71</b>
<b>5.1</b>	<b>Resultados Observados</b> .....	<b>71</b>
5.1.1	Organização e Identificação dos Quadros .....	72
5.1.2	Manutenção Dos Sistemas .....	72
5.1.3	Funcionamento Dos Circuitos Elétricos .....	73
<b>5.2</b>	<b>Possíveis Melhorias Futuras</b> .....	<b>74</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>76</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de otimizar recursos e elevar a eficiência no tratamento de pacientes em estado crítico, foram criadas as Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Esses setores concentram profissionais especializados, médicos, enfermeiros e técnicos, em um mesmo ambiente, possibilitando o monitoramento contínuo e integrado dos sinais vitais de pacientes com condições clínicas instáveis. As UTIs desempenham um papel fundamental na qualidade da assistência à saúde da população. De acordo com dados da Associação de Medicina Intensiva Brasileira – AMIB (2024), cerca de 84% dos pacientes internados em UTIs recebem alta, evidenciando a eficácia desse setor. Esse resultado está diretamente relacionado ao conjunto de recursos disponíveis nesse ambiente, que inclui equipamentos de alta tecnologia e infraestrutura adequada com as normas técnicas vigentes.

A infraestrutura elétrica de uma UTI é composta por diversos subsistemas, cada um voltado a garantir segurança, confiabilidade e suporte às demandas críticas do ambiente. Entre os principais componentes destacam-se a alimentação elétrica proveniente da subestação, os circuitos essencial e não essencial, os sistemas de emergência (geradores e *nobreaks*), o sistema IT médico, o cabeamento estruturado, a sonorização e os diferentes quadros elétricos responsáveis pela distribuição setorial. Esses subsistemas operam de forma integrada para assegurar o fornecimento contínuo de energia a equipamentos indispensáveis ao cuidado do paciente, como bombas de infusão, aspiradores cirúrgicos, monitores multiparamétricos e demais dispositivos previstos na Resolução nº 7/2010 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2010).

No entanto, tanto os profissionais de saúde quanto os pacientes estão expostos a diversos riscos associados à infraestrutura elétrica hospitalar. Entre os principais perigos destacam-se curtos-circuitos, falhas ou explosões em equipamentos eletromédicos e interrupções no fornecimento de energia, que, embora possam parecer menos graves, comprometem diretamente a segurança e a continuidade do atendimento. Segundo dados do Instituto Sprinkler Brasil (2025), o número de incêndios em hospitais decorrentes de falhas elétricas mais que dobrou entre 2018 e 2021, passando de 24 para 52 ocorrências — um aumento de aproximadamente 116%. O instituto também evidencia que para os dois primeiros meses de 2024 e 2025, houve um aumento de 75% em relação ao mesmo período de 2022 e 2023.

As causas mais comuns desses incidentes estão relacionadas a falhas no sistema elétrico, manutenção inadequada, sobrecargas e à ausência de dispositivos de proteção

essenciais, como o Dispositivo Diferencial Residual (DR). Tais causas estão relacionadas, muitas vezes, com a infraestrutura antiga dos hospitais e a falta de uma manutenção periódica.

Essas instalações são regidas pela ABNT NBR 13534 (2008), que estabelece os requisitos mínimos para o projeto, execução e operação de sistemas elétricos em hospitais, clínicas e ambientes críticos, como blocos cirúrgicos e UTIs. A norma define a classificação dos ambientes em Grupos 0, 1 e 2, de acordo com o nível de risco associado ao uso de equipamentos eletromédicos, e estabelece diretrizes rigorosas relacionadas à segurança, continuidade de energia, aterramento, equipotencialização, sistemas IT médico, circuitos essenciais e proteção contra choques elétricos. Seu objetivo principal é assegurar um funcionamento seguro e confiável das instalações, minimizando riscos a pacientes e profissionais de saúde.

Complementando esses requisitos, a ABNT NBR 5410 (2004) apresenta as diretrizes gerais para instalações elétricas de baixa tensão, que também devem ser integralmente observadas em ambientes hospitalares, servindo como base normativa para práticas de segurança, dimensionamento, proteção e confiabilidade dos sistemas.

Diante da criticidade desses ambientes, torna-se essencial uma análise mais detalhada dos parâmetros da instalação elétrica baseada nas normas técnicas brasileiras, a fim de garantir que as UTIs sejam adequadamente projetadas e possuam uma infraestrutura robusta, capaz de atender pacientes de alto risco com máxima segurança e confiabilidade.

## **1.1 Justificativa**

A análise da instalação elétrica da UTI adulta do Hospital Universitário João de Barros Barreto (HUIBB), executada pela empresa Electron Primer, justifica-se pela relevância desse tipo de ambiente hospitalar, que exige elevado nível de segurança, continuidade de energia e conformidade com normas específicas, além da sugestão de melhorias. A avaliação técnica fundamentada nas normas NBR 13534 (2008) e a NBR 5410 (2004) é essencial para assegurar a confiabilidade da instalação, reduzir riscos elétricos e garantir condições adequadas para o funcionamento de equipamentos eletromédicos críticos. Dessa forma, o presente trabalho contribui para a compreensão e o aprimoramento das práticas de projeto e execução de instalações em unidades de terapia intensiva, especialmente em contextos de expansão e modernização hospitalar.

O HUIBB é um dos hospitais que fazem parte do Complexo Hospitalar da Universidade Federal do Pará (UFPA), sendo uma instituição que presta serviços à sociedade

por meio de consultas e internações em diversas especialidades médicas, além de promover ensino e pesquisa para futuros profissionais da área da saúde (UFPA, 2026). Com a construção da nova UTI adulta composta por dez leitos, o HUIBB ampliou significativamente sua capacidade de atendimento, dobrando o número de vagas disponíveis para pacientes em estado crítico. (UFPA, 2024)

A reforma iniciou-se em maio de 2024 e foi concluída com a inauguração da UTI no dia 28 de outubro de 2024, entregando dez novos leitos totalmente equipados. O processo de instalação elétrica teve início com a análise da planta arquitetônica fornecida, etapa na qual foram definidos o posicionamento de eletrocalhas, eletrodutos, quadros elétricos e a distribuição dos circuitos, considerando as limitações estruturais e as exigências das normas aplicáveis.

A execução da obra foi dividida em quatro etapas principais: sistema de alimentação, construção da infraestrutura necessária, montagem dos quadros elétricos e acabamentos. Esse conjunto de etapas resultou em uma instalação elétrica adequada às exigências técnicas de uma unidade de terapia intensiva, proporcionando um ambiente seguro, funcional e preparado para o uso de equipamentos essenciais ao suporte à vida.

## **1.2 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo analisar a conformidade da instalação elétrica na UTI adulta do Hospital Universitário João de Barros Barreto com as normas técnicas NBR 13534 e NBR 5410, a fim de reduzir riscos de acidentes elétricos.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

- Descrever a execução dos sistemas instalados (IT médico, quadros, cabeamento estruturado, sonorização);
- Verificar conformidade com as normas vigentes (NBR 13534 e NBR 5410);
- Demonstrar as soluções técnicas adotadas;
- Avaliar resultados e sugerir melhorias.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

Esta seção tem como objetivo evidenciar cada capítulo deste trabalho, que conta com 6 capítulos, os quais foram divididas da seguinte forma:

No capítulo 1, tem-se a introdução, o objetivo geral, os objetivos específicos, a justificativa e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, encontra-se a fundamentação teórica que tem como finalidade ter o embasamento teórico para realização deste presente trabalho.

No capítulo 3, observa-se a metodologia, na qual está explicado o passo a passo o estudo de caso deste trabalho.

No capítulo 4, tem-se a descrição e execução do projeto, mostrando a aplicabilidade dos quadros e circuitos instalados.

No capítulo 5, nota-se os resultados medidos de acordo com a metodologia descrita e analisados de acordo com as normas discutidas neste trabalho.

No capítulo 6, tem-se a conclusão final.

Por fim, são apresentadas as referências para a realização desse trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é evidenciado conceitos bibliográficos que serviram para o embasamento teórico na realização deste trabalho.

### 2.1 Normas

As normas técnicas, de maneira geral, servem para padronizar, orientar e garantir segurança, qualidade e desempenho em produtos, serviços e instalações. No Brasil, essas normas são elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são amplamente utilizadas em projetos de engenharia, construção, indústria e serviços.

#### 2.1.1 ABNT NBR 5410

No Brasil, a NBR 5410 (2004) estabelece os requisitos mínimos para o projeto, execução, verificação e manutenção das instalações elétricas de baixa tensão, sendo aplicável a sistemas com tensões de até 1 000 V em corrente alternada (CA) e 1 500 V em corrente contínua (CC). Seu principal objetivo é garantir a segurança das pessoas, a proteção do patrimônio e o funcionamento adequado das instalações, por meio da adoção de critérios técnicos que minimizem riscos elétricos e assegurem a confiabilidade do sistema.

A norma define diversas medidas de proteção contra choques elétricos, tais como a isolamento das partes vivas, o uso de barreiras e invólucros, a adoção de sistemas de aterramento e equipotencialização, além do desligamento automático da alimentação em situações de falha, geralmente realizado por meio de dispositivos de proteção adequadamente dimensionados. Também são estabelecidos critérios para a proteção contra sobrecorrentes, abrangendo condições de sobrecarga e curto-circuito, o que envolve a correta seleção e coordenação entre disjuntores, fusíveis e condutores, de forma a evitar danos aos equipamentos e à própria instalação elétrica.

Nesse contexto, a norma trata explicitamente da coordenação entre condutores e dispositivos de proteção, estabelecida na Seção 5.3.4.1 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção, na qual é definida a relação entre a corrente de projeto do circuito ( $I_b$ ), a corrente nominal do dispositivo de proteção ( $I_n$ ) e a capacidade de condução de corrente dos condutores ( $I_z$ ), expressa pela seguinte **Inequação (1)** em Ampère:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

O atendimento a essa relação é obrigatório, pois assegura a adequada proteção dos condutores contra sobrecargas, garantindo que o dispositivo de proteção atue antes que o aquecimento excessivo do cabo possa comprometer a segurança da instalação.

Outro ponto fundamental abordado pela NBR 5410 refere-se ao dimensionamento dos condutores elétricos, o qual deve considerar fatores como a capacidade de condução de corrente, o método de instalação, a temperatura ambiente, o agrupamento de circuitos e os limites admissíveis de queda de tensão. Esses critérios visam assegurar o desempenho adequado da instalação, prevenindo perdas excessivas de energia e o aquecimento indevido dos cabos.

A norma também trata dos sistemas de aterramento, apresentando os diferentes esquemas existentes, TT, TN e IT, e estabelecendo as condições para sua correta aplicação. Embora a NBR 5410 forneça diretrizes gerais para esses sistemas, em ambientes hospitalares sua aplicação deve ser complementada por normas específicas, como a NBR 13534, que impõe requisitos adicionais voltados à elevada criticidade dessas instalações.

Além disso, a NBR 5410 determina a correta divisão e identificação dos circuitos elétricos, exigindo a separação entre circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, bem como a identificação clara de quadros e dispositivos de proteção. Essa organização contribui para a facilidade de manutenção, o aumento da segurança operacional e a redução da probabilidade de falhas generalizadas.

Por fim, a norma estabelece os procedimentos de inspeção e ensaios que devem ser realizados antes da entrada em operação da instalação, assegurando que todos os requisitos de segurança e desempenho tenham sido atendidos. Dessa forma, a ABNT NBR 5410 constitui a base normativa essencial para qualquer instalação elétrica de baixa tensão, inclusive as instalações hospitalares, sobre as quais a ABNT NBR 13534 acrescenta exigências específicas compatíveis com a elevada criticidade desses ambientes.

### **2.1.2 ABNT NBR 13534**

Já a NBR 13534 (2008) estabelece os requisitos específicos para o projeto, execução, operação, manutenção e verificação das instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), como hospitais, clínicas e unidades especializadas. Diferentemente das instalações elétricas convencionais, os ambientes hospitalares apresentam elevado grau de criticidade, uma vez que abrigam equipamentos eletromédicos diretamente relacionados ao

diagnóstico, tratamento e suporte à vida dos pacientes. Dessa forma, a norma tem como objetivo principal garantir a segurança das pessoas, a continuidade do fornecimento de energia e a confiabilidade dos sistemas elétricos, reduzindo riscos de choques elétricos, micro choques e falhas de alimentação.

Um dos fundamentos centrais da NBR 13534 é a classificação dos ambientes hospitalares em Grupos 0, 1 e 2, de acordo com o nível de risco associado ao uso de equipamentos eletromédicos. Essa classificação define as exigências técnicas aplicáveis a cada ambiente, sendo os locais classificados como Grupo 2, como as Unidades de Terapia Intensiva e os centros cirúrgicos, os que demandam maior rigor normativo devido à utilização de equipamentos destinados à manutenção de funções vitais. Para esses ambientes, a norma estabelece requisitos adicionais voltados à segurança e à continuidade da energia elétrica.

Entre os principais requisitos definidos pela NBR 13534 destaca-se a obrigatoriedade do uso do Sistema IT médico em UTIs (Grupo 2). Esse sistema utiliza transformadores de isolamento e monitores de isolamento, permitindo a detecção de falhas de primeira ordem sem interrupção imediata da alimentação elétrica, o que contribui para a redução do risco de micro choques e para a continuidade das atividades assistenciais. Além disso, a norma estabelece critérios rigorosos para aterramento e equipotencialização, exigindo a interligação adequada de massas, partes condutivas e equipamentos eletromédicos, a fim de eliminar diferenças de potencial perigosas aos pacientes e profissionais de saúde.

A norma também define a necessidade de segregação entre circuitos essenciais e não essenciais, bem como a utilização de sistemas de alimentação de emergência, como geradores e sistemas de energia ininterrupta (UPS), garantindo o funcionamento contínuo de equipamentos críticos em situações de falha da alimentação principal. Adicionalmente, a NBR 13534 aborda requisitos relacionados à proteção contra choques elétricos, surtos e sobrecorrentes, à identificação adequada de circuitos e tomadas, à iluminação normal e de emergência, e à organização dos quadros elétricos hospitalares.

Por fim, a NBR 13534 estabelece diretrizes para inspeções, ensaios e manutenção periódica das instalações elétricas hospitalares, assegurando que os sistemas permaneçam em conformidade com os requisitos de segurança ao longo de sua vida útil. Dessa forma, a norma constitui o principal referencial técnico para o desenvolvimento de instalações elétricas seguras e confiáveis em ambientes hospitalares, complementando as diretrizes gerais estabelecidas pela ABNT NBR 5410 e adaptando-as às particularidades e à elevada criticidade dos estabelecimentos assistenciais de saúde.

### 2.1.3 NR-10 e NR-6

A segurança do trabalho em instalações elétricas é regulamentada, no Brasil, principalmente pelas Normas Regulamentadoras NR-10 (2018) e NR-6 (2018), que estabelecem diretrizes essenciais para a proteção dos profissionais envolvidos em atividades com eletricidade. A NR-10 trata especificamente da segurança em instalações e serviços em eletricidade, definindo requisitos mínimos para a prevenção de acidentes, tais como choques elétricos, queimaduras e explosões. A norma enfatiza a adoção de medidas de controle, procedimentos de trabalho seguro, capacitação dos trabalhadores e organização da documentação técnica, visando à redução dos riscos inerentes às atividades elétricas (Brasil, 2018).

Complementarmente, a NR-6 dispõe sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), determinando critérios para sua seleção, fornecimento e utilização. Essa norma atribui ao empregador a responsabilidade de disponibilizar EPIs adequados aos riscos existentes, bem como de orientar os trabalhadores quanto ao uso correto desses equipamentos (Brasil, 2018). A aplicação conjunta das normas NR-10 e NR-6 contribui significativamente para a segurança e a integridade física dos profissionais que atuam em instalações elétricas, especialmente em ambientes de maior criticidade, como os estabelecimentos assistenciais de saúde.

## 2.2 Quadros Elétricos

Os quadros elétricos são componentes essenciais das instalações elétricas, responsáveis pela distribuição, proteção e seccionamento dos circuitos que alimentam os diversos sistemas de uma edificação. Em ambientes hospitalares, especialmente em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), sua importância é ampliada devido à necessidade de fornecimento contínuo e seguro de energia para equipamentos críticos à manutenção da vida.

Esses quadros devem ser projetados de forma organizada e seletiva, permitindo a adequada divisão dos circuitos de iluminação, tomadas de uso geral, tomadas de uso específico e cargas essenciais, além de possibilitar a integração com sistemas de emergência, como geradores e *nobreaks*. Também abrigam dispositivos de proteção contra sobrecorrentes, curtos-circuitos e surtos, garantindo que falhas elétricas sejam isoladas sem comprometer toda a instalação.

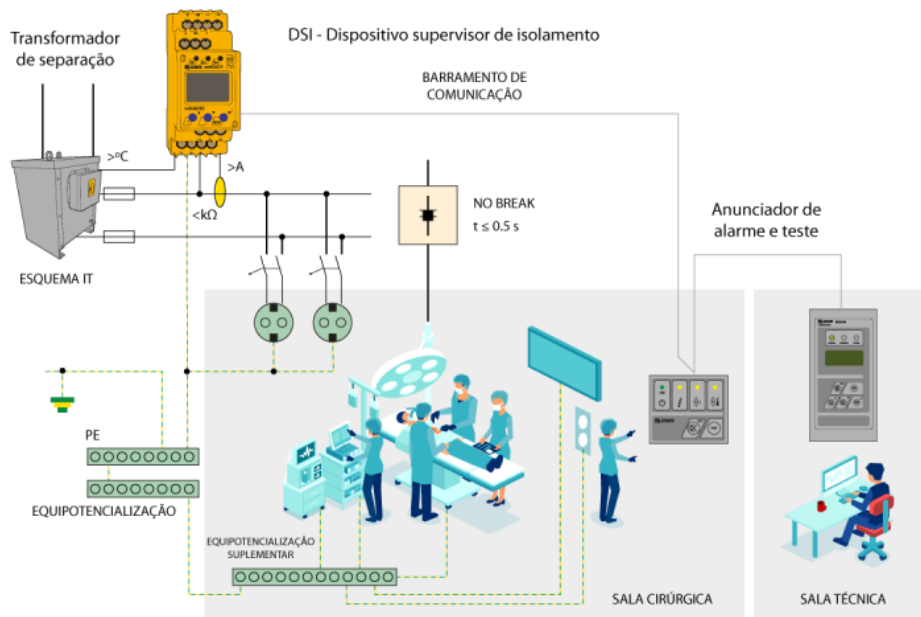
Para isso, a norma exige que sejam claramente identificados, possuir sinalização adequada, esquemas unifilares atualizados e disposição interna organizada. A identificação correta de circuitos, fases e dispositivos facilita a operação, reduz erros humanos e contribui para a segurança do sistema.

### 2.3 Sistema IT Médico

O Sistema IT médico é um esquema especial de alimentação elétrica adotado em ambientes hospitalares de elevada criticidade, como UTIs e centros cirúrgicos, sendo obrigatório nesses locais conforme visto na Seção 2.1.2 deste capítulo. Sua principal função é aumentar a segurança elétrica e a continuidade do fornecimento de energia, reduzindo os riscos associados ao contato indireto com partes energizadas e, especialmente, ao microchoque em pacientes hospitalizados.

Nesse sistema, a alimentação dos circuitos é realizada por meio de um transformador de isolamento, que mantém os condutores ativos eletricamente isolados da terra. Diferentemente dos sistemas convencionais, no Sistema IT médico não existe uma ligação direta entre o neutro e o aterramento, o que faz com que, na ocorrência de uma primeira falha à terra, a corrente resultante seja extremamente baixa e incapaz de causar danos ao paciente ou aos profissionais de saúde. Dessa forma, a alimentação elétrica não é interrompida automaticamente, permitindo a continuidade dos procedimentos clínicos. A **Figura 1** ilustra esse sistema.

**Figura 1** – Sistema IT médico



Fonte: RDI-BRENDER (2020).

Em muitas instalações hospitalares, o sistema IT médico é associado a sistemas de alimentação ininterrupta (*Nobreak*), responsáveis por manter o fornecimento de energia durante interrupções momentâneas da rede elétrica ou no intervalo necessário para a entrada em operação do grupo gerador. A utilização do *nobreak* é particularmente importante para garantir a continuidade de funcionamento de equipamentos eletromédicos sensíveis, evitando desligamentos ou reinicializações que possam comprometer o atendimento ao paciente.

Para garantir a detecção de falhas, o sistema é equipado com o Dispositivo Supervisor de Isolamento – DSI (**Figura 2**), que realiza a supervisão contínua da resistência de isolamento entre os condutores ativos e a terra. Quando o valor de isolamento atinge níveis abaixo do limite estabelecido em norma, o monitor emite sinais visuais e sonoros de alarme, alertando a equipe técnica para a necessidade de intervenção, sem desligar imediatamente o circuito. Esse recurso é essencial em UTIs, onde a interrupção súbita de energia pode comprometer equipamentos de suporte à vida.

**Figura 2 - DSI**

Fonte: RDI-BRENDER (2020).

Além disso, a NBR 13534 estabelece que o Sistema IT médico deve estar associado a um sistema adequado de aterramento e equipotencialização, garantindo que todas as massas, partes metálicas acessíveis e equipamentos eletromédicos estejam interligados a um barramento equipotencial local. Essa medida reduz ainda mais o risco de diferenças de potencial perigosas, protegendo pacientes que se encontram em contato direto com dispositivos médicos.

O sistema também deve ser projetado com circuitos independentes, proteção contra sobrecorrentes e surtos, além de identificação adequada dos pontos alimentados pelo IT médico. A correta instalação, manutenção e verificação periódica do Sistema IT médico são fundamentais para assegurar seu desempenho ao longo do tempo, tornando-o um dos principais elementos de segurança e confiabilidade das instalações elétricas em ambientes hospitalares críticos.

## 2.4 Sistema de Sonorização

O sistema de sonorização hospitalar é um subsistema de comunicação essencial para a operação segura e eficiente das unidades assistenciais, especialmente em ambientes críticos como as UTIs. Esse sistema tem a finalidade de permitir a transmissão de avisos, alertas,

chamadas operacionais e mensagens de emergência, garantindo comunicação rápida e clara entre equipes médicas, enfermagem e demais setores do hospital.

Em UTIs, o sistema de sonorização deve ser projetado de forma a não interferir no funcionamento dos equipamentos eletromédicos, respeitando critérios de compatibilidade eletromagnética e níveis adequados de pressão sonora, de modo a não causar desconforto aos pacientes. Sua infraestrutura elétrica normalmente é composta por centrais de áudio, amplificadores, alto-falantes distribuídos estrategicamente e circuitos dedicados, que devem ser alimentados preferencialmente por circuitos essenciais, assegurando seu funcionamento mesmo em situações de falta de energia da rede principal.

Além da função informativa, o sistema de sonorização pode ser integrado a outros sistemas hospitalares, como alarmes de emergência, sistemas de evacuação e chamadas de enfermagem, ampliando sua importância em situações críticas. Dessa forma, o correto dimensionamento, instalação e manutenção do sistema de sonorização contribuem para a organização operacional, a segurança dos ocupantes e a resposta rápida a eventos emergenciais, sendo parte integrante da infraestrutura elétrica de ambientes hospitalares.

## **2.5 Comunicação de Emergência - SDAI**

O Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI) é responsável por identificar automaticamente princípios de incêndio e alertar os ocupantes da edificação, permitindo a evacuação segura e o rápido acionamento das equipes de emergência. Seu funcionamento baseia-se na utilização de dispositivos capazes de detectar fumaça, aumento de temperatura ou presença de chamas, enviando sinais para uma central de alarme que, ao confirmar a ocorrência, aciona avisos sonoros e visuais distribuídos pelo ambiente.

O sistema é composto, em geral, por uma central de alarme, detectores automáticos, acionadores manuais, sirenes, sinalizadores visuais e módulos de monitoramento, além do cabeamento e das fontes de alimentação com baterias de emergência, que garantem seu funcionamento mesmo em caso de falha no fornecimento de energia elétrica. Em ambientes hospitalares, o SDAI assume papel ainda mais crítico, pois possibilita a rápida resposta a situações de risco sem comprometer a segurança de pacientes que, muitas vezes, não possuem mobilidade para evacuação imediata.

## 2.6 Cabeamento Estruturado

O sistema de cabeamento estruturado é responsável pela infraestrutura de comunicação de dados e voz, possibilitando a integração entre equipamentos médicos, sistemas de monitoramento, prontuários eletrônicos, redes administrativas e centrais de controle. Em UTIs, esse sistema assume papel fundamental, pois viabiliza a transmissão contínua e confiável de informações vitais dos pacientes para as centrais de enfermagem e sistemas hospitalares.

O uso do cabo de par trançado Categoria 6 (Cat6) é amplamente adotado em instalações hospitalares devido à sua capacidade de suportar taxas de transmissão de até 1 Gbps, com maior imunidade a interferências eletromagnéticas quando comparado a categorias inferiores. Essa característica é especialmente relevante em UTIs, onde há elevada concentração de equipamentos eletromédicos e circuitos elétricos, exigindo maior confiabilidade na comunicação de dados.

**Figura 3 - Cabo CAT6**



Fonte: Kalunga (s.d.)

A infraestrutura de cabeamento estruturado deve seguir padrões técnicos de organização, incluindo a utilização de racks, patch panels, tomadas de telecomunicações e identificação adequada dos pontos, facilitando a manutenção e futuras expansões. Além disso, é fundamental que os cabos de dados sejam instalados de forma segregada dos circuitos de energia, minimizando interferências e atendendo às recomendações normativas de compatibilidade eletromagnética.

Dessa forma, o cabeamento estruturado em Cat6 contribui para a eficiência operacional, a segurança da informação e a confiabilidade dos sistemas de comunicação em

ambientes hospitalares, sendo um elemento indispensável para o funcionamento adequado das UTIs mais modernas.

## 2.7 Dispositivos de Proteção

As instalações elétricas de baixa tensão devem incorporar dispositivos de proteção capazes de minimizar riscos à segurança das pessoas, preservar os equipamentos e garantir a continuidade do fornecimento de energia. Entre os principais dispositivos empregados destacam-se os disjuntores, os dispositivos diferenciais residuais (DR) e os dispositivos de proteção contra surtos (DPS). Esses dispositivos foram utilizados na UTI, cujas funções são complementares e fundamentais para a confiabilidade do sistema elétrico.

Os disjuntores (**Figura 4**) têm como função principal a proteção dos circuitos contra sobrecorrentes, atuando em situações de sobrecarga e curto-circuito. Seu princípio de funcionamento baseia-se na interrupção automática do circuito quando a corrente ultrapassa valores previamente estabelecidos, evitando o aquecimento excessivo dos condutores e danos aos equipamentos. O correto dimensionamento do disjuntor deve respeitar a relação entre a corrente de projeto, a corrente nominal do dispositivo e a capacidade de condução de corrente dos condutores, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410, assegurando a proteção adequada da instalação.

**Figura 4** - Disjuntor Bifásico



Fonte: Amazon (s.d.)

O DR (**Figura 5**) é destinado à proteção das pessoas contra choques elétricos por contato direto ou indireto. Ele atua detectando desequilíbrios entre as correntes que circulam

nos condutores de fase e neutro, caracterizando correntes de fuga para a terra. Quando esse valor ultrapassa o limite de sensibilidade do dispositivo, ocorre o desligamento automático do circuito. Em instalações prediais, especialmente em circuitos de tomadas de uso geral em áreas molhadas, a NBR 5410 recomenda o uso de DR com corrente diferencial-residual nominal de até 30 mA. Em ambientes hospitalares, a aplicação do DR deve ser criteriosa, sendo restrita a circuitos não críticos, conforme orientações da NBR 13534.

**Figura 5 - DR**



Fonte: Mercado Livre (s.d.).

Já o Dispositivo de Proteção contra Surtos (**Figura 6**) tem como finalidade a proteção dos equipamentos contra sobretensões transitórias, geralmente provocadas por descargas atmosféricas indiretas ou manobras na rede elétrica. O DPS atua desviando esses surtos para o sistema de aterramento, limitando a tensão aplicada aos equipamentos e prevenindo danos a componentes sensíveis. A NBR 5410 estabelece critérios para a seleção, coordenação e instalação do DPS, recomendando sua utilização em quadros de distribuição, especialmente em edificações com equipamentos eletrônicos sensíveis, como hospitais.

Figura 6 - DPS



Fonte: Amazon (s.d.).

Dessa forma, a atuação conjunta de disjuntores, DR e DPS proporciona uma proteção integral da instalação elétrica, abrangendo a segurança contra sobrecorrentes, choques elétricos e sobretensões transitórias, sendo indispensável para o adequado funcionamento e a segurança das instalações elétricas hospitalares.

## 2.8 Dimensionamento da Corrente de Projeto

O procedimento adotado para definirmos a seção do cabo e o disjuntor dos circuitos e quadros elétricos, baseou-se na corrente de projeto que é encontrada por meio dos seguintes passos:

A. Cálculo da potência demandada:

$$P_d = P_i \times F_d \quad (1)$$

B. Cálculo da corrente de projeto:

▪ Monofásico/Bifásico:

$$I_b = \frac{P_d}{V} \quad (2)$$

- Trifásico:

$$I_b = \frac{P_d}{V \times \sqrt{3}} \quad (3)$$

Onde:

- $I_b$  é a corrente de projeto em ampère (A);
- $P_d$  é a potência demandada em Volt-Ampere (VA);
- $P_i$  é a potência instalada em Volt-Ampere (VA);
- $F_d$  é o fator de demanda.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo explica-se como o trabalho foi desenvolvido, quais métodos foram utilizados para a instalação e as ferramentas utilizadas.

#### **3.1 Limitações do Estudo**

O estudo limita-se à análise técnica da instalação elétrica da UTI adulta, não contemplando medições de desempenho em regime contínuo de operação nem avaliações clínicas dos equipamentos eletromédicos.

#### **3.2 Tipo e Abordagem do Estudo**

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que utiliza conhecimentos técnicos e normativos da engenharia elétrica com o objetivo de analisar, relatar e compreender uma situação real, contribuindo para a melhoria e a adequada execução de instalações elétricas em ambientes hospitalares. Diferentemente da pesquisa básica, o estudo está diretamente relacionado à solução de problemas práticos, especialmente aqueles associados à segurança, desenvolvimento e à confiabilidade do fornecimento de energia em UTIs.

Quanto à sua finalidade, a pesquisa apresenta caráter descritivo, pois busca descrever, analisar e interpretar as características da instalação elétrica da UTI adulta estudada, sem a intenção de estabelecer estatísticas do seu funcionamento após a obra. O trabalho concentra-se na apresentação dos sistemas elétricos implantados durante a obra, das soluções técnicas adotadas e da conformidade com as normas brasileiras vigentes.

No que se refere à abordagem, o estudo possui natureza qualitativa, baseando-se na análise técnica das instalações, na interpretação de projetos, na observação direta da execução da obra e na comparação com os requisitos normativos estabelecidos pelas normas NBR 13534 e NBR 5410. Não são empregados métodos quantitativos ou análises estatísticas, uma vez que o foco do trabalho está na avaliação técnica e normativa do sistema elétrico implantado.

Além disso, este trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso, pois analisa de forma aprofundada uma instalação elétrica hospitalar específica, permitindo uma compreensão detalhada das particularidades, desafios e soluções adotadas durante a execução do projeto. A finalidade é relacionar os fundamentos teóricos com a prática profissional,

evidenciando a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica.

### **3.3 Procedimentos Metodológicos**

Os procedimentos metodológicos envolveram, inicialmente, a análise das plantas arquitetônicas fornecidas, aliada ao levantamento de dados em campo, realizado em conjunto com o engenheiro eletricista responsável pelo projeto e execução da obra, bem como com os engenheiros responsáveis pela fiscalização. Durante essa etapa inicial, também foram avaliados os projetos elétricos previamente elaborados por outra empresa, os quais apresentavam inconsistências técnicas, falhas de dimensionamento e ausência de detalhamentos fundamentais para um ambiente de alta criticidade como a UTI. Diante desse cenário, foi necessária a revisão técnica completa do dimensionamento dos circuitos, dispositivos de proteção e infraestrutura elétrica. Esse trabalho foi desenvolvido pelo autor, em conjunto com o engenheiro eletricista da empresa Electron Primer e outro estagiário da equipe, resultando na correção das inconformidades identificadas e na complementação do estudo da instalação elétrica, assegurando a conformidade com as normas vigentes e as condições estruturais existentes no hospital universitário.

Na fase de acompanhamento das etapas de execução, o foco esteve na identificação e correção de eventuais falhas ou incompatibilidades não previstas durante a análise prévia, buscando soluções rápidas e eficazes para garantir a continuidade e a qualidade dos serviços. A execução da instalação elétrica foi realizada por uma equipe composta por quatro duplas de um eletricista e um auxiliar, responsáveis pelas atividades de montagem da infraestrutura elétrica, lançamento e identificação dos cabos elétricos e de rede, montagem dos quadros elétricos, bem como pela instalação de tomadas, interruptores e luminárias. Durante essa fase, foi dada atenção especial à correta identificação dos circuitos, à separação entre circuitos essenciais e não essenciais e à organização dos condutores, visando facilitar a manutenção e a operação futura da instalação.

Por fim, os procedimentos metodológicos incluíram a verificação visual da instalação concluída, confrontando os serviços executados com os projetos revisados e as normas técnicas aplicáveis. Essa verificação teve como objetivo assegurar que os sistemas implantados atendessem aos requisitos de segurança, confiabilidade e desempenho esperados para um ambiente hospitalar de alta criticidade, como a Unidade de Terapia Intensiva.

### 3.4 Ferramentas e EPIs Utilizados

Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o software AutoCAD, empregado na análise e na elaboração de desenhos arquitetônicos em duas (2D) e três dimensões (3D). Essa ferramenta mostrou-se essencial para o adequado planejamento da infraestrutura elétrica do ambiente, possibilitando uma visualização mais clara do projeto final. Além disso, seu uso permitiu a definição e o dimensionamento mais preciso dos materiais necessários à execução da obra, tais como cabos elétricos, cabos de rede e eletrocalhas.

Durante a execução da obra, os eletricitistas utilizaram ferramentas indispensáveis para a realização da instalação elétrica, incluindo parafusadeiras, furadeiras, serra mármore, alicates, multímetros, fitas isolantes de baixa e alta tensão, cabos guia, escadas, entre outros equipamentos adequados às atividades desenvolvidas. Algumas dessas ferramentas podem ser vistas na **Figura 7**.

**Figura 7** - Ferramentas Para Eletricistas



Fonte: *Site* – Sala da Elétrica (2026).

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) empregados pelos profissionais atenderam às recomendações técnicas estabelecidas pelas Normas Reguladoras NR-10 e NR-6, assegurando condições adequadas de segurança durante a execução dos serviços. Entre os EPIs utilizados destacam-se luvas, capacetes, óculos de proteção, protetores auriculares e botas de segurança, como mostrado na **Figura 8** alguns desses utensílios.

**Figura 8 - EPIs**



Fonte: Lojas CA (s.d.).

## 4 DESCRIÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO

Neste capítulo descreve-se a execução do projeto detalhadamente, com as decisões técnicas, o que foi instalado e suas finalidades para o ambiente.

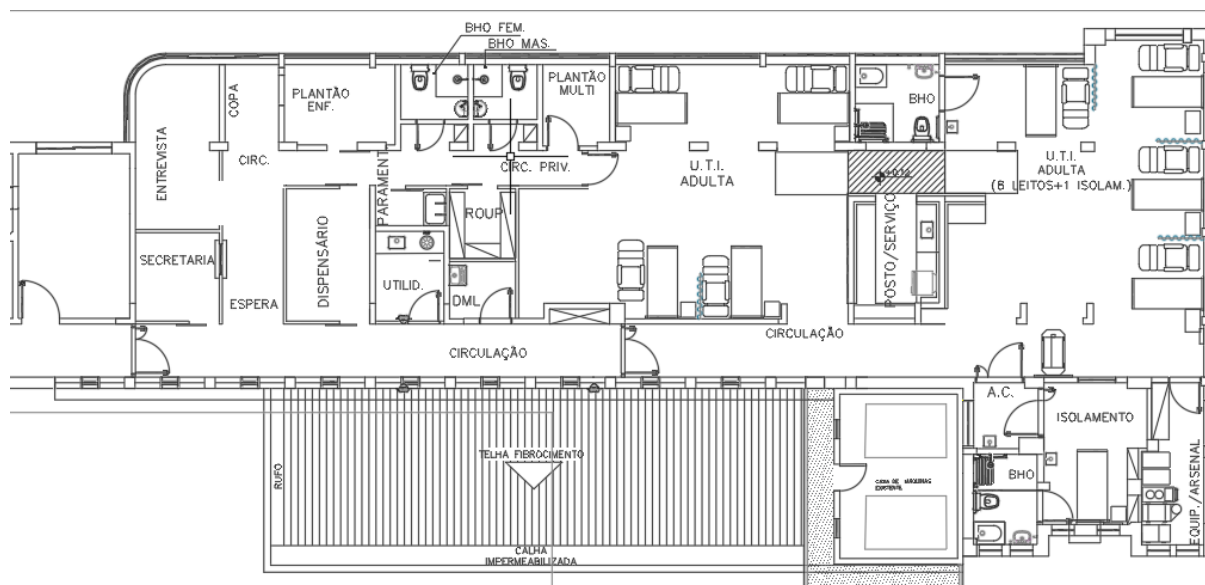
### 4.1 Caracterização do Ambiente

O ambiente na qual foi realizada a instalação elétrica corresponde a uma UTI adulta, composta por diversos ambientes funcionais. A unidade conta com:

- Dez leitos, sendo um em isolamento;
- Quatro banheiros;
- Posto de serviço;
- Dispensário;
- Entrevista;
- Plantão de enfermagem;
- Plantão multiprofissional;
- Roupeiro;
- Utilidades;
- Copa;
- DML;
- Paramentação;
- Secretaria;
- Arsenal.

A separação desses cômodos pode ser observada na **Figura 9**, elaborada a partir do projeto arquitetônico desenvolvido no software AutoCAD.

**Figura 9 - Ambientes da UTI Adulta**



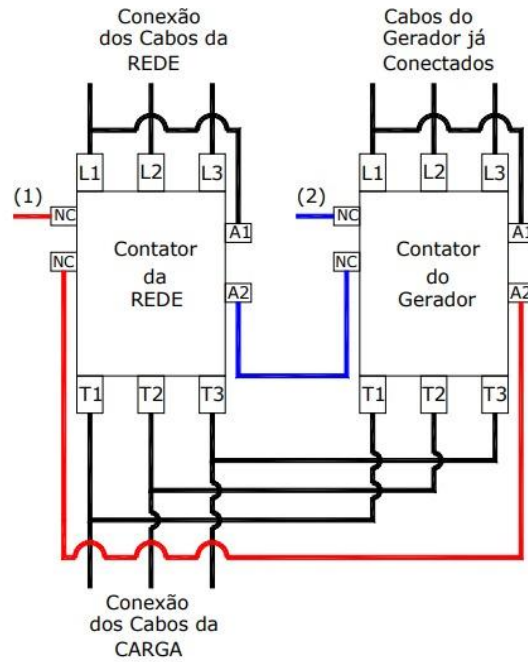
Fonte: Electron Primer (2024)

## 4.2 Sistema de Alimentação

O sistema de alimentação elétrica tem início no Quadro de Transferência Automática (QTA) instalado na área da subestação do HUIBB. Esse quadro é responsável por realizar a comutação automática entre a energia proveniente da concessionária e aquela fornecida pelos grupos geradores, por meio de dois contatores, conforme ilustrado na **Figura 10**, garantindo a continuidade do fornecimento durante eventuais falhas da rede pública.

Um sistema de intertravamento elétrico e mecânico impede o fechamento simultâneo dos contatores, assegurando a transferência segura entre as fontes e protegendo os equipamentos durante a falta ou o retorno da energia da concessionária. A subestação do hospital conta com quatro QTAs e dois grupos geradores, responsáveis por suprir os quadros gerais de força distribuídos pelas diversas áreas da unidade, garantindo confiabilidade energética aos setores críticos.

**Figura 10** - Comutação Automática Entre Rede E Grupo Gerador



Fonte: Strazmaq Automação (s.d.)

Para a alimentação da UTI, foi utilizado o terminal de carga do QTA-02, cuja saída foi conectada ao Quadro de Força com Blindagem (QF-Blindagem) por meio de cabos de cobre instalados em eletrodutos sob o piso, conforme ilustrado na **Figura 11**.

**Figura 11** - Instalação de Eletrodutos Sob o Piso



Fonte: Do autor (2025)

O QF-Blindagem tem como finalidade proporcionar proteção adicional contra interferências eletromagnéticas, riscos de curto-circuito e possíveis infiltrações, contribuindo para maior segurança e confiabilidade do sistema. Esse quadro possui disjuntor geral trifásico em caixa moldada, com corrente nominal de 500 A, cuja saída alimenta o Quadro Geral de Força da UTI.

A interligação entre esses quadros foi realizada por um trajeto extenso, composto por trechos subterrâneos e aéreos, utilizando três eletrodutos de 3 polegadas, responsáveis por conduzir os cabos até o Quadro Geral de Força instalado no segundo pavimento do hospital. As **Figuras 12 e 13** apresentam a instalação dos eletrodutos subterrâneos e a passagem dos cabos executada pela equipe de eletricitistas, sendo possível visualizar, na parte superior direita da **Figura 13**, os três eletrodutos utilizados para levar a alimentação para o segundo pavimento.

**Figura 12** - Instalação dos Eletrodutos



Fonte: Do autor (2024)

**Figura 13** - Passagem dos Alimentadores



Fonte: Do autor (2024)

No segundo pavimento, os eletrodutos se conectam a uma eletrocalha de 300 x 100 mm na parte externa do anexo, como mostrado na **Figura 14**.

**Figura 14** - Conexão Entre eletroduto e Eletrocalha



Fonte: Do autor (2024)

Na parte interna do ambiente, o QGF é interligado aos cabos de alimentação por meio de eletrocalhas que conduzem os circuitos na descida até o quadro, conforme evidenciado na **Figura 15**. A partir desse ponto, são alimentados todos os quadros elétricos internos das UTIs adulta e pediátrica, garantindo a distribuição de energia para os diversos sistemas e circuitos.

**Figura 15** - Conexões do QGF



Fonte: Do autor (2024)

### 4.3 Infraestrutura Elétrica e Lógica

A execução da obra teve início com a fixação das eletrocalhas metálicas e dos eletrodutos, responsáveis pela condução dos circuitos elétricos principais e de suas respectivas derivações. Os eletrodutos foram interligados por meio de condutores metálicos do tipo “T” e “L”, presentes, respectivamente, nas **Figuras 16 e 17**. Já as conexões entre os eletrodutos e as eletrocalhas foram realizadas utilizando-se a peça denominada saída lateral horizontal, conforme ilustrado na **Figura 18**.

**Figura 16** - Condulete tipo T



Fonte: SANTIL (s.d.)

**Figura 17** - Condulete tipo L



Fonte: SANTIL (s.d.)

**Figura 18** - Saída Lateral Horizontal



Fonte: Elétrica Silveira (s.d.)

A sustentação dessas vias foi realizada por meio de tirantes metálicos, fixados com *parabolts* ancorados no teto do ambiente, garantindo a estabilidade e o correto alinhamento da infraestrutura, conforme apresentado na **Figura 19**.

**Figura 19** - Tirantes sustentando a infraestrutura elétrica e lógica



Fonte: Do autor (2024)

Quanto ao tipo de eletrodutos e eletrocalhas empregados, foram seguidas as recomendações da NBR 13534, que indica o uso de eletrodutos metálicos em ambientes hospitalares críticos, devido à sua maior robustez mecânica, melhor comportamento frente a incêndios e contribuição para a equipotencialização e a redução de interferências eletromagnéticas. Dessa forma, em Unidades de Terapia Intensiva, os eletrodutos e eletrocalhas

metálicas (**Figura 20**) são amplamente adotados para a condução dos circuitos elétricos, especialmente aqueles associados a cargas essenciais e aos sistemas IT médico.

**Figura 20** - Eletrodutos, Eletrocalhas e Conduletes Metálicos



Fonte: Do autor (2024)

Em relação às dimensões, foram utilizados eletrodutos de uma polegada (1”) e de três quartos de polegada (3/4”), de acordo com a quantidade de circuitos a serem acomodados em cada trecho. Para as eletrocalhas, foram adotados modelos com dimensões de 100 × 100 × 3000 mm (**Figura 21**), destinados principalmente à condução dos circuitos principais e à alimentação dos quadros elétricos.

**Figura 21** - Eletrocalha 100 x 100 mm

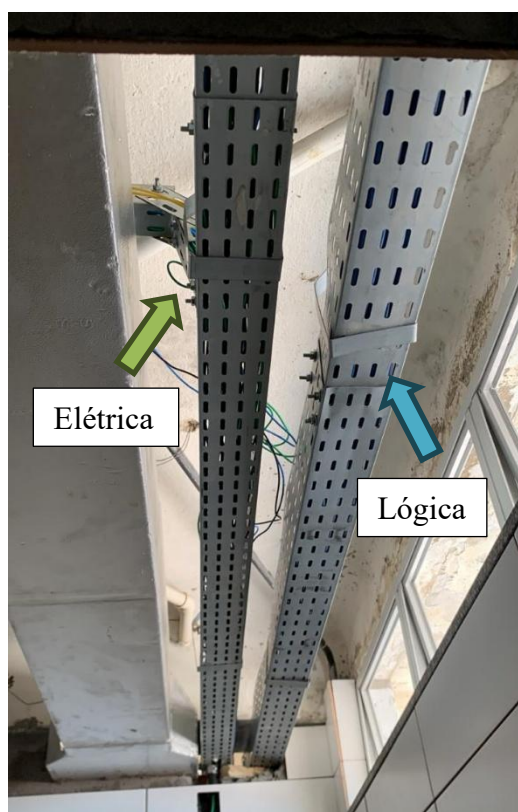


Fonte: Do autor (2024)

Os circuitos de lógica, referentes ao cabeamento estruturado, foram instalados em eletrocalhas e eletrodutos separados dos circuitos elétricos de potência. Essa decisão técnica fundamenta-se nas recomendações da *National Fire Protection Association*, por meio do *National Electrical Code* (NEC), Artigo 800, que estabelece diretrizes para a instalação de circuitos de telecomunicações e destaca que a proximidade entre condutores de energia elétrica e cabos de comunicação pode induzir interferência eletromagnética (IEM), degradando sinais digitais em razão do acoplamento capacitivo e indutivo entre os condutores.

Para mitigar esses efeitos, foi adotada a separação física aproximada de 15 cm entre as eletrocalhas de energia e de dados, além da utilização de eletrocalhas e eletrodutos metálicos devidamente aterrados. Essas práticas são amplamente empregadas em projetos de cabeamento estruturado e infraestrutura predial, especialmente em ambientes sensíveis como hospitais. A **Figura 22** apresenta o arranjo final das eletrocalhas principais dos sistemas elétrico e lógico.

**Figura 22** - Eletrocalha de Elétrica e Lógica



Fonte: Do autor (2024)

Para a passagem dos circuitos, foram utilizados guias passa-fio (**Figura 23**), com o objetivo de facilitar e agilizar a condução dos cabos elétricos no interior dos eletrodutos. Os cabos tiveram como ponto inicial a localização prevista para os quadros elétricos, estendendo-

se até o ponto mais distante atendido por cada circuito. A partir desse trajeto principal, foram realizadas as derivações nas eletrocalhas até os pontos de consumo distribuídos pelos ambientes. Esse procedimento foi adotado de forma padronizada para todos os circuitos instalados.

**Figura 23** - Guia Passa-Fio



Fonte: Madareli (s.d.)

Com o objetivo de evitar a confusão entre os circuitos e cabos instalados, foram fixadas etiquetas de identificação em suas extremidades (**Figura 24**), contendo as respectivas siglas. Essas identificações seguiram a nomenclatura definida no projeto elétrico, facilitando tanto a montagem dos quadros elétricos quanto a correta conexão dos circuitos aos pontos de tomadas e iluminação.

**Figura 24** - Circuito Etiquetado



Fonte: Do autor (2024)

Houve também marcação em paredes e tetos nos pontos de tomas, dados e iluminação, com a sigla do circuito, a fim de facilitar o trabalho realizado pelos eletricitistas no momento das derivações dos cômodos, como a marcação dos circuitos de lógica na **Figura 25**.

**Figura 25** - Marcações Na Parede

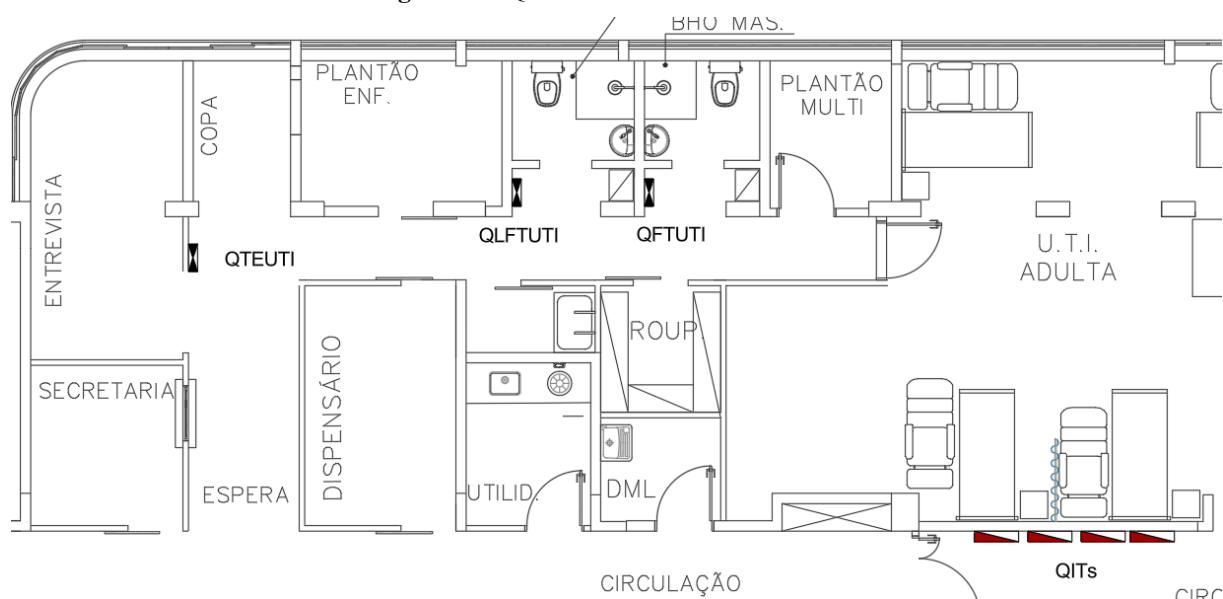


Fonte: Do autor (2024)

#### 4.4 Quadros Elétricos

Após a passagem dos cabos pela infraestrutura, os circuitos encontravam-se devidamente separados, identificados e posicionados próximos aos locais destinados à instalação dos quadros elétricos. No interior da UTI foram instalados os quadros responsáveis pela alimentação das tomadas de uso geral e de uso específico, nos níveis de tensão 127 V e 220 V. O QGBT ficou responsável pela alimentação desses quadros internos e foi instalado externamente, em um anexo ao edifício (caldeira).

O posicionamento dos quadros elétricos seguiu as recomendações estabelecidas pela NBR 5410, sendo instalados em locais de fácil acesso, que permitem operação e manutenção seguras, além de estarem devidamente identificados. Na **Figura 19** é apresentada a disposição dos quadros elétricos no interior da UTI.

**Figura 26 - Quadros Elétricos na UTI Adulta**

Fonte: Electron Primer (2024)

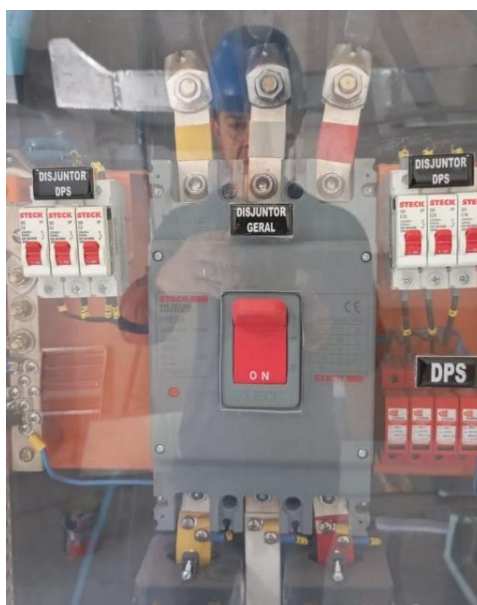
#### 4.4.1 Quadro Geral de Força

O Quadro Geral de Força (QGF) foi instalado no segundo pavimento do hospital e tem como finalidade alimentar todos os quadros elétricos da UTI adulta e pediátrica do HUIBB. Por se tratar de um sistema trifásico, foram utilizados seis condutores para as fases, sendo dois cabos por fase, todos com seção transversal de  $185 \text{ mm}^2$ , além de um condutor neutro, também com seção de  $185 \text{ mm}^2$ , identificado pela cor azul.

Como todos os condutores de fase possuem isolamento preto, adotou-se a identificação por meio de fitas coloridas para diferenciação das fases: amarela para a fase A, branca para a fase B e vermelha para a fase C, cores igualmente aplicadas nos terminais do quadro. Esse padrão de identificação foi mantido em todos os quadros instalados na UTI, facilitando a padronização.

A proteção do quadro é realizada por um disjuntor em caixa moldada tripolar, com corrente nominal de 500 A e tensão nominal de 690 V em corrente alternada, conforme apresentado na **Figura 27**.

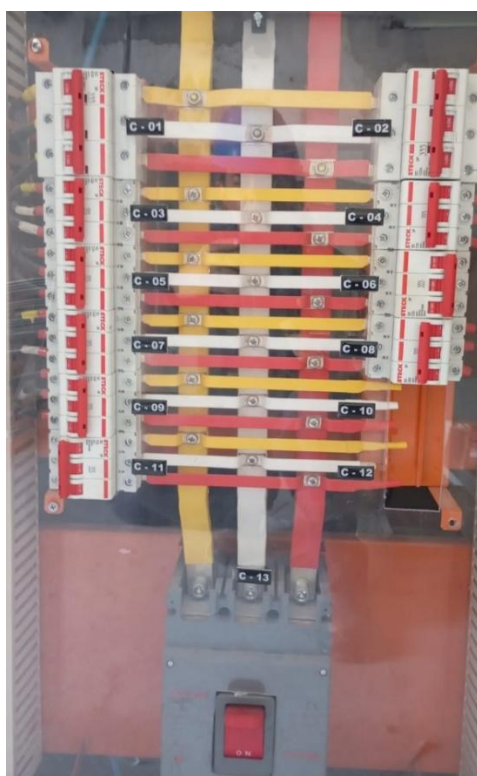
**Figura 27** - Disjuntor 500 A do QGF



Fonte: Do autor (2024)

O quadro teve ao todo treze circuitos que apresentavam disjuntores maiores para quadros de maior potência, com disjuntores de 80 A trifásico, e para os de menor potência, disjuntores de 32 A trifásico. A organização do quadro pode ser vista na **Figura 28**.

**Figura 28** - QGF

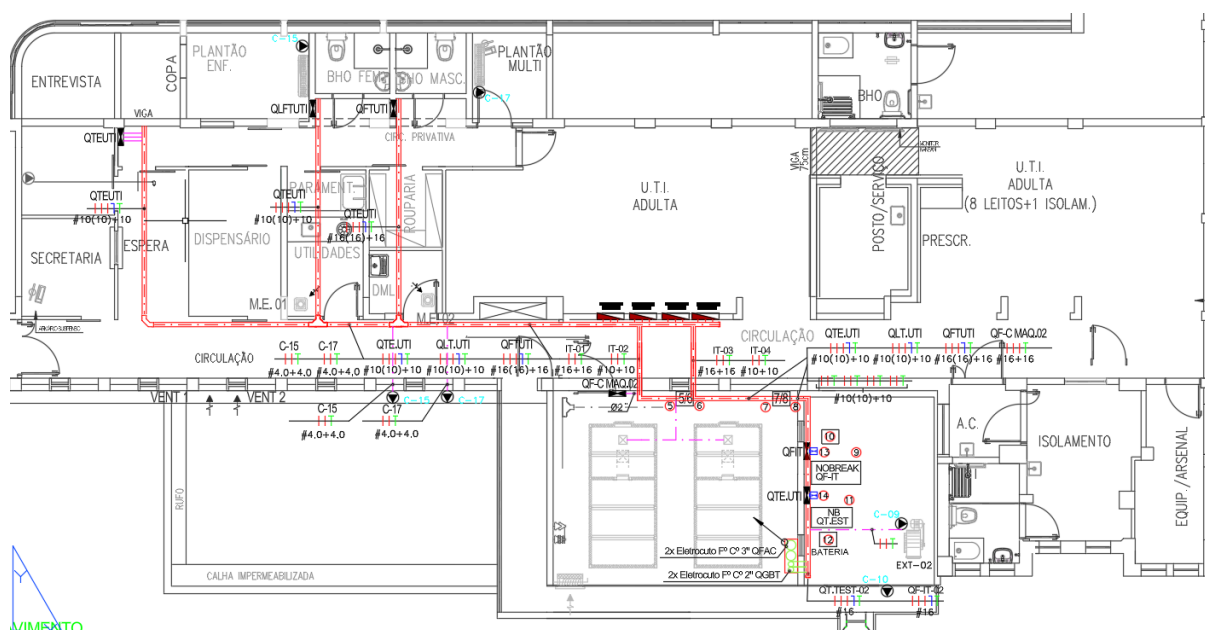


Fonte: Do autor

O circuito treze, presente na parte inferior da **Figura 28**, foi responsável por alimentar o Quadro de Força de Ar-Condicionado (QFAC) que refrigeraram as UTIs adulta e pediátrica, e por isso tem seu disjuntor de 80 A em caixa moldada.

Dentre os outros doze circuitos, estão três que alimentam os quadros internos da UTI adulta e um responsável pela alimentação dos quatro quadros do sistema IT adulto. Esta alimentação pode ser visualizada no projeto presente na **Figura 29**.

**Figura 29** - Alimentação dos Quadros Internos



Fonte: Electron Primer (2024)

Na **Figura 30**, as eletrocalhas de  $100 \times 100$  mm responsáveis pela condução dos cabos de alimentação estão destacadas em vermelho. Como o QGF está instalado no pavimento inferior (segundo pavimento), foi necessária a execução de dois eletrodutos ascendentes de duas polegadas cada, permitindo a subida dos cabos até a eletrocalha localizada no terceiro pavimento, na área da caldeira, assegurando a continuidade e a organização da infraestrutura de alimentação elétrica.

**Figura 30** - Subida do Segundo ao Terceiro Pavimento da Caldeira

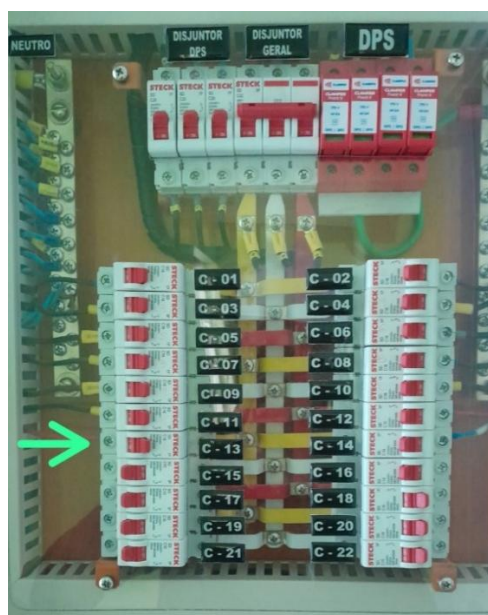


Fonte: Do autor (2024)

#### 4.4.2 Quadro de Tomadas Estabilizadas

No presente projeto, o quadro elétrico para tomadas estabilizadas - QTE (**Figura 31**) foi destinado à alimentação de equipamentos eletrônicos de apoio, tais como notebooks, computadores, impressoras, fechaduras eletrônicas e dispositivos de rede Wi-Fi, utilizados nas atividades administrativas, de monitoramento e de suporte ao funcionamento da UTI. Esses equipamentos requerem fornecimento de energia com maior qualidade, devido à sensibilidade a variações de tensão e interrupções momentâneas.

**Figura 31** - QTE

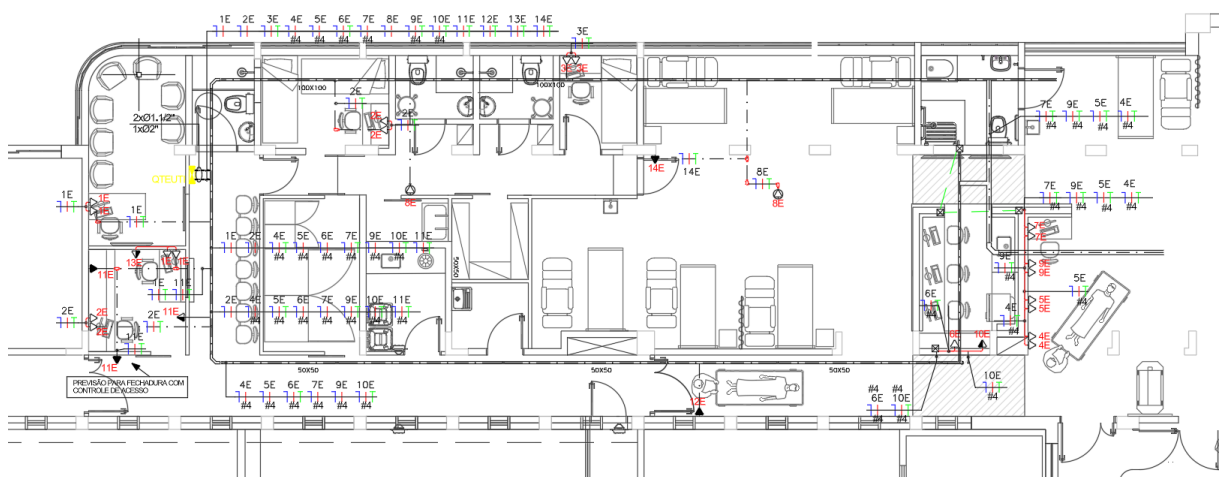


Fonte: Do autor

As tomadas estabilizadas foram alimentadas por um sistema de energia condicionada, garantindo maior proteção contra oscilações de tensão, surtos elétricos e falhas transitórias da rede elétrica convencional. A adoção desse tipo de alimentação contribui para o aumento da confiabilidade dos equipamentos eletrônicos, reduzindo riscos de danos e perdas de dados, além de assegurar a continuidade das atividades operacionais da unidade.

A separação desses circuitos em um quadro específico atende às boas práticas de projeto e às recomendações das normas NBR 5410 e NBR 13534, que preconizam a organização, identificação e segregação dos circuitos elétricos em ambientes hospitalares. Na **Figura 32**, podemos identificar onde cada ponto de tomada estabilizada se encontra, além da posição do QTE. Dessa forma, o QTE contribui para uma instalação mais segura, organizada e adequada às necessidades operacionais da UTI analisada.

**Figura 32** - Projeto do QTE no AutoCad



Fonte: Electron Primer (2024)

O quadro foi composto por quatorze circuitos, identificados pela sigla “XE”, na qual “X” representa o número do circuito e a letra “E” indica que se trata de um circuito estabilizado, como mostrado na **Figura 32**. Os circuitos foram dimensionados de acordo com a **Equação (2)**, como demonstrado a seguir para o circuito 1E:

$$I_b = \frac{P_i}{V} = \frac{1200}{127} = 9,45 A$$

Neste caso, foi utilizado o disjuntor de 16 A monofásico e cabos de cobre de seção transversal de 2,5 mm<sup>2</sup>, o que atende os requisitos da **Inequação (1)**.

Os demais circuitos seguiram esta mesma metodologia para dimensionamento, sendo o quadro composto por condutores de seção transversal de 2,5 mm<sup>2</sup> e 4,0 mm<sup>2</sup>, operando na tensão de 127 V. O quadro também foi projetado com oito espaços de reserva, destinados à futura ampliação da instalação, possibilitando a inclusão de novos circuitos conforme a necessidade.

O dimensionamento do disjuntor geral do Quadro de Tomadas Estabilizadas (QTE), bem como do seu condutor de alimentação, foi realizado a partir da determinação da corrente de projeto ( $I_b$ ), expressa em Ampères, conforme os critérios estabelecidos pela NBR 5410.

Para o cálculo, adotou-se um fator de demanda de 0,7, valor compatível com circuitos de tomadas destinados a equipamentos eletrônicos cujo uso não ocorre de forma totalmente simultânea. A potência instalada considerada foi obtida a partir do somatório das potências dos circuitos efetivamente instalados e dos circuitos de reserva previstos no projeto, conforme apresentado no quadro de cargas da **Figura 33**. Além disso, podemos ver no quadro em qual ambiente cada circuito apresenta ponto, a seção do cabo e a tensão.

Figura 33 - Quadro de Carga do QTE

### QUADRO TERMINAL

Quadro Terminal – QTEUTI

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	AMBIENTE	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	FASES	DISJUNTOR (A)	SEÇÃO (MM2)
1E	TOMADAS	SECRETARIA.	1200	127	9.45	1	16	2.5
2E	TOMADAS	SECRETARIA, PLANTÃO ENF.	1200	127	9.45	1	16	2.5
3E	TOMADAS	PLANTÃO MULTI, ESTAR COPA.	1200	127	9.45	2	16	2.5
4E	TOMADAS	POSTO/SERVIÇO.	1200	127	9.45	2	16	4
5E	TOMADAS	POSTO/SERVIÇO.	1200	127	9.45	3	16	4
6E	TOMADAS	POSTO/SERVIÇO.	1200	127	9.45	3	16	4
7E	TOMADAS	PRESCRIÇÃO.	1200	127	9.45	3	16	4
8E	TOMADAS	CIRCULAÇÃO PRIVATIVA, UTI ADULTA.	600	127	4.72	1	16	2.5
9E	TOMADAS	POSTO/SERVIÇO.	1200	127	9.45	2	16	4
10E	TOMADAS	POSTO/SERVIÇO.	1200	127	9.45	2	16	4
11E	TOMADAS	SECRETARIA E FECHADURA DE ACESSO.	1200	127	9.45	3	16	2.5
12E	TOMADAS	CORREDOR EXTERMO.	600	127	4.72	3	16	2.5
13E	TOMADAS	SECRETARIA.	600	127	4.72	3	16	2.5
14E	TOMADAS	UTI ADULTA.	600	127	4.72	1	16	2.5
	TOTAL=		15600	220	70.9	1, 2 E 3	32	10
CARGA INST:		15600 VA	CARGA RESER:		1800 VA			
Fdemanda		0.70	CARGA DEMANDA:		12180 VA			
CORRENTE DEMANDA		32A	PROTEÇÃO:		3P-32A/CLASSE C.			
V(%) < 1.9		ALIMENTADOR	3x#10mm <sup>2</sup> +#10mm <sup>2</sup> /1KV-HEPR-90°+#10mm <sup>2</sup> /750V VERDE					

Fonte: Electron Primer (2024)

Inicialmente, determinou-se a potência demandada por meio da Equação (1), conforme:

$$P_d = P_i \times F_d = 17.800 \text{ VA} \times 0,7 = 12460 \text{ VA}$$

Com o valor da potência demandada definido, procedeu-se ao cálculo da corrente de projeto ( $I_b$ ). Como o QTE é alimentado por um sistema trifásico, a corrente foi determinada pela **Equação (3)**:

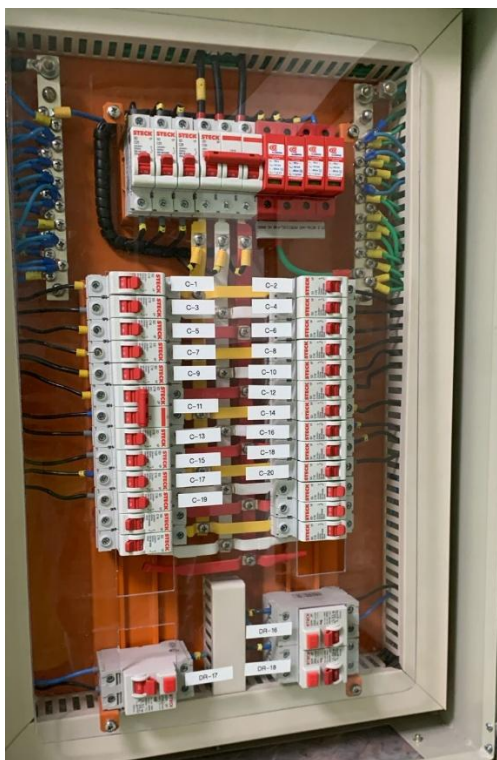
$$I_b = \frac{P_d}{V \times \sqrt{3}} = \frac{12460}{220 \times \sqrt{3}} = 32,69 \text{ A}$$

Para o dimensionamento do disjuntor geral e do condutor de alimentação, aplicou-se a **Inequação (1)**, apresentada na Seção 2.1.1, que relaciona a corrente de projeto à corrente nominal do dispositivo de proteção e à capacidade de condução do condutor. Dessa forma, adotou-se como base uma corrente nominal próxima de 32 A, resultando na seleção de um disjuntor geral trifásico de 32 A, curva C, bem como no dimensionamento correspondente do cabo de alimentação do QTE.

Optou-se pela utilização de cabos de cobre com seção transversal de 10 mm<sup>2</sup>, isolação para 750 V, visando aumentar a confiabilidade e a segurança da instalação elétrica. Essa escolha proporciona maior capacidade de condução de corrente, menor queda de tensão e reduz o aquecimento dos condutores, características especialmente relevantes em ambientes hospitalares classificados como Grupo 2, conforme a ABNT NBR 13534. Além disso, a adoção dessa seção permite futuras ampliações de carga sem a necessidade de substituição do alimentador, mantendo conformidade com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5410.

#### 4.4.3 Quadro de Luz, Força e Tomadas

No quadro elétrico de luz e força – QLFT (**Figura 34**) foram alocados os circuitos destinados à iluminação e às tomadas de uso geral (TUG) da Unidade de Terapia Intensiva. Trata-se do maior entre os quadros internos, em função da quantidade de pontos distribuídos por todos os ambientes que compõem a UTI.

**Figura 34 - QLFT**

Fonte: Do autor (2024)

O QLFT é constituído por dezenove circuitos monofásicos e um circuito bifásico, atendendo às diferentes demandas de carga do setor. Além disso, o quadro possui dois circuitos protegidos por DR com corrente diferencial-residual nominal de 30 mA e corrente nominal de 25 A, uma vez que alimentam tomadas instaladas nas proximidades da pia da copa, caracterizando-se como área molhada, conforme as recomendações da NBR 5410. Na **Figura 35** é evidenciado os dois DRs utilizados e um reserva.

**Figura 35 - DR no QLFT**

Fonte: Do autor (2024)

O circuito 11, em particular, foi dimensionado com duas fases, com o objetivo de alimentar duas máquinas de preparo de alimentos localizadas no dispensário, as quais operam em tensão de 220 V, atendendo às especificações dos equipamentos.

Outro circuito de destaque presente no QLFT é o circuito de iluminação de emergência, responsável pela alimentação das tomadas destinadas aos dispositivos desse circuito. Esse sistema tem como finalidade indicar as rotas de fuga por meio de luminárias (Figura 36) e as saídas de emergência em situações de falha ou interrupção do fornecimento de energia elétrica na UTI, garantindo condições mínimas de segurança para pacientes e profissionais.

**Figura 36** - Luminária de Emergência



Fonte: CertiWise (s.d.)

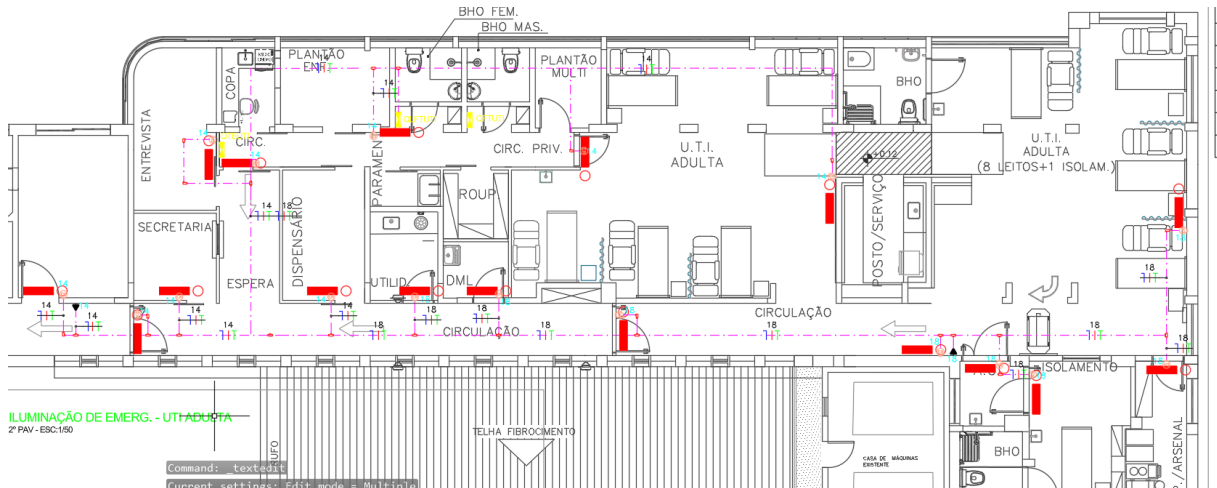
De acordo com a ABNT NBR 10898 (2013), a iluminação de emergência deve entrar em funcionamento automaticamente quando ocorre a interrupção da iluminação normal, assegurando níveis mínimos de iluminância que permitam a orientação e a evacuação segura do ambiente. Complementarmente, a NBR 5410 estabelece que esses circuitos devem ser independentes da iluminação convencional, devidamente identificados e protegidos contra sobrecargas e curtos-circuitos. No caso de luminárias autônomas, a norma recomenda que estas sejam alimentadas por tomadas permanentemente energizadas, de modo a garantir o carregamento contínuo de suas baterias.

Em ambientes hospitalares classificados como Grupo 2, a NBR 13534 reforça a necessidade de garantir iluminação mínima de segurança, de forma a não comprometer a circulação dos profissionais nem a assistência aos pacientes durante emergências.

No projeto em análise, os pontos de iluminação de emergência foram distribuídos em dois circuitos distintos, 14 e 18, visando aumentar a confiabilidade e a redundância do sistema.

Na **Figura 37**, é possível observar a localização desses pontos, bem como a disposição geral dos pontos de iluminação e tomadas existentes na UTI.

**Figura 37 - Projeto de Iluminação de Emergência**



Fonte: Electron Primer (2024)

Para o cálculo do disjuntor geral e a bitola dos cabos de alimentação foram utilizados os mesmos métodos do QTE. Logo, para o cálculo da potência demandada utilizamos o  $F_d$  igual a 0,7 e o somatório da potência instalada (carga instalada mais carga reserva). A partir disso, temos que  $P_d$  é igual a 11219 VA. Com isso, temos que a corrente de projeto ( $I_b$ ) é igual a 29,44 A.

Portanto, a corrente projetada para o quadro foi de 30 A, valor utilizado como base mínima para a seleção do disjuntor geral e para o dimensionamento do condutor de alimentação do QLFT, utilizando como critério a Inequação (1). Como este quadro apresenta circuitos mais gerais, foram deixados mais espaços reservas para possíveis circuitos futuros. Isso acarretou uma escolha mais conservadora do disjuntor geral, sendo escolhido o de 50 A trifásico, ao invés do 40 A trifásico.

Para o cabo de alimentação foram utilizados cabos de cobre com seção transversal de 10 mm<sup>2</sup>, isolamento para 750 V, sendo três cabos pretos para fase e um azul para o neutro.

#### 4.4.4 Quadro de Força e Tomadas

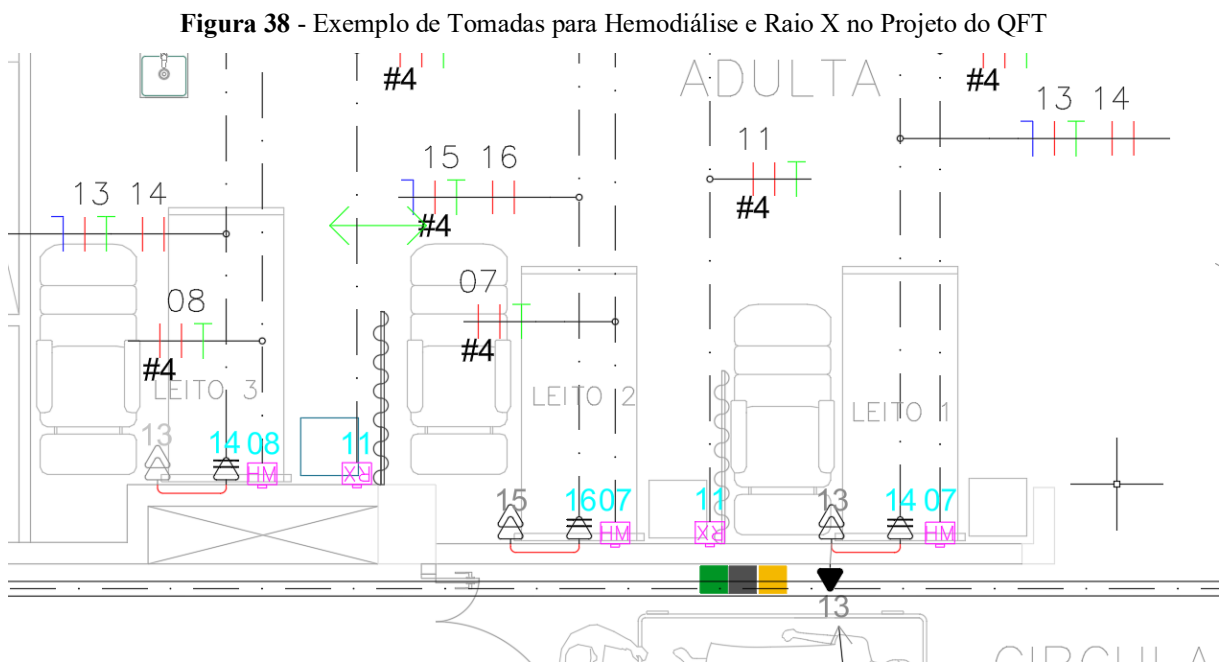
O Quadro de Força e Tomadas (QFT) foi destinado à alimentação dos circuitos de maior potência da UTI adulta. Esse quadro recebe circuitos bifásicos destinados a equipamentos

e pontos específicos da UTI que demandam maior potência elétrica. Em função dessas cargas, o QFT apresentou a maior corrente de projeto entre os quadros internos, exigindo, conseqüentemente, a utilização de disjuntor geral de maior capacidade e cabos de alimentação com seções transversais superiores.

O quadro é composto por dezesseis circuitos bifásicos, distribuídos entre os pontos instalados nos banheiros e nas áreas próximas aos leitos. Além desses, foram previstos circuitos reserva, destinados a futuras ampliações da instalação, totalizando aproximadamente 5 800 VA de potência adicional prevista. As seções dos condutores empregados variaram entre 2,5 mm<sup>2</sup>, para circuitos de menor potência, e 4,0 mm<sup>2</sup>, para circuitos com maiores demandas de carga.

Nos pontos localizados nos banheiros, os circuitos foram destinados à alimentação de chuveiros elétricos. Para esse fim, foram utilizados condutores de cobre com seção de 4,0 mm<sup>2</sup>, operando em tensão de 220 V, dimensionados para suportar potência estimada de 4 000 VA por equipamento. Por se tratar de ambientes sujeitos à umidade e respingos de água, esses circuitos foram protegidos por DR de 25 A e sensibilidade de 30 mA, em conformidade com as recomendações da NBR 5410 para áreas molhadas.

Os demais circuitos do quadro foram destinados à alimentação de equipamentos específicos utilizados na UTI, como máquinas de hemodiálise e equipamentos de raios X, instalados próximos aos leitos. Esses pontos podem ser visualizados no projeto apresentado na **Figura 38**, identificados pelas siglas “HM”, para hemodiálise, e “RX”, para raio X.



Fonte: Electron Primer (2024)

Para esses circuitos, foram considerados pontos com potência estimada de 3 000 VA em tensão de 220 V, resultando em uma corrente de projeto aproximada de 13,6 A, segundo a Primeira Lei de Ohm. Dessa forma, foram empregados condutores de cobre com seção de 4 mm<sup>2</sup>, protegidos por disjuntores de 20 A, garantindo operação segura e adequada proteção dos circuitos.

Para o dimensionamento do quadro, foi utilizado o mesmo critério dos demais, isto é, baseando-se na potência demandada e na corrente de projeto. Os detalhes das cargas utilizadas e reservas, podem ser vistas no quadro de carga (**Figura 39**) que detalha potência em VA, seção do cabo utilizada em mm<sup>2</sup> e corrente por circuito, além de um quadro resumo abaixo.

**Figura 39** - Quadro de Carga do QFT

### QUADRO TERMINAL

Quadro Terminal – QFTUTI

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	AMBIENTE/LOCAL	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	FASES	DISJUNTOR (A)	SEÇÃO (MM2)
01	CHUVEIRO	BHO FEM.	4000	220	18.18	1 E 2	25	4
02	CHUVEIRO	BHO MASC.	4000	220	18.18	1 E 2	25	4
03	CHUVEIRO	BHO UTIL.	4000	220	18.18	1 E 3	25	4
04	CHUVEIRO	BHO ISOLAMENTO.	4000	220	18.18	1 E 3	25	4
05	RESERVA		600	–	–	–	–	–
06	RESERVA		600	220	–	2 E 3	16	4
07	HEMODIALISE	U.T.I – LEITO 1 E 2.	3000	220	13.64	1 E 2	20	4
08	HEMODIALISE	U.T.I – LEITO 3 E 4.	3000	220	13.64	1 E 2	20	4
09	HEMODIALISE	ISOLAMENTO. LEITO 5 E 7.	3000	220	13.64	1 E 3	20	4
10	HEMODIALISE	U.T.I – LEITO 6 E 8.	3000	220	13.64	1 E 3	20	4
11	RAIO X	U.T.I – LEITOS 1, 2 E 3.	3000	220	13.64	2 E 3	20	4
12	HEMODIALISE	U.T.I – LEITO 9 E 10.	1500	220	6.82	2 E 3	20	4
13	RAIO X	U.T.I – LEITOS 4 E 5.	3000	220	13.64	1 E 2	20	4
14	TOMADAS	U.T.I – LEITOS 1,4,3,6 E 8.	600	220	2.72	1 E 2	16	2.5
15	RAIO X	U.T.I – LEITOS 6 E 7.	3000	220	13.64	1 E 3	20	4
16	TOMADAS	U.T.I – LEITOS 2,5,7,9 E 10.	600	220	2.72	1 E 3	16	2.5
17	RAIO X	U.T.I – LEITOS 8 E 9.	3000	220	13.64	2 E 3	20	4
18	RAIO X	U.T.I – LEITOS 10 (ISOLAMENTO).	3000	220	13.64	2 E 3	20	4
22	RESERVA		4000	220	18.18	1 E 2	25	6
24	RESERVA		600	–	–	–	–	–
TOTAL=			51500	220	135.52	1, 2 e 3	80	16
CARGA INST:		45700 VA	CARGA RESER:		5800 VA			
Fdemanda		0.60	CARGA DEMANDA:		30900 VA			
CORRENTE DEMANDA		81.31 A	PROTEÇÃO:		3P–80/ CLASSE C			
V(%) < 1.70		ALIMENTADOR	3F#16mm <sup>2</sup> +1N#16mm <sup>2</sup> +1T#16mm <sup>2</sup> /1kV–HEPR–90°					

Fonte: Electron Primer (2024)

Com isso, a corrente projetada para o quadro foi de 80 A, valor utilizado como base mínima para a seleção do disjuntor geral e para o dimensionamento do condutor de alimentação do QFT. Foram deixados oito espaços reservas para possíveis circuitos futuros.

Para o cabo de alimentação foram utilizados cabos de cobre com seção transversal de 16 mm<sup>2</sup>, isolação para 750 V, sendo três cabos pretos para fase e um azul para o neutro, essa bitola maior foi escolhida para suportar a potência necessária. A **Figura 40** mostra o QFT montado.

**Figura 40 - QFT**

Fonte: Do autor (2024)

## 4.5 Sistema IT Médico

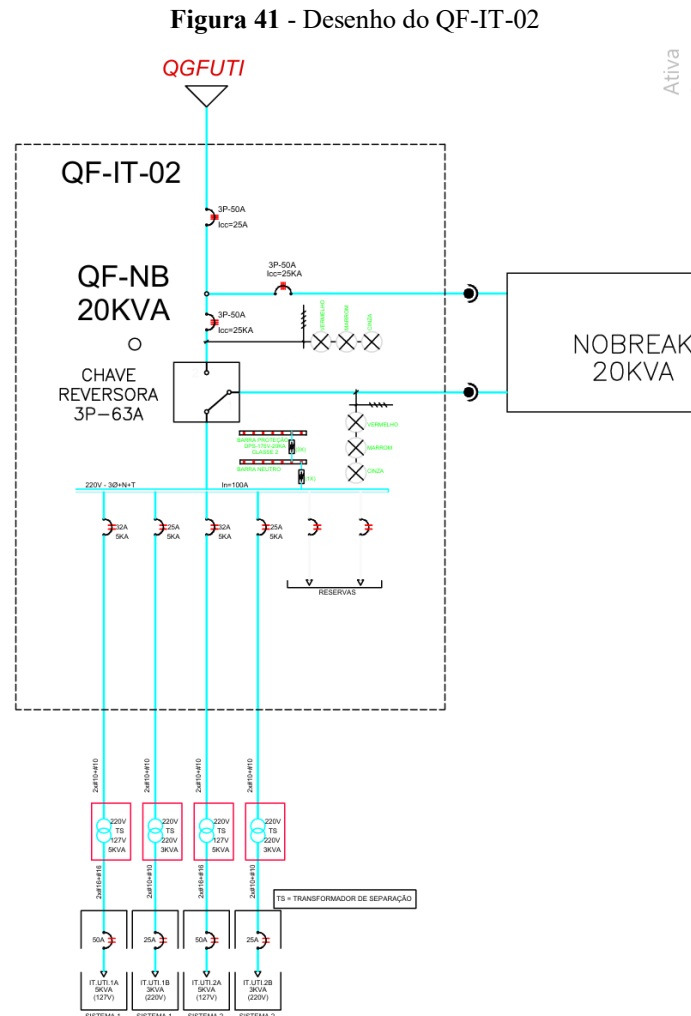
Esta seção abordará a execução dos sistemas IT da UTI adulta, divididas nesse trabalho em três subtópicos: alimentação dos quadros IT, organização dos quadros e colocação dos circuitos nas réguas.

### 4.5.1 Alimentação dos Quadros IT

A alimentação do sistema IT médico da UTI adulta foi realizada a partir do QGF, no qual foi previsto um circuito exclusivo destinado ao fornecimento de energia ao Quadro de Força IT da UTI (QF-IT-02). Esse circuito é protegido por disjuntor trifásico de 80 A e utiliza condutores de cobre com seção de 10 mm<sup>2</sup> e isolamento de 750 V, sendo empregados três condutores de fase e um condutor neutro.

No interior do QF-IT-02 foi instalado um disjuntor geral trifásico de 50 A, responsável pela proteção do quadro, além de dois disjuntores trifásicos também de 50 A: um destinado à alimentação dos circuitos do sistema IT e outro dedicado à interligação com o nobreak de 20

kVA. A organização desse quadro pode ser analisada em detalhes pelo seu desenho feito no AutoCad (**Figura 41**).



Fonte: Electron Primer (2024)

A partir da **Figura 41** notamos também que a seleção entre a alimentação proveniente da rede elétrica e a energia fornecida pelo nobreak é realizada por meio de uma chave reversora, dispositivo responsável por alternar a fonte de alimentação da instalação, garantindo continuidade do fornecimento em situações de falha ou interrupção da rede.

O QF-IT-02 foi projetado com dois circuitos reserva e quatro circuitos destinados à alimentação dos quadros do sistema IT instalados na UTI. Esses quadros IT (QITs) foram divididos conforme o nível de tensão de operação, sendo:

- dois circuitos protegidos por disjuntores bifásicos de 32 A, destinados à alimentação dos quadros de 127 V;
- dois circuitos protegidos por disjuntores bifásicos de 25 A, destinados à alimentação dos quadros de 220 V.

A alimentação desses circuitos até os transformadores foi realizada por meio de três condutores de cobre com seção de 10 mm<sup>2</sup>, correspondentes a duas fases e um neutro.

Entre o QF-IT-02 e cada quadro IT foi instalado um transformador de separação (TS), responsável por promover o isolamento elétrico entre o circuito de alimentação e os circuitos médicos finais, conforme exigido para sistemas IT médico. Para os circuitos que operam em 127 V, foram utilizados transformadores de separação com potência nominal de 5 kVA, que além de fornecerem o isolamento elétrico, realizam o abaixamento da tensão de 220 V para 127 V. Já para os circuitos que operam em 220 V, foram empregados transformadores de separação com potência nominal de 3 kVA, mantendo a tensão de entrada e fornecendo apenas o isolamento elétrico requerido pelo sistema.

Por fim, na saída dos transformadores foram utilizados condutores de cobre com seção de 16 mm<sup>2</sup> para os circuitos de 127 V e condutores de 10 mm<sup>2</sup> para os circuitos de 220 V, dimensionados conforme a corrente de operação e garantindo adequada capacidade de condução e segurança dos circuitos alimentados.

#### 4.5.2 Organização Interna dos Quadros

Os quadros responsáveis pela alimentação em 127 V foram equipados com disjuntor geral bifásico de 32 A, curva C. Já os quadros destinados aos circuitos em 220 V receberam disjuntor geral bifásico de 25 A, também curva C, conforme o dimensionamento de carga e corrente de projeto.

Para a supervisão do isolamento elétrico e detecção da primeira falta à massa ou à terra, sem interrupção do fornecimento de energia, foi instalado um DSI. Na **Figura 32**, observa-se o equipamento instalado, com todas as conexões devidamente identificadas por etiquetas nas extremidades dos condutores, facilitando inspeções e futuras manutenções.

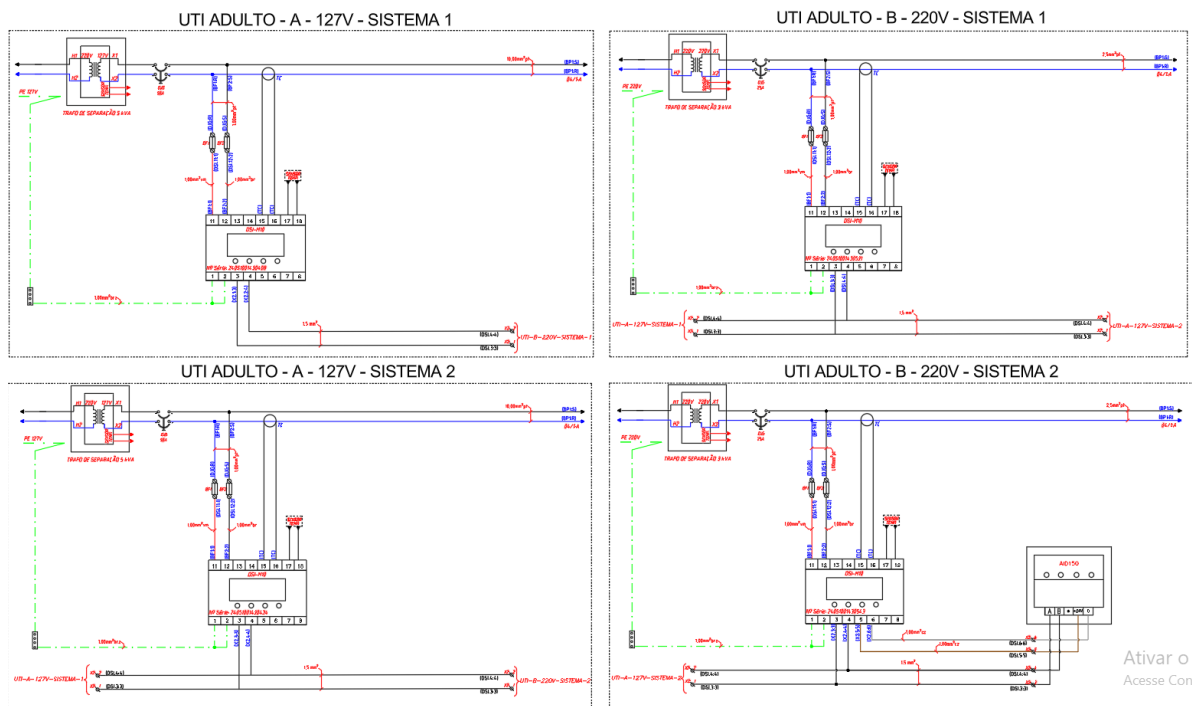
**Figura 42 - DSI Instalado**



Fonte: Do autor (2024)

A **Figura 43** apresenta detalhadamente as ligações realizadas no DSI, bem como as conexões de comunicação entre os DSIs dos quatro quadros IT existentes na UTI. A interligação entre esses quadros é necessária para possibilitar a supervisão integrada do isolamento elétrico e a correta sinalização de falhas à terra nos circuitos críticos. Por meio dessa comunicação, os alarmes gerados pelo DSI podem ser transmitidos a pontos comuns de monitoramento, permitindo que a equipe técnica e assistencial seja prontamente informada sobre qualquer degradação do isolamento, sem que haja interrupção da alimentação dos equipamentos vitais.

**Figura 43 - Conexões no DSI**

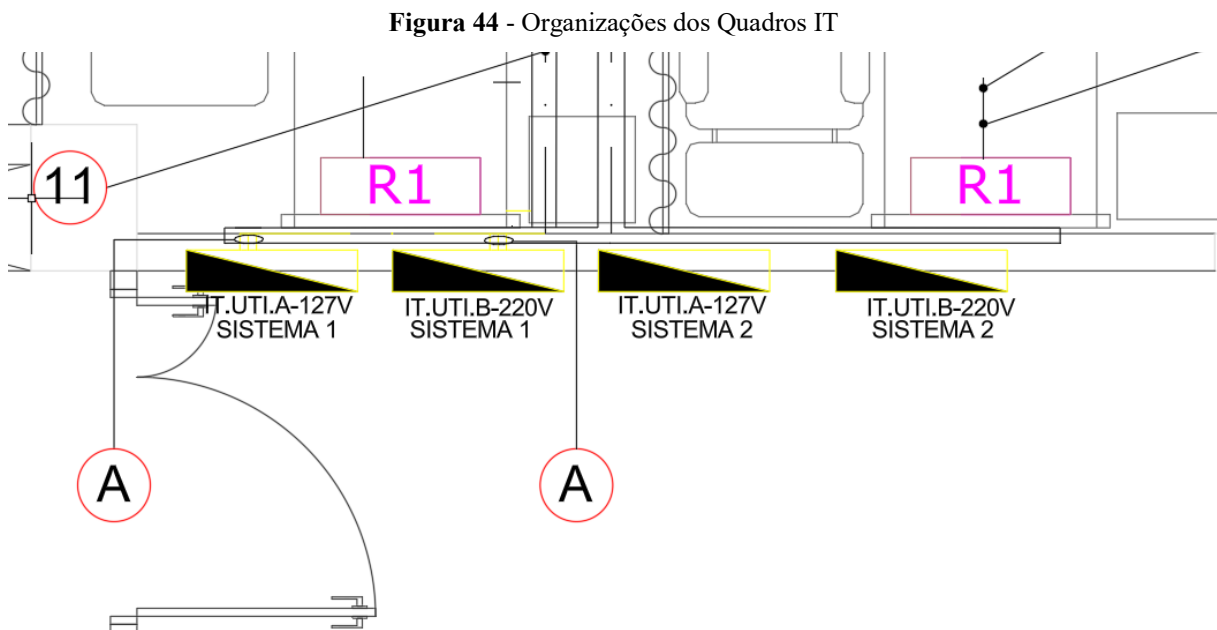


Fonte: Electron Primer (2024)

Além disso, essa integração contribui para facilitar ações de manutenção, agilizar o diagnóstico de falhas e permitir futuras ampliações do sistema, garantindo maior confiabilidade e segurança operacional nas áreas assistenciais críticas da UTI.

### 4.5.3 Infraestrutura

Dentro da UTI, foram instalados quatro Quadros IT (QITs) no corredor de acesso às salas com leitos, posicionamento que facilita a operação e a manutenção dos equipamentos, além de reduzir o comprimento dos circuitos até os pontos de utilização. Esses quadros foram organizados em dois sistemas independentes (1 e 2), operando nas tensões de 127 V (circuitos A) e 220 V (circuitos B), conforme apresentado na **Figura 44**, proveniente do projeto elétrico, e na **Figura 45**, registrada pelo autor durante a passagem de cabos realizada pela equipe de eletricitistas e auxiliares.



Fonte: Electron Primer (2024)

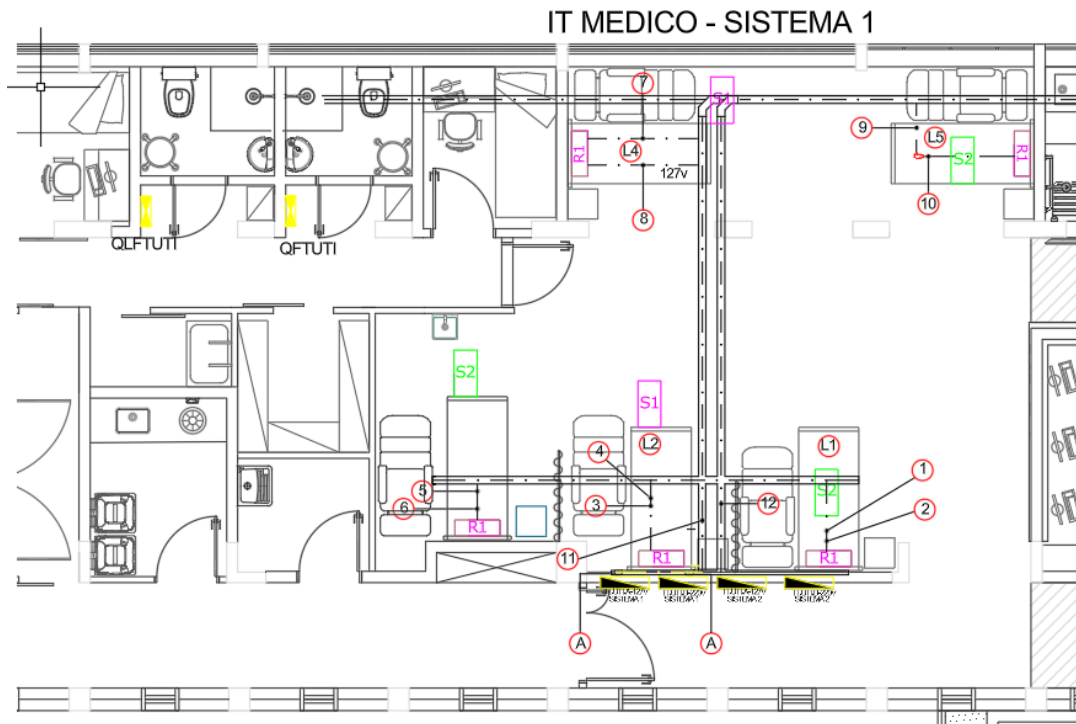
**Figura 45** - Passagem dos cabos dos Quadros IT



Fonte: Do autor (2024)

O Sistema 1, localizado no lado esquerdo do corredor, é responsável pela alimentação das régua dos leitos do primeiro salão, correspondentes aos leitos 1 a 5, numerados no sentido horário, conforme mostrado na **Figura 46**. No projeto, esses leitos são identificados pela letra “L”, seguida do número correspondente, ambos destacados dentro de um círculo vermelho, enquanto a sigla “R1” representa as régua de gases e energia instaladas junto leitos.

**Figura 46 - Sistema 1 IT Médico**



Fonte: Electron Primer (2024)

A alimentação desses quadros até os leitos foi realizada por meio de duas eletrocalhas centrais de dimensões  $50 \times 50 \times 3\,000$  mm (**Figura 47**), que se conectam à eletrocalha principal localizada no lado oposto do corredor. Além disso, foi instalada uma subeletrocalha passando sobre os leitos L1, L2 e L3, permitindo a derivação dos circuitos para esses pontos. Cada uma das eletrocalhas centrais ficou responsável pela distribuição de um dos sistemas elétricos.

**Figura 47 - Conexão das Eletrocalhas 50 x 50 mm na Principal**



Fonte: Do autor (2024)

Já o Sistema 2, localizado no lado direito do corredor, é responsável pela alimentação das régua dos leitos do segundo salão, correspondentes aos leitos 6 a 9, também numerados no sentido horário, além do leito L10, localizado na sala de isolamento, conforme mostrado na **Figura 48**.

**Figura 48 - Sistema 2 IT Médico**



Fonte: Electron Primer (2024)

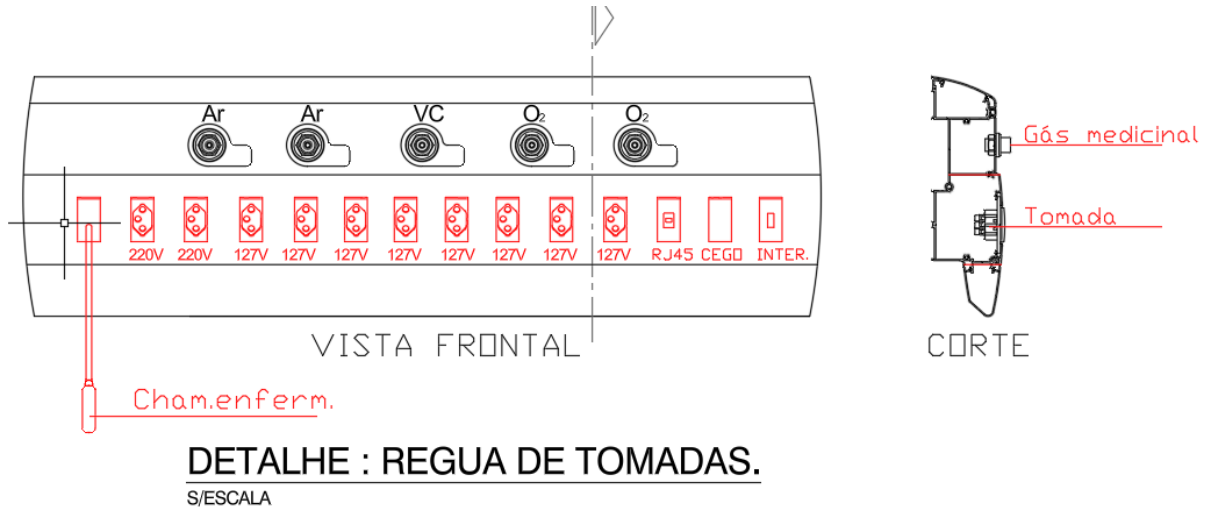
Os circuitos desse sistema saem dos quadros e percorrem a eletrocalha de  $50 \times 50 \times 3000$  mm posicionada à direita, mostrada na **Figura 47**, conectando-se à eletrocalha principal que conduz a alimentação até a parte posterior da UTI, onde se encontra o segundo salão de leitos. A partir dessa eletrocalha, a distribuição final até cada leito foi realizada por meio de eletrodutos galvanizados de  $\frac{3}{4}$ ", garantindo proteção mecânica adequada aos condutores e organização da infraestrutura.

#### 4.5.4 Régua e Circuitos

As régua hospitalares instaladas concentram pontos de tomadas elétrica, saída de gases medicinais e sistemas de comunicação, permitindo a conexão organizada e segura dos equipamentos utilizados no suporte ao paciente. Essas unidades recebem alimentação

proveniente dos quadros do sistema IT médico, garantindo continuidade e segurança no fornecimento de energia aos equipamentos eletromédicos. As utilizadas nessa instalação seguem o modelo presente no projeto como mostrado na **Figura 49**.

**Figura 49** - Modelo de Régua Hospitalar



Fonte: Electron Primer (2024)

Cada leito seguiu o modelo da **Figura 49**, sendo organizado como na vista frontal, onde na parte superior ficaram as saídas dos gases e abaixo os pontos de tomadas elétricas, os pontos de lógica e um interruptor.

Os dez pontos de tomadas presentes na régua seguiram a seguinte organização:

- As duas primeiras com tensão 220 V separadas em dois circuitos individuais;
- As oito tomadas seguintes tiveram tensão 127 V separadas em dois circuitos com quatro pontos cada.

Já a separação dos circuitos foi feita em ordem crescente seguindo a ordem dos leitos de 1 a 10. Por exemplo no leito 1 ficaram os circuitos 220V B1 e B2 e os 127 V A1 e A2, já o leito 2 ficou com os B3 e B4 e A3 e A4, e assim sucessivamente. A ordem dos circuitos nos leitos também foi colocada no projeto, como mostrado na **Figura 50**, separado por sistema.

**Figura 50 - Organização dos Circuitos nas Réguas**

LEGENDA DAS RÉGUAS – UTI		LEGENDA DAS RÉGUAS – UTI																																																																																																																																									
<b>L1</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 01</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.1–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>A1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>B1</td><td>220V</td></tr> <tr><td>B2</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 01		SIST.1–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	A1	127V	A1	127V	A1	127V	A1	127V	A2	127V	A2	127V	A2	127V	A2	127V	B1	220V	B2	220V	<b>L2</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 02</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.1–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>A3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>B3</td><td>220V</td></tr> <tr><td>B4</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 02		SIST.1–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	A3	127V	A3	127V	A3	127V	A3	127V	A4	127V	A4	127V	A4	127V	A4	127V	B3	220V	B4	220V																																																																																				
R1 – LEITO 01																																																																																																																																											
SIST.1–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
A1	127V																																																																																																																																										
A1	127V																																																																																																																																										
A1	127V																																																																																																																																										
A1	127V																																																																																																																																										
A2	127V																																																																																																																																										
A2	127V																																																																																																																																										
A2	127V																																																																																																																																										
A2	127V																																																																																																																																										
B1	220V																																																																																																																																										
B2	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 02																																																																																																																																											
SIST.1–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
A3	127V																																																																																																																																										
A3	127V																																																																																																																																										
A3	127V																																																																																																																																										
A3	127V																																																																																																																																										
A4	127V																																																																																																																																										
A4	127V																																																																																																																																										
A4	127V																																																																																																																																										
A4	127V																																																																																																																																										
B3	220V																																																																																																																																										
B4	220V																																																																																																																																										
<b>L3</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 03</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.1–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>A5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>B5</td><td>220V</td></tr> <tr><td>B6</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 03		SIST.1–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	A5	127V	A5	127V	A5	127V	A5	127V	A6	127V	A6	127V	A6	127V	A6	127V	B5	220V	B6	220V	<b>L4</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 04</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.1–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>A7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>B7</td><td>220V</td></tr> <tr><td>B8</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 04		SIST.1–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	A7	127V	A7	127V	A7	127V	A7	127V	A8	127V	A8	127V	A8	127V	A8	127V	B7	220V	B8	220V	<b>L5</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 05</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.1–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>A9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>A10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>B9</td><td>220V</td></tr> <tr><td>B10</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 05		SIST.1–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	A9	127V	A9	127V	A9	127V	A9	127V	A10	127V	A10	127V	A10	127V	A10	127V	B9	220V	B10	220V	<b>L6</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 06</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.2–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>C1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C1</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C2</td><td>127V</td></tr> <tr><td>D1</td><td>220V</td></tr> <tr><td>D2</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 06		SIST.2–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	C1	127V	C1	127V	C1	127V	C1	127V	C2	127V	C2	127V	C2	127V	C2	127V	D1	220V	D2	220V	<b>L7</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 07</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.2–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>C3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C3</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C4</td><td>127V</td></tr> <tr><td>D3</td><td>220V</td></tr> <tr><td>D4</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 07		SIST.2–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	C3	127V	C3	127V	C3	127V	C3	127V	C4	127V	C4	127V	C4	127V	C4	127V	D3	220V	D4	220V
R1 – LEITO 03																																																																																																																																											
SIST.1–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
A5	127V																																																																																																																																										
A5	127V																																																																																																																																										
A5	127V																																																																																																																																										
A5	127V																																																																																																																																										
A6	127V																																																																																																																																										
A6	127V																																																																																																																																										
A6	127V																																																																																																																																										
A6	127V																																																																																																																																										
B5	220V																																																																																																																																										
B6	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 04																																																																																																																																											
SIST.1–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
A7	127V																																																																																																																																										
A7	127V																																																																																																																																										
A7	127V																																																																																																																																										
A7	127V																																																																																																																																										
A8	127V																																																																																																																																										
A8	127V																																																																																																																																										
A8	127V																																																																																																																																										
A8	127V																																																																																																																																										
B7	220V																																																																																																																																										
B8	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 05																																																																																																																																											
SIST.1–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
A9	127V																																																																																																																																										
A9	127V																																																																																																																																										
A9	127V																																																																																																																																										
A9	127V																																																																																																																																										
A10	127V																																																																																																																																										
A10	127V																																																																																																																																										
A10	127V																																																																																																																																										
A10	127V																																																																																																																																										
B9	220V																																																																																																																																										
B10	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 06																																																																																																																																											
SIST.2–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
C1	127V																																																																																																																																										
C1	127V																																																																																																																																										
C1	127V																																																																																																																																										
C1	127V																																																																																																																																										
C2	127V																																																																																																																																										
C2	127V																																																																																																																																										
C2	127V																																																																																																																																										
C2	127V																																																																																																																																										
D1	220V																																																																																																																																										
D2	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 07																																																																																																																																											
SIST.2–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
C3	127V																																																																																																																																										
C3	127V																																																																																																																																										
C3	127V																																																																																																																																										
C3	127V																																																																																																																																										
C4	127V																																																																																																																																										
C4	127V																																																																																																																																										
C4	127V																																																																																																																																										
C4	127V																																																																																																																																										
D3	220V																																																																																																																																										
D4	220V																																																																																																																																										
<b>L8</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 08</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.2–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>C5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C5</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C6</td><td>127V</td></tr> <tr><td>D5</td><td>220V</td></tr> <tr><td>D6</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 08		SIST.2–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	C5	127V	C5	127V	C5	127V	C5	127V	C6	127V	C6	127V	C6	127V	C6	127V	D5	220V	D6	220V	<b>L9</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 09</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.2–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>C7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C7</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C8</td><td>127V</td></tr> <tr><td>D7</td><td>220V</td></tr> <tr><td>D8</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 09		SIST.2–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	C7	127V	C7	127V	C7	127V	C7	127V	C8	127V	C8	127V	C8	127V	C8	127V	D7	220V	D8	220V	<b>L10</b>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">R1 – LEITO 10</td></tr> <tr><td colspan="2">SIST.2–10TOMADAS</td></tr> <tr><td>CIRCUITO</td><td>TENSÃO</td></tr> <tr><td>C9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C9</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>C10</td><td>127V</td></tr> <tr><td>D9</td><td>220V</td></tr> <tr><td>D10</td><td>220V</td></tr> </table>	R1 – LEITO 10		SIST.2–10TOMADAS		CIRCUITO	TENSÃO	C9	127V	C9	127V	C9	127V	C9	127V	C10	127V	C10	127V	C10	127V	C10	127V	D9	220V	D10	220V																																																								
R1 – LEITO 08																																																																																																																																											
SIST.2–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
C5	127V																																																																																																																																										
C5	127V																																																																																																																																										
C5	127V																																																																																																																																										
C5	127V																																																																																																																																										
C6	127V																																																																																																																																										
C6	127V																																																																																																																																										
C6	127V																																																																																																																																										
C6	127V																																																																																																																																										
D5	220V																																																																																																																																										
D6	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 09																																																																																																																																											
SIST.2–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
C7	127V																																																																																																																																										
C7	127V																																																																																																																																										
C7	127V																																																																																																																																										
C7	127V																																																																																																																																										
C8	127V																																																																																																																																										
C8	127V																																																																																																																																										
C8	127V																																																																																																																																										
C8	127V																																																																																																																																										
D7	220V																																																																																																																																										
D8	220V																																																																																																																																										
R1 – LEITO 10																																																																																																																																											
SIST.2–10TOMADAS																																																																																																																																											
CIRCUITO	TENSÃO																																																																																																																																										
C9	127V																																																																																																																																										
C9	127V																																																																																																																																										
C9	127V																																																																																																																																										
C9	127V																																																																																																																																										
C10	127V																																																																																																																																										
C10	127V																																																																																																																																										
C10	127V																																																																																																																																										
C10	127V																																																																																																																																										
D9	220V																																																																																																																																										
D10	220V																																																																																																																																										

Fonte: Electron Primer (2024)

Um exemplo da régua montada e instalada com os circuitos pode ser vista na **Figura 51**.

**Figura 51 - Régua Montada do Leito 8**



Fonte: Do autor (2024)

## 4.6 Cabeamento Estruturado

A instalação do cabeamento estruturado seguiu metodologia semelhante à adotada para os circuitos elétricos, iniciando-se no local destinado ao rack de telecomunicações, secretaria (**Figura 52**), e se estendendo até as tomadas lógicas distribuídas na UTI. Diferentemente dos circuitos elétricos, cada ponto de telecomunicação foi atendido por um cabo dedicado, sem derivações intermediárias, garantindo melhor desempenho e confiabilidade da transmissão de dados.

**Figura 52** - Chegada dos Circuitos de Lógica na Secretaria



Fonte: Do autor (2024)

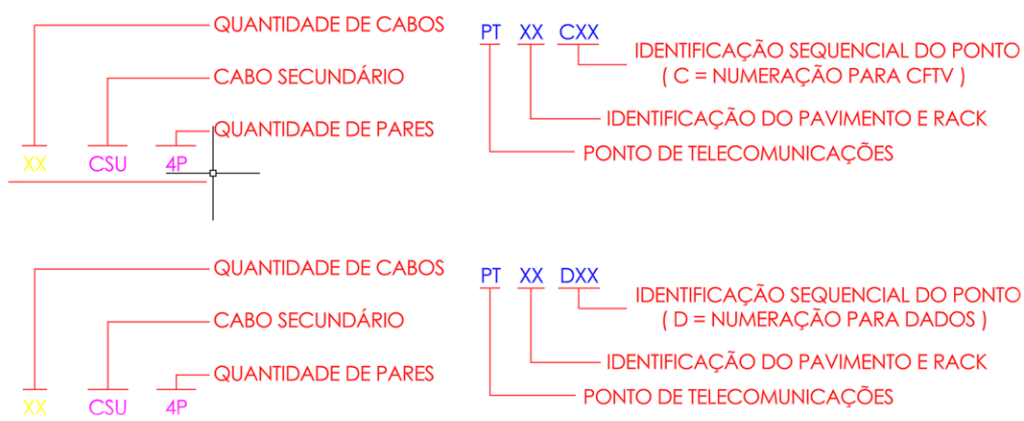
Assim como nos circuitos de energia, foi adotado um sistema de identificação dos cabos em ambas as extremidades, facilitando sua organização e conexão durante a montagem do rack e reduzindo a possibilidade de erros na ativação dos pontos.

A identificação dos cabos seguiu um padrão composto por três elementos: o primeiro indicava o ponto de telecomunicações, representado pela sigla “PT”; o segundo identificava o pavimento e o rack de origem; e o terceiro indicava a numeração sequencial do ponto,

diferenciando ainda os circuitos destinados ao Circuito Fechado de Televisão (CFTV), identificados pela letra “C”, e os pontos de dados, identificados pela letra “D”.

No projeto também foi adotado um padrão adicional de identificação, destinado a indicar quais circuitos e a quantidade de cabos presentes em cada trecho da eletrocalha, facilitando tanto a execução quanto futuras intervenções na infraestrutura. Ambos os padrões de identificação podem ser observados na **Figura 53**.

**Figura 53** - Identificação dos Circuitos de Dados



Fonte: Electron Primer (2024)

A instalação teve como finalidade garantir a transmissão de dados e imagens em toda a UTI, contemplando 54 pontos de telecomunicações, distribuídos em 41 pontos de rede estruturada, 11 pontos destinados ao sistema de CFTV e 2 pontos para conexão de equipamentos *Wi-Fi*.

Outro sistema instalado foi o de chamada de enfermagem. Nesse sistema, os cabos de lógica partem das régua localizadas nos leitos e de dois banheiros, sendo conduzidos até o painel de sinalização instalado no posto de enfermagem, como mostrado na **Figura 54** a chegada dos circuitos de lógica no posto.

**Figura 54** - Chegada dos Circuitos de Lógica no Posto de Enfermagem



Fonte: Do autor (2024)

O objetivo desse sistema é permitir que o paciente acione um botão de chamada, fazendo com que o local do acionamento seja imediatamente indicado no painel, possibilitando que a equipe de enfermagem identifique rapidamente o ponto solicitado e realize o atendimento com maior agilidade, especialmente em emergências.

A montagem do *rack* e das tomadas lógicas foi realizada por empresa terceirizada especializada, cabendo à Electron Primer a elaboração do projeto, execução da infraestrutura e passagem do cabeamento até os pontos previstos e sua identificação.

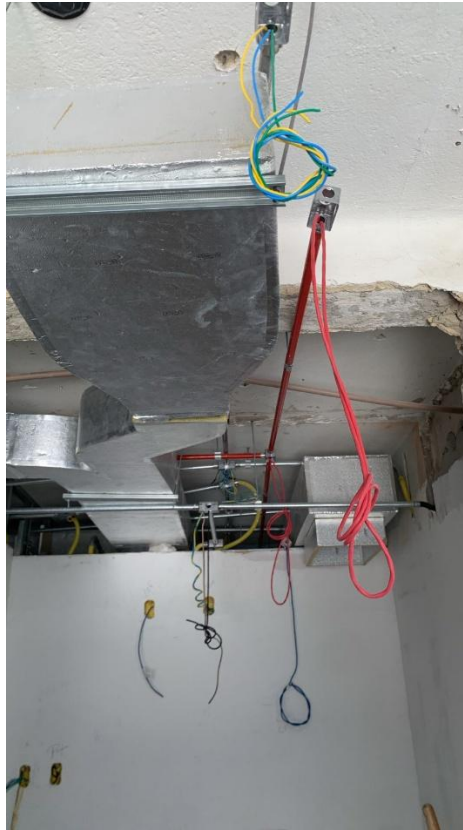
#### **4.7 Comunicação de Emergência**

A instalação do Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI), iniciou-se com a preparação da infraestrutura, na qual os condutes e eletrodutos de  $\frac{3}{4}$ " foram pintados manualmente na cor vermelha. Essa padronização segue as recomendações das normas ABNT NBR 17240 e ABNT NBR 13434, que orientam a identificação dos equipamentos e da infraestrutura associada aos sistemas de combate e alarme de incêndio por meio dessa coloração, facilitando sua visualização e reconhecimento durante inspeções e manutenções.

Após essa etapa, procedeu-se à instalação dos eletrodutos ao longo da UTI, prevendo a colocação de condutes nos pontos situados acima dos locais destinados à instalação dos

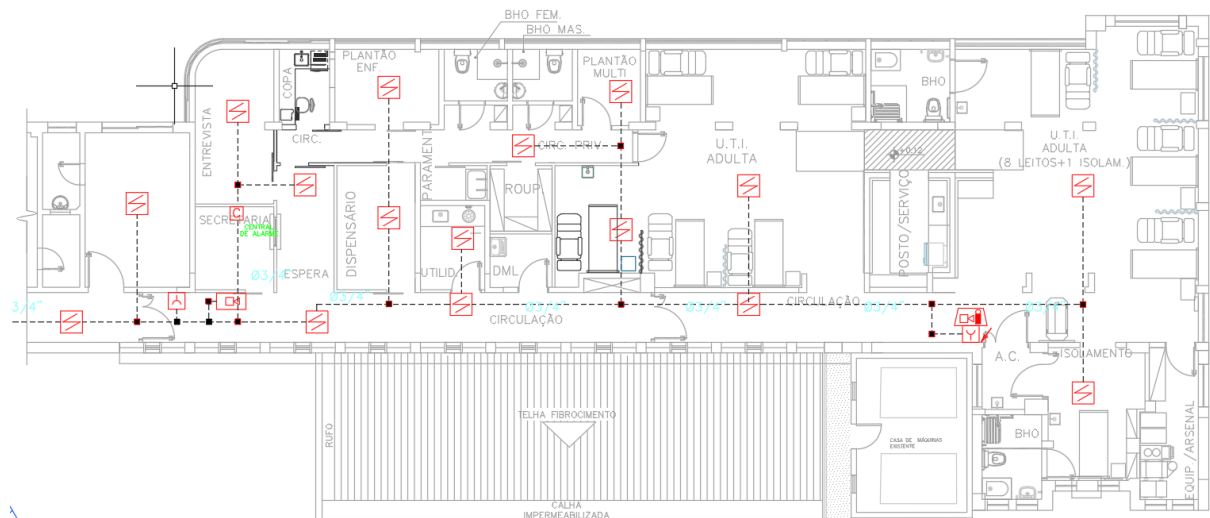
detectores de fumaça no forro. Essa infraestrutura pode ser observada na **Figura 55**, que evidencia a preparação dos pontos para a instalação dos detectores conforme indicado no projeto (**Figura 56**).

Figura 55 - Parte da Infraestrutura do SDAI







Fonte: Do autor (2024)

Figura 56 - Projeto SDAI



Fonte: Electron Primer (2024)

**Figura 57** - Legenda do Projeto do SDAI

<b>LEGENDA</b>	
	DETECTOR DE FUMAÇA
	CAIXA DE PASSAGEM, DE ALUMINIO 4"X4"
	ACIONAMENTO MANUAL DO ALARME
	CENTRAL DE ALARME DE INCÊNDIO (CAI)
-----	ELETRODUTO DE FERRO GALVANIZADO, INSTALADO DE FORMA APARENTE SOBRE O FORRO.

Fonte: Electron Primer (2024)

O sistema contempla ainda a instalação de dois acionadores manuais e duas sirenes, distribuídos ao longo do corredor da UTI, sendo um conjunto posicionado na entrada e outro na extremidade oposta do setor, garantindo adequada sinalização sonora em caso de emergência. A central de alarme, responsável pelo recebimento e gerenciamento dos sinais provenientes dos dispositivos do sistema, foi instalada na secretaria, em ambiente próximo ao rack de telecomunicações, facilitando o monitoramento e a operação do sistema. Todos os equipamentos foram representados conforme a legenda apresentada na **Figura 57** do projeto do SDAI.

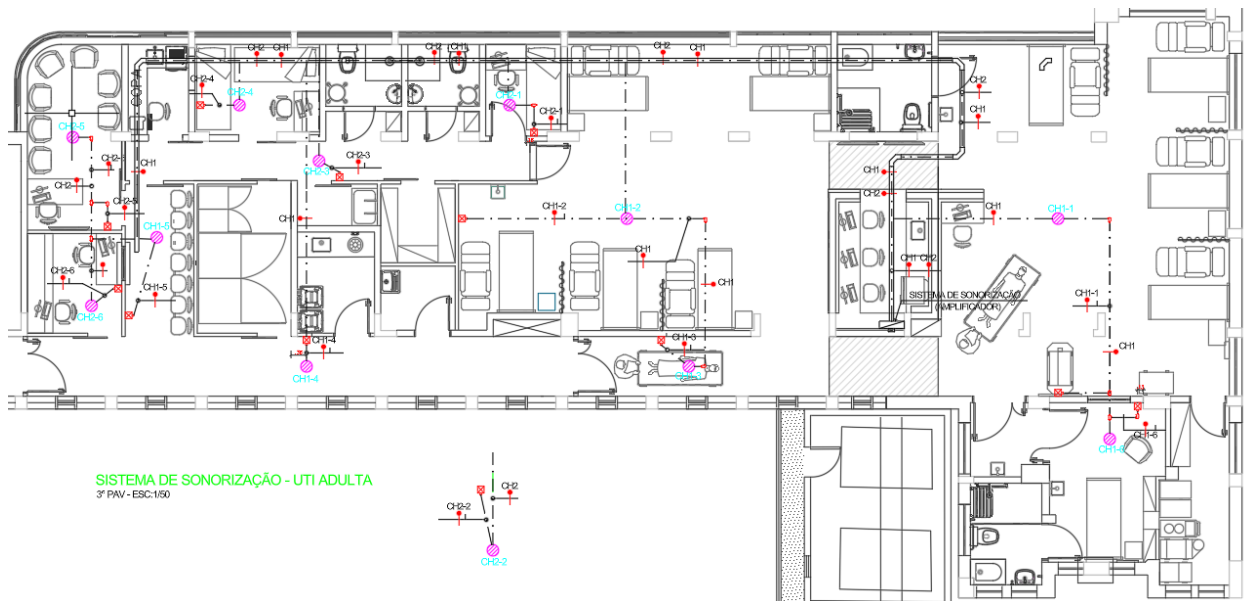
Uma característica importante do sistema é a utilização de cabos com isolação antichama e blindagem contra interferências eletromagnéticas, também identificados pela coloração vermelha, reduzindo a possibilidade de alarmes falsos e garantindo maior confiabilidade na transmissão dos sinais. Durante a instalação, optou-se pela passagem contínua do cabo ao longo do percurso, evitando emendas intermediárias. Para possibilitar a conexão dos dispositivos, foram deixadas folgas de cabo, conhecidas em campo como “barrigas”, nos pontos de instalação dos equipamentos, permitindo posteriormente a conexão dos dispositivos sem a necessidade de interrupção do circuito principal. Estas “barrigas” podem ser vistas na **Figura 55**, deixada assim para instalação do detector de fumaça.

#### 4.8 Sistema de Sonorização

Por fim, foi realizada a instalação do sistema de sonorização da UTI, cujos cabos foram lançados pelas eletrocalhas destinadas aos circuitos de lógica, buscando reduzir a possibilidade

de interferências eletromagnéticas provenientes dos circuitos elétricos de potência. O sistema foi dividido em dois canais de áudio, identificados como CH1 e CH2, ambos originados no amplificador instalado no posto de serviço e distribuídos para diversos pontos da unidade, conforme indicado na **Figura 58**.

**Figura 58** - Projeto de Sonorização



Fonte: Electron Primer (2024)

No projeto, os alto-falantes estão representados em roxo, enquanto as caixas em vermelho indicam os potenciômetros, responsáveis pelo controle de volume nos ambientes atendidos.

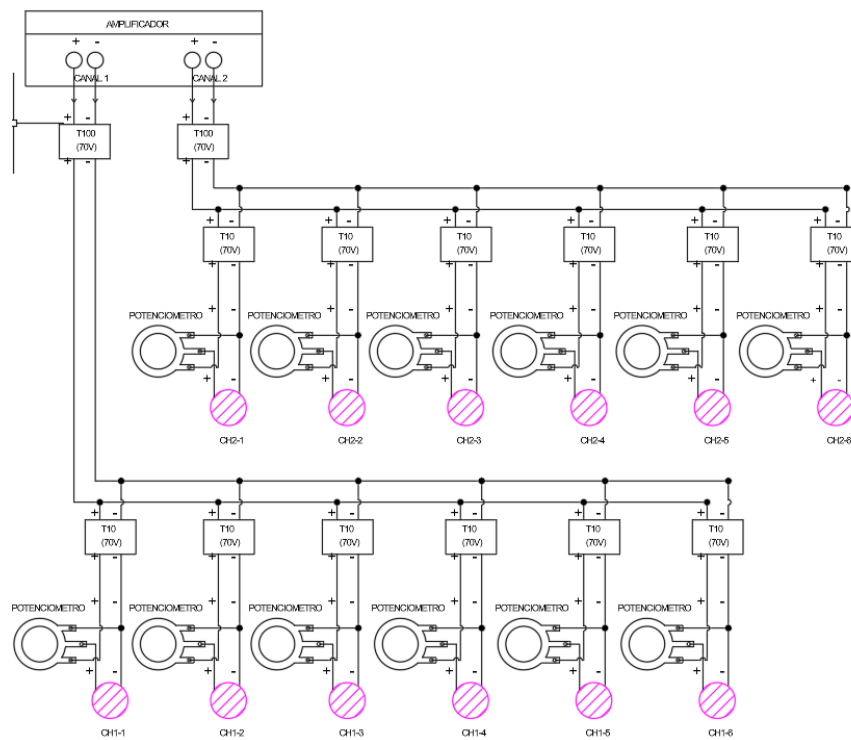
Para viabilizar a distribuição do sinal de áudio ao longo da unidade, foram utilizados transformadores de linha T10 padrão 70 V, cuja função é permitir a propagação do som em longas distâncias e possibilitar a conexão de diversos alto-falantes em um mesmo circuito sem prejuízo ao desempenho do sistema. Ao todo, foram instalados doze alto-falantes, sendo seis conectados ao canal CH1 e seis ao canal CH2, interligados por meio de cabos de duas vias (**Figura 59**) aos respectivos potenciômetros e transformadores de linha, conforme ilustrado na **Figura 60**. Os potenciômetros, instalados individualmente para cada ponto de áudio, permitem o ajuste local do volume sonoro conforme a necessidade de cada ambiente, garantindo maior conforto acústico e flexibilidade operacional.

**Figura 59 - Cabo de Duas Vias**



Fonte: Do autor (2024)

**Figura 60 - Sistema de Sonorização**



Fonte: Electron Primer (2024)

A montagem e instalação dos equipamentos do sistema de sonorização foram executadas por empresa terceirizada especializada, cabendo à Electron Primer a elaboração do projeto, execução da infraestrutura, passagem dos cabos até os pontos previstos e a identificação dos circuitos instalados.

#### **4.9 Aterramento**

Para o sistema de aterramento da UTI adulta, foi utilizada a malha de aterramento já existente no hospital, a qual atende aos diversos sistemas elétricos da edificação. Essa malha é responsável por garantir a equipotencialização das massas metálicas, o escoamento seguro de correntes de falta e a adequada atuação dos dispositivos de proteção, além de contribuir para a segurança de pacientes e profissionais. A utilização do sistema existente assegura a integração entre os novos circuitos instalados e a infraestrutura elétrica já consolidada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos após a execução da instalação elétrica da UTI, analisando o desempenho das soluções adotadas e verificando a conformidade dos sistemas instalados com os critérios técnicos e normativos aplicáveis.

### 5.1 Resultados Observados

Após a conclusão da instalação dos sistemas elétricos da UTI, foi realizada uma avaliação técnica (**Figura 61**) conduzida por um engenheiro eletricitista do HUIBB, acompanhado por um eletricitista da empresa executora e pelo autor deste trabalho. Durante essa etapa, foram verificados principalmente:

- A organização e identificação dos quadros e circuitos conforme os projetos executivos;
- A acessibilidade e facilidade de manutenção dos sistemas instalados;
- O funcionamento adequado de todos os circuitos presentes nos quadros elétricos da UTI.

**Figura 61** - Avaliação Técnica



Fonte: Do autor (2024)

### 5.1.1 Organização e Identificação dos Quadros

Todos os quadros elétricos, internos e externos à UTI, foram devidamente identificados por meio de siglas correspondentes, como QLFT, QFT e QTE, facilitando sua localização e operação. Os circuitos internos também receberam identificação individual, utilizando etiquetas instaladas em uma tela de acrílico translúcida posicionada à frente dos dispositivos do quadro, como evidenciado nas **Figuras 28 e 31**. Essa tela possui aberturas alinhadas aos disjuntores, permitindo o manuseio sem comprometer a visualização das identificações.

Além disso, foram fixados diagramas unifilares na parte interna das portas dos quadros, contendo informações sobre os circuitos e as seções dos condutores utilizados.

A organização e identificação foram avaliadas pelo engenheiro eletricista do hospital, demonstrando-se adequadas e compatíveis com as recomendações normativas analisadas neste trabalho, contribuindo para facilitar intervenções de manutenção, inspeções técnicas e operações emergenciais.

### 5.1.2 Manutenção Dos Sistemas

Além da identificação dos quadros, foram avaliados aspectos relacionados à manutenção e acessibilidade da infraestrutura elétrica instalada. Durante a execução da obra, quando o forro ainda não havia sido instalado, foi possível acompanhar visualmente toda a infraestrutura, verificando a correta separação dos circuitos em eletrocalhas e eletrodutos conforme sua finalidade e capacidade de ocupação.

Observou-se a adoção de boas práticas, como a separação física entre sistemas distintos. O Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI), por exemplo, foi instalado em eletrodutos e condutores identificados na cor vermelha, facilitando sua identificação, como mostrado na **Figura 55**. Da mesma forma, circuitos de cabeamento estruturado e sonorização foram instalados em infraestruturas exclusivas, reduzindo interferências e facilitando futuras intervenções.

Outro aspecto relevante foi a realização das derivações nas eletrocalhas, evitando emendas em eletrodutos embutidos, o que favorece inspeções e eventuais correções sem necessidade de intervenções estruturais.

Essas práticas demonstram que os sistemas foram implantados de forma a permitir manutenção preventiva e corretiva com maior facilidade, atendendo às recomendações das

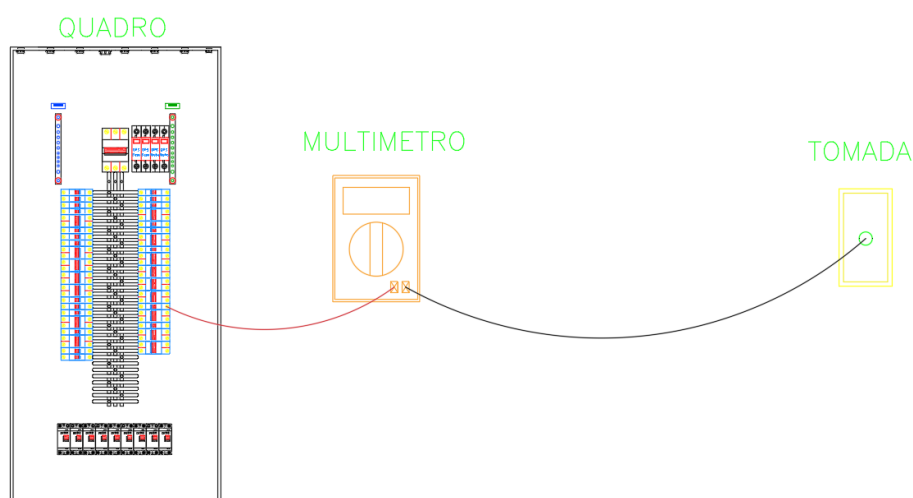
normas NBR 5410 e NBR 13534, que exigem que as instalações permaneçam seguras durante toda sua vida útil.

### 5.1.3 Funcionamento Dos Circuitos Elétricos

Para verificar se as tomadas e pontos de iluminação estavam corretamente associados aos respectivos circuitos, foram realizados dois procedimentos de verificação.

O primeiro consistiu em um teste de continuidade utilizando multímetro. Uma extremidade de um condutor de cobre de seção  $2,5 \text{ mm}^2$  foi conectada à tomada e a outra ao multímetro, cuja saída foi conectada ao terminal correspondente no quadro elétrico, conforme ilustrado na **Figura 62**. O equipamento foi configurado no modo continuidade, emitindo sinal sonoro quando havia ligação direta entre os pontos. Na ausência do sinal, procedia-se à investigação para identificação e correção do problema.

**Figura 62** - Conexão Do Multímetro Nas Tomadas



Fonte: Do autor (2025)

A segunda verificação consistiu no desligamento do disjuntor correspondente ao circuito e na medição da tensão nas tomadas por meio do multímetro em modo de tensão alternada, confirmando a interrupção da alimentação nos pontos associados. Esse procedimento também permitiu a verificação dos circuitos de iluminação, uma vez que o acesso às luminárias se tornou limitado após a instalação do forro. Com todas as luminárias acionadas, o desligamento de cada circuito permitia identificar visualmente quais pontos eram afetados, possibilitando a correção de eventuais inconsistências.

Também foram realizados testes nas tomadas das régua dos leitos alimentadas pelo Sistema IT médico. Nesses testes, foram simuladas falhas à terra para verificar o acionamento dos alarmes sonoros e visuais, bem como a correta indicação do circuito pelo DSI, assegurando simultaneamente a continuidade do fornecimento de energia, conforme previsto para esse tipo de sistema.

A partir das verificações realizadas, constatou-se que apenas alguns pontos alimentados pelo quadro QLFT apresentaram funcionamento inadequado. Na maioria dos casos, os problemas foram solucionados por meio de ajustes simples, como reaperto de conexões nos terminais dos quadros e correções nas ligações de tomadas e interruptores.

Além disso, foram identificados três pontos conectados a circuitos incorretos. Dois deles correspondiam a tomadas ligadas a circuitos diferentes dos previstos em projeto, enquanto o terceiro caso ocorreu na iluminação do corredor da UTI, inicialmente projetada para funcionamento intercalado por duas teclas, mas que havia sido conectada em sequência. Após a identificação das falhas, os pontos foram corrigidos e realocados aos circuitos adequados.

Excetuando-se essas ocorrências pontuais, verificou-se que os circuitos estavam devidamente instalados e operando conforme o previsto em projeto, apresentando tensões de 127 V e 220 V medidas por meio de multímetro, em conformidade com os requisitos normativos aplicáveis. A verificação foi facilitada pela identificação individual das tomadas por meio de etiquetas contendo o número e o circuito correspondente, procedimento também adotado para pontos de dados e sonorização.

## **5.2 Possíveis Melhorias Futuras**

Embora a instalação elétrica da UTI atenda adequadamente às demandas operacionais atuais e esteja em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, algumas recomendações podem ser consideradas visando facilitar futuras expansões, otimizar a manutenção e aumentar ainda mais a confiabilidade do sistema.

Uma das melhorias recomendadas consiste na manutenção de espaços reservados nos quadros elétricos e na infraestrutura de encaminhamento de cabos, como eletrocalhas e eletrodutos, permitindo a inclusão de novos circuitos sem necessidade de intervenções estruturais significativas. Considerando a constante evolução tecnológica dos equipamentos hospitalares, é importante prever capacidade adicional para atender a futuras demandas de carga.

Também se recomenda a atualização contínua da documentação técnica da instalação, incluindo diagramas unifilares e identificação dos circuitos, sempre que houver modificações. A disponibilização desses documentos próximos aos quadros elétricos contribui para agilizar intervenções de manutenção e reduzir riscos operacionais.

Outra melhoria relevante refere-se à implementação de rotinas periódicas de manutenção preventiva, contemplando inspeções visuais, reaperto de conexões, verificação de aquecimento em componentes e testes do sistema IT médico e de alarmes. Essas ações contribuem para aumentar a vida útil dos equipamentos e reduzir a probabilidade de falhas inesperadas.

Adicionalmente, recomenda-se a realização de avaliações periódicas do sistema de aterramento utilizado, incluindo medições da resistência da malha e verificação da equipotencialização local da UTI. Embora a instalação esteja integrada ao sistema geral de aterramento do hospital, análises específicas em áreas críticas podem contribuir para o aumento da segurança elétrica, especialmente no que se refere ao correto funcionamento do sistema IT médico e à proteção contra tensões de toque.

Pode-se considerar, ainda, em futuras expansões, a implantação de sistemas de monitoramento elétrico que permitam acompanhar remotamente parâmetros como corrente, tensão e ocorrência de falhas, possibilitando ações preventivas antes da ocorrência de interrupções.

Por fim, recomenda-se que futuras ampliações mantenham os padrões de identificação, organização e separação dos sistemas elétricos e de lógica adotados no projeto atual, garantindo uniformidade e facilitando operações de manutenção e expansão.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral realizar a análise técnica da instalação elétrica de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Com base no desenvolvimento do estudo e nos resultados observados durante a execução, verifica-se que o objetivo proposto foi plenamente alcançado, evidenciando a adequação das soluções adotadas para atender às exigências técnicas do ambiente hospitalar.

O comprometimento com o cumprimento rigoroso das normas técnicas aplicáveis possibilitou a implantação de uma instalação segura e confiável, assegurando o pleno funcionamento da UTI dentro dos padrões exigidos para ambientes críticos. Nesse contexto, torna-se evidente que a correta execução do projeto elétrico é essencial para garantir a continuidade do atendimento e a segurança de pacientes e profissionais de saúde, visto que qualquer falha elétrica pode comprometer equipamentos vitais e colocar em risco a operação do setor.

Além dos resultados técnicos obtidos, a participação no acompanhamento e na execução das etapas do projeto proporcionou uma importante experiência prática, permitindo a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação e ampliando a compreensão sobre os desafios envolvidos na implementação de sistemas elétricos hospitalares. Essa vivência contribuiu significativamente para o desenvolvimento profissional, especialmente quanto à importância do detalhamento técnico e do controle de qualidade durante a execução.

Observou-se também que a adoção de boas práticas de instalação, associada à organização dos circuitos e à identificação adequada dos sistemas, impacta diretamente na confiabilidade e no desempenho da instalação elétrica, reduzindo riscos operacionais e facilitando futuras intervenções técnicas.

Dessa forma, conclui-se que a execução cuidadosa e o estudo técnico das instalações elétricas constituem fatores indispensáveis para assegurar segurança, eficiência e continuidade dos serviços prestados em ambientes hospitalares críticos como a UTI, reforçando a relevância de projetos bem planejados e executados.

Por fim, sugere-se, para trabalhos futuros, a avaliação das condições dos sistemas analisados após sua entrada em operação, a fim de verificar o desempenho e a efetividade das soluções implementadas ao longo do tempo.

## REFERÊNCIAS

AMAZON. **Disjuntor Steck Série SDA62**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

AMAZON. **Dispositivo de proteção contra surtos CLAMPER Front Mini**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898:2013** – Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13534:2008** – Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:2004** – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 7, de 24 de fevereiro de 2010**. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0007\\_24\\_02\\_2010.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0007_24_02_2010.html). Acesso em: 18 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) – Equipamento de Proteção Individual (EPI)**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06>. Acesso em: 18 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10) – Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10>. Acesso em: 18 fev. 2026.

CERTIWISE. Iluminação de emergência – curso introdutório. Disponível em: <https://certiwise.pt/curso/iluminacaodeemergenciainicial>. Acesso em: 18 fev. 2026.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. **UTIs brasileiras alcançam 84% de sobrevivência para pacientes em estado crítico.** Disponível em: <https://portal.cfm.org.br/noticias/utis-brasileiras-alcancam-84-de-sobrevivencia-para-pacientes-em-estado-critico>. Acesso em: 18 fev. 2026.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

ENGEREY. **Incêndios em hospitais disparam e expõem risco elétrico no Brasil.** Disponível em: <https://www.engerrey.com.br/blog/incendios-em-hospitais-disparam-75-e-expoem-risco-eletrico-no-brasil>. Acesso em: 18 fev. 2026.

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA USP. **Importância da terapia intensiva.** Disponível em: <https://hcxfmusp.org.br/portal/importancia-terapia-intensiva/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

KALUNGA. **Cabo de rede Cat6 Furukawa.** Disponível em: <https://www.kalunga.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

LOJAS CATEM DE TUDO. **Kit EPI eletricista.** Disponível em: <https://www.lojascatemdetudo.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

MADARELI. **Passa fio sonda com guia 20 metros.** Disponível em: <https://www.madareli.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

MERCADO LIVRE. **Dispositivo diferencial residual DR 25 A 30 mA.** Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 70: National Electrical Code.** Quincy, MA, 2023.

PORTAL HOSPITAIS BRASIL. **Equipamentos essenciais em UTI.** Disponível em: <https://portalhospitaisbrasil.com.br/quais-os-equipamentos-medico-hospitalares-essenciais-em-uma-uti/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

RDI BENDER. **Sistema IT médico**. Disponível em: <https://www.rdebender.com.br/sistema-it-medico>. Acesso em: 18 fev. 2026.

REVISTA COBERTURA. **Incêndios em hospitais disparam e expõem risco elétrico no Brasil**. Disponível em: <https://www.revistacobertura.com.br/noticias/seguros-gerais/incendios-em-hospitais-disparam-75-e-expoem-risco-eletrico-no-brasil/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

REVISTA FT. **Sistemas de energia ininterrupta para aplicações críticas hospitalares**. Disponível em: <https://revistaft.com.br/sistemas-de-energia-ininterrupta-para-aplicacoes-criticas-hospitalares/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

SALA DA ELÉTRICA. **Ferramentas para eletricista**. Disponível em: <https://www.saladaeletrica.com.br/ferramentas-para-eletricista/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

SILVA, et al. **Critical care outcomes study**. PubMed Central, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9207050/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

STRAZMAQ. **Manual técnico equipamento ST100M-8G**. Disponível em: <https://www.strazmaq.com/pdfs/st100m-8g.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Complexo Hospitalar da UFPA**. Disponível em: <https://ufpa.br/orgaos/complexo-hospitalar-da-ufpa/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Hospital Barros Barreto dobra número de leitos de UTI adulto**. Disponível em: <https://ufpa.br/hospital-barros-barreto-dobra-numero-de-leitos-de-uti-adulto/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

