



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**CHAID ROCHA MOREIRA**

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
HOSPITALARES: "ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL GERAL CESAR CALS DE  
OLIVEIRA"**

**FORTALEZA/CE**

**2025**

CHAID ROCHA MOREIRA

DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
HOSPITALARES: "ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL GERAL CESAR CALS DE  
OLIVEIRA "

Monografia apresentada junto ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista. Área de concentração: Segurança Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral Da Camara

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M837d Moreira, Chaid Rocha.

Diagnóstico técnico e adequação das instalações elétricas hospitalares: "Estudo de caso no Hospital Geral Cesar Cals de Oliveira" / Chaid Rocha Moreira. – 2025.

119 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral Da Camara.

1. Segurança elétrica hospitalar. 2. ABNT NBR IEC 60601-1. 3. ABNT NBR 5410:2004. 4. Instalações elétricas hospitalares. 5. Gestão de riscos elétricos. I. Título.

CDD 621.3

---

CHAID ROCHA MOREIRA

DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
HOSPITALARES: "ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL GERAL CESAR CALS DE  
OLIVEIRA "

Monografia apresentada junto ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista. Área de concentração: Segurança Elétrica.

Aprovado em: 24/10/2025

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raphael Amaral Da Camara  
Orientador- Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Francisco Wellington Martins da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Me. Emanuel de Araújo Mota  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*A Deus.*

*Aos meus familiares, pais e amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Paulo Ângelo e Ivanise Rocha, por serem o alicerce da minha vida, pelo amor incondicional, pela paciência e por todo o apoio em cada etapa dessa jornada.

À minha irmã Isabella, pela companhia constante.

Aos meus amigos Wesley, Rubens, Joabe, Maria Eduarda, Clarysse, Marília, Jonathas, Emanuel, pela motivação diária.

Às minhas tias Valdineide e Eluzai pela ajuda na trajetória.

Aos professores Raphael, Gustavo e Ernande, pelas boas orientações.

Aos membros da banca por aceitarem avaliar meu trabalho.

A todos vocês, minha eterna gratidão por fazerem parte da minha história e por acreditarem em mim.

## RESUMO

A segurança das instalações elétricas em ambientes hospitalares é crítica para a vida de pacientes e profissionais, exigindo conformidade rigorosa com normas, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) *International Electrotechnical Commission (IEC) 60601-1*, ABNT NBR 5410:2004 e a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50/2002. No entanto, hospitais públicos enfrentam obstáculos relacionados à limitação de recursos, à gestão da manutenção e à capacitação técnica. O presente estudo tem por fim um diagnóstico das instalações elétricas do hospital, a fim de estabelecer as adequações necessárias para garantir conformidade com os requisitos das normas e resoluções. A pesquisa adota um estudo de caso qualitativo no HGCCO. A metodologia inclui investigação documental (projetos elétricos, relatórios de manutenção e normas) e revisão bibliográfica aprofundada. A etapa de campo envolve inspeções técnicas detalhadas com *checklist*, medições elétricas (aterramento, tensão de contato, resistência de isolamento) e entrevistas semiestruturadas com 12 profissionais de Manutenção Elétrica e Engenharia Clínica. A análise de dados utilizará matriz *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)* e Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) para classificar riscos, comparando achados com requisitos normativos para propor adequações. A análise elétrica no Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) revelou inadequações relevantes em relação às normas, incluindo resistência de aterramento ( $3,8\Omega$  acima de  $2\Omega$  permitido) e falta de filtros de linha em 30% das tomadas de centro cirúrgico. A manutenção é majoritariamente corretiva (**60%**), implicando em custos elevados. O Pronto-Socorro apresenta elevados níveis de ruído elétrico, comprometendo a segurança dos equipamentos. A UTI, contudo, destacou-se por apresentar elevada conformidade. O estudo proporcionou um diagnóstico preciso das condições elétricas do HGCCO, evidenciando falhas normativas e riscos associados à falta de capacitação técnica. Com base nesse diagnóstico, elaborou-se um plano de ação prioritário com propostas viáveis, visando à modernização da infraestrutura elétrica hospitalar, à melhoria contínua da segurança e ao cumprimento das exigências legais. Como resultado, foi proposto um plano de adequação estimado em R\$ 3,26 milhões, incluindo treinamento para a equipe, com retorno financeiro previsto em quatro anos.

**Palavras-Chave:** segurança elétrica hospitalar; ABNT NBR IEC 60601-1; ABNT NBR 5410:2004; instalações elétricas hospitalares; gestão de riscos elétricos.

## ABSTRACTS

The safety of electrical installations in hospital environments is critical for the lives of patients and professionals, requiring strict compliance with standards such as Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR IEC 60601-1, ABNT NBR 5410:2004, and RDC n° 50/2002. However, public hospitals face obstacles related to resource limitations, maintenance management, and technical training. The present study aims to diagnose the electrical installations of the hospital in order to establish the necessary adjustments to ensure compliance with regulatory requirements, which increases the reliability of hospital operations and reduces problems with electromedical equipment. The research adopts a qualitative case study at HGCCO. The methodology includes documental investigation (electrical projects, maintenance reports, and standards) and in-depth bibliographic review. The field stage involves detailed technical inspections with checklists, electrical measurements (grounding, touch voltage, insulation resistance), and semi-structured interviews with 12 professionals from Electrical Maintenance and Clinical Engineering. Data analysis applies SWOT matrix and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to classify risks, comparing findings with regulatory requirements to propose adjustments. The electrical analysis at Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) revealed relevant nonconformities with standards, including grounding resistance ( $3.8\Omega$  above  $2\Omega$  allowed) and lack of surge protection devices in 30% of surgical center outlets. Maintenance is mostly corrective (60%), resulting in high costs. The Emergency Department shows high levels of electrical noise, compromising equipment safety. The ICU, however, stood out for its high compliance. The study provided an accurate diagnosis of the electrical conditions of HGCCO, highlighting regulatory failures and risks associated with the lack of technical training. Based on this diagnosis, a priority action plan with feasible proposals was developed, aiming at the modernization of hospital electrical infrastructure, continuous improvement of safety, and compliance with legal requirement. As a result, an adequacy plan estimated at R\$ 3.26 million was proposed, including staff training, with a financial return forecast in four years.

**Keywords:** hospital electrical safety, ABNT NBR IEC 60601-1, ABNT NBR 5410:2004, hospital electrical installations, electrical risk management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de Diagrama Elétrico Unifilar .....	20
Figura 2 - Modelo de Diagrama Elétrico Multifilar .....	21
Figura 3 - Quadro de Distribuição .....	22
Figura 4 - Esquema TN-S .....	23
Figura 5 - Esquema TN-C .....	24
Figura 6 - Esquema TN-C-S .....	24
Figura 7 - Esquema TT .....	25
Figura 8 - Esquema IT .....	26
Figura 9 - Imagem Ilustrativa do Sistema IT- médico .....	28
Figura 10 - Trafo Isolador .....	29
Figura 11 - Dispositivo supervisor de isolamento .....	31
Figura 12 - Diagrama Unifilar com 1 ANFW .....	32
Figura 13 – Atuação do DPS .....	36
Figura 14 – Etapas do processo de FMEA .....	47
Figura 15 – Matriz SWOT .....	49
Figura 16 - Termografia .....	51
Figura 17 - Localização do Objeto de Estudo .....	54
Figura 18 - Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) .....	55
Figura 19 - Sala de centro-cirúrgico .....	57
Figura 20 - Diagrama unifilar do sistema IT médico das salas de UTI do HGCCO .....	59
Figura 21 - Esquema elétrico do, QDF-UTI 01 e 02, do HGCCO .....	59
Figura 22 - QDF UTI AR 01 E 02 .....	60
Figura 23 - Transformadores Isoladores .....	61
Figura 24 - Para-raios tipo Franklin .....	62
Figura 25 - Trafo 01- 500KVA .....	63
Figura 26 - Termografia de Transformador de 500 KVA–Trafo 01 .....	64
Figura 27 - Trafo de 300KVA- Trafo 02 .....	64
Figura 28 - Termografia de Transformador de 500 KVA–Trafo 01 .....	65
Figura 29 - Disjuntor de Média .....	65
Figura 30 - Termografia de disjuntor de Média .....	66
Figura 31 - Grupo de geradores do HGCCO .....	67

Figura 32 - Quadro de Distribuição do HGCCO.....	68
Figura 33 – Relatório Mensal de Manutenção Subestações – SWOT.....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Detalhamento de Custos e Priorização do Plano de Adequação das Instalações Elétricas do HGCCO .....	74
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Custos de Adequação e Manutenção da Instalação Elétrica Hospitalar .....	77
Tabela 2 – Análise de Custo-Benefício na Mitigação de Riscos Críticos e Oportunidades de Financiamento .....	78
Tabela 3 – Planilha Financeira e de Desempenho da Manutenção.....	79

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pergunta sobre conhecimento de normas .....	67
Gráfico 2 – Pergunta sobre treinamento periódico .....	67
Gráfico 3 – Pergunta sobre implementação de adequações .....	68
Gráfico 4 – Custos de Priorização .....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APRP	Análise Preliminar de Riscos e Perigos
DPS	Dispositivos de Proteção Contra Surtos
DR	Disjuntores Diferenciais
DRs	Diferenciais Residuais
DSI	Dispositivo Supervisor de Isolamento
FMEA	Análise de Modo e Efeito de Falha
HGCCO	Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira
IEC	International Electrotechnical Commission
MT	Média Tensão
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
	<i>Plan</i> (Planejar), <i>Do</i> (Fazer/Executar), <i>Check</i> (Verificar/Avaliar) e <i>Act</i>
PDCA	(Agir/Ajustar)
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SPDA	Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SWOT	Forças ( <i>Strengths</i> ), Fraquezas ( <i>Weaknesses</i> ), Oportunidades ( <i>Opportunities</i> ) e Ameaças ( <i>Threats</i> )
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VPL	Valor Presente Líquido
QDF	Quadro de Distribuição de Força
QDL	Quadro de Distribuição de Luz
S.D	Sem Data
TRAFO	Transformador
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Omega$	Ômega
$\geq$	maior ou igual a
$\leq$	menor ou igual a

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	45
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	<b>Instalações elétricas em edificações</b> .....	19
2.1.1	<i>Diagramas Unifilares/Multifilares</i> .....	19
2.1.2	<i>Quadros Elétricos</i> .....	21
2.1.3	<i>Sistema de Aterramento</i> .....	22
2.1.4	<i>Sistema de IT Médico</i> .....	27
2.1.4.1	<i>Transformador Isolador</i> .....	28
2.1.4.2	<i>Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI)</i> .....	29
2.1.4.3	<i>Anunciador de Falhas</i> .....	31
2.2	<b>Categorização de ambientes hospitalares</b> .....	32
2.3	<b>Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e Dispositivos de proteção contra surtos (DPS) em ambientes hospitalares</b> .....	34
2.4	<b>Interpretação e aplicação das normas ABNT NBR IEC 60601-1 e ABNT NBR 5410:2004</b> .....	37
2.4.1	<i>Norma ABNT NBR IEC 60601-1</i> .....	37
2.4.1.1	<i>Classificação de Equipamentos</i> .....	38
2.4.1.2	<i>Classificação de Isolações</i> .....	39
2.4.1.3	<i>Classificação de Tensões e Correntes</i> .....	40
2.4.1.4	<i>Classificação das Correntes</i> .....	40
2.4.2	<i>Norma ABNT NBR 5410:2004 e sua relação com a ABNT NBR IEC 60601-1</i> ..	41
2.5	<b>Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 50/2002 da ANVISA</b> .....	43
2.6	<b>Análise de modo e efeito de falha</b> .....	46
2.7	<b>Matriz SWOT</b> .....	48
2.8	<b>Termografia</b> .....	50
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	51
4	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	54
4.1	<b>Objeto de estudo</b> .....	54
4.2	<b>Caracterização das instalações elétricas</b> .....	55
4.2.1	<i>Tipo de Fornecimento</i> .....	56
4.2.2	<i>Análise de sistema de aterramento e isolação</i> .....	56
4.2.3	<i>Sistema de IT Médico</i> .....	58
4.2.4	<b>Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas</b> .....	61
4.2.5	<i>Transformadores de Potência e Geradores</i> .....	62
4.2.6	<i>Quadros de Distribuição</i> .....	67
4.3	<b>Análise qualitativa sobre a aplicação das normas elétricas hospitalares: entrevistas com profissionais da área</b> .....	68
4.4	<b>Elaboração de planos de ação e custos de processos</b> .....	70
4.5	<b>Análise e discussão de resultados</b> .....	79
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	83
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	85
	<b>APÊNDICE A- FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO E NECESSIDADES EM SEGURANÇA ELÉTRICA HOSPITALARES</b> .....	89
	<b>ANEXO A – PLACA DE TRAFÓ ISOLADOR</b> .....	93
	<b>ANEXO B – Quadro de distribuição de luz</b> .....	94
	<b>ANEXO C – QDFL PARTO (QUADRO DE FORÇA E LUZ- PARTO)</b> .....	95

<b>ANEXO D- Projeto com reserva de propriedade intelectual – Diagrama Unifilar 01 - Alimentação HGCCO .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO E- Projeto com reserva de propriedade intelectual – Diagrama Unifilar 02-.....</b>	<b>97</b>
<b>ELE-UTI Neo II MR.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO F- Projeto com reserva de propriedade intelectual – Diagrama Unifilar 03-.....</b>	<b>98</b>
<b>ELE-UTI Neo II AR.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO G- Projeto com reserva de propriedade intelectual – Diagrama Unifilar 04-.....</b>	<b>99</b>
<b>ELE- UTI Neo II MR 2.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO H- Projeto com reserva de propriedade intelectual – Diagrama Unifilar 05-.....</b>	<b>100</b>
<b>ELE- UTI Neo HGCCO .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO I- Relatório mensal de manutenção subestações- 2025 .....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A segurança das instalações elétricas em estabelecimentos de saúde constitui um desafio complexo e multifatorial, que envolve desde aspectos técnicos normativos até questões operacionais cotidianas. Em ambientes hospitalares, onde a continuidade do fornecimento energético e a estabilidade dos sistemas elétricos são condições são indispensáveis para a preservação de vidas, qualquer inadequação nas instalações pode resultar em consequências críticas.

A norma ABNT NBR IEC 60601-1 estabelece parâmetros rigorosos para equipamentos e sistemas elétricos médicos, visando garantir proteção contra choques, falhas de equipamentos e outros riscos elétricos (ABNT, 2016). De acordo com Castellari (2013) e Diniz e Machado (2022), a implementação de padrões em hospitais brasileiros, especialmente naqueles com infraestrutura mais antiga, enfrenta obstáculos significativos relacionados a recursos financeiros, gestão da manutenção e capacitação técnica. Diante disso, negligenciar tais requisitos mínimos representa um risco sistêmico à segurança hospitalar.

O Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO), instituição pública de referência no Ceará, exemplifica os desafios enfrentados por muitos hospitais brasileiros no que tange à adequação de suas instalações elétricas. Como destacam Souza et al. (2010), estabelecimentos de saúde desta magnitude necessitam de sistemas elétricos robustos, com redundâncias adequadas e proteções específicas, particularmente em áreas críticas como centros cirúrgicos e unidades de terapia intensiva. Esse cenário motivou a escolha do HGCCO como objeto de estudo, pois ele representa de forma clara os desafios reais de conformidade enfrentados por instituições públicas.

A Resolução RDC nº 50/2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece diretrizes claras para projetos físicos em estabelecimentos assistenciais de saúde, incluindo requisitos elétricos que dialogam com os padrões internacionais. Contudo, como observado por Coutinho (s.d.) e Miyashiro (2013), há frequentemente uma lacuna entre o prescrito nas normas e a realidade encontrada nas instalações hospitalares brasileiras. Com isso, a escolha do HGCCO como objeto deste estudo se justifica por sua representatividade no cenário público e por evidenciar com clareza os contrastes entre diretrizes técnicas e condições reais.

A justificativa para este estudo apoia-se em três pilares principais. Primeiramente, a segurança de pacientes e profissionais, que pode ser diretamente afetada por falhas elétricas, conforme demonstrado por Spalding (2009) em sua pesquisa sobre riscos de micro choques

em equipamentos médicos. Em segundo lugar, a necessidade de otimização de recursos, já que, como apontam intervenções preventivas em sistemas elétricos costumam ser mais econômicas que reparos emergenciais. Por fim, o alinhamento com as exigências legais e normativas, que vêm se tornando cada vez mais rigorosas, especialmente após a publicação da ABNT NBR 13534:2008 e da atualização da ABNT NBR 5410:2004, que tratam especificamente de instalações elétricas em estabelecimentos de saúde.

Metodologicamente, o estudo combinará pesquisa documental (analisando projetos elétricos, laudos técnicos e manuais normativos), inspeções *in loco* (com verificação de quadros de distribuição, sistemas de aterramento e condições de equipamentos) e entrevistas com a equipe técnica responsável pela manutenção predial. Esta abordagem multidimensional, similar à empregada por Silva et al. (2017) em pesquisa correlata, permitirá uma avaliação abrangente das condições atuais das instalações. Os resultados esperados incluem não apenas um diagnóstico preciso da situação do HGCCO, mas também propostas concretas de melhorias, organizadas em um plano de ação que considere critérios técnicos e orçamentários, contribuindo assim para a discussão mais ampla sobre a modernização das instalações elétricas em hospitais públicos brasileiros.

Neste contexto, o presente estudo busca investigar em profundidade como se dá a conformidade das instalações elétricas do HGCCO com os requisitos da norma ABNT NBR IEC 60601-1, com atenção especial para as áreas críticas do hospital.

Conforme Brito (1998) e Marroni (2006), a segurança elétrica em hospitais não se limita apenas à prevenção de acidentes convencionais, mas envolve também a garantia de que equipamentos médicos sensíveis operem sem interferências que possam comprometer diagnósticos ou tratamentos. Assim, abordar essa problemática de forma técnica e propositiva contribui diretamente para o fortalecimento da segurança assistencial e da infraestrutura hospitalar.

Parte-se da hipótese de que o HGCCO apresenta não conformidades significativas em relação às exigências das normas ABNT NBR IEC 60601-1, ABNT NBR 5410:2004 e ABNT NBR 13534:2008, especialmente em áreas críticas, comprometendo a segurança elétrica hospitalar e demandando intervenções técnicas e gerenciais.

Os objetivos deste trabalho foram delineados para abranger tanto a avaliação técnica quanto a proposição de soluções práticas, que serão analisadas pelo Centro de Estudos do Hospital posteriormente.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos: o primeiro apresenta a introdução, que mostra em que se baseou o estudo e sua finalidade; o segundo aborda o referencial teórico

sobre segurança elétrica hospitalar e normas aplicáveis; o terceiro descreve a metodologia de pesquisa; o quarto apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos; e o quinto reúne as conclusões e recomendações.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Esta seção tem como objetivo aprofundar os conhecimentos sobre os fundamentos que regem a segurança e a eficiência das instalações elétricas, com foco particular nos ambientes hospitalares. Serão abordadas a legislação vigente, as normas técnicas pertinentes e as metodologias de análise de risco, visando elucidar a importância de cada tópico para a segurança de pacientes, profissionais de saúde e equipamentos.

### **2.1 Instalações elétricas em edificações**

As instalações elétricas em edificações constituem um elemento fundamental da infraestrutura moderna, demandando atenção especial tanto no projeto quanto na execução e manutenção. A norma brasileira ABNT NBR 5410:2004 estabelece os requisitos básicos para instalações elétricas de baixa tensão, servindo como principal referência técnica para profissionais da área. Como destacam Barros, Borelli e Gedra (2010), essa norma abrange desde os critérios de dimensionamento dos circuitos até as medidas de proteção contra choques elétricos, causados por falhas de isolamento e aterramento, e incêndios, que são causados principalmente devido ao mau dimensionamento dos condutores e proteções.

O projeto de instalações elétricas deve considerar diversos fatores técnicos para garantir segurança e funcionalidade. Conforme explica Castellari (2013), um bom projeto elétrico precisa levar em conta a carga instalada, a diversidade de uso, os fatores de potência e demanda, além das características específicas da edificação. Esses elementos determinam o dimensionamento adequado dos condutores, dispositivos de proteção e quadros de distribuição, evitando sobrecargas que possam comprometer a instalação.

#### **2.1.1 Diagramas Unifilares/Multifilares**

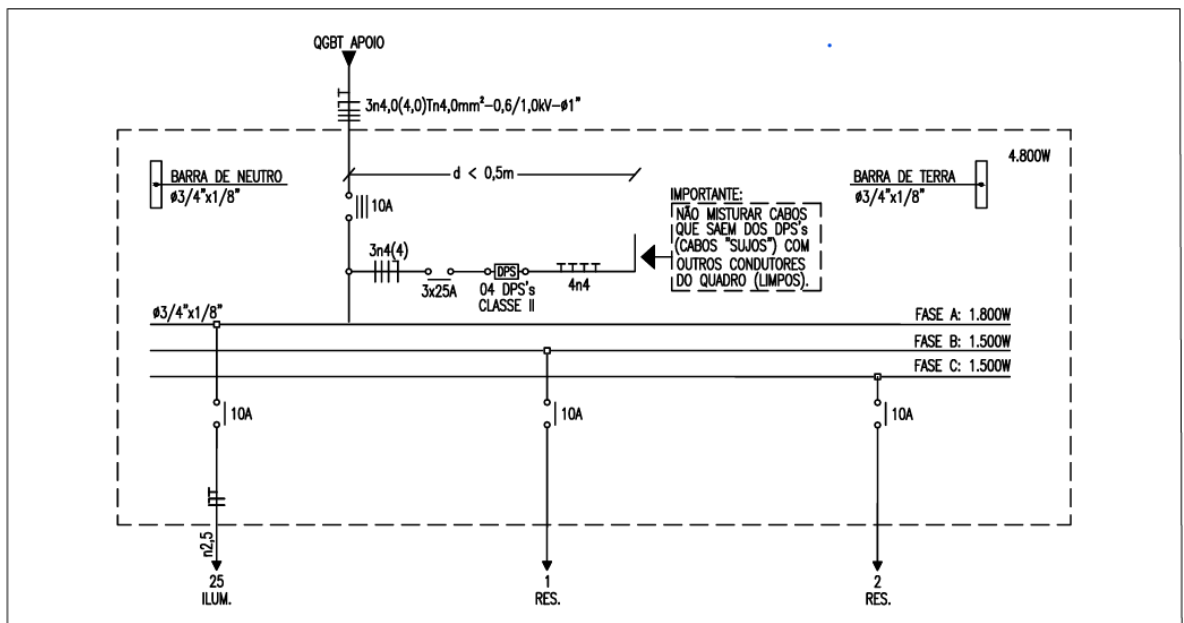
Salienta-se que o diagrama unifilar/multifilar se estabelece como uma ferramenta técnica fundamental, sendo a representação gráfica e concisa desses sistemas elétricos. Os diagramas permitem visualizar a interligação dos principais componentes – desde a entrada de energia até os quadros de distribuição e pontos de consumo – utilizando símbolos padronizados. A norma ABNT NBR 5410:2004 exige a elaboração de tais diagramas como

parte integrante do projeto elétrico, por sua capacidade de sintetizar informações cruciais para a compreensão do fluxo de energia e a localização dos dispositivos de proteção.

A ABNT NBR 5410:2004 impõe a elaboração de diagramas unifilares e multifilares, cujos exemplos são apresentados nas Figuras 1 e 2, como parte integrante do projeto elétrico, e mais especificamente, exige que este esquema elétrico seja incluído no interior do quadro de distribuição ou quadro terminal correspondente, afixado de preferência no lado interno da porta. Isso é crucial porque sintetiza informações vitais para a compreensão do fluxo de energia e a localização exata dos dispositivos de proteção.

Exemplos práticos da aplicação de diagramas unifilares em ambientes hospitalares serão apresentados e discutidos em seções posteriores deste estudo.

**Figura 1 - Modelo de Diagrama Elétrico Unifilar**



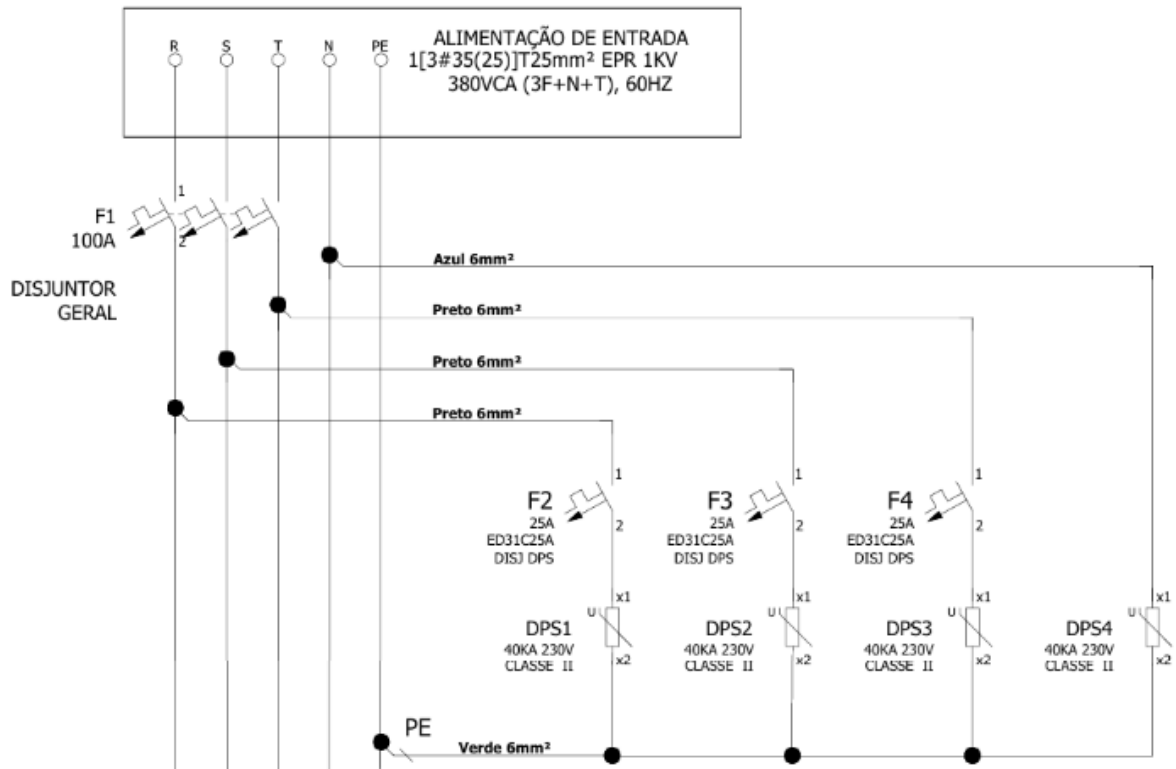
**IMPORTANTE:**

ESTE ESQUEMA ELÉTRICO DEVE SER INCLUIDO NO INTERIOR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU QUADRO TERMINAL CORRESPONDENTE, AFIXADO DE PREFERÊNCIA NO LADO INTERNO DA PORTA.

01 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ 03  
BLOCO DE APOIO - PLANTA PAV. TERREO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 2 - Modelo de Diagrama Elétrico Multifilar- alimentação de DPS**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

### 2.1.2 Quadros Elétricos

Os quadros elétricos representam o centro de controle e proteção de qualquer instalação elétrica. Essencialmente, são compartimentos projetados para abrigar os dispositivos de proteção e manobra, como verificado na Figura 3, recebendo a energia do alimentador principal e distribuindo-a de forma segura e organizada para os diversos circuitos de consumo da edificação. Um quadro elétrico é projetado de modo que pessoas que precisam fazer uma manobra, como abertura de um disjuntor, não corra risco de choque elétrico. Essa proteção é feita através de uma barreira física que impede o contato da pessoa com as partes energizadas do quadro, como barramentos. Essa proteção é, na maioria das vezes, feita por policarbonato ou placa metálica. No HGCCO, por exemplo, identificou-se um total de 32 quadros de distribuição principais, cruciais para a distribuição interna no padrão radial. A

ABNT NBR 5410:2004 estabelece diretrizes rigorosas para o projeto, montagem e localização desses quadros, visando garantir a segurança das pessoas e a integridade da instalação.

Portanto, os quadros elétricos facilitam diagnósticos rápidos e manobras eficientes, cruciais para a segurança e a continuidade operacional, especialmente em ambientes como hospitais.

**Figura 3 - Quadro de Distribuição**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

### **2.1.3 Sistema de Aterramento**

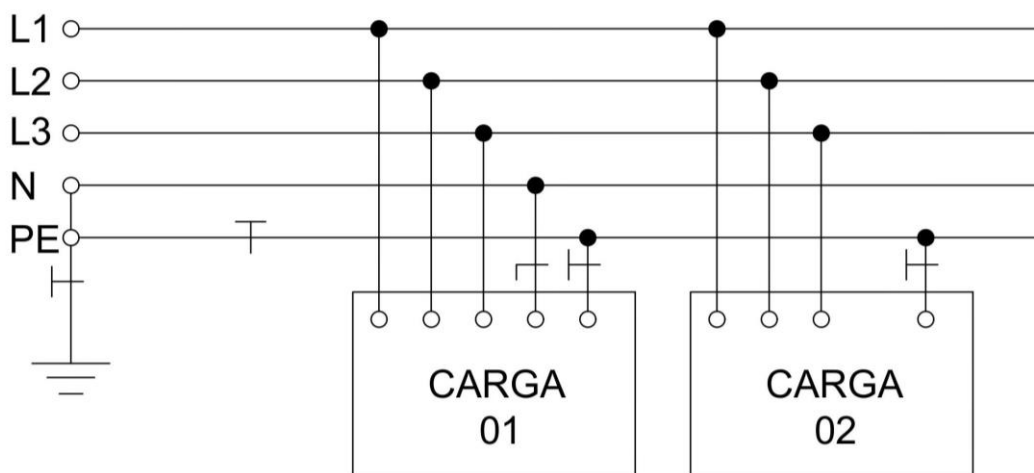
O sistema de aterramento merece atenção especial em qualquer instalação elétrica. O sistema de aterramento atua como um caminho de baixa impedância para as correntes de falta e de fuga, direcionando-as com segurança para a terra em vez de permiti-las que passem através de pessoas ou equipamentos, o que poderia causar choques elétricos ou danos. A norma ABNT NBR 5410:2004 especifica os requisitos mínimos para resistência de aterramento, que variam conforme o tipo de edificação e a sensibilidade dos equipamentos conectados.

Para ilustrar os principais conceitos de aterramento adotados, as figuras 4,5,6,7 e 8 apresentam esquemas de aterramento definidos pela norma ABNT NBR 5410:2004.

Pode-se destacar os seguintes esquemas de aterramento definidos pela ABNT NBR 5410:2004, essenciais para a compreensão de projetos elétricos:

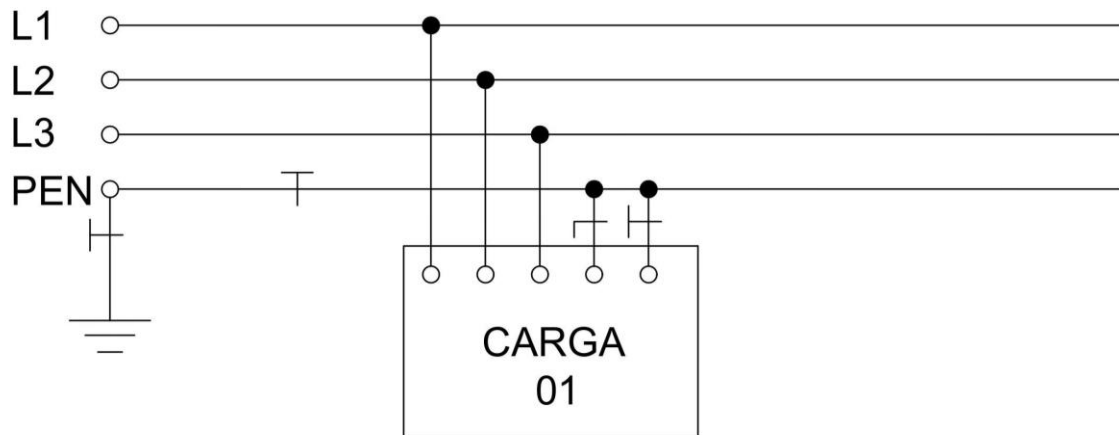
a) Esquema TN-S (Terra-Neutro Separado): caracteriza-se pela distinção total entre os condutores neutro e de proteção, garantindo um caminho de terra dedicado. É o esquema mais recomendado para instalações complexas e críticas como as hospitalares, devido à sua alta segurança e menor suscetibilidade a interferências.

**Figura 4 - Esquema TN-S**



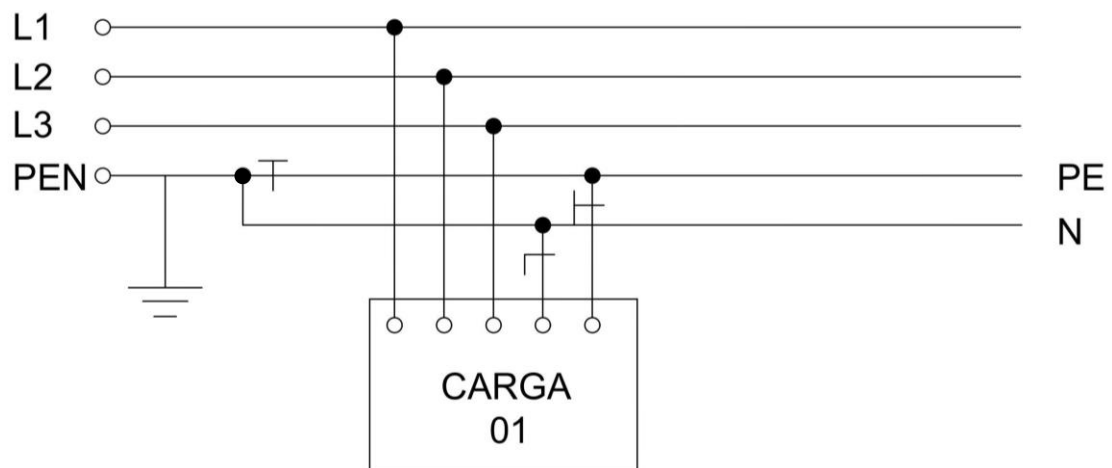
Fonte: próprio autor

b) Esquema TN-C (Terra-Neutro Combinado): combina os condutores neutro e de proteção em um único condutor (PEN). Embora reduza custos de fiação, não é adequado para ambientes sensíveis ou de alta segurança, como hospitais, devido ao risco de energização de massas em caso de falha no PEN.

**Figura 5 - Esquema TN-C**

Fonte: próprio autor

c) Esquema TN-C-S (Terra-Neutro Combinado e Separado): consiste na combinação inicial dos condutores neutro e de proteção em um único condutor (PEN), com posterior separação em N e PE. Proporciona economia de cabeamento e nível razoável de segurança, porém requer cautela em aplicações críticas, como em ambientes hospitalares, devido ao risco de energização de massas em caso de falha no condutor PEN.

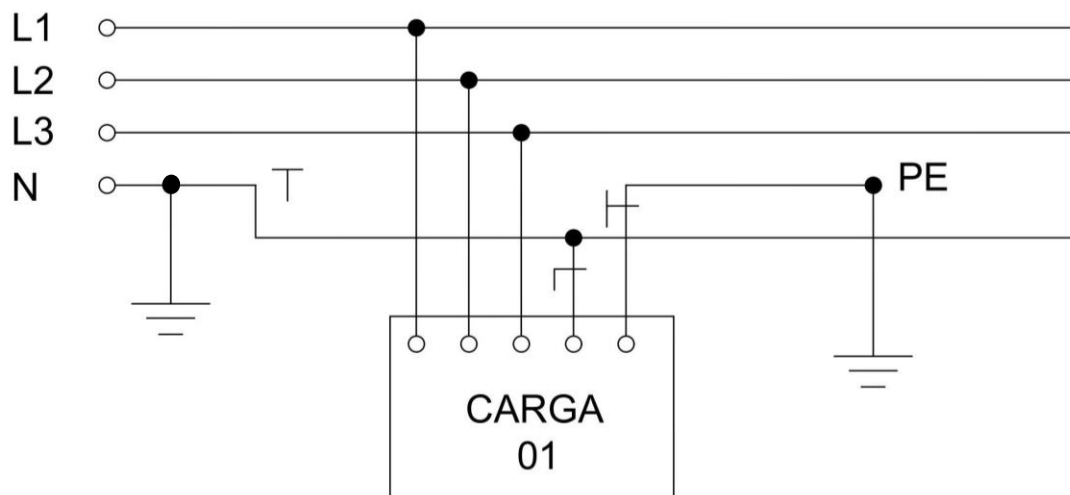
**Figura 6 - Esquema TN-C-S**

Fonte: próprio autor

d) Esquema TT (Terra-Terra): apresenta aterramentos independentes para a fonte e para as massas da instalação. Exige o uso obrigatório de Dispositivos Diferenciais

Residuais (DRs) para proteção contra choques, sendo viável em instalações onde o aterramento da concessionária é restrito.

**Figura 7 - Esquema TT**

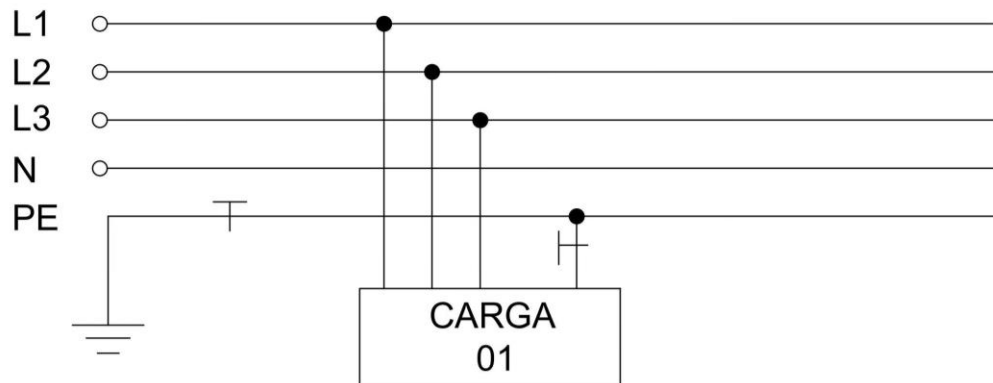


Fonte: próprio autor

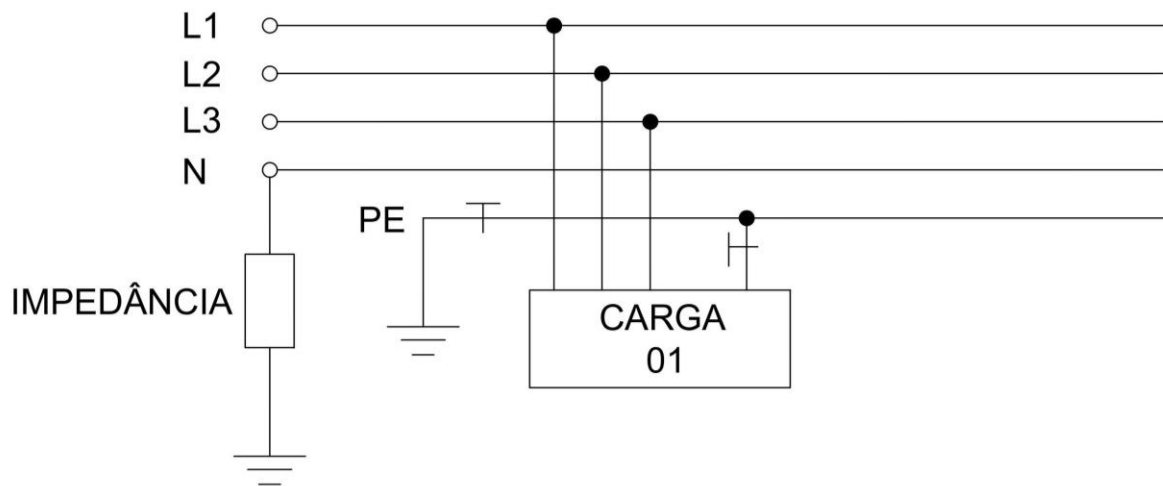
e) Esquema IT (Neutro Isolado ou Aterrado por Impedância): de especial relevância para hospitais e áreas críticas, pois o neutro é isolado ou aterrado por alta impedância. Sua principal vantagem é que a primeira falta à terra não causa o desligamento imediato, permitindo a continuidade do serviço essencial, vital para a segurança do paciente.

**Figura 8 - Esquema IT**

A) Sem aterramento de alimentação.



B) Com aterramento de alimentação.



Fonte: próprio autor.

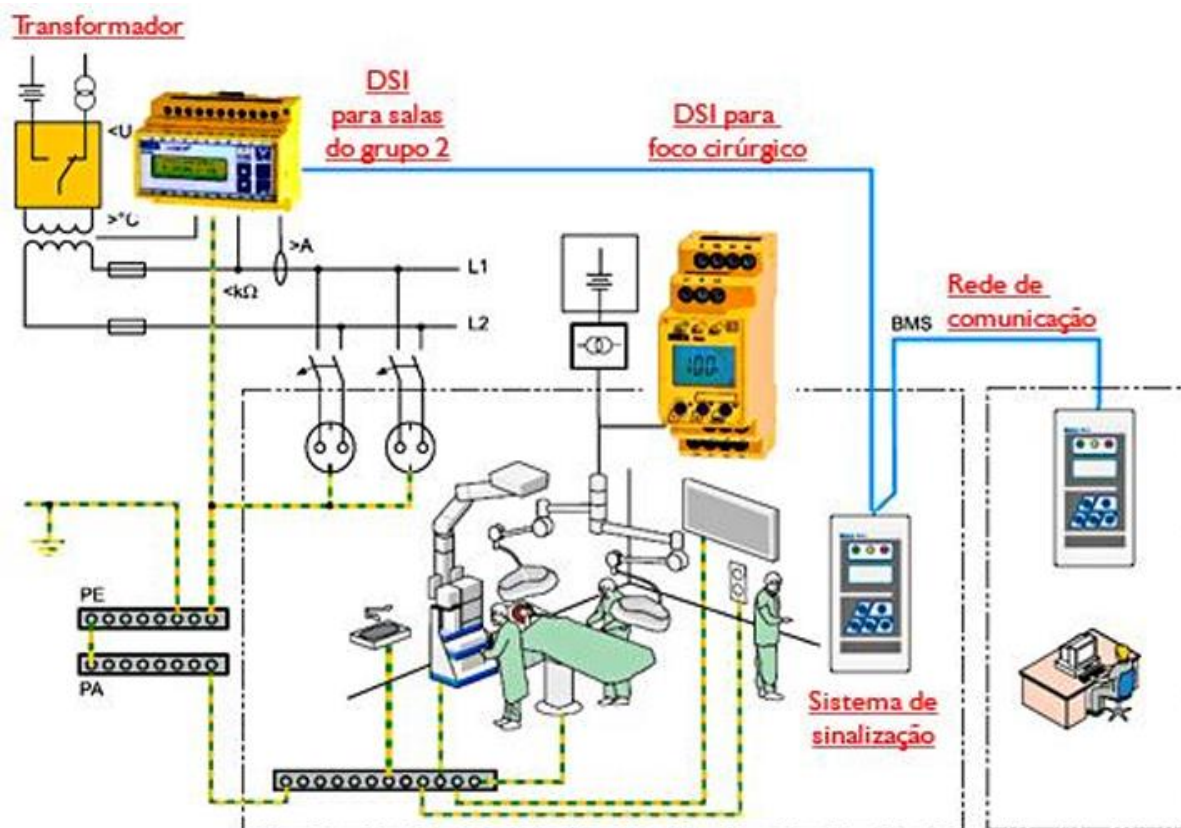
Em síntese, a compreensão aprofundada dos diferentes esquemas de aterramento – TN-S, TN-C, TN-C-S, TT e IT – é fundamental para o projeto de instalações elétricas seguras e eficientes. Uma escolha criteriosa do esquema a ser adotado, especialmente o IT, em ambientes como hospitais, garante que a infraestrutura atenda às necessidades específicas de segurança e continuidade do serviço, protegendo vidas e equipamentos. A aplicação prática desses conceitos, com a verificação da conformidade dos sistemas de aterramento do HGCCO, será detalhada nas análises e discussões posteriores deste trabalho.

#### 2.1.4 Sistema de IT Médico

O Sistema IT Médico representa uma abordagem de aterramento diferenciada e de extrema importância para a segurança e a continuidade operacional em ambientes de saúde de alta criticidade. Diferentemente dos esquemas de aterramento convencionais, onde uma primeira falta à terra causa o desligamento imediato do circuito, o sistema IT médico mantém o neutro isolado da terra ou aterrado por uma alta impedância. Essa característica fundamental é o que permite a continuidade ininterrupta do fornecimento de energia, mesmo na ocorrência de uma primeira falha de isolamento, evitando desligamentos abruptos que poderiam comprometer procedimentos médicos vitais. A norma ABNT NBR 13534:2008 explicita que áreas do Grupo 2, como salas de cirurgia, Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), Unidades Neonatais e salas de parto, onde a interrupção da energia elétrica ou a ocorrência de microchoques podem representar risco iminente à vida do paciente, devem possuir sistema de IT médico. A RDC nº 50/2002 da ANVISA, ao classificar as áreas hospitalares por grau de risco e exigir sistemas de energia de emergência, implicitamente corrobora a necessidade de tal sistema em ambientes críticos.

Para garantir a funcionalidade e a segurança intrínseca do Sistema IT Médico, sua implementação envolve componentes dedicados, como transformadores isoladores e monitores de isolamento. A Figura 9 ilustra a configuração típica do Sistema IT-Médico, utilizado em áreas críticas hospitalares. Nela observa-se o transformador isolador, responsável por garantir o isolamento galvânico da rede, e o dispositivo de supervisão de isolamento (DSI), que monitora continuamente a resistência entre os condutores ativos e a terra. O sistema de sinalização e a rede de comunicação asseguram que qualquer falha de isolamento seja rapidamente detectada e informada, permitindo intervenção imediata sem a interrupção do fornecimento elétrico- característica essencial para a segurança e continuidade dos procedimentos médicos.

**Figura 9** - Imagem Ilustrativa do Sistema IT- médico.



Fonte: Bezerra (2013).

#### 2.1.4.1 Transformador Isolador

O transformador isolador é o componente central para a implementação eficaz do Sistema IT Médico em instalações elétricas, particularmente em ambientes de saúde de alta criticidade. Este tipo de transformador tem como função garantir um isolamento galvânico entre o circuito primário (rede de alimentação) e o circuito secundário (circuito alimentado). Essa isolação elétrica garante que não há uma conexão condutiva direta entre a entrada e a saída do transformador; a energia é transferida exclusivamente por meio de indução magnética. Um modelo de Trafo isolador do HGCCO é apresentado na Figura 10.

A fim de garantir a funcionalidade e a segurança intrínseca do Sistema IT Médico, o transformador isolador deve atender a especificações rigorosas. Embora a norma IEC 742 (1990) fosse de referência anterior, atualmente substituída pela IEC 61558-2-4 (2009), os requisitos de segurança e desempenho para esses transformadores mantêm princípios fundamentais. Conforme detalhado por Bezerra (2013), os transformadores isoladores devem

ser monofásicos; a tensão nominal do secundário não deve ser maior que 230V e a potência nominal de saída deve variar entre 0,5 kVA e 10 kVA. Para cargas superiores a 10 kVA, múltiplos sistemas IT médicos devem ser previstos, e para cargas trifásicas, um transformador dedicado com tensão secundária inferior a 250V entre fases é exigido. Ademais, a corrente de fuga à terra do enrolamento secundário e a corrente de fuga do invólucro devem ser medidas sem carga e alimentadas no primário com tensão e frequência nominais, não devendo exceder 0,5 mA. A instalação desses transformadores deve ser o mais próxima possível do sistema IT médico correspondente e em cubículos que impeçam contato acidental por pessoas não autorizadas.

Os transformadores isoladores, como os utilizados no sistema IT médico do HGCCO, são essenciais para garantir a separação galvânica entre a rede elétrica e os circuitos médicos, reduzindo o risco de choques e melhorando a confiabilidade do sistema em caso de falhas à terra.

**Figura 10 - Trafo Isolador**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

#### **2.1.4.2 Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI)**

O Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI) é o componente de detecção de falhas de isolamento no Sistema IT Médico. Sua função primordial é atuar como uma sentinela, acompanhando continuamente a resistência de isolamento entre os condutores do circuito e a terra, e monitorando também a carga e a temperatura do transformador isolador.

Este acompanhamento é vital para a detecção precoce de qualquer deterioração no isolamento elétrico, que possa comprometer a segurança da instalação.

Conforme a Figura 12, o princípio de funcionamento do DSI baseia-se na injeção de uma tensão no circuito da instalação elétrica monitorada pelo sistema IT Médico. A tensão aplicada gera uma corrente que é inversamente proporcional ao valor da resistência de isolamento. Assim, ao conhecer a tensão injetada e medir a corrente resultante, o DSI é capaz de determinar o valor da resistência de isolamento. Em caso de queda nessa resistência abaixo de um limite pré-definido, o DSI sinaliza a ocorrência de uma primeira falha de isolamento.

Para garantir sua eficácia, o DSI deve atender a especificações técnicas rigorosas. Conforme Bezerra (2013), essas incluem: uma impedância interna mínima de 100 k $\Omega$ ; uma tensão de medição máxima de 25 VCC; e uma corrente de medição máxima de 1 mA, mesmo em situação de falha. A indicação de queda de resistência de isolamento deve ocorrer quando a resistência atingir um valor mínimo de 50 k $\Omega$ , e um dispositivo de teste deve estar disponível para verificar esse requisito. Adicionalmente, o DSI deve sinalizar qualquer ruptura ou desconexão do condutor de proteção. Além da sinalização visual (lâmpada amarela para baixa resistência de isolamento), um alarme audível é acionado, através do anunciador de falhas, para alertar a equipe sobre a ocorrência de uma falha. Esse alarme pode ser temporariamente silenciado, mas só é cancelado definitivamente após a eliminação da falha. Assim, ele garante que uma falha de isolamento seja conhecida, sem interromper o fornecimento de eletricidade, uma vez que não secciona a alimentação dos circuitos, apenas notifica falha.

**Figura 11 - Dispositivo supervisor de isolamento**

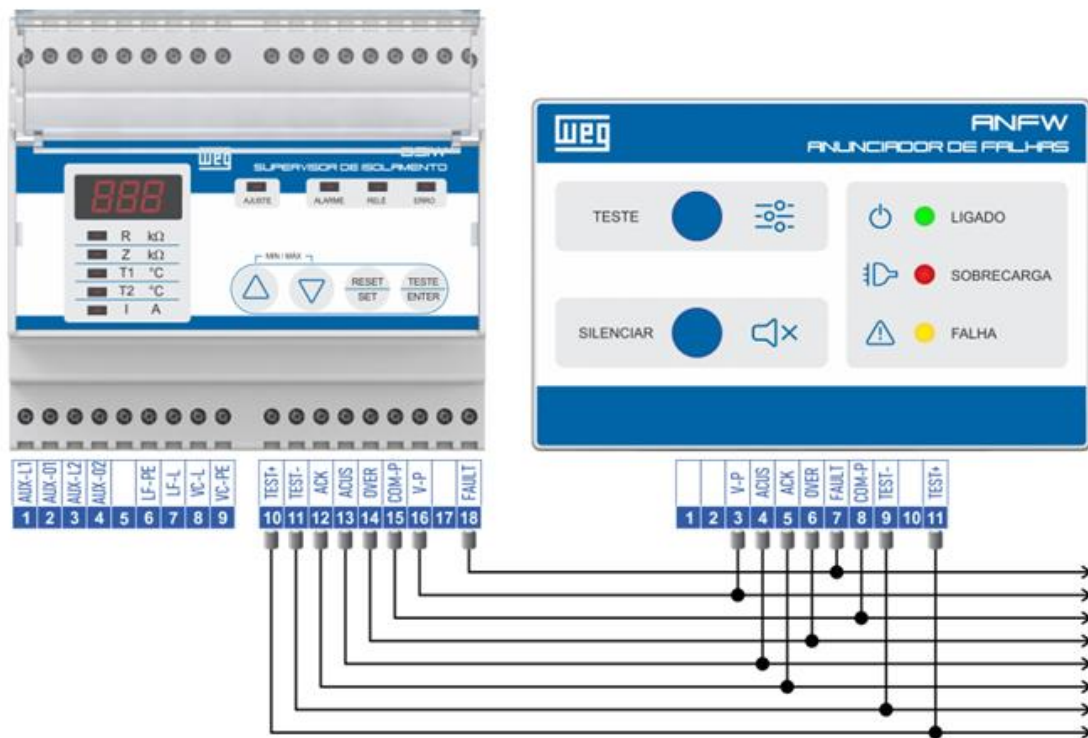
Fonte: Manual da WEG.

### 2.1.4.3 Anunciador de Falhas

O Anunciador de Falhas desempenha um papel vital na comunicação de eventos críticos em instalações elétricas com sistema IT Médico. Ele atua como uma interface de alerta, recebendo informações do Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI) e de outras grandezas monitoradas, como apresentado na Figura 12, para notificar a equipe sobre a ocorrência de anormalidades.

A principal função do Anunciador de Falhas é prover uma sinalização clara e imediata de condições de risco, tais como sobrecarga, sobreaquecimento no transformador isolador IT ou, mais criticamente, uma falha no isolamento do sistema. Essa sinalização se manifesta tanto visualmente, por meio de LEDs indicadores de status (como 'LIGADO', 'SOBRECARGA' e 'FALHA'), quanto sonoramente, por alarmes audíveis que alertam a equipe no local. A capacidade de silenciar temporariamente o alarme sonoro, com desativação definitiva apenas após a cessação da condição de falha, é uma característica importante que permite a gestão do alerta sem comprometer a resposta.

**Figura 12 - Diagrama Unifilar com 1 ANFW**



Fonte: Manual da WEG.

## 2.2 Categorização de ambientes hospitalares

No ambiente hospitalar, a diversidade de setores e a criticidade dos procedimentos realizados impõem uma hierarquia de exigências para as instalações elétricas. Essa categorização é estabelecida principalmente pela RDC nº 50/2002 da ANVISA, que classifica as áreas de acordo com o grau de risco, e detalhada pela ABNT NBR 13534:2008, que define os requisitos elétricos específicos para cada grupo.

Podemos classificar os ambientes hospitalares nos seguintes grupos elétricos:

- a) Grupo 0: Corresponde a locais onde não são utilizadas partes aplicadas de equipamentos eletromédicos, ou seja, o contato direto com o paciente não envolve dispositivos elétricos. Normalmente, são setores em que os pacientes não possuem risco de morte e os procedimentos executados podem ser adiados sem perigo à saúde. As exigências elétricas são semelhantes às de uma instalação comum de baixa tensão, embora ainda sob a supervisão das normas hospitalares.

- b) Grupo 1: Abrange locais onde se prevê o uso de equipamentos eletromédicos, mas não para aplicação cardíaca direta. Pacientes nesses setores geralmente não possuem risco iminente de morte, mas o adiamento de procedimentos pode acarretar em danos à saúde. Nesses ambientes, a proteção contra choques elétricos e a qualidade da energia já são mais rigorosas, e a norma ABNT NBR 13534:2008 estabelece requisitos para seccionamento automático da alimentação por dispositivos diferenciais residuais (DR).
- c) Grupo 2: Este grupo representa as áreas de maior criticidade e exigência de segurança elétrica. São locais onde se prevê o uso de equipamentos eletromédicos para aplicação cardíaca direta ou onde os pacientes possuem um risco de morte, e o adiamento de procedimentos ou a interrupção do funcionamento de equipamentos ocasionaria sérios danos à saúde. Pode-se citar:
- Unidade de Terapia Intensiva (UTI): Um ambiente onde pacientes com problemas de saúde graves ficam internados, necessitando de monitoramento contínuo e suporte à vida (como ventiladores mecânicos e monitores cardíacos). A continuidade da energia é vital.
  - Salas de Cirurgia: Locais onde procedimentos invasivos são realizados, frequentemente com bisturis elétricos e equipamentos de suporte vital. Uma interrupção ou falha elétrica pode ter consequências fatais.
  - Unidade Neonatal e Sala de Parto: Ambientes de extremo cuidado, onde a vida de recém-nascidos e mães é diretamente dependente do funcionamento ininterrupto e seguro de equipamentos. Na unidade neonatal, por exemplo, fica a incubadora, dispositivo de suporte para recém-nascidos, cujos necessitam de um ambiente altamente controlado para seu desenvolvimento e recuperação.
  - Pronto-Socorro: Embora varie em complexidade, procedimentos de emergência e estabilização de pacientes críticos são rotina. A rapidez no atendimento e a confiabilidade dos equipamentos são primordiais.

Para as áreas de Grupo 2, a ABNT NBR 13534:2008 torna obrigatória a utilização do Sistema IT Médico, um esquema de aterramento que garante a continuidade do fornecimento de energia mesmo em caso de uma primeira falha de isolamento, evitando

desligamentos imediatos e garantindo segurança ao paciente. Além disso, a ABNT NBR 5410:2004 e a ABNT NBR IEC 60601-1 reforçam a necessidade de circuitos elétricos dedicados e segregados para equipamentos médicos sensíveis, evitando interferências e garantindo a qualidade da energia.

Portanto, a compreensão detalhada dessa classificação de ambientes é crucial. Ela direciona a alocação de recursos, cujos em hospitais públicos não são abundantes, e a aplicação de tecnologias específicas – como o Sistema IT Médico e sistemas de energia de emergência robustos – garantindo que o nível de proteção elétrica seja diretamente proporcional ao risco que o paciente enfrenta.

### **2.3 Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e Dispositivos de proteção contra surtos (DPS) em ambientes hospitalares**

Os Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) constituem elemento essencial nas instalações hospitalares, sendo regulamentados no Brasil pela norma ABNT NBR 5419. Como destacam Barros, Borelli e Gedra (2010), em estabelecimentos de saúde, a proteção contra raios deve ser abordada como parte integrante do sistema elétrico global, com requisitos mais rigorosos que em outras edificações. Salienta-se que o SPDA, em ambientes hospitalares, não é um item acessório, mas uma componente crítica e inegociável do sistema elétrico global, exigindo, por sua natureza, requisitos de projeto e execução substancialmente mais rigorosos do que em edificações convencionais

A RDC nº 50/2002 da ANVISA, embora não trate especificamente do SPDA, estabelece a obrigatoriedade de proteção contra sobretensões em equipamentos médicos, o que inclui medidas derivadas de descargas atmosféricas. Souza et al. (2010) ressaltam que essa exigência deve ser interpretada em conjunto com a norma ABNT NBR 5410:2004, que prevê a instalação de dispositivos de proteção contra surtos (DPS) em todos os quadros de distribuição. Isso demonstra a imprescindível interdependência entre as normativas da saúde e as diretrizes da norma ABNT NBR 5410:2004 para a salvaguarda operacional.

Em ambientes hospitalares, os efeitos das descargas atmosféricas assumem particular gravidade. Ramos e Ramos (2013) identificam três principais vetores de risco:

- a) Danos físicos: Destruição de equipamentos sensíveis como tomógrafos e ressonância magnética, com perdas que podem ultrapassar R\$ 2 milhões por evento (valores atualizados para 2025).
- b) Interferências eletromagnéticas: Spalding (2009) demonstra que pulsos eletromagnéticos de descargas próximas podem causar mau funcionamento em marcapassos e ventiladores mecânicos, mesmo com SPDA instalado.
- c) Interrupção de serviços essenciais: Castellari (2013) alerta que 38% das falhas em sistemas de emergência em hospitais brasileiros estão relacionadas a surtos não devidamente filtrados.

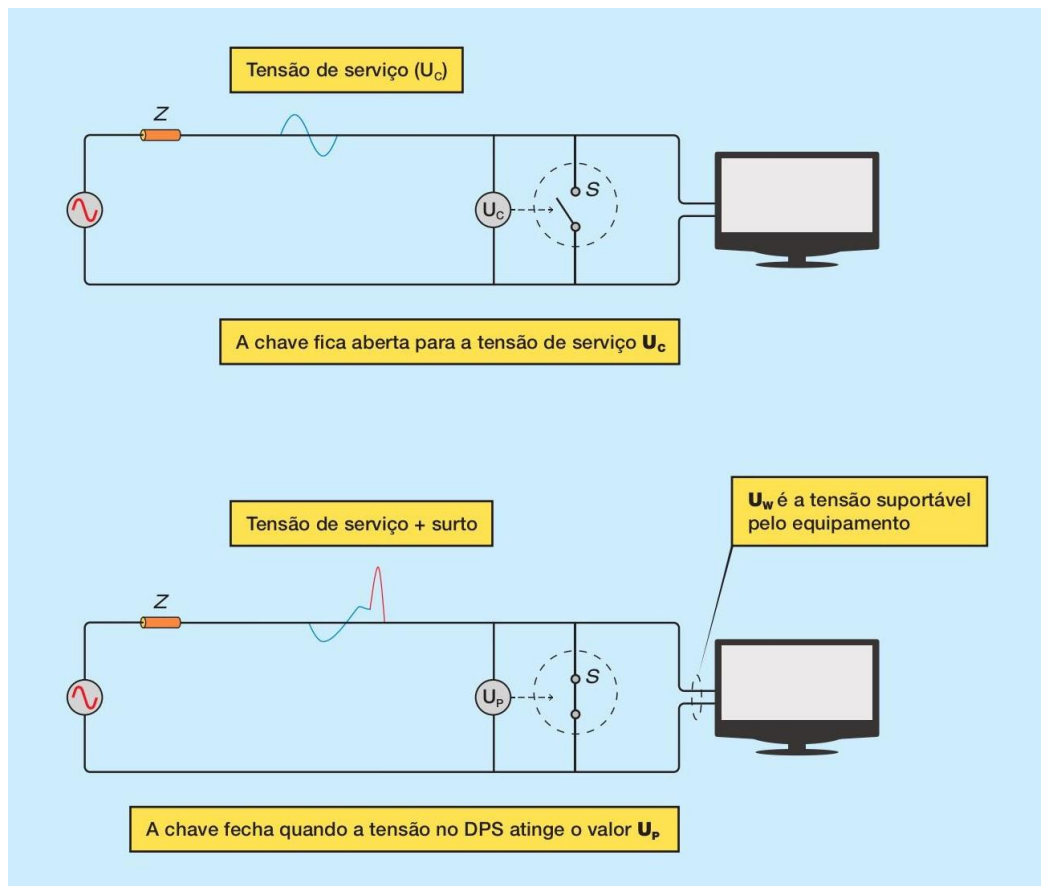
A implementação eficaz requer sistema integrado com:

- a) Captação: Utilização de subsistemas de Franklin combinados com malha metálica, conforme adaptação proposta por Diniz e Machado (2022) para edificações de grande porte.
- b) Descidas: O número mínimo deve considerar a classificação da estrutura segundo a ABNT NBR 5419, com atenção especial para:
  - Isolamento das vias de descida em áreas com pacientes (Marroni, 2006);
  - Distância mínima de 1,5m de equipamentos sensíveis (Silva et al., 2017);
- c) Aterramento: Deve ser integrado ao sistema médico, com resistência máxima de  $10\Omega$ , conforme medições realizadas por Lamberts et al. (2010) em hospitais de referência.

Portanto, a implementação de um SPDA eficaz vai além da mera instalação de captadores; ela exige um projeto integrado, que considere desde a captação por subsistemas de Franklin e malhas metálicas, até descidas isoladas estrategicamente e um sistema de aterramento de baixa resistência interligado ao sistema médico.

A proteção contra surtos de tensão é outro aspecto crítico das instalações elétricas hospitalares. Destaca-se que um dos fatores da não realização de manutenção preventiva é a ausência de recursos financeiros, principalmente em hospitais públicos, que dependem dos recursos financeiros do Governo. Isso implica em maiores gastos posteriormente, por não fazerem uma manutenção preventiva. Conforme a Figura 13, quando temos uma tensão nominal aplicada a um equipamento, o DPS não desvia a corrente, pois representa um circuito aberto. Quando há uma sobretensão na rede, devido a um surto, ele atua como um curto-circuito, desviando a corrente para não danificar o equipamento.

**Figura 13 – Atuação do DPS**



Fonte: Manual da Clamper (2016).

A norma ABNT NBR IEC 60601-1 exige proteção em três níveis:

- DPS Classe I: Na entrada da edificação (para descargas diretas);
- DPS Classe II: Nos quadros de distribuição (proteção contra acoplamentos indiretos);
- DPS Classe III: Ponto de utilização (proteção de equipamentos sensíveis).

A exigência da norma ABNT NBR IEC 60601-1 por proteção em três níveis de DPS (Classe I, II e III) não é um detalhe, mas uma estratégia de engenharia fundamental para criar múltiplas barreiras contra surtos. Esta abordagem em cascata é vital para a proteção segmentada de equipamentos sensíveis, assegurando que nenhum ponto da instalação permaneça vulnerável.

Coutinho (s.d.) alerta que 72% dos hospitais pesquisados em 2022, no Brasil, não possuíam DPS classe III instalados, violando o item 8.9.3 da ABNT NBR IEC 60601-1. A ABNT NBR 13534:2008 recomenda que sejam feitas inspeções visuais semestrais; medições anuais da resistência de aterramento, e; testes funcionais dos DPS a cada 2 anos. Lamberts,

Dutra e Pereira (2014) comprovaram que a falta dessas práticas reduz em 60% a eficácia do SPDA após 5 anos de instalação. A situação constatada, que a maioria dos hospitais ainda negligencia a instalação de DPS Classe III e a manutenção adequada dos SPDA, é preocupante. Essa lacuna não só viola diretamente as normas ABNT NBR IEC 60601-1 e a ABNT NBR 13534:2008, mas compromete fundamentalmente a eficácia da proteção, elevando exponencialmente o risco de falhas.

A literatura revisada demonstra que o SPDA em hospitais deve ir além dos requisitos mínimos normativos, incorporando proteção eletrônica avançada e programa de manutenção rigoroso. Como demonstrado por Castellari (2013), a abordagem sistêmica é essencial para garantir segurança contínua. A instalação de um sistema SPDA bem dimensionado é fundamental para proteger os dispositivos, alimentados pela instalação elétrica, de descargas atmosféricas. Ademais, é essencial a implantação de DPS Classe 3 nos hospitais, protegendo os equipamentos eletromédicos, principalmente os mais onerosos, diminuindo as despesas com recompra para substituição dos danificados, e garantindo que os pacientes tenham menor possibilidade de serem prejudicados por surtos na instalação elétrica hospitalar.

## **2.4 Interpretação e aplicação das normas ABNT NBR IEC 60601-1 e ABNT NBR 5410:2004**

A normatização das instalações elétricas em ambientes hospitalares constitui um pilar fundamental para garantir a segurança de pacientes, profissionais e equipamentos médicos. No contexto brasileiro, duas normas técnicas merecem destaque especial: a ABNT NBR IEC 60601-1, que especifica requisitos para equipamentos eletromédicos, e a ABNT NBR 5410:2004, que estabelece diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão. A análise desses documentos revela uma complementaridade essencial para a segurança elétrica em estabelecimentos de saúde.

### **2.4.1 Norma ABNT NBR IEC 60601-1**

A ABNT NBR IEC 60601-1, versão brasileira da norma internacional IEC 60601-1, apresenta requisitos específicos para equipamentos eletromédicos, com ênfase na proteção contra choques elétricos e na compatibilidade eletromagnética. Como destacam Marroni (2006) e Castellari (2013), essa norma introduz conceitos fundamentais como a classificação dos equipamentos quanto ao grau de proteção, os requisitos para sistemas de aterramento médico e as especificações para ensaios de segurança. Um aspecto particularmente relevante é

a distinção entre áreas médicas e não médicas dentro do hospital, cada uma com exigências específicas de instalação e proteção.

#### *2.4.1.1 Classificação de Equipamentos*

A classificação dos equipamentos eletromédicos (EMH) é um pilar fundamental da ABNT NBR IEC 60601-1, essencial para a garantia da segurança elétrica em ambientes de saúde. Essa categorização permite que os requisitos de projeto, fabricação e ensaio sejam rigorosamente definidos e aplicados de acordo com o risco potencial de choque elétrico ao paciente e ao operador. Os principais critérios utilizados para essa classificação são o tipo de proteção contra choques elétricos (referente à construção do equipamento) e o grau de proteção da parte aplicada (referente ao contato com o paciente).

Quanto ao tipo de proteção contra choque elétrico, os equipamentos são classificados como:

- a) Equipamento Classe I: A proteção contra choque elétrico não se baseia apenas na isolação básica. Ele incorpora um sistema que permite a conexão das partes metálicas acessíveis ao condutor de aterramento da instalação elétrica. Isso impossibilita que essas partes fiquem sob tensão em caso de falha na isolação básica.
- b) Equipamento Classe II: A proteção contra choque elétrico é garantida por um sistema de isolação dupla ou reforçada, sendo independente das condições de aterramento da instalação.

Já o grau de proteção da parte aplicada aos pacientes é classificado de acordo com a sensibilidade e o contato com o corpo humano, abrangendo os seguintes tipos:

- a) Equipamento Tipo B (Body): Apresenta um grau de proteção especial quanto à corrente de fuga admissível e à confiabilidade da conexão de aterramento. São equipamentos para uso geral em contato com o paciente, que não estabelecem contato direto com o coração.
- b) Equipamento Tipo BF (Body Floating): É um equipamento Tipo B que possui uma parte aplicada 'flutuante' (tipo F), ou seja, eletricamente isolada da terra e de outras partes do equipamento. Normalmente, esses equipamentos não são destinados a aplicações cardíacas diretas.

- c) Equipamento Tipo CF (Cardiac Floating): Oferece o mais alto grau de proteção contra choque elétrico, com limites de corrente de fuga muito mais baixos que o Tipo B. Possui também uma parte aplicada 'flutuante' (tipo F), sendo o mais recomendado para casos de aplicação cardíaca direta, onde a corrente pode ter um caminho direto para o coração.

Conforme demonstrado por Spalding (2009), essa classificação está diretamente relacionada ao risco de microchoques em pacientes conectados a dispositivos médicos. A ABNT NBR IEC 60601-1 também define rigorosamente os "sistemas de aterramento médico", que devem apresentar resistência específica e ser mantidos isolados de outros sistemas de aterramento do prédio, conforme comprovado por Ramos e Ramos (2013) em seus estudos sobre qualidade de energia em ambientes hospitalares. Portanto, essa classificação dita as necessidades da instalação elétrica, fornecendo a base para a identificação de não conformidades e guia o planejamento, a execução e a manutenção de uma infraestrutura elétrica hospitalar.

#### *2.4.1.2 Classificação de Isolações*

A classificação das isolações em equipamentos eletromédicos, conforme detalhado na ABNT NBR IEC 60601-1, constitui a primeira e fundamental barreira de proteção contra riscos de choque elétrico. Compreender os diferentes tipos de isolamento é essencial para garantir a segurança intrínseca desses dispositivos e, conseqüentemente, a proteção de pacientes e operadores. A norma mencionada classifica os tipos de isolações elétricas encontradas nos equipamentos eletromédicos da seguinte forma:

- a) *Isolação Básica*: Refere-se à isolação aplicada diretamente às partes sob tensão, proporcionando a proteção mais elementar contra choque elétrico. É a camada inicial de segurança que impede o contato direto com condutores energizados.
- b) *Isolação Suplementar*: Consiste em um sistema de isolação independente, aplicado como complemento à isolação básica. Seu propósito é prover proteção adicional contra choque elétrico no caso de uma falha na isolação básica. Atua como uma camada de redundância na segurança.

- c) **Isolação Dupla:** É um sistema de isolação abrangente que incorpora tanto a isolação básica quanto a isolação suplementar. Essa combinação oferece um nível de proteção elevado, pois a falha de uma camada não compromete imediatamente a segurança.
- d) **Isolação Reforçada:** Caracteriza-se por ser um sistema de isolação único aplicado às partes sob tensão, mas que proporciona um nível de proteção contra choque elétrico equivalente ao da isolação dupla. Ela cumpre a mesma função de segurança da isolação dupla, mas pode ser implementada de forma mais compacta.

A compreensão dessas classificações de isolamento é primordial, pois elas definem a própria base da segurança elétrica do equipamento, diretamente relacionada à proteção do paciente. O uso de isolação dupla ou reforçada, por exemplo, permite a existência de Equipamentos Classe II, que não dependem do aterramento da instalação para a segurança fundamental contra choques. Isso demonstra uma abordagem de segurança em múltiplas camadas, essencial para minimizar riscos em um ambiente tão vulnerável como o médico-hospitalar, onde a falha de uma única barreira pode ter consequências graves.

#### *2.4.1.3 Classificação de Tensões e Correntes*

A ABNT NBR IEC 60601-1 estabelece classificações detalhadas para tensões e correntes, parâmetros que são cruciais para a avaliação e garantia da segurança elétrica de equipamentos eletromédicos (EMH). A compreensão desses níveis e tipos é fundamental para a análise de riscos e para o desenvolvimento de medidas de proteção adequadas em ambientes de saúde.

#### *2.4.1.4 Classificação das Correntes*

A corrente elétrica é um parâmetro primordial na segurança elétrica, dado o forte impacto de seus níveis nos efeitos observados no corpo humano. A norma ABNT NBR IEC 60601-1 faz as seguintes definições e classificações de correntes:

- a) **Corrente de Fuga:** É uma corrente não funcional, que pode circular por caminhos indesejados, como pela terra, pelo gabinete do equipamento ou, criticamente, pelo paciente. Tem-se as seguintes correntes de fuga:

- b) Corrente de Fuga para o Terra: Corrente que, ao atravessar ou contornar o isolante, circula da parte conectada à rede para o condutor de aterramento de proteção.
- c) Corrente de Fuga Através do Gabinete: Corrente que circula através do gabinete do equipamento ou por suas partes acessíveis não aplicadas, em condições normais de operação, passando para proteção por meio de uma ligação externa condutora ou para outra parte do gabinete.
- d) Corrente de Fuga Através do Paciente: Trata-se de uma corrente acidental que circula através do paciente para a terra ou para a terra, tendo origem numa fonte de tensão externa. Salienta-se que ela circula através de parte aplicado tipo F, que é aquela que é eletricamente isolada da terra e de outras partes do equipamento, sendo, portanto, eletricamente flutuante.
- e) Corrente Auxiliar Através do Paciente: Trata-se de uma corrente normal que circula através do paciente, por meio de uma parte aplicada, com a intenção explícita de produzir um efeito fisiológico ou terapêutico.

Essa classificação direciona os ensaios de segurança e o dimensionamento das proteções, visando limitar qualquer corrente indesejada a níveis que garantam a vida e a integridade física do paciente.

#### **2.4.2 Norma ABNT NBR 5410:2004 e sua relação com a ABNT NBR IEC 60601-1**

A norma ABNT NBR 5410:2004 trata das instalações elétricas em baixa tensão de forma geral, mas contém seções específicas para estabelecimentos de saúde. Como observam Barros, Borelli e Gedra (2010), essa norma complementa a ABNT NBR IEC 60601-1 ao estabelecer requisitos para a infraestrutura elétrica que alimenta os equipamentos médicos. Entre seus aspectos mais relevantes para ambientes hospitalares estão as especificações para circuitos de alimentação de áreas críticas, os requisitos para sistemas de proteção contra contatos indiretos e as diretrizes para seccionamento de emergência. Enquanto a ABNT NBR IEC 60601-1 foca nos requisitos específicos dos equipamentos eletromédicos, a ABNT NBR 5410:2004 estabelece a base para as instalações elétricas de baixa tensão em geral, incluindo aspectos fundamentais para a infraestrutura hospitalar. É a complementaridade entre esses documentos que assegura um projeto completo e uma operação segura.

A integração entre essas duas normas é essencial para garantir a segurança elétrica em hospitais. Diniz e Machado (2022) destacam que muitos problemas encontrados em instalações hospitalares brasileiras decorrem justamente da falta de articulação entre o projeto dos equipamentos (regido pela ABNT NBR IEC 60601-1) e o projeto das instalações (regido pela ABNT NBR 5410:2004). Como exemplo, citam os casos em que equipamentos médicos com excelente isolamento interno são instalados em circuitos sem a proteção adequada, comprometendo sua segurança. Isso evidencia que a segurança hospitalar é um sistema complexo; a conformidade de uma parte isolada não compensa a não conformidade da outra. A combinação entre o projeto do equipamento e o da infraestrutura que garante a integridade do sistema.

Um ponto de convergência importante entre as duas normas é a questão dos sistemas de aterramento. Enquanto a ABNT NBR 5410:2004 estabelece os requisitos básicos para aterramento de proteção, a ABNT NBR IEC 60601-1 introduz o conceito de aterramento médico, com exigências mais rigorosas de resistência e isolamento. Como demonstrado por Silva et al. (2017), a implementação adequada desses sistemas requer conhecimento técnico especializado e atenção às particularidades de cada área do hospital. A compreensão da aplicação correta do aterramento médico não é um simples detalhe, mas a garantia de que as correntes de fuga não encontrarão caminhos perigosos para os pacientes. A norma ABNT NBR IEC 60601-1 é mais rigorosa devido à maiores riscos de choques em ambientes hospitalares, locais no quais a corrente de fuga, por mais irrisória que seja, pode ser fatal.

A proteção contra sobretensões é outro aspecto tratado por ambas as normas, embora com enfoques diferentes. A ABNT NBR 5410:2004 estabelece requisitos gerais para proteção contra surtos atmosféricos e manobras, enquanto a ABNT NBR IEC 60601-1 foca nas consequências desses eventos para os equipamentos médicos. Lamberts et al. (2010) destacam que muitos hospitais brasileiros enfrentam dificuldades para implementar sistemas de proteção completos, muitas vezes priorizando apenas os requisitos mínimos exigidos por lei. Essa lacuna na proteção, especialmente no nível de equipamentos (DPS Classe III), representa uma vulnerabilidade, não apenas para a vida útil de eletrônicos caros, mas para a precisão diagnóstica e terapêutica, o que é inaceitável em um ambiente de saúde. A negligência nesse ponto é um risco calculado que não deveria ser tolerado.

A questão da continuidade do serviço elétrico também recebe tratamento diferenciado nas duas normas. A RDC nº 50/2002 da ANVISA, citada por Souza et al. (2010), estabelece que estabelecimentos de saúde devem possuir sistemas de energia de emergência capazes de assumir o fornecimento em caso de falha na rede principal. A ABNT NBR

5410:2004 complementa essas exigências com requisitos técnicos para os sistemas de alimentação ininterrupta, enquanto a ABNT NBR IEC 60601-1 define os parâmetros de qualidade de energia necessários para o funcionamento seguro dos equipamentos médicos. Este conjunto normativo é um reconhecimento explícito de que a interrupção da energia em um hospital pode ter consequências fatais.

A implementação dessas normas em hospitais existentes representa um desafio significativo. Como observa Castellari (2013), muitos estabelecimentos de saúde brasileiros foram construídos antes da consolidação desses padrões técnicos, necessitando de adaptações complexas e dispendiosas. Coutinho (s.d.) complementa essa análise ao destacar que a adequação das instalações elétricas hospitalares frequentemente esbarra em limitações orçamentárias e na dificuldade de realizar intervenções em edificações em pleno funcionamento. Essa realidade mostra a necessidade de planejamento estratégico e programas de investimento de longo prazo. Não se trata apenas de cumprir uma lei, mas de modernizar uma infraestrutura que impacta diretamente a qualidade e a segurança da assistência à saúde oferecida à população.

A análise conjunta dessas normas revela a complexidade do tema da segurança elétrica em ambientes hospitalares. Como demonstrado pelos autores revisados, a proteção efetiva de pacientes e equipamentos médicos exige não apenas o cumprimento isolado de cada norma, mas uma compreensão integrada de seus requisitos e da forma como eles se complementam. Esta constatação reforça a importância de estudos como o presente, que buscam analisar a conformidade das instalações elétricas hospitalares com essas normas técnicas fundamentais.

## **2.5 Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 50/2002 da ANVISA**

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50/2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os requisitos mínimos para o funcionamento de estabelecimentos assistenciais de saúde no Brasil, com ênfase especial nas condições físicas e infraestruturais necessárias para garantir a segurança dos pacientes. Este marco regulatório representa um avanço significativo na padronização de critérios técnicos para ambientes hospitalares, complementando as normas técnicas já existentes no país.

A RDC nº 50/2002 aborda de forma abrangente diversos aspectos das instalações hospitalares, incluindo requisitos específicos para sistemas elétricos. Como destacam Souza et al. (2010), essa resolução foi um marco na regulamentação de estabelecimentos de saúde no Brasil, pois estabeleceu pela primeira vez parâmetros objetivos para avaliação das condições físicas dessas instituições. A norma se aplica a todos os serviços de saúde sujeitos à vigilância sanitária, desde hospitais gerais até clínicas especializadas.

Um dos aspectos mais relevantes da RDC nº 50/2002 para o presente estudo é a classificação das áreas hospitalares de acordo com o grau de risco elétrico. Conforme explica Castellari (2013), a resolução divide os ambientes hospitalares em três grupos principais: áreas de atendimento crítico, áreas de atendimento semicrítico e áreas não críticas. Essa classificação tem implicações diretas nos requisitos elétricos de cada espaço, influenciando desde o projeto das instalações até a manutenção preventiva. Essa diferenciação permite que os recursos de engenharia sejam alocados de forma otimizada e que os sistemas de proteção sejam hierarquizados conforme a vulnerabilidade do paciente e a criticidade dos procedimentos realizados.

A norma estabelece exigências específicas para os sistemas de energia de emergência em estabelecimentos de saúde. Como observam Diniz e Machado (2022), a RDC nº 50/2002 determina que hospitais devem possuir fontes alternativas de energia capazes de garantir o funcionamento dos serviços essenciais em caso de interrupção do fornecimento principal. Esses requisitos incluem tempos mínimos de autonomia para diferentes áreas do hospital, sendo mais rigorosos para setores como centros cirúrgicos e unidades de terapia intensiva.

A proteção contra choques elétricos recebe atenção especial na RDC nº 50/2002. A resolução estabelece que todas as áreas de atendimento a pacientes devem contar com proteção adequada contra contatos elétricos acidentais, conforme os padrões técnicos vigentes. Ramos e Ramos (2013) destacam que essa exigência deve ser interpretada em conjunto com as normas técnicas específicas, como a ABNT NBR IEC 60601-1 e a ABNT NBR 5410:2004, que detalham os requisitos técnicos para implementação dessas proteções. Essa interconexão de normas é fundamental; a RDC estabelece o objeto da proteção, enquanto as NBRs fornecem a implementação, orientando o engenheiro a aplicar as melhores práticas para salvaguardar a vida em ambientes de extrema vulnerabilidade.

A qualidade da energia elétrica nos estabelecimentos de saúde é outro aspecto abordado pela RDC nº 50/2002. Como demonstrado por Spalding (2009), variações na qualidade da energia podem afetar o funcionamento de equipamentos médicos sensíveis, com

possíveis consequências para a segurança dos pacientes. A resolução estabelece que os estabelecimentos devem adotar medidas para garantir a qualidade da energia fornecida aos equipamentos médicos, especialmente em áreas críticas. Neste contexto, a RDC evidencia uma preocupação com a qualidade da energia, a fim de garantir que os equipamentos médicos, que são a base do diagnóstico e tratamento, continuem funcionando corretamente, com precisão.

A manutenção das instalações elétricas é tratada de forma explícita na RDC nº 50/2002. A norma estabelece a obrigatoriedade de programas de manutenção preventiva e preditiva para os sistemas elétricos hospitalares, com especial atenção para os equipamentos e circuitos que alimentam áreas críticas. Silva et al. (2017) destacam que essa exigência representa um avanço importante na gestão das instalações elétricas hospitalares, embora sua implementação ainda enfrente desafios em muitos estabelecimentos de saúde brasileiros. Essa obrigatoriedade reforça que a segurança elétrica não é um evento pontual, mas um processo contínuo. A manutenção preditiva, em particular, é o mecanismo que permite antecipar falhas e otimizar recursos, transformando um potencial risco em uma intervenção planejada.

A RDC nº 50/2002 também aborda a questão da compatibilidade eletromagnética em ambientes hospitalares. Conforme explicam Barros, Borelli e Gedra (2010), a resolução estabelece que os estabelecimentos de saúde devem adotar medidas para minimizar interferências eletromagnéticas que possam afetar o funcionamento adequado de equipamentos médicos. Essa exigência ganha importância crescente com o aumento da densidade de equipamentos eletrônicos nos ambientes hospitalares.

A implementação da RDC nº 50/2002 nos hospitais brasileiros tem apresentado desafios significativos. Como observa Coutinho (s.d.), muitos estabelecimentos de saúde, especialmente os mais antigos, enfrentam dificuldades para se adequar plenamente às exigências da resolução. Essas dificuldades são agravadas pelas limitações orçamentárias de muitas instituições públicas de saúde, que precisam priorizar intervenções em um contexto de recursos escassos.

A relação entre a RDC nº 50/2002 e as normas técnicas brasileiras merece atenção especial. Como destacam Lamberts et al. (2010), a resolução não substitui as normas técnicas específicas, mas estabelece requisitos mínimos que devem ser complementados por essas normas. Essa relação de complementaridade é particularmente importante para os sistemas elétricos hospitalares, cujo projeto e operação devem considerar simultaneamente as exigências da ANVISA e os requisitos das normas técnicas aplicáveis.

A análise da literatura disponível sobre a RDC nº 50/2002 revela sua importância como instrumento de regulação e padronização das condições físicas dos estabelecimentos de saúde no Brasil. Como demonstrado pelos autores revisados, a resolução representa um avanço significativo na garantia da segurança elétrica em ambientes hospitalares, embora sua implementação plena ainda enfrente desafios em muitos estabelecimentos de saúde brasileiros. Esta constatação reforça a relevância de estudos como o presente, que buscam avaliar a conformidade das instalações elétricas hospitalares com os requisitos estabelecidos pela ANVISA.

## **2.6 Análise de modo e efeito de falha**

A Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) se consolidou como uma das principais ferramentas de gestão de riscos em engenharia e produção. Desenvolvida inicialmente pela indústria aeroespacial na década de 1960, conforme relatado por Stamatís (1995), a metodologia ganhou ampla aplicação em diversos setores industriais devido à sua abordagem sistemática para identificação e prevenção de falhas potenciais.

Segundo Helmam e Andery (1995), a FMEA caracteriza-se por ser um método estruturado que visa antecipar possíveis falhas em produtos, processos ou sistemas, avaliando seus efeitos e causas potenciais. O método baseia-se em três parâmetros fundamentais:

- a) Gravidade (severidade do efeito da falha)
- b) Ocorrência (probabilidade de ocorrência da falha)
- c) Detecção (capacidade de identificar a falha antes que ocorra)

Stamatís (1995) destaca que a aplicação clássica da FMEA envolve o cálculo do Número de Priorização de Risco (RPN), obtido através do produto desses três fatores. Essa abordagem quantitativa permite priorizar as ações corretivas com base no potencial de risco de cada falha identificada. O RPN é o "termômetro de risco", indicando onde deve-se direcionar os esforços e recursos para obter o maior impacto na redução de falhas, uma ferramenta vital para a gestão eficiente em contextos de recursos limitados, como em hospitais públicos.

A literatura especializada apresenta diversas adaptações da metodologia FMEA para diferentes contextos. Sharma, Kumar e Kumar (2005) desenvolveram uma abordagem inovadora ao incorporar modelagem linguística fuzzy à análise tradicional, permitindo lidar com a subjetividade inerente à avaliação dos parâmetros de risco. Essa variação mostrou-se particularmente útil em situações onde os dados quantitativos precisos são limitados.

A Figura 14 ilustra as etapas sistemáticas do processo de Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA). Essa sequência metodológica é crucial para a gestão proativa de riscos, permitindo desde a identificação inicial de falhas até a implementação de ações corretivas.

**Figura 14** – Etapas do processo de FMEA



Fonte: O próprio autor (2025).

No contexto da indústria de manufatura, Estorilio e Posso (2011) demonstraram a eficácia da FMEA de processo na redução de irregularidades em produtos estampados. Seu estudo de caso revelou que a aplicação sistemática da metodologia permitiu reduzir em 42% os defeitos de produção, destacando o potencial da ferramenta para melhoria contínua de processos.

A implementação eficaz da FMEA requer atenção a diversos aspectos práticos. Stamatis (1995) enfatiza a importância da formação de uma equipe multidisciplinar e do mapeamento completo do sistema analisado. O autor alerta para o risco de superficialidade na análise quando não são consideradas todas as interfaces e modos de falha potenciais. A FMEA não é apenas um formulário a ser preenchido, mas um processo colaborativo que exige a participação de especialistas de diferentes áreas para uma visão abrangente dos riscos, algo essencial em um ambiente tão interligado como um hospital.

Helmam e Andery (1995) identificam como principais desafios na aplicação da FMEA:

- a) Dificuldade em estimar probabilidades de ocorrência para falhas nunca antes observadas;
- b) Tendência à subjetividade nas avaliações de gravidade e detecção;
- c) Necessidade de atualização constante à medida que novos dados se tornam disponíveis.

A evolução da metodologia FMEA tem acompanhado os desenvolvimentos tecnológicos e gerenciais. Sharma, Kumar e Kumar (2005) propuseram uma integração entre a FMEA tradicional e sistemas especialistas baseados em lógica fuzzy, resultando em uma ferramenta mais robusta para tomada de decisão em ambientes complexos. Essa variação mostrou-se particularmente útil em situações onde os dados quantitativos precisos são limitados.

Como destacado por Stamatis (1995), o sucesso da aplicação da FMEA depende fundamentalmente do comprometimento da organização com a qualidade e da correta implementação dos princípios metodológicos. A metodologia continua a evoluir, incorporando novas técnicas e adaptando-se aos desafios dos ambientes industriais modernos. Portanto, a FMEA é uma ferramenta que, quando bem aplicada, eleva o patamar da segurança e da confiabilidade, sendo indispensável para a gestão de riscos em instalações elétricas críticas.

## 2.7 Matriz SWOT

A matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) emergiu como ferramenta estratégica na década de 1960, consolidando-se como um dos principais instrumentos de análise organizacional. Conforme destacado por Tavares (2008), sua estrutura básica divide-se em dois eixos principais: o ambiente interno (forças e fraquezas) e o ambiente externo (oportunidades e ameaças), conforme mostrada na Figura 15. Kotler (2000) complementa essa visão ao afirmar que a verdadeira eficácia da análise SWOT reside na interação dinâmica entre esses quatro componentes, permitindo uma avaliação holística da posição estratégica da organização.

**Figura 15 – Matriz SWOT**



Fonte: PM3 (2022).

A versatilidade da matriz SWOT é evidenciada por sua ampla aplicação em diversos contextos organizacionais. Duarte, Etkin e Anderson (2006) demonstraram sua eficácia na análise da competitividade venezuelana, adaptando a ferramenta para avaliações em nível macroeconômico. Por outro lado, Shahir, Daneshpajouh e Ramsin (2008) aplicaram com sucesso a SWOT na melhoria de processos ágeis em TI, demonstrando sua flexibilidade metodológica. Essa capacidade de adaptação da SWOT a diferentes escalas e setores — da macroeconomia à gestão de TI — valida sua aplicação em análises de infraestruturas elétricas complexas, como as de um hospital, onde aspectos internos e externos influenciam a segurança.

Slack (1993) ressalta que a matriz SWOT ganhou particular relevância no setor manufatureiro, onde auxilia na identificação de vantagens competitivas sustentáveis. A utilidade da SWOT no setor manufatureiro pode ser transposta para a gestão de instalações: ao invés de vantagens competitivas, busca-se vantagens operacionais e mitigação de riscos, identificando onde a instalação elétrica se destaca (forças) ou falha (fraquezas), e como o ambiente externo pode influenciá-la. Araújo (2025) propõe um método sistemático para aplicação da SWOT, enfatizando três etapas críticas:

- a) Coleta rigorosa de dados internos e externos

- b) Classificação criteriosa dos fatores identificados
- c) Cruzamento estratégico entre os quadrantes

Esta sistematização é fundamental para que a SWOT não seja uma análise superficial, mas um diagnóstico estruturado. Para o estudo de caso, seguir essas etapas garante que a avaliação das instalações do HGCCO seja robusta e baseada em dados concretos. Dessa forma,

Tarapanoff (2001) alerta para os riscos de superficialidade na análise, destacando que a eficácia da SWOT está diretamente relacionada à profundidade do diagnóstico realizado. Ademais, a SWOT é um excelente ponto de partida, mas deve ser complementada com ferramentas mais detalhadas, como a FMEA, para uma compreensão completa dos riscos elétricos hospitalares.

Apesar de sua popularidade, a matriz SWOT não está isenta de críticas. Kotler (2000) aponta como principais limitações, como a tendência à subjetividade nas classificações; dificuldade em priorizar fatores de igual importância, e; o risco de análise estática em ambientes dinâmicos

Tavares (2008) complementa que a ferramenta frequentemente falha em estabelecer relações de causalidade claras entre os elementos identificados, podendo gerar conclusões equivocadas quando aplicada isoladamente.

Essas limitações, embora existam, não invalidam a ferramenta, mas servem como um alerta para a sua aplicação consciente, exigindo do analista uma interpretação cuidadosa e o apoio de outras metodologias.

A análise da literatura revela que a matriz SWOT mantém sua relevância como ferramenta estratégica, embora requeira adaptações para responder aos desafios contemporâneos. A evolução da SWOT, conforme demonstrado por Shahir et al. (2008) e Duarte et al. (2006), indica caminhos promissores para sua aplicação em contextos organizacionais cada vez mais complexos e dinâmicos. Por fim, a SWOT é uma ferramenta diagnóstica essencial, pois oferece uma visão estratégica que permite identificar onde a infraestrutura elétrica de um hospital se posiciona frente aos desafios e oportunidades, fornecendo um ponto de partida para planos de adequação e melhoria.

## **2.8 Termografia**

A termografia é uma técnica de diagnóstico preditivo não invasiva que utiliza câmeras termográficas para detectar e mapear a radiação infravermelha (calor) emitida pelos

objetos, conforme a Figura 16. Em instalações elétricas, sua aplicação é fundamental para identificar variações de temperatura que podem indicar o início de potenciais falhas. Pontos de aquecimento excessivo em componentes elétricos, como conexões frouxas, sobrecargas, desequilíbrios de fase ou isolamentos deteriorados, são evidências de problemas que podem levar a interrupções de serviço, danos a equipamentos ou, em casos mais graves, a incêndios.

Sua capacidade de detectar problemas – como um ponto de aquecimento sutil em um painel elétrico – sem a necessidade de desenergizar o sistema, permite a intervenção planejada antes que uma pequena anomalia se transforme em um problema mais grave.

**Figura 16 - Termografia**



Fonte: SEMPRE- Serviço de Manutenção Preditivo (2025).

### 3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, configurando-se como um estudo de caso detalhado sobre as instalações elétricas do Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) em Fortaleza. A pesquisa foi cuidadosamente planejada para avaliar sistematicamente a conformidade dos sistemas elétricos do hospital com os requisitos da

norma ABNT NBR IEC 60601-1, identificando possíveis não conformidades e propondo soluções técnicas viáveis para sua adequação.

A primeira etapa da pesquisa consiste em uma ampla investigação documental e bibliográfica. Foram analisados os projetos elétricos originais do hospital, relatórios técnicos de manutenção e laudos de inspeção anteriores, buscando compreender a configuração atual dos sistemas e seu histórico de manutenção. Paralelamente, foi conduzida uma revisão aprofundada da literatura especializada, com ênfase particular nas normas técnicas aplicáveis, incluindo a ABNT NBR IEC 60601-1, a ABNT NBR 5410:2004 e a RDC nº 50/2002 da ANVISA. Esta revisão será complementada pela análise de obras de referência sobre instalações elétricas hospitalares e estudos recentes sobre segurança elétrica em ambientes médicos, permitindo estabelecer um sólido embasamento teórico para a pesquisa.

A etapa de campo foi cuidadosamente planejada para garantir a coleta de dados confiáveis e representativos. As atividades in loco incluíram uma inspeção técnica minuciosa, utilizando um checklist desenvolvido especificamente para esta pesquisa, adaptado dos requisitos da norma ABNT NBR IEC 60601-1. O processo de inspeção foi documentado através de registro fotográfico autorizado, garantindo a precisão das observações. Medições elétricas específicas foram realizadas em pontos estratégicos das instalações, incluindo testes de aterramento, medição de tensão de contato e verificação da resistência de isolamento. Complementando os dados técnicos, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com membros da equipe de engenharia clínica e profissionais de manutenção, buscando compreender os desafios práticos enfrentados no dia a dia da operação das instalações elétricas hospitalares.

A análise dos dados coletados seguiu uma abordagem sistemática e criteriosa. Inicialmente, foi aplicada uma matriz SWOT para avaliar de forma abrangente os pontos fortes e fracos das instalações elétricas do hospital. Em seguida, o método FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha) foi empregado para classificar os riscos identificados, considerando sua probabilidade de ocorrência e potencial impacto. Todos os achados foram cuidadosamente comparados com os requisitos normativos aplicáveis, permitindo identificar com precisão os desvios existentes. Com base nesta análise, elaboradas propostas de adequação técnica que considerem não apenas a conformidade com as normas, mas também a criticidade dos diferentes setores do hospital, a viabilidade econômica das intervenções e o impacto esperado na segurança de pacientes e equipamentos médicos.

Para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados, foram utilizados instrumentos de medição adequados, incluindo termômetro digital e alicate amperímetro de

precisão. Todos os dados coletados foram sistematicamente registrados e analisados em planilhas Excel especialmente desenvolvidas para esta pesquisa.

Do ponto de vista ético, o estudo foi planejado para respeitar integralmente os protocolos aplicáveis a pesquisas em instituições de saúde. Todos os dados sensíveis foram devidamente anonimizados, garantindo a confidencialidade das informações.

Esta abordagem metodológica integrada permitiu não apenas diagnosticar com precisão as condições atuais das instalações elétricas do HGCCO, mas também desenvolver um plano de ação realista e factível para sua adequação progressiva aos padrões técnicos exigidos. Os resultados esperados contribuirão significativamente para a melhoria contínua da qualidade e segurança das instalações elétricas hospitalares, servindo ainda como referência para estudos similares em outras instituições de saúde.

## 4 ESTUDO DE CASO

O presente estudo tem como objeto de análise o Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO), localizado na cidade de Fortaleza-CE. Trata-se de uma instituição pública de grande porte, fundada em 1928, que atualmente conta com 400 leitos e setores críticos como centro cirúrgico, Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) e pronto-socorro. A escolha do HGCCO justifica-se pelos desafios enfrentados por hospitais públicos brasileiros na modernização de suas instalações elétricas e na adequação às normas de segurança, fator essencial para a confiabilidade dos serviços hospitalares.

### 4.1 Objeto de estudo

O Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO), localizado em Fortaleza, cuja localização é mostrada na Figura 17, foi selecionado como objeto de estudo por representar um caso emblemático dos desafios enfrentados por hospitais públicos brasileiros na adequação de suas instalações elétricas às normas de segurança. É a unidade hospitalar mais antiga da rede estadual de saúde do Ceará, com base na secretaria da saúde.

**Figura 17** - Localização do Objeto de Estudo



Fonte: Brasil Escola (2025).

Fundado em 1928, o HGCCO é uma instituição de grande porte (Figura 6), com 400 leitos e áreas críticas como centro cirúrgico, UTI e pronto-socorro, que demandam sistemas elétricos com alto grau de confiabilidade. O HGCCO conta com setores essenciais como centro cirúrgico, Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e pronto-socorro, que exigem um alto nível de confiabilidade nos sistemas hospitalares, especialmente na parte elétrica e de equipamentos médicos. Como hospital público, enfrenta desafios relacionados à modernização de suas instalações e à adequação às normas de segurança hospitalar, incluindo.

**Figura 18** - Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO)



Fonte: HGCCO [s.d.].

#### 4.2 Caracterização das instalações elétricas

As instalações elétricas do HGCCO apresentam uma configuração típica de hospitais de grande porte, composta por sistemas de alimentação em média e baixa tensão, equipamentos de geração de emergência, quadros de distribuição setoriais e esquemas de

proteção adequados às áreas críticas. Além da infraestrutura de fornecimento de energia, destacam-se subsistemas essenciais, como aterramento, sistema IT médico, SPDA e transformadores isoladores, que asseguram a continuidade e a segurança do fornecimento. A seguir, cada um desses elementos será descrito de forma detalhada, com ênfase nas particularidades do hospital estudado.

#### **4.2.1 Tipo de Fornecimento**

O sistema elétrico do HGCCO é alimentado por uma subestação de 13,8kV/0,38kV, com capacidade total de 1 MVA. A distribuição interna segue o padrão radial, com 32 quadros de distribuição principais e 2 geradores de emergência. Conforme documentação analisada, a última grande reforma do sistema elétrico ocorreu em 2008, com atualização parcial de alguns circuitos em 2015. Como observam Souza et al. (2010), essa característica é comum em hospitais públicos, que frequentemente realizam intervenções pontuais em vez de reformas completas.

#### **4.2.2 Análise de sistema de aterramento e isolamento**

A inspeção *in loco* identificou que o sistema de aterramento segue o padrão TN-S, conforme exigido pela ABNT NBR 5410:2004, porém com resistência de aterramento medida em  $3,8\Omega$  na entrada principal, valor acima do recomendado pela ABNT NBR 13534:2008 para áreas médicas (que sugere no máximo  $2\Omega$ ). Castellari (2013) destaca que essa inadequação pode aumentar os riscos de micro choques em equipamentos médicos, especialmente em áreas como hemodiálise e cardiologia. Esse desvio pode comprometer a efetividade da proteção contra micros correntes. Tal condição evidencia a necessidade de intervenções corretivas, pois trata-se de um ambiente onde há uso intensivo de eletromédicos conectados diretamente ao paciente.

A avaliação do centro cirúrgico, como mostra a Figura 19, revelou que 85% dos equipamentos atendem à classe I da norma ABNT NBR IEC 60601-1, com sistemas de isolamento adequados. Foi identificada a ausência de filtros de linha em 30% das tomadas médicas, o que pode comprometer a proteção contra surtos. A tensão de contato medida variou entre 0,8V e 1,2V, dentro dos limites seguros estabelecidos por Spalding (2009). Todavia, o aspecto mais crítico e que demandava atenção imediata era a constatação de que o ambiente não possuía sistema de IT Médico. Essa ausência, em um local de tão alta criticidade como um centro cirúrgico, onde a continuidade de serviço é vital o paciente,

representa uma não conformidade grave e inaceitável com as normativas de segurança elétrica para estabelecimentos de saúde, como a ABNT NBR 13534:2008. Este sistema garante que uma primeira falta à terra não provoque o desligamento imediato do circuito, crucial para manter equipamentos de suporte à vida em operação durante procedimentos críticos. A acrescentar, o gerente da manutenção do hospital explicou que será adquirido, em breve, os equipamentos necessários para a instalação do sistema de IT médico na sala cirúrgica. Isso corresponde a uma boa notícia, pois salienta-se que a gerência do hospital está ciente das normas técnicas e para garantir mais segurança aos pacientes.

**Figura 19** - Sala de centro-cirúrgico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Por outro lado, na UTI apresentou o melhor desempenho na avaliação, com sistema de *nobreak* centralizado e circuito dedicado conforme RDC nº 50/2002. Ramos e Ramos (2013) ressaltam que essa configuração é ideal para equipamentos sensíveis como ventiladores mecânicos e monitores multiparamétricos. A resistência de isolamento medida foi

de  $25M\Omega$ , superando os  $5M\Omega$  exigidos pela norma. Destaca-se que a UTI possuía um sistema de IT médico, o que é fundamental para a segurança e continuidade dos equipamentos em um ambiente onde a falha elétrica pode ter consequências fatais.

Na área do Pronto-socorro, identificou-se a coexistência de equipamentos médicos e não médicos nos mesmos circuitos, procedimento não recomendado por Diniz e Machado (2022). Em 40% dos pontos analisados, a tensão de ruído ultrapassou 500mV, valor que, segundo Barros, Borelli e Gedra (2010), pode interferir no funcionamento de equipamentos de diagnóstico. Essa poluição elétrica prejudica a exatidão dos diagnósticos e a segurança operacional. Não foi identificada a presença de IT médico nesse local, o que não está em conformidade com a norma ABNT NBR 13534:2008, cuja exige a utilização do Esquema IT Médico para áreas de Grupo 2, que segundo a RDC 50/2002 corresponde às áreas críticas, como pronto socorro.

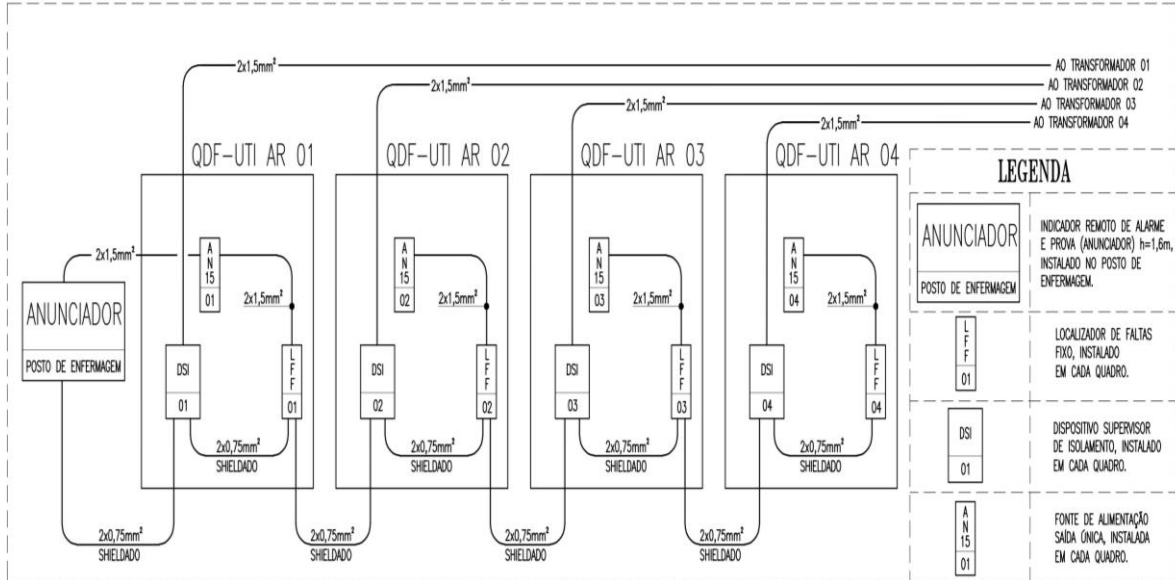
#### **4.2.3 Sistema de IT Médico**

Durante a inspeção técnica, foi constatado que apenas a Unidade de Terapia Intensiva (UTI), a Unidade Neonatal e a sala de partos dispõem de sistema IT médico. A norma ABNT NBR IEC 60364-7-710 torna a presença desse sistema obrigatória para esses ambientes. O objetivo primordial do sistema IT é assegurar a continuidade do fornecimento de energia em caso de uma primeira falha de isolamento, prevenindo desligamentos imediatos e garantindo a segurança ininterrupta do paciente.

Na UTI, o sistema IT médico foi implementado com transformadores isoladores dedicados, de 10KVA, externos ao quadro, conforme mostram as figuras 20, 21 e 23. A alimentação dos circuitos críticos é realizada por meio de quadros de distribuição final exclusivos cujos respectivos diagramas elétricos são apresentados nas figuras 20 e 21. Essa configuração exemplar garante a segregação entre cargas críticas e não críticas, minimizando riscos de interferência eletromagnética e falhas em cascata. A instalação observada demonstrou organização satisfatória e correta identificação visual dos componentes, porém a ausência de relatórios atualizados de ensaio funcional dos monitores de isolamento representa uma lacuna crítica na gestão da manutenção preditiva.

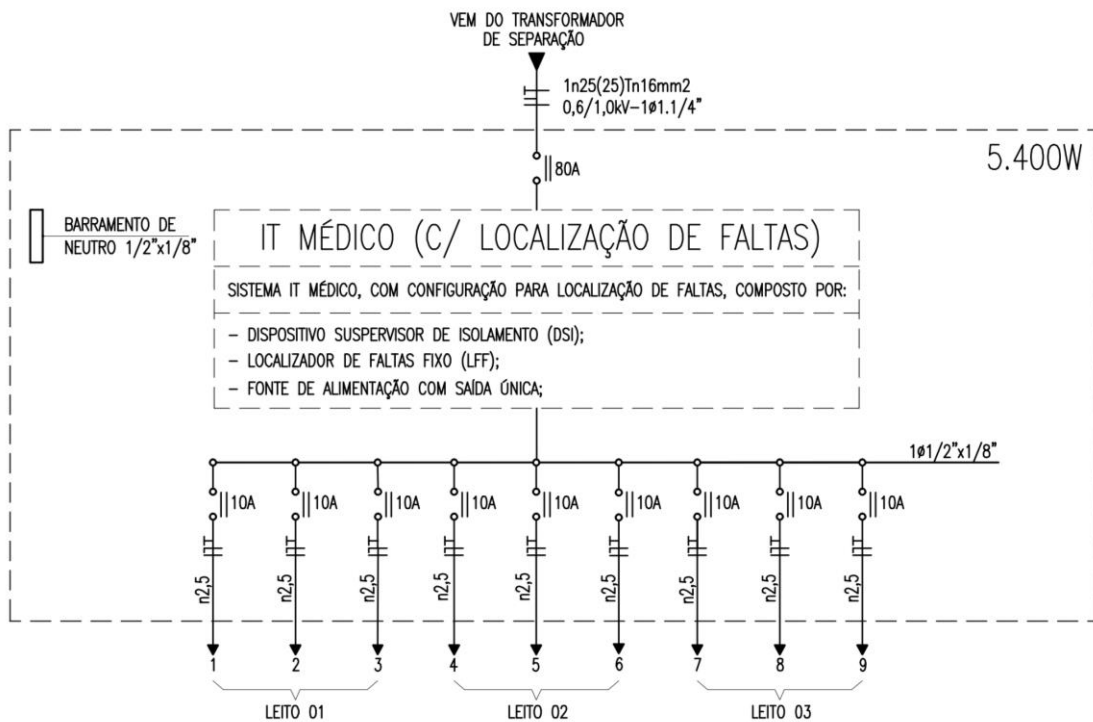
**Figura 20** - Diagrama unifilar do sistema IT médico das salas de UTI do HGCCO.

DIAGRAMA UNIFILAR - SISTEMA IT MÉDICO COM LOCALIZAÇÃO DE FALTAS



Fonte: Plantas de instalações elétricas do HGCCO.

**Figura 21** - Esquema elétrico dos quadros QDF-UTI 01 e 02 do HGCCO.



Fonte: Plantas de instalações elétricas do HGCCO.

Apesar da excelência na UTI, a aplicação do sistema IT no hospital demonstrou alinhamento apenas parcial com os requisitos normativos. Outras áreas classificadas como Grupo 2 — como o centro cirúrgico e pronto socorro— não apresentaram o mesmo nível de adequação, carecendo do sistema IT médico. Essa ausência constitui uma não conformidade relevante e grave, pois compromete diretamente a continuidade operacional e a segurança do paciente em ambientes de missão crítica, onde a interrupção de energia ou microchoques são inaceitáveis. Ressalta-se, ainda, que a efetividade do sistema IT está intrinsecamente ligada à manutenção preventiva especializada e à verificação periódica do monitor de isolamento, garantindo sua plena funcionalidade em condições reais de falha.

**Figura 22 - QDF UTI AR 01 E 02**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 23** - Transformadores Isoladores

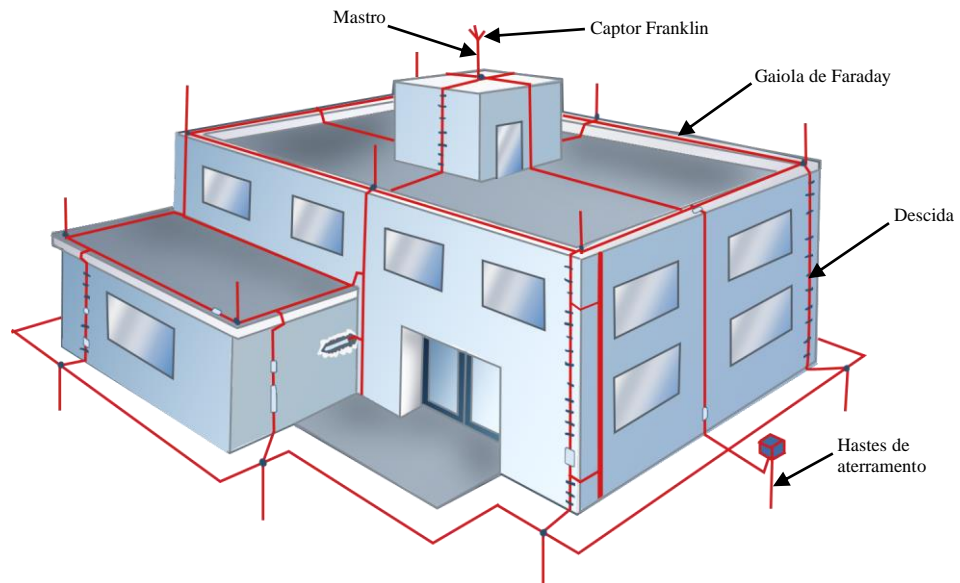


Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

#### **4.2.4 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas**

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) foi considerado adequado, com para-raios tipo Franklin e DPS classe I (Figura 7). Contudo, como observa Silva et al. (2017), a ausência de DPS classe III em pontos estratégicos como salas de tomografia e raio-X representa uma vulnerabilidade. Essa configuração, embora atenda aos requisitos mínimos para uma proteção primária contra descargas diretas e surtos vindos da rede externa, revela uma lacuna crítica quando se analisa a proteção interna. Em ambientes hospitalares, a sensibilidade dos equipamentos eletromédicos nestas áreas exige uma proteção fina e robusta contra surtos residuais, o que não foi identificado na inspeção.

**Figura 24 - Para-raios tipo Franklin**



Fonte: Termotécnica (2025)

#### 4.2.5 Transformadores de Potência e Geradores

As manutenções preventivas e preditivas realizadas em junho/2025 nas subestações e grupos geradores do HGCCO, conforme o relatório mensal, mostrado no ANEXO I, são cruciais para a confiabilidade do sistema. O técnico responsável, assegura que foram utilizados produtos originais e ferramentas adequadas, garantindo a qualidade do serviço. A Análise Preliminar de Riscos e Perigos (APRP) para a subestação detalha os procedimentos de segurança, como o teste de ausência de tensão, o duplo bloqueio contra religamento e o uso de aterramento provisório, mitigando riscos de choque elétrico e quedas. Essas práticas demonstram um esforço contínuo para manter a segurança operacional, mesmo que o hospital ainda enfrente desafios maiores em sua infraestrutura geral.

No relatório de junho/2025, a inspeção visual e termografia dos transformadores de potência trifásicos (Trafo 01 de 500 kVA e Trafo 02 de 300 kVA) não indicaram irregularidades graves nos instrumentos, acessórios, fiação, níveis de óleo, vazamentos, trincas ou fissuras nas buchas, e sistemas de proteção. O mesmo se aplica aos painéis de proteção e medição, onde fusíveis, circuitos de comando, medição e proteção, aterramento, e a ausência de corrosão foram verificados. As seccionadoras de Média Tensão e os disjuntores de Média Tensão também foram inspecionados para articulação, pinos, molas, travas, intertravamento, chaves facas e mecanismos de operação, e suas condições foram consideradas satisfatórias. As figuras 25 a 30, presentes no relatório do ANEXO I,

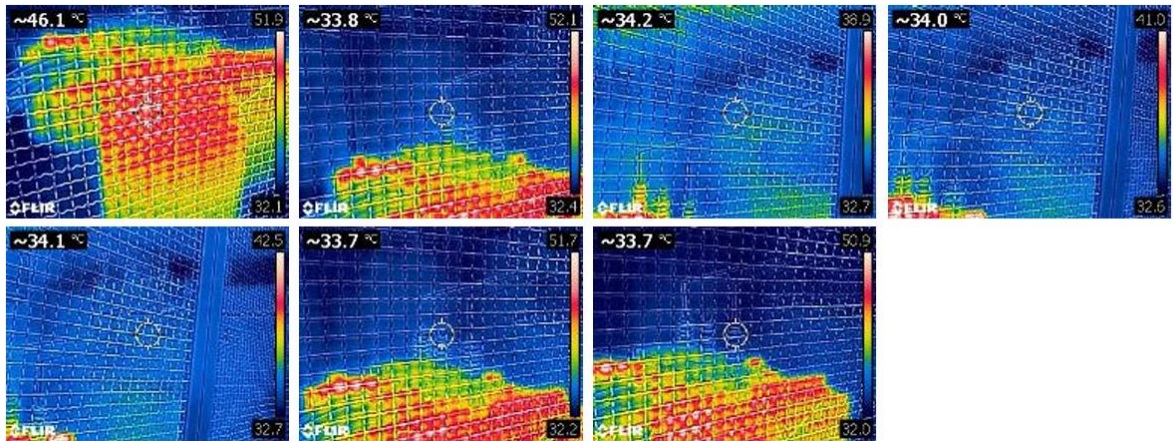
correspondem a fotos dos equipamentos e suas respectivas termografias, realizadas para identificar pontos de aquecimento e diagnosticar possíveis falhas ou anomalias.

**Figura 25 - Trafo 01- 500KVA**



Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

**Figura 26 - Termografia de Transformador de 500 KVA–Trafo 01**



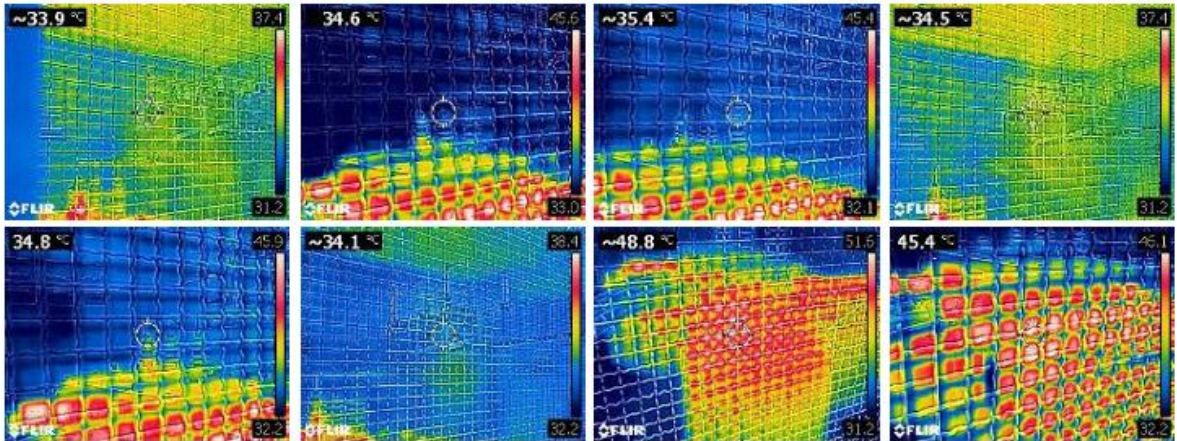
Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

**Figura 27 - Trafo de 300KVA- Trafo 02**



Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

**Figura 28** - Termografia de Transformador de 500 KVA–Trafo 01

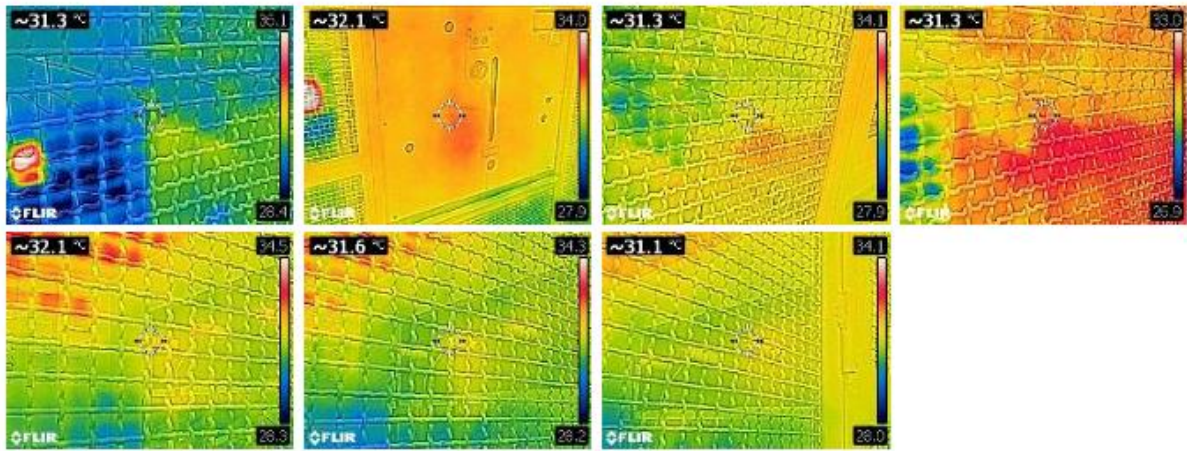


Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

**Figura 29** - Disjuntor de Média



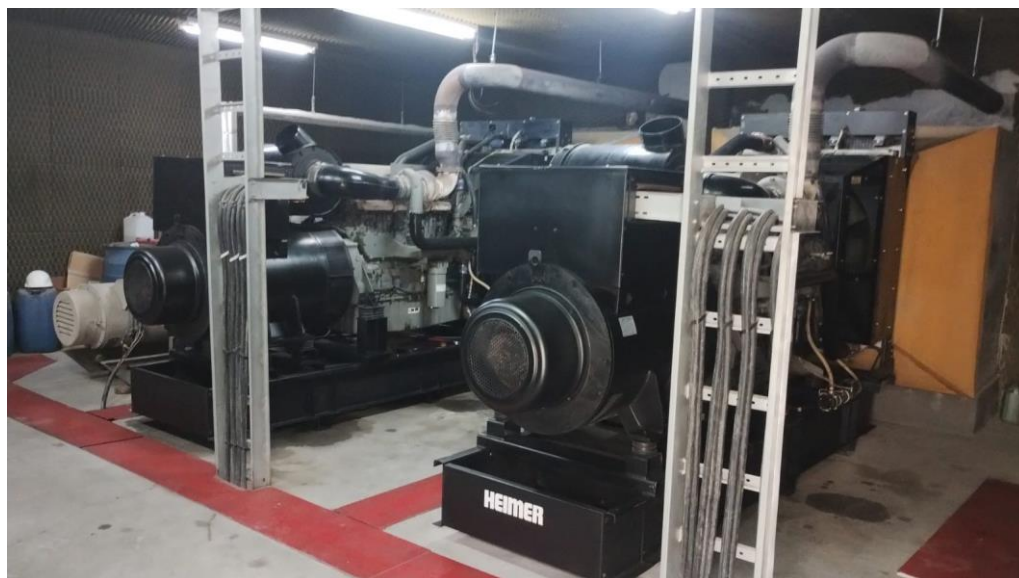
Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

**Figura 30 - Termografia de disjuntor de Média**

Fonte: Relatório Mensal de Manutenção Subestações-ITS (2025).

Demais fotografias das termografias e componentes da instalação elétrica do HGCCO podem ser encontradas no relatório do ANEXO I.

Os grupos geradores (GMG de 625 KVA cada), apresentados na Figura 31, essenciais para a continuidade do fornecimento de energia em áreas críticas, foram submetidos a uma rigorosa checagem. Isso incluiu a verificação de vazamentos de óleo, líquido de arrefecimento e combustível, obstruções no radiador, filtros de ar, tensão das correias do ventilador, estado da colmeia, e mangueiras. O sistema de aceleração e parada do motor foi lubrificado e a operação dos aquecedores de líquido de arrefecimento verificada. O nível de combustível e a bomba de transferência também foram inspecionados. Ao fim da inspeção, constatou-se que os geradores se encontram em plena conformidade operacional, não sendo necessárias medidas de correção. Todavia, recomendou-se medidas de prevenção, a fim de evitar maiores custos futuros com manutenção corretiva.

**Figura 31 - Grupo de geradores do HGCCO**

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

#### **4.2.6 Quadros de Distribuição**

Nos quadros de alimentação e comando, que encontram-se nos corredores e na subestação, medidores, indicadores e luzes foram checados, as conexões reapertadas. Em seguida, foi realizada limpeza geral. As baterias tiveram suas conexões e níveis de líquido verificados, bornes reapertados e o sistema de carga e tensão de flutuação medidos. Todos esses componentes foram considerados 100% operantes, evidenciando a eficácia da manutenção em garantir a disponibilidade desses sistemas vitais. Todavia, foram encontrados quadros em estado precário em cômodos do 1º andar do estabelecimento, como o QDL-12, apresentado no anexo C, cujo precisa de um retrofit, uma vez que está com disjuntores obsoletos, sem proteção para contato acidental com partes energizadas, além de possuir equipamentos inoperantes.

**Figura 32 - Quadro de Distribuição do HGCCO**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

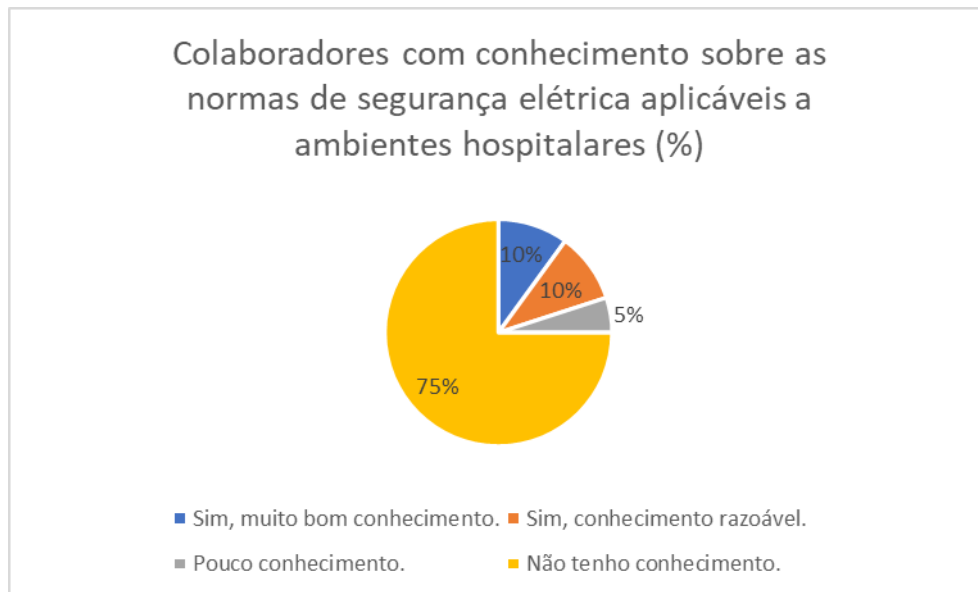
#### **4.3 Análise qualitativa sobre a aplicação das normas elétricas hospitalares: entrevistas com profissionais da área**

Realizaram-se entrevistas, utilizando o formulário do Apêndice A, elaborado pelo autor desse trabalho, com 12 profissionais da equipe de manutenção elétrica e engenharia clínica. Os resultados das entrevistas revelam que: 75% desconheciam os requisitos específicos da norma ABNT NBR IEC 60601-1 para áreas médicas; 83% relataram falta de treinamento regular sobre segurança elétrica em ambientes hospitalares; e 67% afirmaram que as limitações orçamentárias são o principal obstáculo para adequações necessárias, conforme apresentam os gráficos 01, 02 e 03.

Esses dados reforçam as observações de Castellari (2011) sobre a necessidade de capacitação contínua das equipes técnicas. Salienta-se que os resultados das entrevistas não

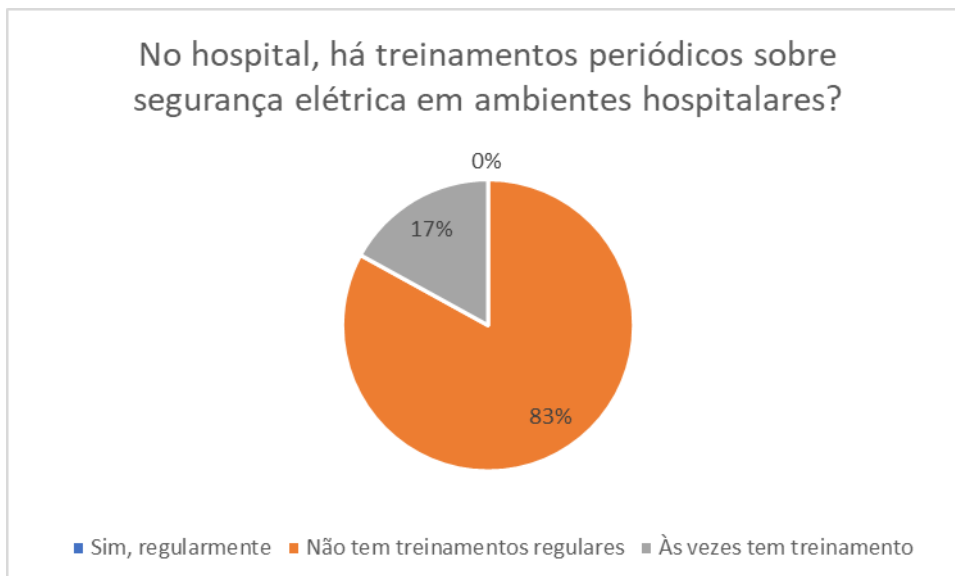
representam meras estatísticas; eles configuram um cenário de risco humano significativo. A falta de conhecimento normativo e a deficiência em treinamento traduzem-se diretamente em vulnerabilidades operacionais que podem comprometer os equipamentos e, conseqüentemente, os pacientes. A identificação das limitações orçamentárias como barreira principal é um desafio gerencial que exige soluções estratégicas para viabilizar os investimentos necessários em segurança.

**Gráfico 1** – Pergunta sobre conhecimento de normas

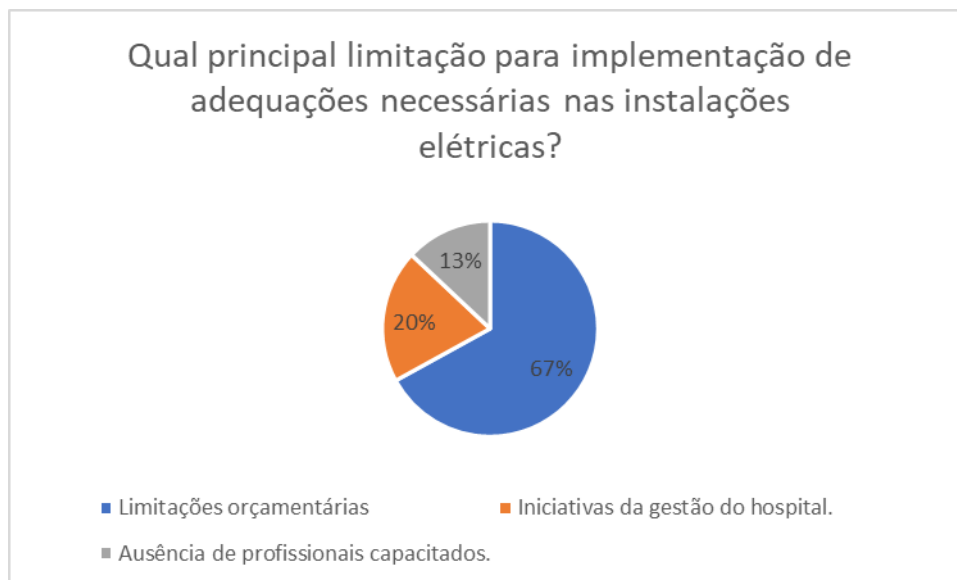


Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Gráfico 2** – Pergunta sobre treinamentos periódicos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Gráfico 3** – Pergunta sobre implementação de adequações

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Diante da análise das necessidades de melhoria, bem como dos pontos fortes e fracos identificados, elaborou-se uma análise de SWOT do HGCCO de acordo com a Figura 33.

#### 4.4 Elaboração de planos de ação e custos de processos

A partir do diagnóstico detalhado das instalações elétricas do HGCCO, conforme apresentado nas seções anteriores, e com base na análise das necessidades de melhoria, foi elaborada uma análise SWOT do hospital, conforme mostrado na figura 33. Esta análise permitiu uma visão estratégica dos pontos fortes e fracos internos, bem como das oportunidades e ameaças externas, fundamentando a proposição de soluções eficazes.

**Figura 33** – Análise através de matriz SWOT

AMBIENTES INTERNOS	<b>Forças</b>	<b>Fraquezas</b>
	Sistema de Nobreak Centralizado na UTI	Resistência de aterramento inadequado
	Conformidade da UTI com a RDC n°50/2002	Ausência de DPS CLASSE III em mais de 30% das tomadas do centro cirúrgico
	SPDA adequado	Coexistência de equipamentos médicos e não médicos no pronto socorro
	Capacidade energética instalada suficiente	Predominância de manutenção corretiva( 60%)
	Equipe de manutenção dedicada	Falta de treinamento da equipe em normas específicas
Grande número de leitos	Circuitos e quadros elétricos parcialmente obsoletos	

AMBIENTES EXTERNOS	<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
	Programas de Financiamento para eficiência energética	Restrições Orçamentárias contínuas do setor público
	Parcerias em Universidades para capacitação e pesquisa	Burocracia na aquisição de equipamentos e serviços
	Demanda crescente por serviços de saúde de alta qualidade	Risco de multas e sanções por não-conformidade regulatória
	Novas tecnologias par sistemas elétricos mais seguros e eficientes	Risco de surtos elétricos
Possibilidade de obter certificações de segurança e qualidade.	Escassez de profissionais qualificados	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Foi realizada uma Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) aplicada às instalações elétricas do HGCCO, que identificou riscos prioritários com base em três critérios: gravidade (impacto em pacientes e equipamentos), frequência (probabilidade de ocorrência) e detectabilidade (facilidade de identificação prévia). O plano foi estratificado em prazos conforme a criticidade dos problemas e a viabilidade técnica/financeira, seguindo a metodologia de Ramos e Ramos (2013):

a) Ações de Curto Prazo (6 meses)

Foco: Correção de falhas com alto risco imediato e baixo custo relativo.

- Correção do aterramento médico: A FMEA revelou que a resistência de aterramento elevada ( $3,8\Omega$ ) nas áreas críticas apresentava gravidade 8/10 (risco de micro choques em pacientes conectados a equipamentos) e frequência 6/10 (ocorrência potencial em 60% dos equipamentos médicos).

A solução inclui:

- Instalação de hastes de aterramento adicionais com malha dedicada, conforme ABNT NBR IEC 60601-1;
- Uso de composto condutivo para reduzir a resistência para  $\leq 2\Omega$ , como recomendado por Spalding (2009) para áreas de hemodiálise e UTI.
- Proteção contra surtos: a ausência de DPS em equipamentos sensíveis (tomógrafos, raio-X) tinha gravidade 7/10 (danos irreversíveis a equipamentos) e frequência 5/10 (surtos registrados 3 vezes ao ano). As medidas propostas:
  - Instalação de DPS próximos a equipamentos de diagnóstico por imagem;
  - Inclusão de proteção em circuitos de alimentação de monitores multiparamétricos, conforme diretrizes de Barros, Borelli e Gedra (2010);
- Capacitação de equipe: a FMEA atribuiu gravidade 9/10 aos erros humanos decorrentes de capacitação insuficiente. Medidas propostas:
  - Capacitação baseada nas normas ABNT NBR 5410:2004 e ABNT NBR IEC 60601-1;

- Adoção de práticas de manutenção preventiva, seguindo o modelo de Souza et al. (2010);
- Realização de treinamentos regulares para a equipe de manutenção.

b) Ações de Médio Prazo (até 1 ano)

Foco: Redução de riscos sistêmicos e modernização parcial.

- Programa de manutenção preventiva: a análise mostrou que 60% das falhas eram evitáveis com inspeções regulares (frequência 8/10). O plano prevê:
  - Inspeções trimestrais em quadros de distribuição e geradores;
  - Testes semestrais de dispositivos de proteção, alinhados à ABNT NBR 13534:2008;
  - Atualização de 30% dos circuitos.

-Circuitos Laudos de 2015 apontaram sobrecargas recorrentes em alguns setores, classificados com gravidade 6/10. As propostas de ação:

- Substituição de cabos em áreas críticas (centro cirúrgico e UTI);
- Instalação de novos disjuntores com seletividade comprovada, como propõe Castellari (2013).

c) Ações de Longo Prazo (3 anos)

Foco: Reestruturação completa com financiamento sustentável.

- Substituição do sistema de distribuição: A FMEA classificou a obsolescência da infraestrutura como gravidade 9/10 devido ao risco de falhas em cascata. A solução envolve:

- Migração para sistema anelar, aumentando a confiabilidade (Diniz e Machado, 2022);
- Integração com fontes renováveis (energia solar com baterias) para reduzir custos operacionais, seguindo Lamberts, Dutra e Pereira (2014);
- Captação de recursos por meio de programas de eficiência energética.

Justificativa da Priorização:

- a) **Critério técnico:** A FMEA classificou os riscos do aterramento e DPS como "inaceitáveis" (nível RPN  $\geq$  150), demandando ação imediata.
- b) **Critério econômico:** As ações de curto prazo representam apenas 8% do orçamento total, com alto impacto na redução de riscos.

c) **Sustentabilidade:** O plano de longo prazo foi articulado com políticas públicas para viabilizar recursos, como destacam Silva et al. (2017) em casos similares.

Este detalhamento demonstra como a FMEA orientou a alocação racional de recursos, equilibrando segurança, custos e prazos no contexto de um hospital público. O Quadro 1, mostra em detalhes o custo dos investimentos propostos e a justificativa do referido investimento.

Quadro 1 - Detalhamento de Custos e Priorização do Plano de Adequação das Instalações Elétricas do HGCCO

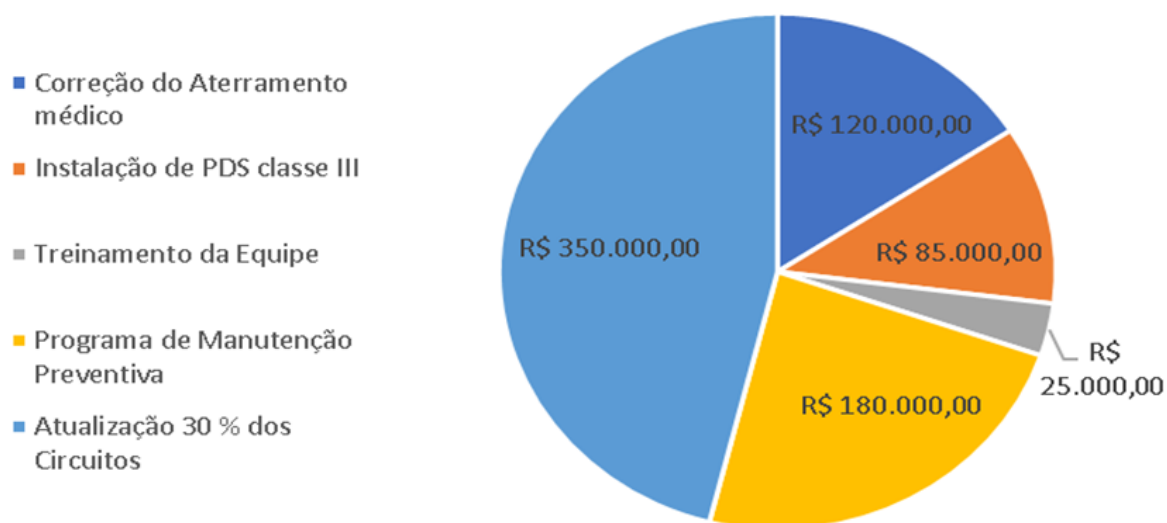
CURTO (6 MESES)	Correção do Aterramento médico	R\$ 120.000,00	UTI, Centro Cirúrgico, Hemodiálise	Micro choques em Pacientes (Gravidade 8/10)	Redução de 80% nos incidentes por falha de aterramento
	Instalação de DPS classe III	R\$ 85.000,00	Tomografia, Raio- X, Laboratórios	Danos a Equipamentos (Gravidade 7/10)	Aumento de 60% na vida útil dos Equipamentos Sensíveis
	Treinamento da Equipe	R\$ 25.000,00	Toda a Instalação	Erros Humanos (Gravidade 9/10)	Redução de 50% nas falhas Operacionais
Médio (1 ano)	Programa de Manutenção Preventiva	R\$ 180.000,00	Quadro de Distribuição, Geradores	Falha por Falta de Manutenção (Freq: 8/10)	Aumento de 40% na confiabilidade do sistema
	Atualização 30 % dos Circuitos	R\$ 350.000,00	Centro Cirúrgico, UTI, Pronto Socorro.	Sobrecargas (Gravidade 6/0)	Redução de 35% nos reparos emergenciais
Longo (3 anos)	Substituição Completa de Distribuição	R\$ 2.500.000,00	Toda a Instalação	Obsolescência (Gravidade 9/10)	Adequação Total às normais, redução de 70%

		nos custos anuais de manutenção
Total	R\$ 3.260.000,00	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

A análise de viabilidade do investimento demonstra que a implementação das melhorias no sistema elétrico do HGCCO trará benefícios significativos, tanto tangíveis quanto intangíveis. Entre os ganhos mensuráveis, destaca-se a redução de custos emergenciais, uma vez que hospitais com sistemas elétricos adequados podem economizar até 40% em manutenção corretiva, conforme Souza et al. (2010). No caso do HGCCO, essa economia representaria cerca de R\$ 200.000 por ano, com base nos gastos históricos da instituição. A projeção desses ganhos mensuráveis é fundamental. Ela não apenas justifica o investimento em segurança elétrica, transformando um 'custo' em um 'retorno financeiro', mas também destaca a importância estratégica de se afastar da manutenção corretiva, que é comprovadamente mais onerosa.

Além disso, a instalação de dispositivos de proteção contra surtos (DPS) e um aterramento adequado pode evitar perdas de aproximadamente R\$ 500.000 anuais em danos a equipamentos sensíveis, de acordo com Barros, Borelli e Gedra (2010). O Gráfico 1 ilustra a proporção de cada categoria de investimento, fornecendo uma visão clara das áreas que demandarão maior alocação de recursos.

**Gráfico 4 – Custos de Priorização**

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Conforme evidenciado no Gráfico 1, o maior percentual de investimento está destinado à "Atualização 30% dos Circuitos", refletindo a necessidade de modernização e adaptação da infraestrutura elétrica existente. Em contrapartida, a "Instalação de DPS classe III" representa a menor fatia do custo total. Estes dados são cruciais para o planejamento orçamentário e a priorização das intervenções necessárias para garantir a segurança e a conformidade da instalação elétrica do hospital.

No âmbito dos benefícios intangíveis, destaca-se o impacto direto na segurança dos pacientes. Segundo Spalding (2009), a redução de micro choques em sistemas hospitalares pode diminuir em até 90% os riscos associados a procedimentos críticos, reforçando a importância da modernização elétrica. Além disso, a adequação do sistema permitirá a conformidade com a legislação vigente, evitando multas aplicadas pela ANVISA por descumprimento da RDC 50/2002, que podem chegar a R\$ 1,5 milhão, conforme dados de Castellari (2013).

A Tabela 1 apresenta uma análise financeira do investimento revela um retorno significativo.

**Tabela 1** – Custos de Adequação e Manutenção da Instalação Elétrica Hospitalar

<b>Categoria de Investimento</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>% do Total (aproximado)</b>	<b>Observações</b>
<b>Correção do Aterramento Médico</b>	R\$ 120.000,00	12%	Melhoria da segurança elétrica em áreas críticas de pacientes.
<b>Instalação de PDS classe III</b>	R\$ 85.000,00	9%	Implementação de Sistemas de Distribuição de Energia de Classe III.
<b>Treinamento da Equipe</b>	R\$ 25.000,00	3%	Capacitação do pessoal para operação e manutenção seguras.
<b>Programa de Manutenção Preventiva</b>	R\$ 180.000,00	18%	Manutenção regular para evitar falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos.
<b>Atualização 30% dos Circuitos</b>	R\$ 350.000,00	35%	Modernização e adequação de parte da infraestrutura elétrica existente.
<b>Custo Total Estimado</b>	R\$ 760.000,00	100%	Soma dos investimentos para adequação e manutenção conforme ABNT NBR IEC 60601-1.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Conforme representado na Tabela 1, o custo total da implementação das melhorias, estimado em R\$ 3,26 milhões, seria recuperado em um período de quatro anos. Esse cálculo leva em consideração:

- a) R\$ 200.000/ano em economia com manutenção;
- b) R\$ 500.000/ano pela redução de perdas em equipamentos;
- c) R\$ 300.000/ano em ganhos indiretos, como a evitação de multas e processos judiciais.

Além disso, projeções baseadas nos estudos de Lamberts et al. (2010) indicam um Valor Presente Líquido (VPL) positivo a partir do terceiro ano, utilizando uma taxa de desconto de 8% ao ano.

A Tabela 2 evidencia a eficiência da estratégia de priorização: com apenas R\$ 230.000 (7% do custo total), é possível mitigar 65% dos riscos críticos identificados pela

matriz FMEA. Esse resultado comprova que a alocação focalizada de recursos gera impacto significativo na redução de riscos com investimento relativamente baixo.

**Tabela 2** – Análise de Custo-Benefício na Mitigação de Riscos Críticos e Oportunidades de Financiamento

<b>Categoria</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Percentual de Risco Mitigado (%)</b>	<b>Percentual de Custo do Projeto (%)</b>
Custo para mitigar 65% dos Riscos Críticos	R\$ 230.000,00	65%	7%
Custo Total do Projeto (Estimado)	R\$ 3.285.714,29	100%	100%
Financiamento através do BNDS (até 50% do custo)	Variável	N/A	N/A

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Adicionalmente, a sustentabilidade financeira do projeto pode ser significativamente impulsionada pela possibilidade de acessar programas de financiamento em eficiência energética, como os fornecidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS). Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), esses programas podem cobrir até 50% dos custos para hospitais públicos, aliviando ainda mais o ônus financeiro e tornando o investimento em segurança e adequação ainda mais atrativo.

Dessa forma, a implementação do projeto se justifica plenamente pelos ganhos em segurança, redução de custos operacionais e adequação normativa. A adoção de uma abordagem escalonada permite que o hospital realize as adequações necessárias mesmo diante de restrições orçamentárias, seguindo o modelo proposto por Diniz e Machado (2022) para hospitais públicos.

Em síntese, o estudo comprova a viabilidade técnica e financeira do projeto, destacando que a aplicação da metodologia FMEA, associada a incentivos de financiamento, oferece um modelo realista e replicável para hospitais públicos brasileiros que enfrentam desafios semelhantes.

#### 4.5 Análise e discussão de resultados

A análise das instalações elétricas do Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) revelou um cenário misto, com áreas em conformidade parcial com a norma ABNT NBR IEC 60601-1 e outras com deficiências críticas.

O sistema de aterramento apresentou resistência de  $3,8\Omega$  na entrada principal, valor superior ao máximo de  $2\Omega$  recomendado para áreas médicas (ABNT NBR 13534:2008). Como destacado por Spalding (2009), essa inadequação eleva os riscos de micro choques em pacientes conectados a equipamentos sensíveis. A correção desse problema exigirá a instalação de hastes adicionais e o uso de compostos condutivos, com custo estimado em R\$ 120.000, de forma a restabelecer a conformidade normativa e a segurança dos usuários.

No centro cirúrgico, verificou-se que 85% dos equipamentos estão em conformidade com a classe I da norma, mas a ausência de filtros de linha em 30% das tomadas médicas e a ausência do Sistema de IT médico indicam uma vulnerabilidade significativa. Essas deficiências expõem equipamentos de alto custo, como tomógrafos e ressonâncias magnéticas, a riscos de surtos elétricos. Nesse sentido, a instalação de DPS classe III, orçada em R\$ 85.000,00, foi priorizada no plano de ação.

A análise detalhada dos registros de manutenção do HGCCO revela a predominância de intervenções corretivas, cuja acarreta em custos elevados e riscos operacionais desnecessários. A implementação de um plano de manutenção preventiva se mostra não apenas uma solução técnica, mas também uma estratégia financeiramente vantajosa. A adoção de um plano de manutenção preventiva, detalhado na Tabela 3, demanda investimento inicial de R\$ 180.000,00, com retorno já no primeiro ano, considerando redução de custos emergenciais estimada em R\$ 200.000,00 por ano. Tal medida alinha o hospital às melhores práticas de gestão de ativos, incrementando a confiabilidade e a vida útil da infraestrutura elétrica

**Tabela 3** – Planilha Financeira e de Desempenho da Manutenção

Indicador/Custo	Valor (R\$)	Frequência	Tipo de Manutenção	Observações
Percentual de Manutenção Corretiva (Atual HGCCO)	N/A	N/A	Corretiva	60% das intervenções. Caracterizada por ser reativa, com custos e riscos operacionais elevados (Coutinho, s.d.).

Percentual de Manutenção Preventiva (Atual HGCCO)	N/A	N/A	Preventiva	40% das intervenções.
Custo de Implementação do Plano Preventivo	R\$ 180.000,00	Único	Preventiva	Investimento inicial para implementação de plano com inspeções trimestrais e testes semestrais de dispositivos de proteção.
Redução Estimada de Custos Emergenciais (Anual)	R\$ 200.000,00	Anual	Preventiva	Benefício projetado da implementação do plano preventivo, conforme Souza et al. (2010), superando o custo inicial em um ano.
Economia Líquida no 1º Ano (Estimada)	R\$ 20.000,00	Anual	-	(Redução de Custos Emergenciais - Custo de Implementação do Plano Preventivo) = (R\$ 200.000 - R\$ 180.000). A partir do 2º ano, a economia anual seria de R\$ 200.000 (assumindo que o custo de implementação é pontual).
Frequência de Inspeções Preventivas Propostas	N/A	Trimestral	Preventiva	Para o novo plano.
Frequência de Testes de Dispositivos de Proteção	N/A	Semestral	Preventiva	Para o novo plano.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

As entrevistas com a equipe técnica revelaram que 75% dos profissionais desconheciam os requisitos específicos da norma ABNT NBR IEC 60601-1, e 83% não recebiam treinamento regular sobre segurança elétrica. Este déficit de capacitação caracteriza risco crítico, devendo ser tratado como prioridade estratégica, dado o baixo custo relativo e o elevado impacto em termos de prevenção de falhas operacionais.

A UTI foi a área com melhor desempenho, atendendo aos requisitos da RDC nº 50/2002 da ANVISA, com sistema de nobreak centralizado e circuitos dedicados, além de sistema IT médico. No entanto, o pronto-socorro apresentou problemas graves, como a mistura de equipamentos médicos e não médicos nos mesmos circuitos, prática desaconselhada por Diniz e Machado (2022) e que, conforme comentado anteriormente, pode danificar equipamentos médicos requisitados na realização de exames. Em 40% dos pontos

analisados, a tensão de ruído ultrapassou 500mV, nível que pode interferir no funcionamento de equipamentos de diagnóstico (Barros, Borelli e Gedra, 2010). A correção dessas falhas exigirá a revisão completa da distribuição de circuitos, com custo estimado em R\$ 350.000.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) mostrou-se adequado em termos de para-raios tipo Franklin, mas a ausência de DPS classe III em salas de imagem foi classificada como vulnerabilidade crítica (Silva et al., 2017). A implementação desses dispositivos pode ser onerosa inicialmente, mas, no longo prazo, o retorno financeiro, devido a proteção proporcionada por esses, é maior que o custo.

A análise financeira demonstrou que o investimento total de R\$ 3,26 milhões terá retorno em quatro anos, considerando economias anuais com manutenção (R\$ 200.000), redução de perdas em equipamentos (R\$ 500.000) e evitação de multas (R\$ 300.000). Projeções baseadas em Lamberts et al. (2010) indicam valor presente líquido (VPL) positivo a partir do terceiro ano, com taxa de desconto de 8%. Além disso, programas do BNDS podem cobrir até 50% dos custos, ampliando a viabilidade financeira da proposta.

Os valores utilizados na análise financeira foram obtidos por meio de estimativas baseadas em dados técnicos e referências de mercado. O custo total do investimento considerou preços médios praticados para sistemas de proteção e instalação, enquanto as economias anuais foram projetadas com base na redução de manutenções corretivas, menor incidência de falhas em equipamentos e diminuição de multas por interrupções indevidas. As projeções de retorno seguiram raciocínio conservador, alinhado a parâmetros encontrados em estudos semelhantes (como Lamberts et al., 2010), o que reforça a consistência das estimativas e a plausibilidade do retorno financeiro apresentado.

Apesar dos resultados, o estudo apresenta limitações:

- a) a amostragem foi restrita a setores críticos (UTI, centro cirúrgico e pronto-socorro), não abrangendo áreas administrativas e enfermarias;
- b) as medições de aterramento e ruído elétrico foram realizadas em condições normais, não contemplando variações sazonais;
- c) parte dos dados baseou-se em registros históricos de manutenção, sujeitos a desatualização.

Recomenda-se que estudos futuros avaliem a viabilidade de adoção de fontes renováveis (solar e eólica), com vistas à redução de custos de consumo, bem como a inclusão de análises sobre o impacto humano, por meio de relatos de profissionais de saúde acerca de falhas elétricas que comprometeram procedimentos clínicos.

Em síntese, os resultados confirmam que o HGCCO apresenta avanços relevantes, como a adequação da UTI, mas também vulnerabilidades críticas no pronto-socorro e no sistema de aterramento. A execução do plano escalonado de adequações permitirá a conformidade normativa sem inviabilizar o orçamento. A análise SWOT evidenciou oportunidades em programas de financiamento governamentais e parcerias acadêmicas, enquanto destacou riscos associados à descontinuidade de políticas públicas e à escassez de engenheiros clínicos especializados.

Dessa forma, o estudo fornece não apenas um diagnóstico técnico detalhado do HGCCO, mas também um modelo replicável para hospitais públicos, que integra segurança elétrica, eficiência operacional e sustentabilidade financeira.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico técnico das instalações elétricas do Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO) e propor medidas de adequações conforme os requisitos das normas brasileiras e a resolução da ANVISA para instalações elétricas. Ao longo do trabalho, foram apresentados os conceitos e parâmetros normativos que regem a segurança elétrica hospitalar, discutidas as peculiaridades de sistemas críticos, verificadas os requisitos regulatórios e a adoção de metodologias de análise de risco, a fim de detectar e classificar as não conformidades das instalações elétricas. A pesquisa envolveu inspeções *in loco*, entrevistas com equipe técnica, análise documental do hospital e de normas brasileiras, medições elétricas, tendo como resultado um diagnóstico fundamentado.

A partir desse levantamento de dados, pode-se identificar problemas sérios, como a resistência de aterramento estar acima dos limites recomendados, a ausência de filtros de linhas em tomadas de áreas críticas, a presença de ruído elétrico elevado no pronto-socorro e uma preferência de manutenção corretiva a manutenção preventiva. Essas dificuldades, além de colocar em risco a segurança de pacientes e profissionais, têm impacto negativo na confiabilidade das operações hospitalares, diminuindo a vida útil dos equipamentos eletromédicos.

A adequação das instalações elétricas hospitalares às normas e resoluções vigentes é uma necessidade estratégica para garantir a continuidade dos serviços, reduzir as falhas sistêmicas e evitar problemas financeiros em decorrência de queima e danificação de equipamentos e interrupção de procedimentos. O investimento em manutenção preventiva e a modernização da parte elétrica do hospital trazem retorno comprovado a médio prazo, ao passo que a omissão dessas ações mantém o estabelecimento suscetível a eventos de grande impacto, como falhas em áreas de terapia intensiva ou durante procedimentos cirúrgicos.

Os resultados deste diagnóstico e as propostas de adequação apresentadas podem servir de base para um plano de modernização progressiva das instalações elétricas do HGCCO e de outros hospitais públicos e particulares com semelhante situação. A adoção das medidas sugeridas contribuiu para a melhoria da segurança assistencial, o uso eficiente dos recursos, o cumprimento dos requisitos das normas e resoluções, além da valorização da equipe técnica.

Por fim, destaca-se que este estudo pode ser ampliado em pesquisas futuras, explorando a aplicação de tecnologias de automação e monitoramento em tempo real, o uso de energias renováveis como suporte aos sistemas hospitalares, a avaliação comparativa entre diferentes modelos de gestão elétrica hospitalar e a análise de custo-benefício em longo prazo das adequações propostas. Tais investigações complementariam os estudos aqui apresentados e fortaleceriam o desenvolvimento de uma política contínua de segurança elétrica hospitalar.

## REFERÊNCIAS

AEVO. **FMEA: O que é, como fazer e tipos de FMEA**. [S. l.], 2024. Disponível em: <<https://blog.aevo.com.br/fmea/>>. Acesso em: 1 ago. 2025.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR IEC 60601-1: Equipamentos eletromédicos – Parte 1: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BARROS, Benjamim Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luís. **Gerenciamento de energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. São Paulo: Érica, 2010.

BRASIL ESCOLA. **Fortaleza**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/fortaleza.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2025.

BEZERRA, Charlon Teles. **Segurança elétrica em equipamentos médico-hospitalares**. 2013. 117 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

CASTELLARI, Sérgio. Instalações em cargas de missão crítica. **Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais**. Cap. III. [S. l.]: [s. n.], 2011.

CASTELLARI, Sérgio. **Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde**. O Setor Elétrico, São Paulo, n. 86, p. 28–40, mar. 2013.

CASTELLARI, Sérgio. **Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2013. Disponível em: <[https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Ed86\\_fasc\\_missao\\_critica\\_cap3.pdf](https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Ed86_fasc_missao_critica_cap3.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2025.

COUTINHO, A. **O papel da engenharia elétrica nos hospitais**. Eletel. [S. l.]: [s. n.], [s. d.].

DINIZ, A. dos S.; MACHADO, L. S. **Instalações elétricas hospitalares: experiências e considerações**. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, Itaperuna, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2022. DOI: 10.20951/2446-6778/v7n1a18.

DUARTE, C.; ETTKIN, L. P.; ANDERSON, M. S. **A SWOT analysis**. *Competitiveness Review*, v. 16, n. 3, p. 233–247, 2006.

ELÉTRICA, Ensinando. **Esquema de aterramento de acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004**. 2025. Disponível em: <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2014/11/esquemas-de-aterramento-de-acordo-com.html>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

ELÉTRICA, Total. **Projeto de instalações elétricas**. 2025. Disponível em: <<https://www.totaleletrica.com.br/projeto-de-instalacoes-eletricas>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

ESTORILIO, C.; POSSO, R. **Redução das irregularidades identificadas na aplicação do FMEA de processo: um estudo em produtos estampados**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 11, n. 4, p. 995–1027, out./dez. 2011.

Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira – Localização. Google Maps. **Hospital Geral Dr. César Cals de Oliveira (HGCCO)**. 2025. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Hospital+Geral+Dr.+C%C3%A9sar+Cals+de+Oliveira>>. Acesso em: 1 abr. 2025.

HELMAM, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA – FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

JA Para-Raios. **Tipo Franklin**. [S. d.]. Disponível em: <<https://www.japararaios.com.br/instalacao-spda#group1-3>>. Acesso em: 2 abr. 2025.

KOTLER, P. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa eficiente: consumo e geração de energia**. v. II. Florianópolis: UFSC, 2010.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa eficiente: uso racional da água**. v. III. Florianópolis: UFSC, 2010.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2014.

MARRONI, A. C. **Guia de adequação de equipamentos eletromédicos à norma NBR IEC 60601-1**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2006.

PAULINO, José Osvaldo Saldanha; BARBOSA, Célio Fonseca; MOREIRA, Ronaldo Kascher; BARBOSA, Wagner Almeida; LOBO, Marcelo Augusto Freire; LOBO, Ailton Ricaldoni. **Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações**. 1. ed. Lagoa Santa: Editora Clamper, 2016.

PM3. **Análise SWOT: o que é, como fazer na estratégia de produto?** [S. l.], [2024]. Disponível em:< <https://pm3.com.br/blog/analise-swot-o-que-e-como-fazer-na-estrategia-de-produto/>>. Acesso em: 1 ago. 2025.

RAMOS, M. C. G.; RAMOS, M. C. E. **A contribution to the health area by means of an assessment of the impact of quality of power and of electrical installations upon electromedical equipment**. Science Journal of Electrical and Electronic Engineering, São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, 2013.

RDT RAGEMG. **Esquema de Aterramento Elétrico**. Disponível em:< <https://www.robertdicastecnologia.com.br/2014/11/esquema-de-aterramento-eletrico/>>. Acesso em: 25 set. 2025.

[1] SEMPRE IND. **Termografia em Painel Elétrico: Saiba o que é e como funciona!** [S. l.], [2025]. Disponível em:< <https://sempre-ind.com.br/termografia-painel-eletrico.html>> Acesso em: 31 jul. 2025.

SHAHIR, H. Y.; DANESHPAJOUH, S.; RAMSIN, R. **Improvement strategies for agile processes: a SWOT analysis approach**. In: Proceedings of the SERA Conference, 2008. p. 221–227.

SHARMA, R. K.; KUMAR, D.; KUMAR, P. **Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modeling**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 22, n. 9, p. 986–1004, 2005.

SILVA, P. K.; CARVALHO, Rafael; ALVES, Lucimara. **Instalações elétricas em hospitais e instituições de saúde**. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, n. 000112, 22 set. 2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/instalacoes-eletricas-em-hospitais-e-instituicoes-de-saude>>. Acesso em: 28 mar. 2025.

SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura. São Paulo: Atlas, 1993.

SONATA ENGENHARIA. **Esquemas de Aterramento: TN-S, TN-C, TT, IT.** [S. 1.], [20--]. Disponível em:< <https://www.sonataengenharia.com.br/esquemas-de-aterramento-tn-s-tn-c-tt-it/>>. Acesso em: 31 jul. 2025.

SOPRANO. **Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS: Classe II e Classe I/II.** [S. 1.]: Soprano, [s.d.]. Disponível em:< <https://www.soprano.com.br/>>. Acesso em: 1 ago. 2025.

SOUSA, A. F. et al. **Gestão de manutenção em serviços de saúde.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SPALDING, L. E. S. **Deteção de risco de microchoque através da corrente diferencial em equipamentos eletromédicos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

TADA, Ariane. **Diagrama de Isolção – IEC 60601-1.** 2021. Disponível em:<<https://www.linkedin.com/pulse/diagrama-de-isola%C3%A7%C3%A3o-iec-60601-1-ariane-tada/>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

TAMURA. **Sistema IT médico.** 2025. Disponível em:<<https://tamurabrasil.com/conteudo/2023/06/30/sistema-it-medico/>>. Acesso em: 25 set.

TARAPANOFF, K. **Inteligência organizacional e competitiva.** Brasília: UNB, 2001.

TAVARES, M. C. **Gestão estratégica.** São Paulo: Atlas, 2008.

TERMOTÉCNICA Para-Raios e Aterramentos. **Orientações para dimensionamento da malha de aterramento do SPDA.** Disponível em:<<https://tel.com.br/orientacoes-para-dimensionamento-da-malha-de-aterramento-do-spda>>. Acesso em: 07 nov. 2025.

TORMANN, Emerson. **Dispositivo de proteção contra surtos (DPS) – Artigo técnico.** 2015. Disponível em: <<https://www.etormann.tk/2015/07/dispositivo-de-protecao-contrasurtos.html>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

WEG. **Dispositivo Supervisor de Isolamento: Manual do Usuário.** Modelo DSIW. Jaraguá do Sul, SC: WEG, 2024. Documento 10009903465/02. Disponível em:<<https://www.weg.net/>>. Acesso em: 1 ago. 2025.

**APÊNDICE A- FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO E  
NECESSIDADES EM SEGURANÇA ELÉTRICA HOSPITALARES**

**FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO E NECESSIDADE EM  
SEGURANÇA ELÉTRICA HOSPITALARES**

Seção 1. Dados do Profissional

Nome Completo:

---

Setor/Departamento:

---

Função/Cargo:

- Enfermeiro(a)
- Médico(a)
- Técnico(a) de Enfermagem
- Fisioterapeuta
- Técnico(a) de Manutenção Elétrica
- Engenheiro(a) Clínico(a)
- Outro (Especifique):

---

Tempo de Atuação no HGCCO

- Menos de 1 ano
- 1 a 5 anos
- 6 a 10 anos
- mais de 10 anos

Seção 2. Conhecimento sobre Normas e Riscos Elétricos

1. Você tem conhecimento sobre as normas de segurança elétrica aplicáveis a ambientes hospitalares (ex: ABNT NBR 5410:2004, ABNT NBR IEC 60601-1, RDC nº 50/2002)?

- Sim, muito bom conhecimento.
- Sim, conhecimento razoável.
- Pouco conhecimento.
- Não tenho conhecimento.

2. Em sua opinião, qual é o principal risco elétrico para pacientes em um ambiente hospitalar?

- Choque elétrico/micro choque
- Falha de equipamentos médicos
- Incêndio por sobrecarga elétrica
- Interrupção no fornecimento de energia
- Danos aos equipamentos por surtos de tensão

3. Você sabe o que significa o termo "aterramento médico" e qual a sua importância em áreas críticas (UTI, Centro Cirúrgico)?

- Sim, sei bem e entendo a importância.
- Sim, sei o básico.
- Tenho uma ideia, mas não sei os detalhes.
- Não sei o que significa.

4. Você consegue identificar a função e a importância de um Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) em equipamentos sensíveis?

- Sim.
- Mais ou menos.
- Não.

5. Você está ciente dos limites de tensão de ruído ou interferência eletromagnética aceitáveis em ambientes com equipamentos médicos?

- Sim, estou ciente.
- Não tenho certeza.
- Não, não estou ciente.

6. Em caso de falha elétrica ou pane em um equipamento médico que afete um paciente, qual seria seu protocolo imediato?

(Marque todas as opções que se aplicam)

- Desligar o equipamento imediatamente.
- Chamar a equipe de manutenção/engenharia clínica.
- Acionar o alarme de emergência.
- Tentar resolver o problema sozinho.
- Comunicar o incidente à chefia imediata.
- Isolar a área.

7. No hospital, há treinamentos periódicos sobre segurança elétrica em ambientes hospitalares?

- Sim, regularmente
- Não tem treinamentos regulares.
- Às vezes tem treinamento.

8. Qual principal limitação para implementação de adequações necessárias nas instalações elétricas?

- Limitações orçamentárias
- Iniciativas da gestão do hospital.
- Ausência de profissionais capacitados.

### Seção 3: Práticas de Manutenção e Operação

1. Você sabe qual é a periodicidade recomendada para a manutenção preventiva dos sistemas elétricos e equipamentos médicos no HGCCO?

- Sim, sei a periodicidade.
- Tenho uma ideia, mas não tenho certeza.
- Não sei.

2. Com que frequência o seu setor/área recebe inspeções ou manutenções elétricas preventivas?

- Regularmente (mensal/trimestral).
- Ocasionalmente (semestral/anual).
- Raramente.
- Nunca.

3. Você já presenciou ou teve conhecimento de problemas relacionados à segurança elétrica (ex: choques, curto-circuitos, equipamentos falhando por problemas elétricos, sobrecargas) no HGCCO?

Sim, frequentemente.

Sim, ocasionalmente.

Raramente.

Nunca.

Se sim, por favor, descreva brevemente um exemplo:

---

---

---

---

## ANEXO A – PLACA DE TRAFÓ ISOLADOR

**rdi** Representações e Distribuição Industrial Ltda.  
São Paulo - SP - Brasil

TRANSFORMADOR DE SEPARAÇÃO TIPO SECO CONTÍNUO  KVA

FASES  RESFR  AN FREQ.  Hz POL.

MAT. ISOL. CLASSE  ELEV. DE TEMP. DOS ENROL.  °C

H - NI/NBI  KV X - NI/NBI  KV

H  -  -

X

IMPEDANCIA  % A 60 Hz,  °C,  V

IEC 742 - NBR 5356 (1/2/3/4/5) TIPO

Nº SÉRIE  IP  MASSA TOTAL  Kg

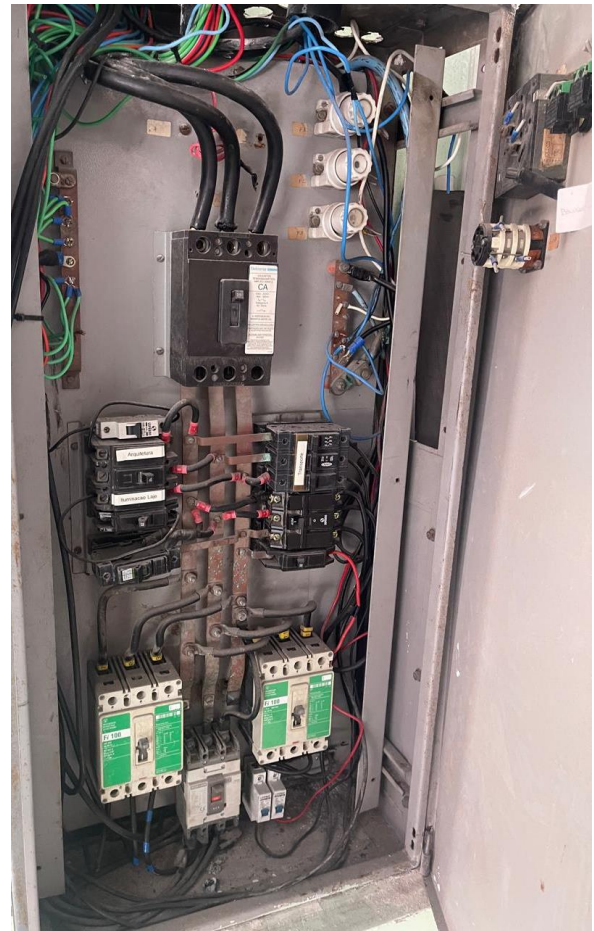
TAG Nº  MÊS/ANO

CGC 52.133.485/0001-95 - FONE: (11) 3602-6260 / (11) 3696-8906  
E-mail: rdbender@rdibender.com.br

FABRICANTE  
TRAFOMIL TRANSFORMADORES LTDA [www.trafomil.co.a.br](http://www.trafomil.co.a.br)

Fonte: Centro de Estudos do Hospital

## ANEXO B – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ



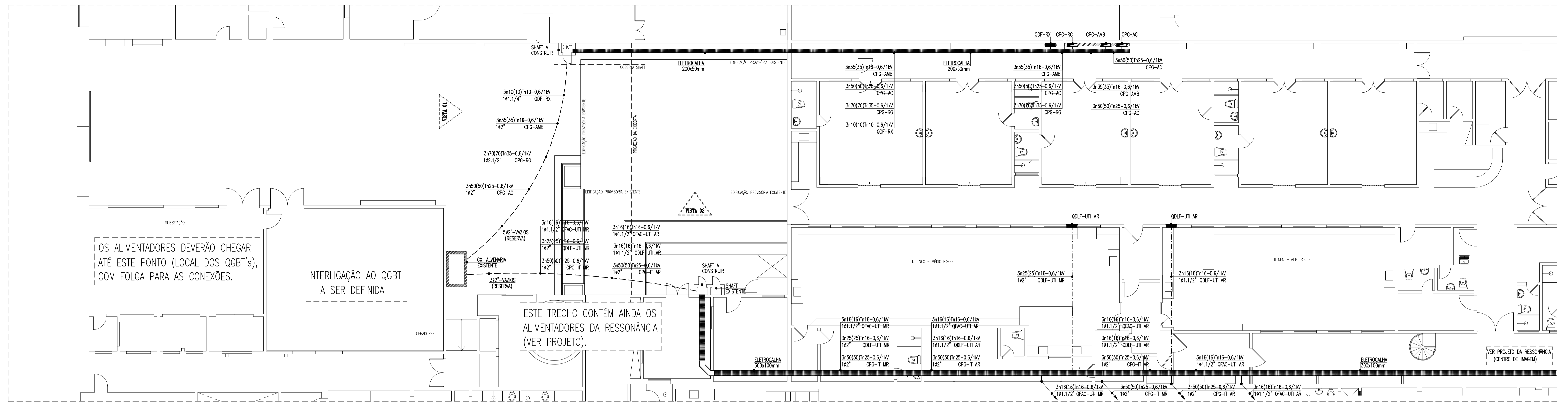
Fonte: Centro de Estudos do Hospital

**ANEXO C – QDFL PARTO (QUADRO DE FORÇA E LUZ- PARTO)**

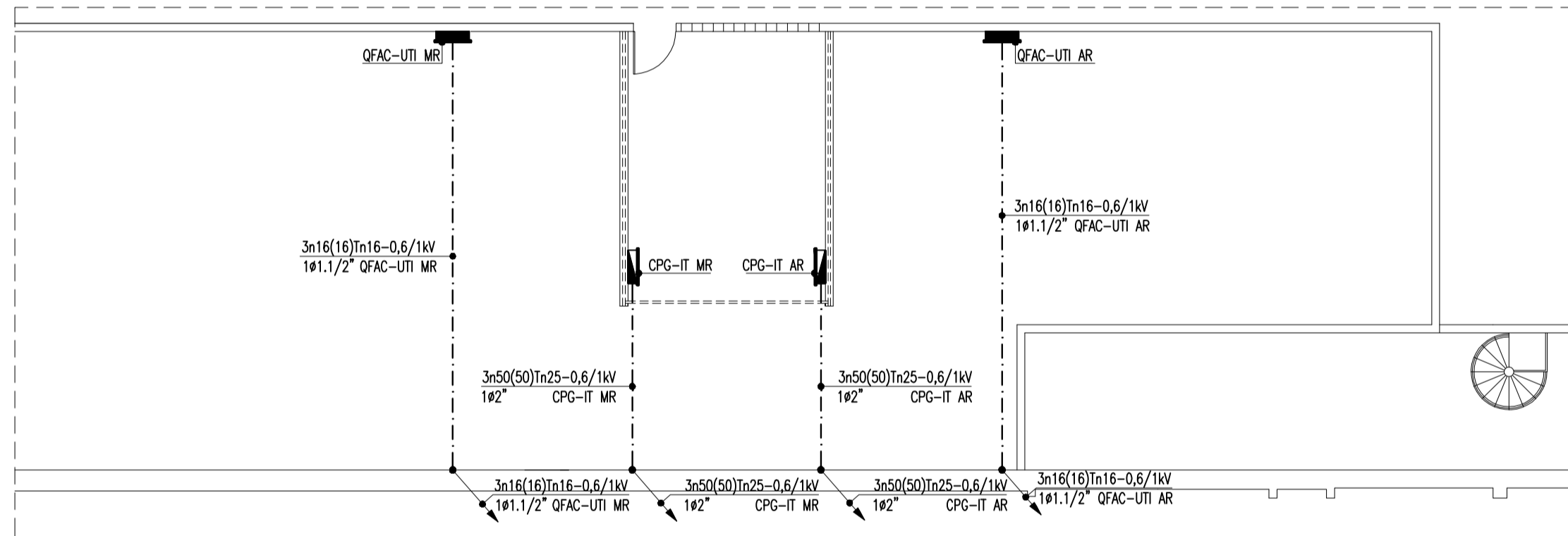


Fonte: Centro de Estudos do Hospital

**ANEXO D- PROJETO COM RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL –  
DIAGRAMA UNIFILAR 01 - ALIMENTAÇÃO HGCCO**

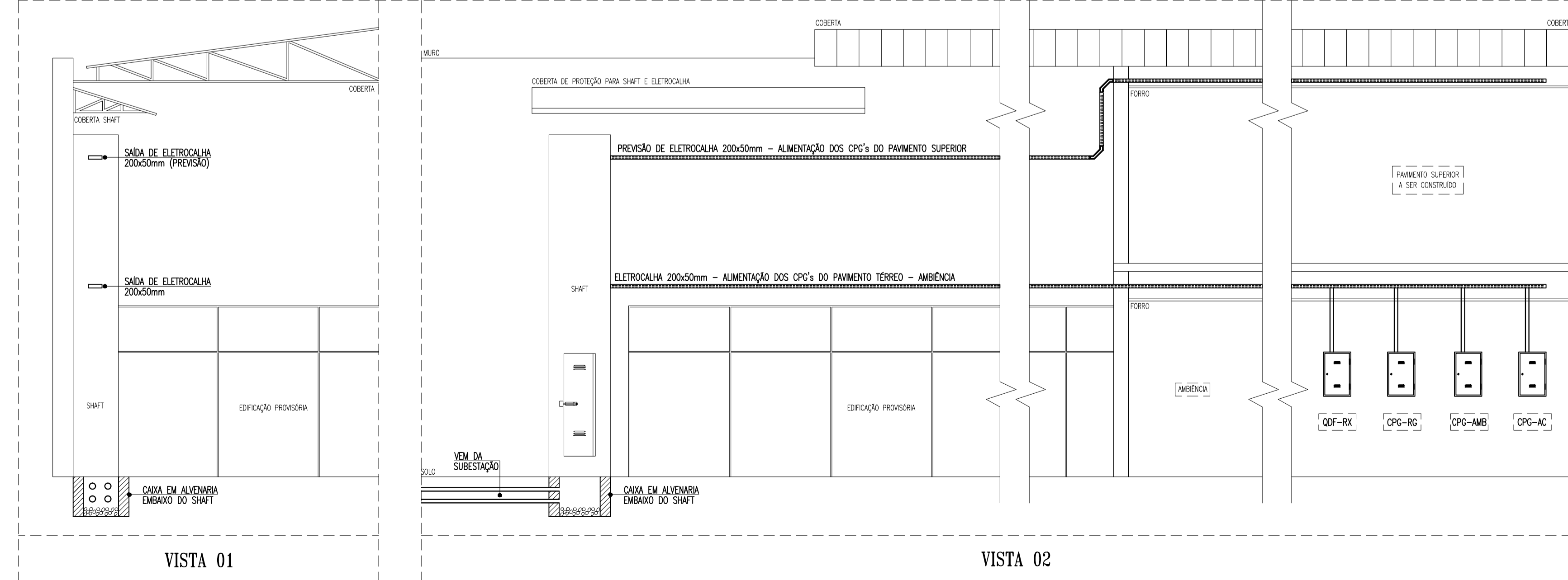


PLANTA BAIXA TÉRREO - ALIMENTADORES AMBIÊNCIA E UTI's  
escala: 1/100



PLANTA BAIXA PAV. SUPERIOR - ALIMENTADORES  
escala: 1/100

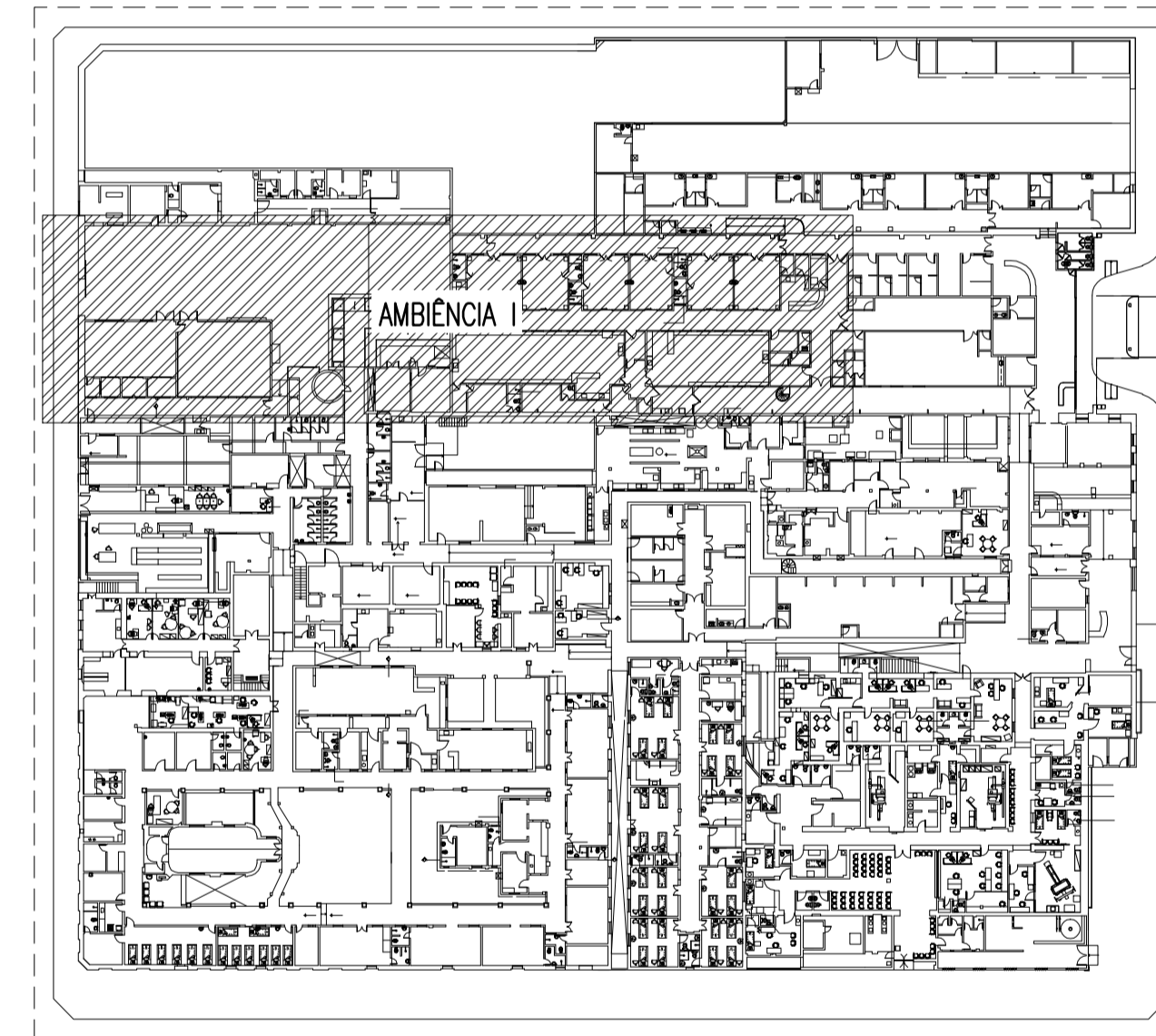
DETALHE-VISTAS DA INSTALAÇÃO - AMBIÊNCIA  
escala: 1/50



**LEGENDA**

**QUADROS E CAIXAS**

- CENTRO DE PROTEÇÃO GERAL COM PLACA DE MONTAGEM E ESPELHO DE PROTEÇÃO INCORPORADO, FABRICAÇÃO EM CHAPA DE AÇO N20 E ACABAMENTO EM PINTURA ELETROSTÁTICA A PÓ A BASE DE EPOXI-POLESTER, INSTALADO A 1,50m DO CENTRO AO PISO, COM BARRAMENTO E DISJUNTORES CONFORME ESQUEMA ELÉTRICO CORRESPONDENTE. FAB.: GEMAR, INELSA, OLPE OU EQUIVALENTE TÉCNICO;
- QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM PLACA DE MONTAGEM E ESPELHO DE PROTEÇÃO INCORPORADO, FABRICAÇÃO EM CHAPA DE AÇO N20 E ACABAMENTO EM PINTURA ELETROSTÁTICA A PÓ A BASE DE EPOXI-POLESTER, INSTALADO A 1,50m DO CENTRO AO PISO, COM BARRAMENTO E DISJUNTORES CONFORME ESQUEMA ELÉTRICO CORRESPONDENTE. FAB.: GEMAR, INELSA, OLPE OU EQUIVALENTE TÉCNICO;
- ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, INSTALADO NO FORRO FALSO. FAB.: TIGRE, AMANCO, DANSA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 3/4";
- ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, EMBUTIDO NO PISO. FAB.: TIGRE, AMANCO, DANSA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 3/4";
- ELETRICALHAS PERFORADA, DIMENSÕES 200x50mm, PRÉ-ZINCOADO À FOGO CONFORME NORMA NBR 7008, TIPO "V" FAB.: MOPSA, DISPAN, REAL PERFIL OU EQUIVALENTE TÉCNICO;



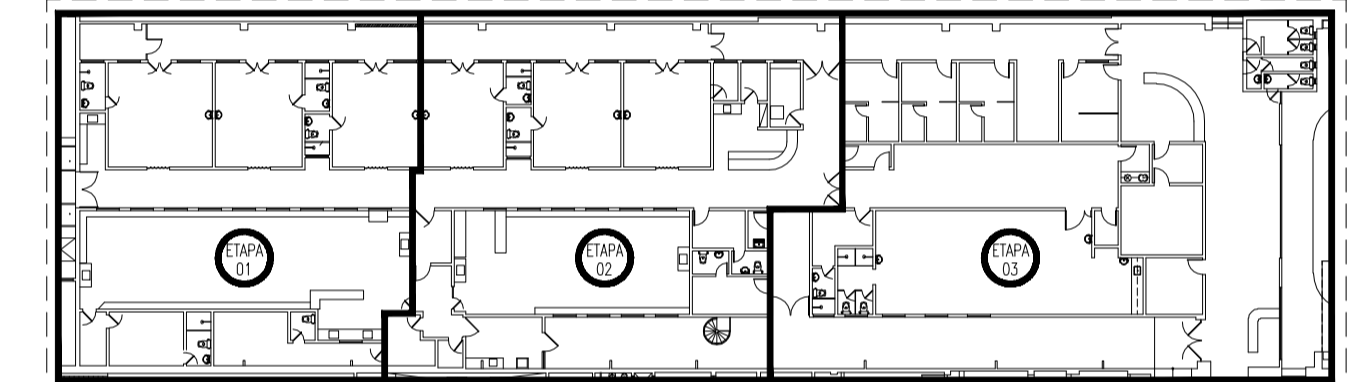
PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO GERAL  
escala: 1/700

- OBSERVAÇÕES GERAIS**
- TODAS AS CONEXÕES ENTRE ELETRODUTOS, CAIXAS DE PASSAGEM, DERIVAÇÃO E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVEM SER FEITAS COM A UTILIZAÇÃO DE BUCHA E ARRUELA, CONFORME SEÇÃO DO ELÉTRICOUTO;
  - TODAS AS MASSAS CONDUTORAS DA INSTALAÇÃO DEVEM SER ATERRADAS: QUADROS, PERFILADOS, ELETRICALHAS E CARRIOLAS DE LUMINÁRIAS. CASO AS LUMINÁRIAS NÃO POSSUAM TERMINAL DE ATERRAMENTO, PROVIDENCIAR SOLDA.
  - TODOS OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO CONTER O DIAGRAMA UNIFILAR CORRESPONDENTE, FIXADO EM SUAS PORTAS.

- ADVERTÊNCIA**
1. QUANDO UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL ATUAL, DESLIGANDO ALGUM CIRCUITO OU A INSTALAÇÃO INTEIRA, A CAUSA PODE SER UMA SOBRECARGA OU UM CURTO-CIRCUITO. DESLIGAMENTOS FREQUENTES SÃO SINAL DE SOBRECARGA. POR ISSO, NUNCA TROQUE SEUS DISJUNTORES OU FUSÍVELS POR OUTROS DE MAIOR CORRENTE (MAIOR AMPERAGEM) SIMPLEMENTE, COMO REGRA, A TROCA DE UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL POR OUTRO DE MAIOR CORRENTE REQUER, ANTES, A TROCA DOS FIOS E CABOS ELÉTRICOS, POR OUTROS DE MAIOR SEÇÃO (BITOLA).
  2. DA MESMA FORMA, NUNCA DESATIVE OU REMOVA A CHAVE AUTOMÁTICA DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS (DISPOSITIVO DR), MESMO EM CASO DE DESLIGAMENTOS SEM CAUSA APARENTE. SE OS DESLIGAMENTOS FOREM FREQUENTES E, PRINCIPALMENTE, SE AS TENTATIVAS DE RELIGAR A CHAVE NÃO TIVEREM ÊXITO, ISSO SIGNIFICA, MUITO PROVAVELMENTE, QUE A INSTALAÇÃO ELÉTRICA APRESENTA ANOMALIAS INTERIORES, QUE SÓ PODEM SER IDENTIFICADAS E CORRIGIDAS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. A DESATIVACÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

**OBSERVAÇÃO:**  
ESTA ADVERTÊNCIA DEVERÁ SER FIXADA, ATRAVÉS DE MATERIAL INDELEZÍVEL, NA PORTA FRONTAL DE TODOS OS QUADROS ELÉTRICOS, CONFORME PRESCRIÇÃO 6.5.4.10 DA NBR 5410:2004.

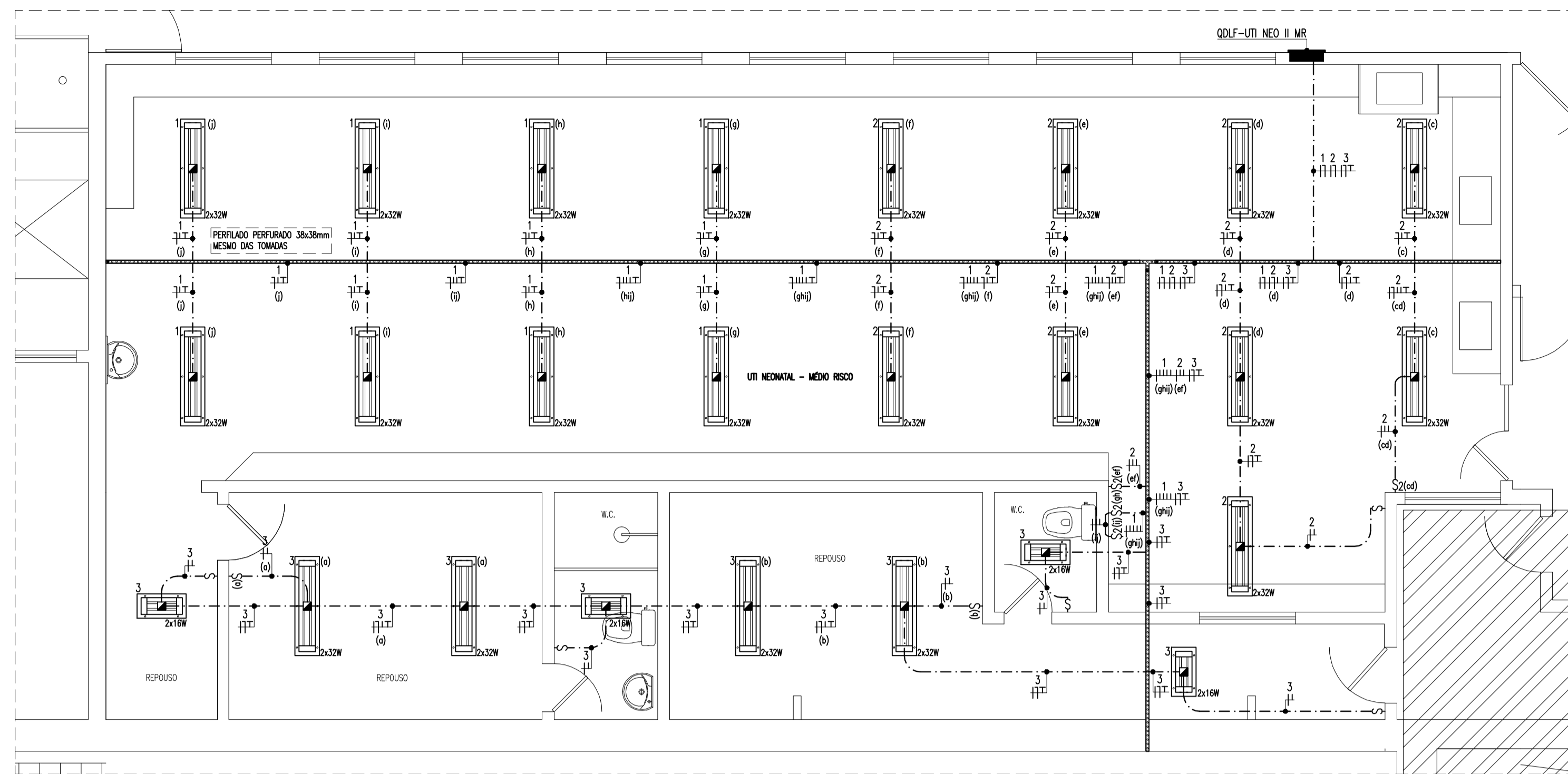
FONTE: NBR 5410:2004



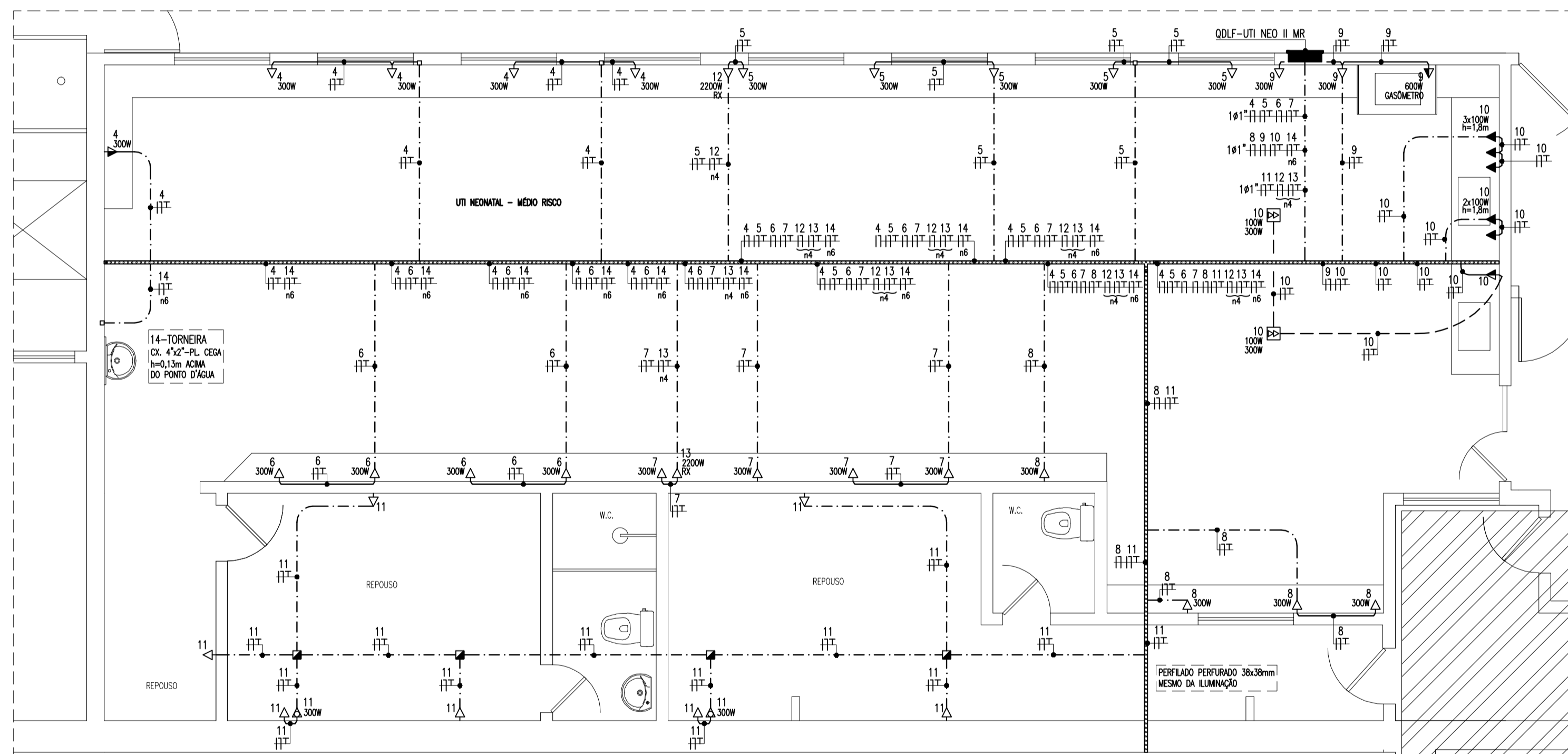
PLANTA BAIXA - ETAPAS  
escala: 1/400

02	MODIFICAÇÃO DO ALIMENTADOR DO QUADRO QDLF-UTI MR	IM	09/05/2014
REVISÃO	ASSUNTO	DESENHO	DATA
PAGO	APROVO	PROPRIETÁRIO	PROJETO
		PROJETO	CONSTRUÇÃO
CONSELHO PROFISSIONAL			
<b>DAE</b> DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA			
<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b>			
<b>SEINFRA - SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA</b> <b>DAE - DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA</b>			
OBRA:			
<b>REFORMA - AMBIÊNCIA I</b>			
INTERESSADO:	PROJETO:	ESCALA:	
HOSPITAL GERAL CEARÁ CALS DE OLIVEIRA	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	1/100	
ENDEREÇO:	ETAPA:	1/80	
AV. DO IMPERADOR, 545 - CENTRO	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>	1/400	
MUNICÍPIO:	CONTEÚDO:	1/700	
PORTALEZA	PLANTA BAIXA - ALIMENTADORES	1/50	
AUTOR: ENG. ITAMIBE MATIAS	DETALHE - VISTAS DE INSTALAÇÃO	1/50	
TEL: (85) 3487-8844	PLANTA BAIXA - ETAPAS	1/400	
EMAIL: itamibe.matias@dae.ce.gov.br	PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO GERAL	1/700	
AUTOR: ENG. FELIPE NUNES	LEGENDA E OBSERVAÇÕES	1/50	
TEL: (85) 3487-8844	DETALHE	1/50	
EMAIL: felipe.nunes@dae.ce.gov.br			
RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL			
DESENHO:	IM	DATA:	JANEIRO 2014
REVISÃO:	02	ARQUIVO:	Alimentação HGCCO.dwg
<b>ELE 01 01</b>			

**ANEXO E- PROJETO COM RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL –  
DIAGRAMA UNIFILAR 02-  
ELE-UTI NEO II MR**

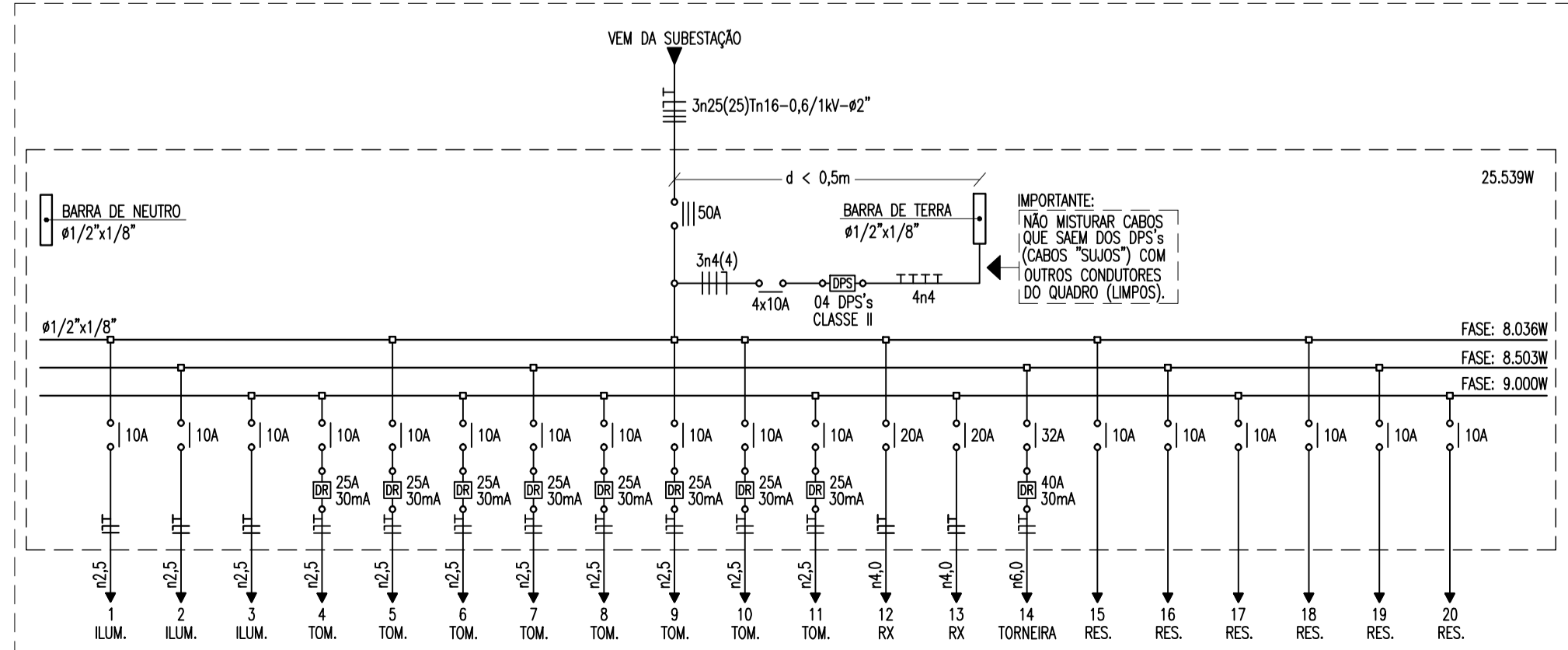


PLANTA BAIXA UTI NEONATAL - MÉDIO RISCO - ILUMINAÇÃO  
escala: 1/50



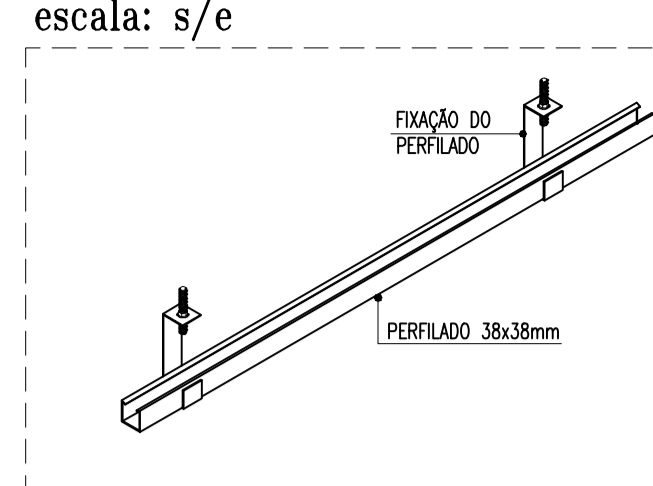
PLANTA BAIXA UTI NEONATAL - MÉDIO RISCO - TOMADAS  
escala: 1/50

QUADRO DE CARGAS QDLF-UTI NEO II MR

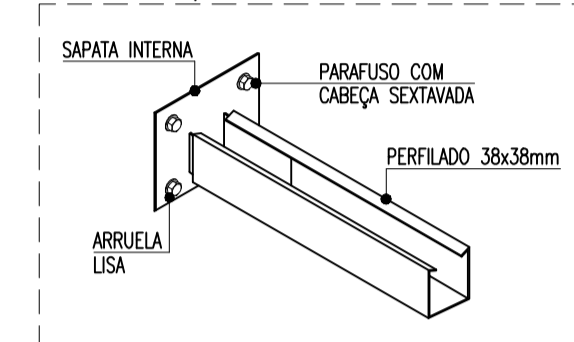


IMPORTANTE:  
ESTE ESQUEMA ELÉTRICO DEVE SER INCLuíDO NO INTERIOR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU QUADRO TERMINAL CORRESPONDENTE, AFIXADO DE PREFERÊNCIA NO LADO INTERNO DA PORTA.

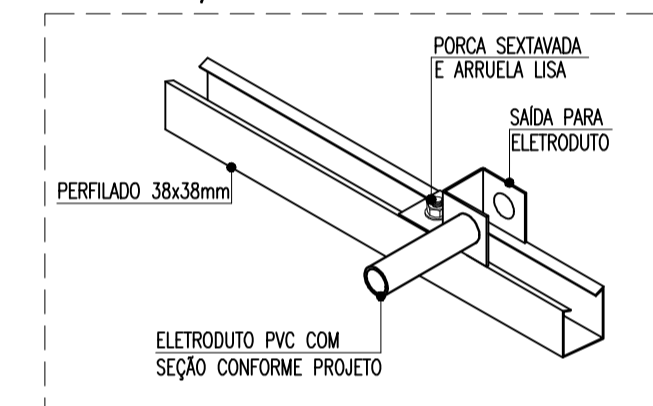
DETALHE-FIXAÇÃO DO PERFILADO  
escala: s/e



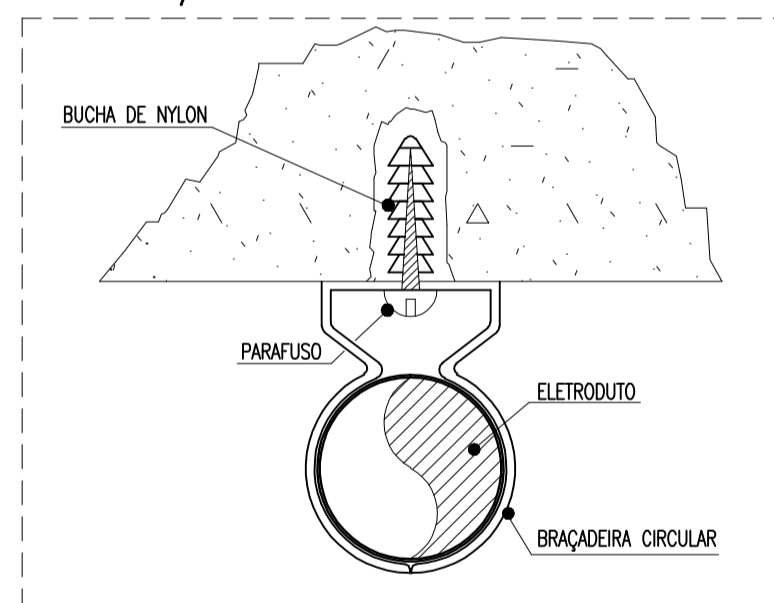
DETALHE-SAPATA INTERNA  
escala: s/e



DETALHE-SAÍDA PARA ELETRODUTO  
escala: s/e



DETALHE-FIXAÇÃO DE ELETRODUTO  
escala: s/e



OBSERVAÇÃO: O PARAFUSO UTILIZADO NO TIPO PINO DEVE TER NO MÁXIMO 5cm, A FIM DE NÃO COMPROMETER A ESTRUTURA DA LAJE.

LEGENDA

ILUMINAÇÃO

LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 16W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA POR PROCESSO ELETROSTÁTICO, COM ACABAMENTO EM PINTURA NA COR BRANCA. DIFUSOR EM POLIESTIRENO PLANO, TRANSPARENTE, MARTELADO. FAB: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELÉTRICO 2x16W, POTÊNCIA DO CONJUNTO 32W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 32W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA POR PROCESSO ELETROSTÁTICO, COM ACABAMENTO EM PINTURA NA COR BRANCA. DIFUSOR EM POLIESTIRENO PLANO, TRANSPARENTE, MARTELADO. FAB: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELÉTRICO 2x32W, POTÊNCIA DO CONJUNTO 67W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

INTERRUPTORES

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UM INTERRUPTOR DE EMBUTIR, 10A-250V, DE UMA, DUAS E TRÊS SEÇÕES RESPECTIVAMENTE. FAB: PAL, LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADO A 1,1m DA FACE INFERIOR DO PISO ACABADO (OU ACIMA DA ÚLTIMA FILIEIRA DE AZULEJOS, QUANDO INDICADO), QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO;

TOMADAS

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+T, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V, FAB: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 0,3m DA FACE INFERIOR DO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO;

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+T, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V, FAB: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 1,1m DA FACE INFERIOR DO PISO ACABADO (OU ACIMA DE BANDEIAS (OU ACIMA DA ÚLTIMA FILIEIRA DE AZULEJOS, QUANDO INDICADO), QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO);

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+T, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V, FAB: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 2,0m DA FACE INFERIOR DO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO;

CAIXA DE PISO EM ALUMÍNIO, DIMENSÕES 4"x4", COM DUAS TOMADAS DE EMBUTIR TIPO 2P+T, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V, ENTRADAS ROSQUEADAS PARA ELETRODUTOS DE Ø3/4" E PLACA DE PISO EM LÁTÃO. FAB: WETZEL, TRAMONTINA, VALEMAN OU EQUIVALENTE TÉCNICO;

QUADROS E CAIXAS

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM PLACA DE MONTAGEM E ESPELHO DE PROTEÇÃO INCORPORADO, FABRICAÇÃO EM CHAPA DE AÇO INOX E ACABAMENTO EM PINTURA ELETROSTÁTICA A PÓ À BASE DE EPOXI-POLESTER, INSTALADO A 1,50m DO CENTRO DO PISO, COM BARRAMENTO E DISJUNTORES CONFORME ESQUEMA ELÉTRICO CORRESPONDENTE. FAB: CEMAR, INELSA, OLIVEIROS OU EQUIVALENTE TÉCNICO;

CAIXA QUADRADA EM PVC, DIMENSÕES 4"x4", INSTALADA NO FORRO FALSO. FAB: TIGRE, TRAMONTINA, WETZEL OU EQUIVALENTE TÉCNICO;

CAIXA QUADRADA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", FAB: TIGRE, TRAMONTINA, WETZEL OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 1,45m DA FACE INFERIOR DO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO;

FIAÇÃO

INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA RESPECTIVAMENTE; CONDUTOR COM BAIXA EMISSÃO DE FUMAÇA E GASES TÓXICOS CLASSE DE ISOLAMENTO 450/750V, ISOLAMENTO EM PVC 707, ENCORCAMENTO CLASSE 5. FAB: PRYSMAN, FICAP, SIL OU EQUIVALENTE TÉCNICO. COR VERDE PARA A FASE "A", PRETA PARA A FASE "B", BRANCA PARA A FASE "C", AZUL CLARA PARA O CONDUTOR NEUTRO, AMARELO PARA O RETORNO E VERDE-AMARELO PARA O CONDUTOR DE PROTEÇÃO (TERRA). SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 2,5mm².

ELETRODUTOS

ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, EMBUTIDO EM LAJE OU ALVENARIA. FAB: TIGRE, AMANCO, DASA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A Ø3/4";

ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, INSTALADO NO FORRO FALSO. FAB: TIGRE, AMANCO, DASA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A Ø3/4";

ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, EMBUTIDO NO PISO. FAB: TIGRE, AMANCO, DASA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A Ø3/4";

PERFIALDOS

PERFILADO PERFURADO, DIMENSÕES 38x38mm, PRÉ-ZINCADO À FOGO CONFORME NORMA NBR 7008, FAB: MOFA, DISPAN, REAL PERFIL OU EQUIVALENTE TÉCNICO;

ESQUEMAS ELÉTRICOS

DISJUNTOR MONOPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE "xx" AMPERES, CAPACIDADE DE CURTO-CIRCUITO SIMÉTRICO, 3kA (QUANDO NÃO ESPECIFICADO), CURVA C. FAB: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

DISJUNTOR TRIPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE "xx" AMPERES, CAPACIDADE DE CURTO-CIRCUITO SIMÉTRICO, 6kA (QUANDO NÃO ESPECIFICADO), CURVA C. FAB: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

INTERRUPTOR DR (DIFERENCIAL-RESIDUAL) COM CORRENTE NOMINAL "yy" AMPERES, CORRENTE RESIDUAL 30mA, TIPO AC. FAB: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

DISPOSITIVO PROTETOR DE SURTOS DE TENSÃO (DPS), CLASSE II, MÁXIMA CORRENTE DE DESCHARGA MAIOR OU IGUAL A 10kA, NÍVEL DE PROTEÇÃO DE 1,5kV, TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO CONTÍNUA 275V E CORRENTE DE CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO 5kA. FAB: CLAMPER, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO;

ADVERTÊNCIA

1. QUANDO UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL ATUA, DESLIGANDO ALGUM CIRCUITO OU A INSTALAÇÃO INTERNA, A CAUSA PODE SER UMA SOBRECARGA OU UM CURTO-CIRCUITO. DESLIGAMENTOS FREQUENTES SÃO SINAL DE SOBRECARGA. POR ISSO, NUNCA TROQUE SEUS DISJUNTORES OU FUSÍVEIS POR OUTROS DE MAIOR CORRENTE (MAIOR AMPERAGEM) SIMPLEMENTE, COMO REGRA, A TROCA DE UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL POR OUTRO DE MAIOR CORRENTE REQUER, ANTES, A TROCA DOS FIOS E CABOS ELÉTRICOS, POR OUTROS DE MAIOR SEÇÃO (BITOLA).

2. NA MESMA FERRA, NUNCA DESATIVE OU REMOVA A CHAVE AUTOMÁTICA DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS (DISPOSITIVO DR), MESMO EM CASO DE DESLIGAMENTOS SEM CAUSA APARENTE. SE OS DESLIGAMENTOS FOREM FREQUENTES E, PRINCIPALMENTE, SE AS TENTATIVAS DE RELIGAR A CHAVE NÃO TIVEREM ÊXITO, ISSO SIGNIFICA, MUITO PROVAVELMENTE, QUE A INSTALAÇÃO ELÉTRICA APRESENTA ANOMALIAS INTERNAS, QUE SÓ PODEM SER IDENTIFICADAS E CORREGIDAS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

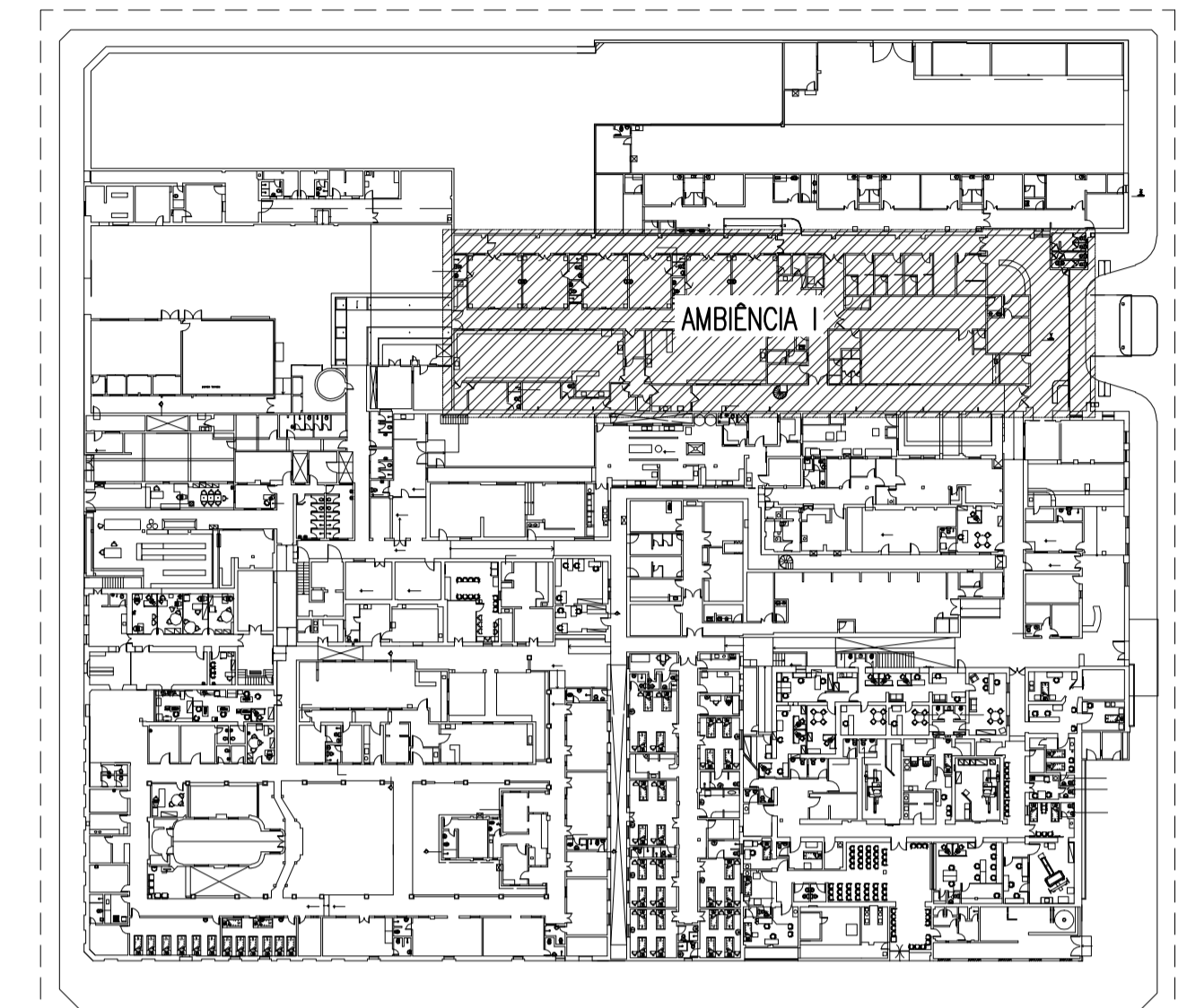
OBSERVAÇÃO:  
ESTA ADVERTÊNCIA DEVERÁ SER FIXADA, ATRAVÉS DE MATERIAL INDELEZEL, NA PORTA FRONTAL DE TODOS OS QUADROS ELÉTRICOS, CONFORME PRESCRIÇÃO 6.5.4.10 DA NBR 5410:2004.

FONTE: NBR 5410:2004

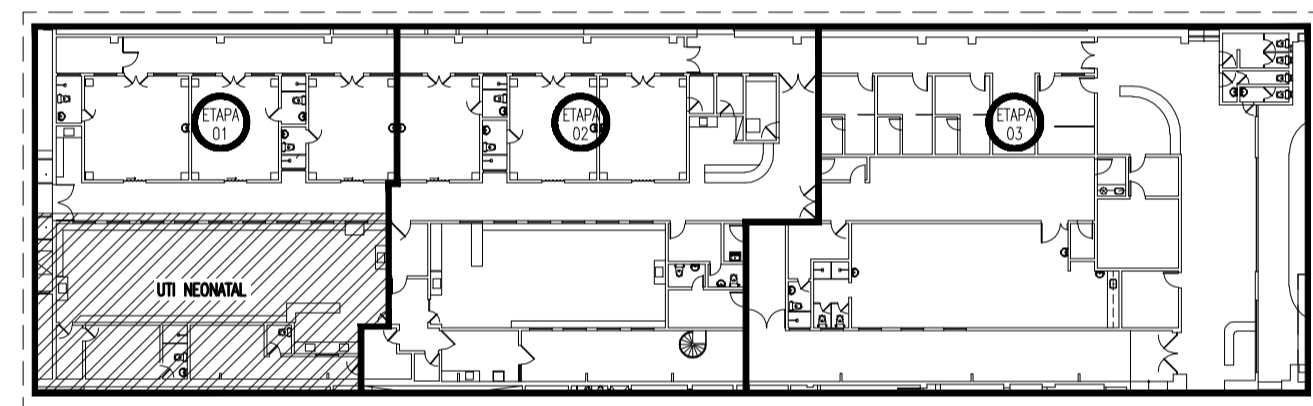
Quadro	Circuito	Reserva		Outros Cargas	Fluorescente Tubular T8	Tomadas	Perfis	Total	Tensão (V)	Corrente de Circuito (A)	Fator de Potência	Corrente Nominal (A)	Disjuntor (A)	Condutor (mm²)	Distância (m)	ρ (Ω/km)	Fases ABC						
		(W)	Quant.															(W)	2x16W	100W	300W	600W	
QDLF-UTI NEO II MR	1				8		24	536	220	2,44	0,92	2,65	10	1n2(2,5)1n2,5	18,00	16,90	0,37	536					
	2				9		27	603	220	2,74	0,92	2,98	10	1n2(2,5)1n2,5	10,00	16,90	0,23	603					
	3				4	4		16	400	220	1,82	0,92	1,98	10	1n2(2,5)1n2,5	21,00	16,90	0,32	400				
	4						5	1.500	220	6,82	0,92	7,41	10	1n2(2,5)1n2,5	24,00	16,90	0,37	1.500					
	5						5	1.500	220	6,82	0,92	7,41	10	1n2(2,5)1n2,5	16,00	16,90	0,21	1.500					
	6						4	1.200	220	5,45	0,92	5,93	10	1n2(2,5)1n2,5	23,00	16,90	0,15	1.200					
	7						4	1.200	220	5,45	0,92	5,93	10	1n2(2,5)1n2,5	19,00	16,90	0,07	1.200					
	8						4	1.200	220	5,45	0,92	5,93	10	1n2(2,5)1n2,5	12,00	16,90	0,55	1.200					
	9						2	1.200	220	5,45	0,92	5,93	10	1n2(2,5)1n2,5	17,00	16,90	0,77	1.200					
	10						8	1.400	220	6,36	0,92	6,92	10	1n2(2,5)1n2,5	24,00	16,90	1,28	1.400					
	11						7	1.300	220	5,91	0,92	6,42	10	1n2(2,5)1n2,5	19,00	16,90	0,94	1.300					
	12						7	2.200	220	10,00	0,80	12,50	20	1n4(4)1n4	20,00	8,96	1,02	2.200					
	13						2	2.200	220	10,00	0,80	12,50	20	1n4(4)1n4	20,00	8,96	1,02	2.200					
	14							5.500	220	25,00	1,00	25,00	32	1n6(6)1n6	24,00	7,07	1,93	5.500					
	15	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
	16	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
	17	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
	18	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
	19	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
	20	600						600	220	2,73	0,92	2,96	10					600	600				
TOTAL	3.600			2	4	21	15	26	1	67	25.539	360	35,80	0,92	42,18	50	3x25(25)1n16	85,00	1,49	1,41	8.036	8.503	9.000

OBSERVAÇÕES GERAIS

- CONDUTORES NÃO COTADOS: SEÇÃO NOMINAL 2,5mm², CLASSE DE ISOLAMENTO 450/750V;
- TOMADAS NÃO COTADAS: SEÇÃO NOMINAL Ø3/4";
- CONDUTORES NÃO COTADOS: POTÊNCIA ESTIMADA EM 100W, FP = 0,92 INDUTIVO;
- TODAS AS CONEXÕES ENTRE ELETRODUTOS, CAIXAS DE PASSAGEM, DERIVAÇÃO E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVEM SER FEITAS COM A UTILIZAÇÃO DE BUCHA E ARRUELA CONFORME SEÇÃO DO ELETRODUTO;
- TODAS AS MISSAS CONDUTORAS DA INSTALAÇÃO DEVEM SER ATERRADAS: QUADROS, PERFILADOS, ELETROCALHAS E CARCASAS DE LUMINÁRIAS, CASO AS LUMINÁRIAS NÃO POSSUAM TERMINAL DE ATERRAMENTO, PROVIDENCIAR SOLDA;
- TODOS OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO CONTER O DIAGRAMA UNIFILAR CORRESPONDENTE, FIXADO EM SUAS PORTAS;



PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO GERAL  
escala: 1/700



PLANTA BAIXA - ETAPAS  
escala: 1/400

REVISÃO	ASSUNTO	IM	08/05/2014
02	INCLUSÃO DE PONTO PARA TORNEIRA ELÉTRICA	DESENHO	DATA
PAGO	APROVO	PROPRIETÁRIO	
		PROJETO	
		PROJETO	
		CONSTRUÇÃO	

**DAE** DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SEINFRA - SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA**  
**DAE - DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA**

**REFORMA - AMBIÊNCIA I**

PROJETO: **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

ETAPA: **PROJETO EXECUTIVO**

ENDEREÇO: **AV. DO IMPERADOR, 848 - CENTRO**

MUNICÍPIO: **PORTALEIZA**

AUTOR: **ENR. FELIPE NUNES** CREA: 46.943 D

TELÉFONO: **(85) 3487-8844** EMAIL: **felipe.nunes@dae.ce.gov.br**

RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

DESENHO: **ENR. FELIPE NUNES** IM

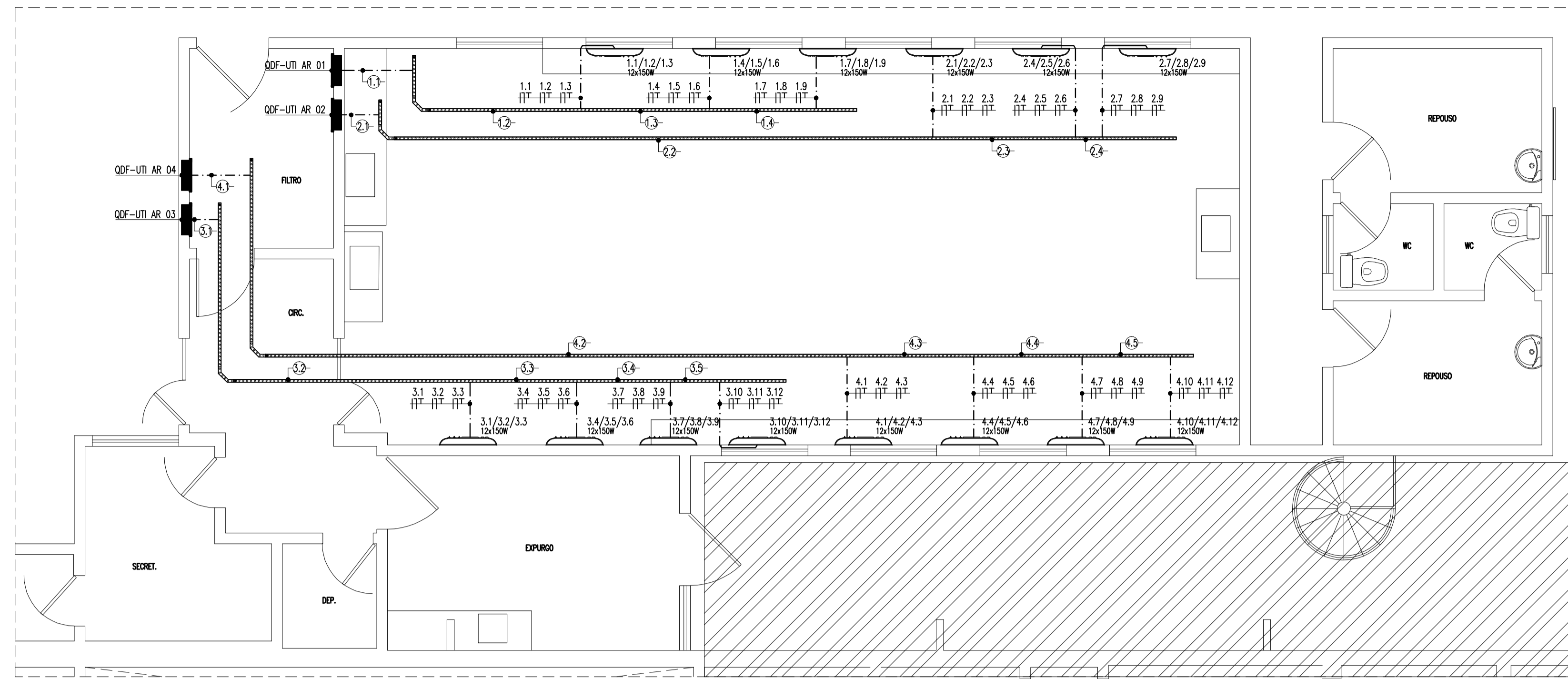
DATA: **NOVEMBRO 2013**

REVISÃO: **02**

ARQUIVO: **ELE-01\_02-UTI Neo II MR.dwg**

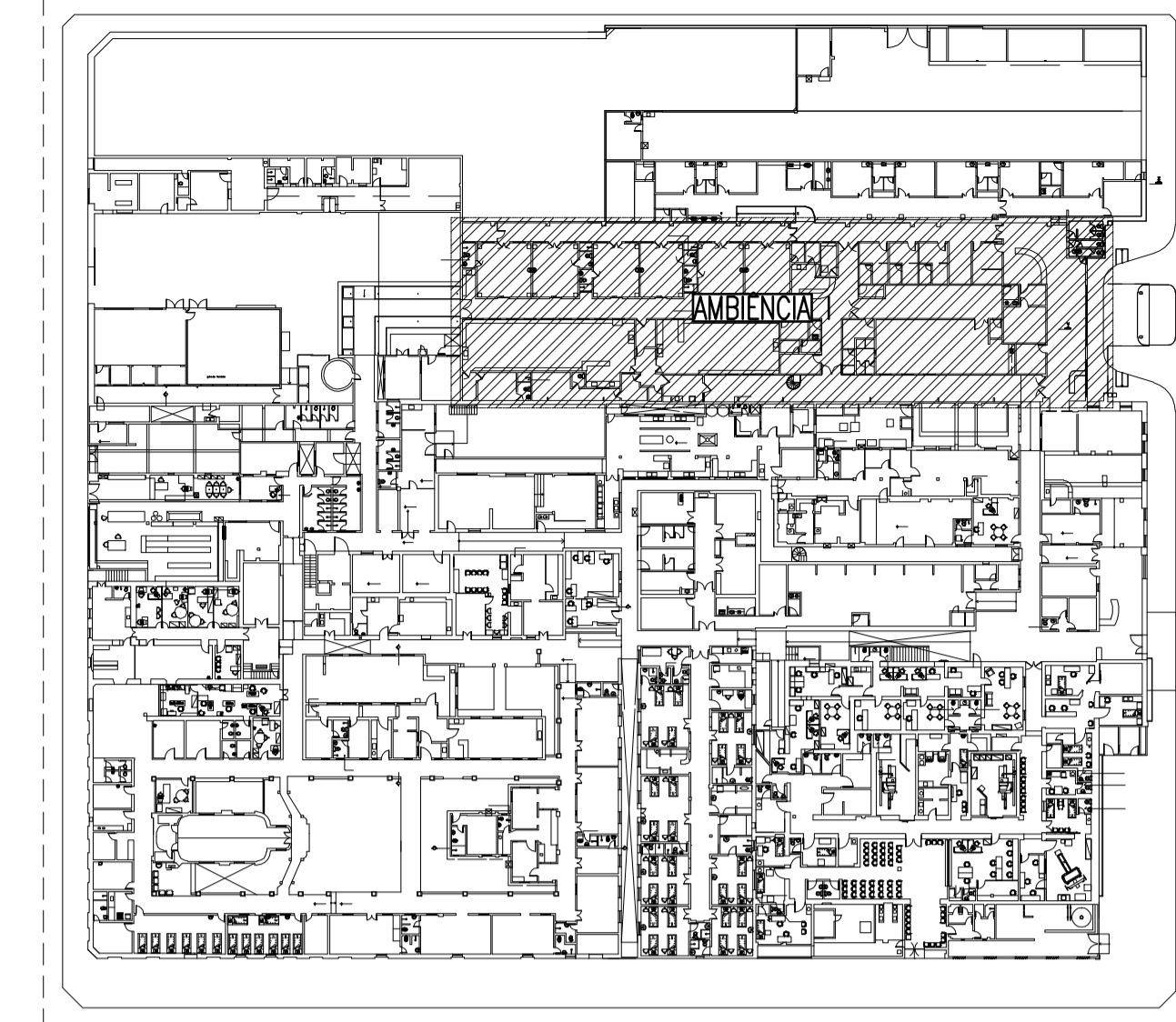
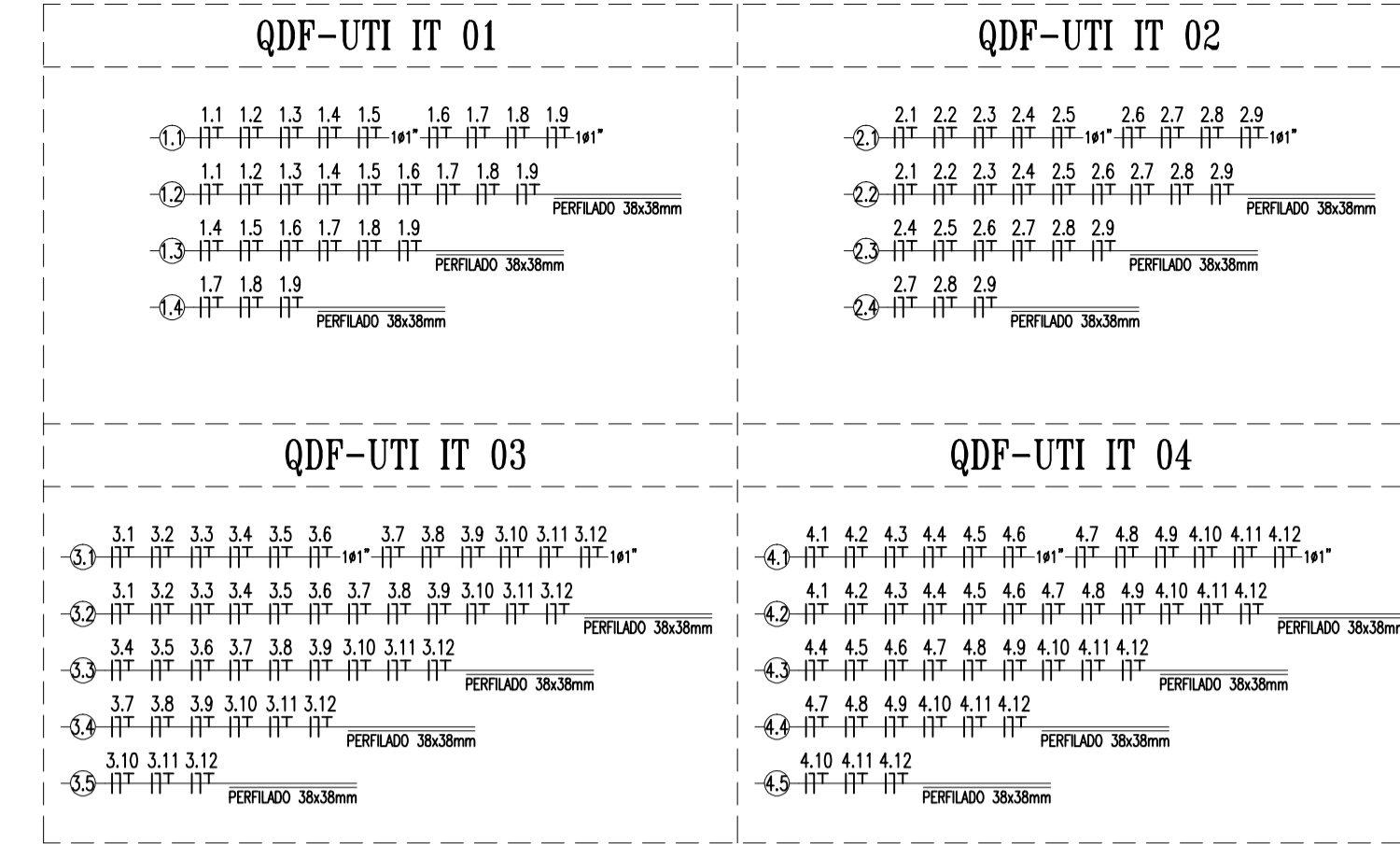
**ELE 01 02**

**ANEXO F- PROJETO COM RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL –  
DIAGRAMA UNIFILAR 03-  
ELE-UTI NEO II AR**



PLANTA BAIXA UTI NEO ALTO RISCO - IT MÉDICO  
escala: 1/50

LEGENDA DE TRECHOS DA INSTALAÇÃO



PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO GERAL  
escala: 1/700

**QUADRO DE CARGAS QDF-UTI AR 01 e 02**

Quadro	Circuito	Regua	Nº Tomadas	Potência	Total (W)	Tensão (V)	Corrente do Circuito (A)	Fator de Potência	Corrente Nominal (A)	Disjuntor (A)	Condutor (mm²)	Distância (m)	α (V/A.km)	ΔV (%)	Fase	OBS
QDF-UTI AR 01 e 02	1	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	19,00	16,90	0,27	600	
	2	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	19,00	16,90	0,27	600	
	3	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	19,00	16,90	0,27	600	
	4	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	19,00	16,90	0,27	600	
	5	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	21,00	16,90	0,48	600	
	6	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	21,00	16,90	0,48	600	
	7	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	23,00	16,90	0,52	600	
	8	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	23,00	16,90	0,52	600	
	9	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	23,00	16,90	0,52	600	
TOTAL	TRANSFORMADOR	10 KVA	220	41,82	0,92	45,45	80	1x25(25)1x16	40,00	1,71	1,41	5,400				

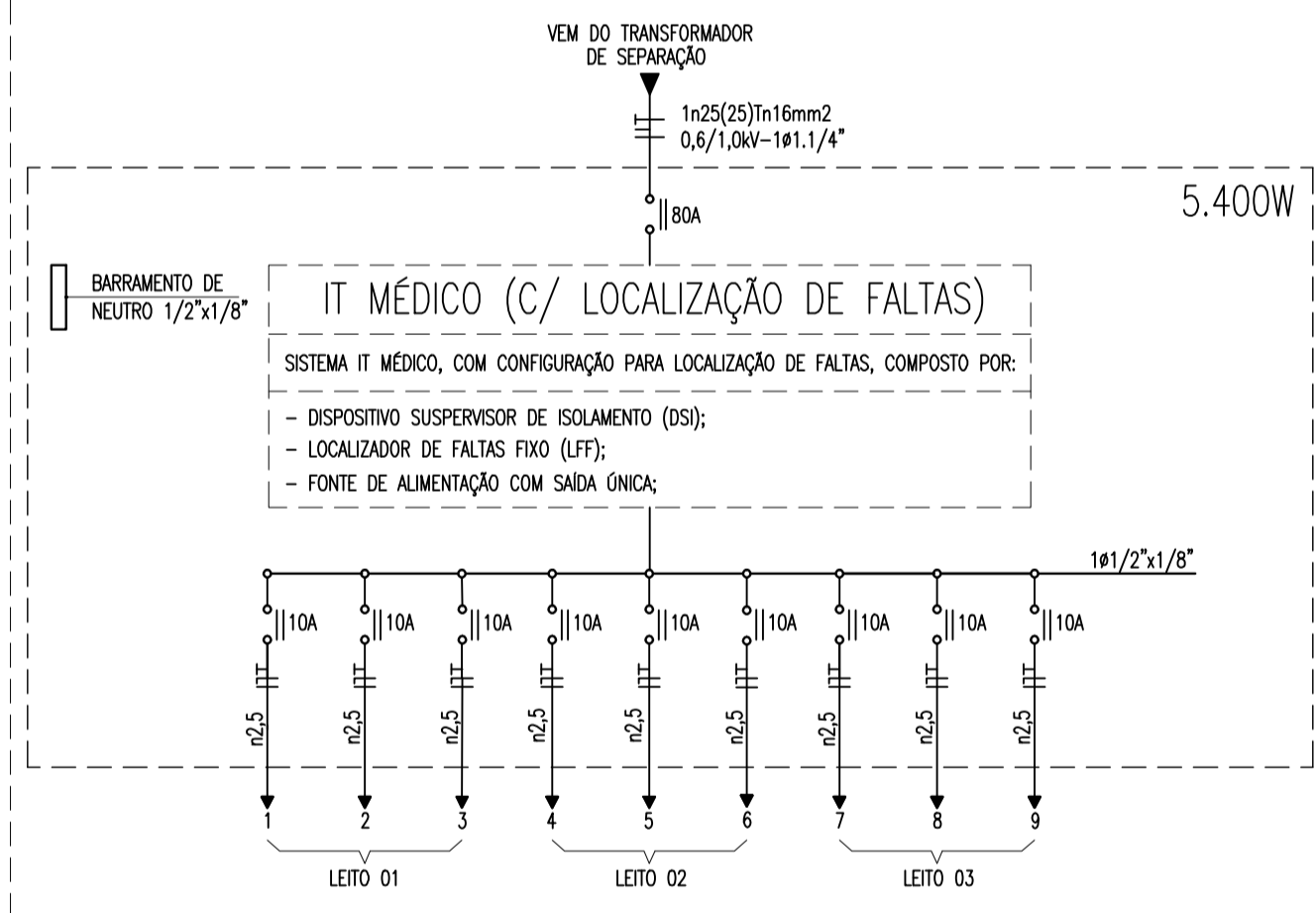
**QUADRO DE CARGAS QDF-UTI AR 03 e 04**

Quadro	Circuito	Regua	Nº Tomadas	Potência	Total (W)	Tensão (V)	Corrente do Circuito (A)	Fator de Potência	Corrente Nominal (A)	Disjuntor (A)	Condutor (mm²)	Distância (m)	α (V/A.km)	ΔV (%)	Fase	OBS
QDF-UTI AR 03 e 04	1.1	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	12,00	16,90	0,27	600	
	1.2	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	12,00	16,90	0,27	600	
	1.3	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	14,00	16,90	0,32	600	
	1.4	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	14,00	16,90	0,32	600	
	1.5	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	14,00	16,90	0,32	600	
	1.6	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	14,00	16,90	0,32	600	
	1.7	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	16,00	16,90	0,36	600	
	1.8	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	16,00	16,90	0,36	600	
	1.9	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	16,00	16,90	0,36	600	
	1.10	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	18,00	16,90	0,41	600	
	1.11	LEITO (UTI)	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	18,00	16,90	0,41	600	
	1.12	NEO	4	150W	600	220	2,73	0,92	2,96	10	1x2,5(2,5)1x2,5	18,00	16,90	0,41	600	
TOTAL	TRANSFORMADOR	10 KVA	220	41,82	0,92	45,45	80	1x25(25)1x16	40,00	1,71	1,41	7,200				

OBS.: BALANCEAMENTO

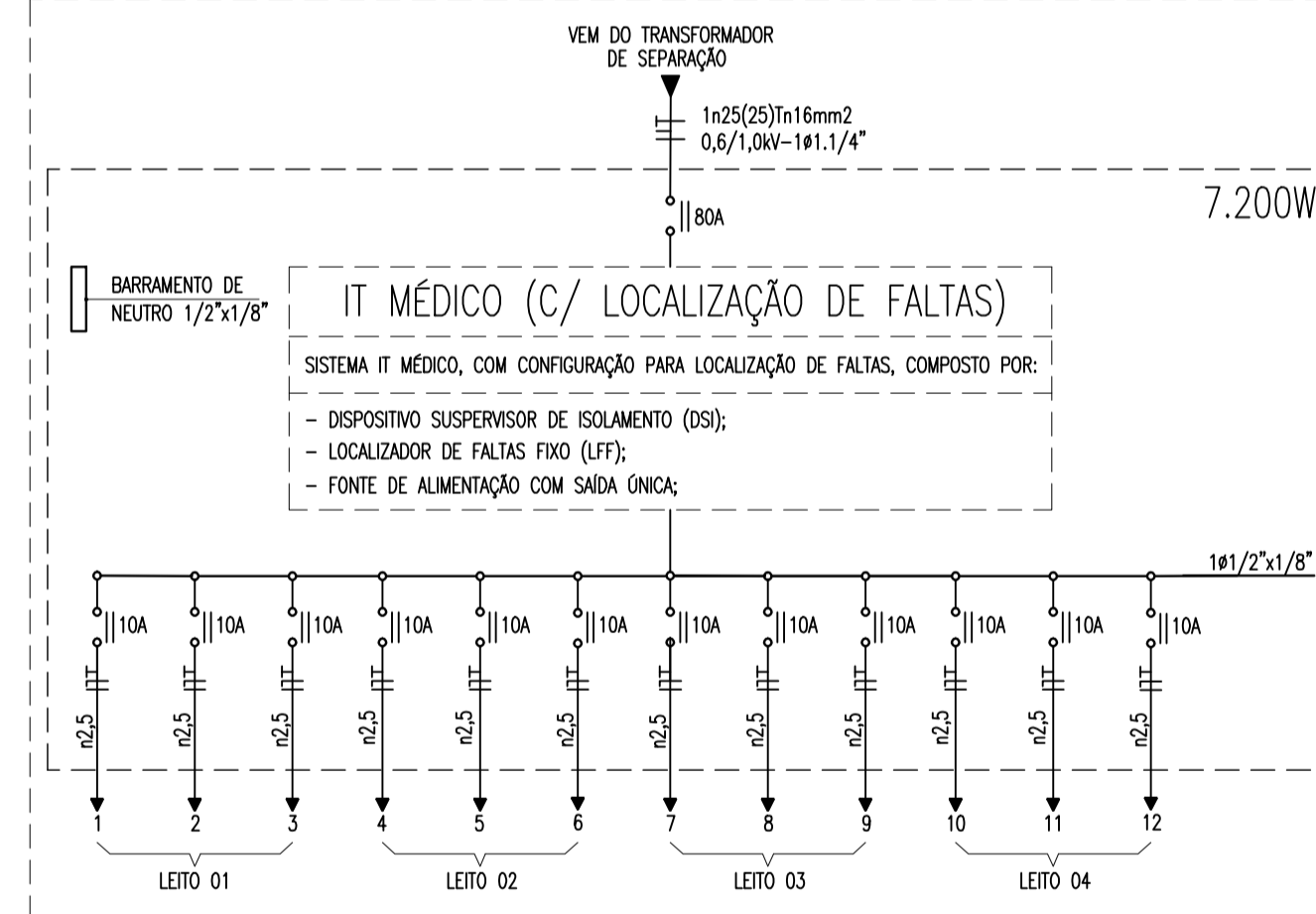
QUADRO	FASE		
	A	B	C
QDF-UTI AR 01	5,400		
QDF-UTI AR 02	5,400		
QDF-UTI AR 03		7,200	
QDF-UTI AR 04			7,200
TOTAL	10,800	7,200	7,200

ESQUEMA ELÉTRICO QDF-UTI AR 01 e 02



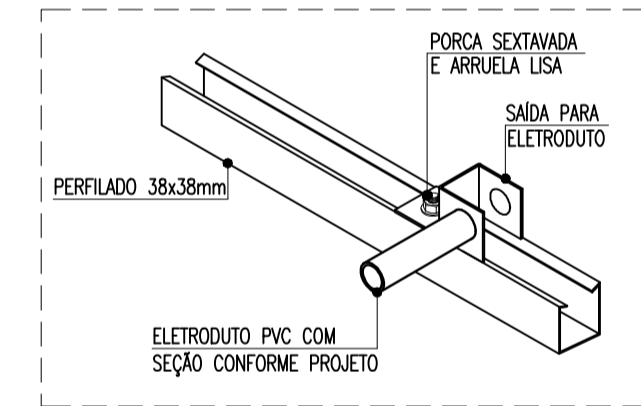
**IMPORTANTE:**  
ESTE ESQUEMA ELÉTRICO DEVE SER INCLuíDO NO INTERIOR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU QUADRO TERMINAL CORRESPONDENTE, AFIXADO DE PREFERÊNCIA NO LADO INTERNO DA PORTA.

ESQUEMA ELÉTRICO QDF-UTI AR 03 e 04

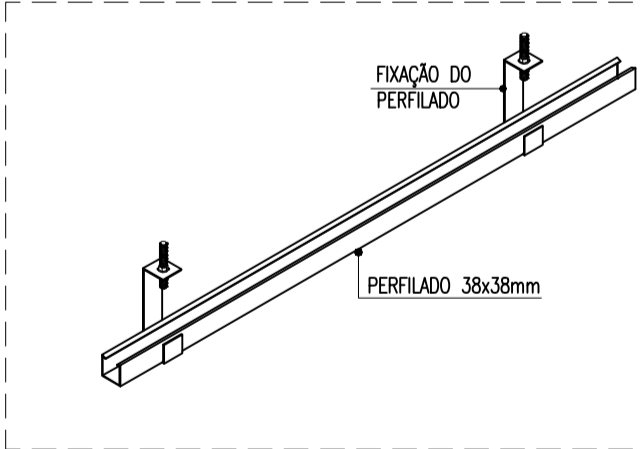


**IMPORTANTE:**  
ESTE ESQUEMA ELÉTRICO DEVE SER INCLuíDO NO INTERIOR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU QUADRO TERMINAL CORRESPONDENTE, AFIXADO DE PREFERÊNCIA NO LADO INTERNO DA PORTA.

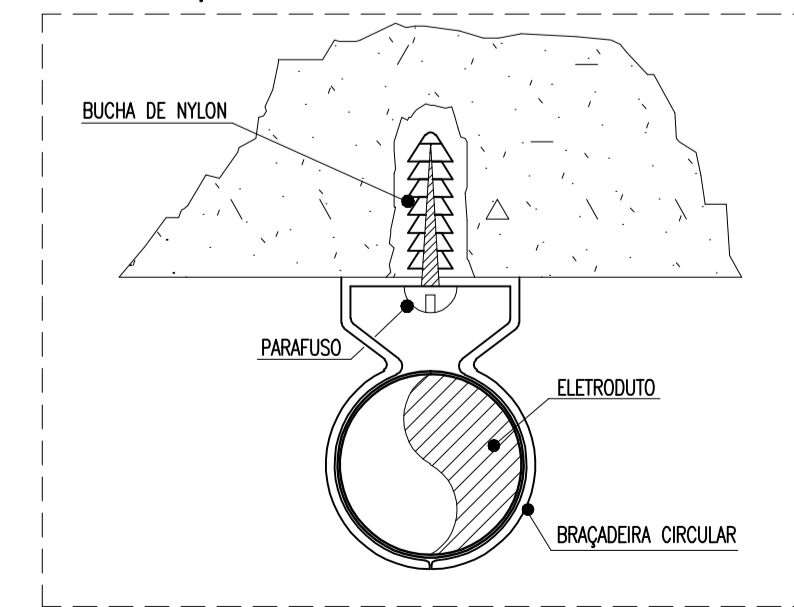
DETALHE-SAÍDA PARA ELETRODUTO  
escala: s/e



DETALHE-FIXAÇÃO DO PERFILADO  
escala: s/e

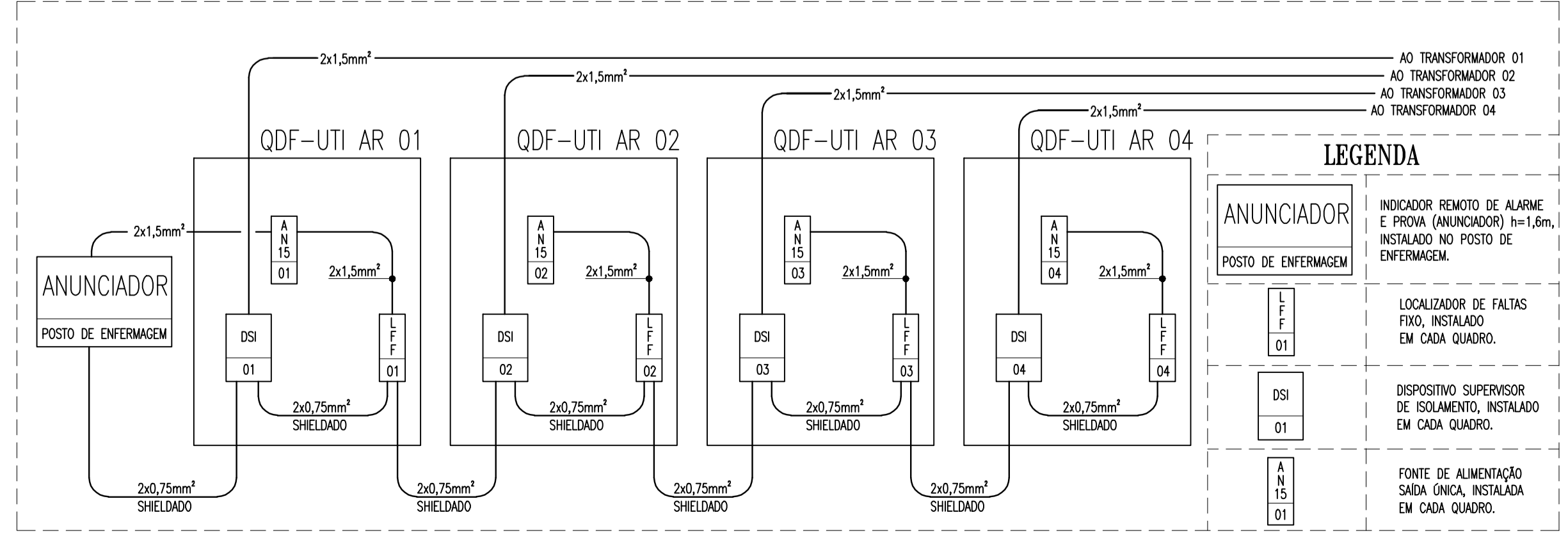


DETALHE-FIXAÇÃO DE ELETRODUTO  
escala: s/e

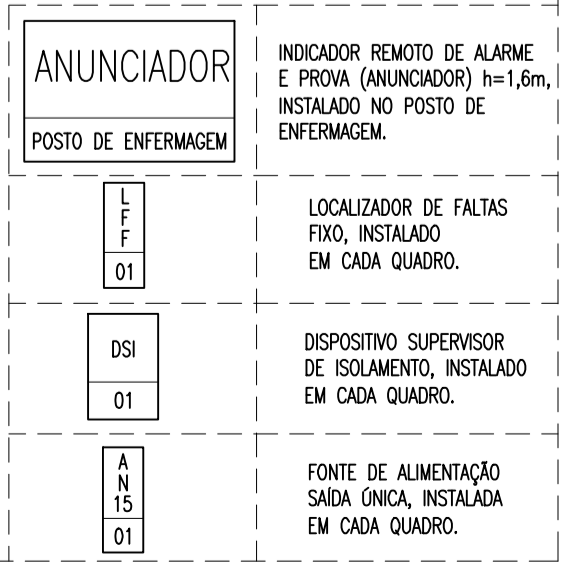


**OBSERVAÇÃO:** O PARAFUSO UTILIZADO NO TIRO PINO DEVE TER NO MÁXIMO 5cm, A FIM DE NÃO COMPROMETER A ESTRUTURA DA LAJE.

DIAGRAMA UNIFILAR - SISTEMA IT MÉDICO COM LOCALIZAÇÃO DE FALTAS



LEGENDA



OBSERVAÇÕES GERAIS

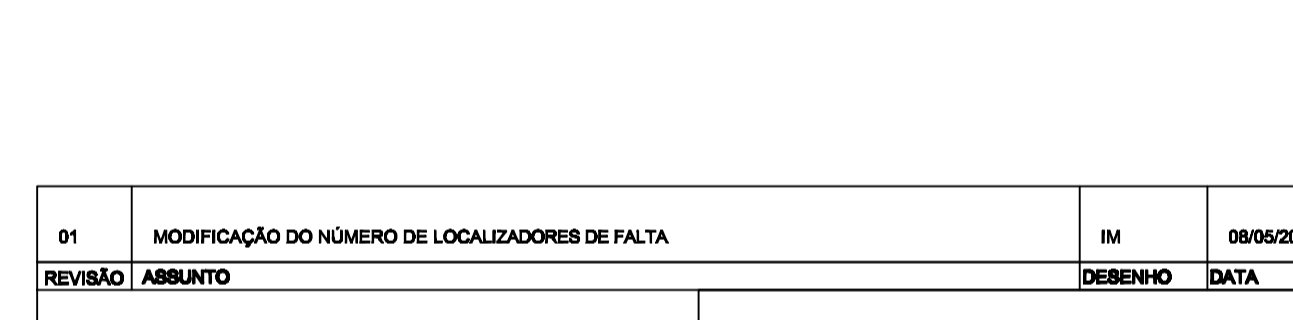
- CONDUTORES NÃO COTADOS: SEÇÃO NOMINAL 2,5mm², CLASSE DE ISOLAMENTO 450/750V.
- ELETRODUTOS NÃO COTADOS: SEÇÃO NOMINAL #5/4".
- TOMADAS NÃO COTADAS: POTÊNCIA ESTIMADA EM 100W, FP = 0,92 INDUTIVO.
- TODAS AS CONEXÕES ENTRE ELETRODUTOS, CAIXAS DE PASSAGEM, DERIVAÇÃO E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVEM SER FEITAS COM A UTILIZAÇÃO DE BUCHA E ARRUELA, CONFORME SEÇÃO DO ELETRODUTO.
- TODAS AS MASSAS CONDUTORAS DA INSTALAÇÃO DEVEM SER ATERRADAS: QUADROS, PERFILADOS, ELÉTRICAS E CARGAS DE LUMINÁRIAS. CASO AS LUMINÁRIAS NÃO POSSUAM TERMINAL DE ATERRAMENTO, PROVIDENCIAR SOLUÇÃO.
- TODOS OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO CONTER O DIAGRAMA UNIFILAR CORRESPONDENTE, FIXADO EM SUAS PORTAS.

ADVERTÊNCIA

- QUANDO UM DISJUNTOR OU FUSEL ATUA, DESLIGANDO ALGUM CIRCUITO A INSTALAÇÃO INTERNA, A CAUSA PODE SER UMA SOBRECARGA OU UM CURTO-CIRCUITO. DESLIGAMENTOS FREQUENTES SÃO SINAL DE SOBRECARGA. POR ISSO, NUNCA TROQUE SEUS DISJUNTORES OU FUSELS POR OUTROS DE MAIOR CORRENTE (MAIOR AMPERAGEM) SIMPLEMENTE, COMO REGRA, A TROCA DE UM DISJUNTOR OU FUSEL POR OUTRO DE MAIOR CORRENTE REQUER, ANTES, A TROCA DOS FIOS E CABOS ELÉTRICOS, POR OUTROS DE MAIOR SEÇÃO (BITOLA).
- DA MESMA FORMA, NUNCA DESATIVE OU REMOVA A CHAVE AUTOMÁTICA DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS (DISPOSITIVO DR), MESMO EM CASO DE DESLIGAMENTOS SEM CAUSA APARENTE. SE OS DESLIGAMENTOS FORMEM FREQUENTES E, PRINCIPALMENTE, SE AS TENTATIVAS DE RELIGAR A CHAVE NÃO TIVEREM ÊXITO, ISSO SIGNIFICA, MUITO PROVAVELMENTE, QUE A INSTALAÇÃO ELÉTRICA APRESENTA ANOMALIAS INTERNAS, QUE SÓ PODEM SER IDENTIFICADAS E CORRIGIDAS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. A DESATIVÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

**OBSERVAÇÃO:**  
ESTA ADVERTÊNCIA DEVERÁ SER FIXADA, ATRAVÉS DE MATERIAL INDELELVEL, NA PORTA FRONTAL DE TODOS OS QUADROS ELÉTRICOS, CONFORME PRESCRIÇÃO 6.5.4.10 DA NBR 5410:2004.  
FONTE: NBR 5410:2004

PLANTA BAIXA - ETAPAS  
escala: 1/400

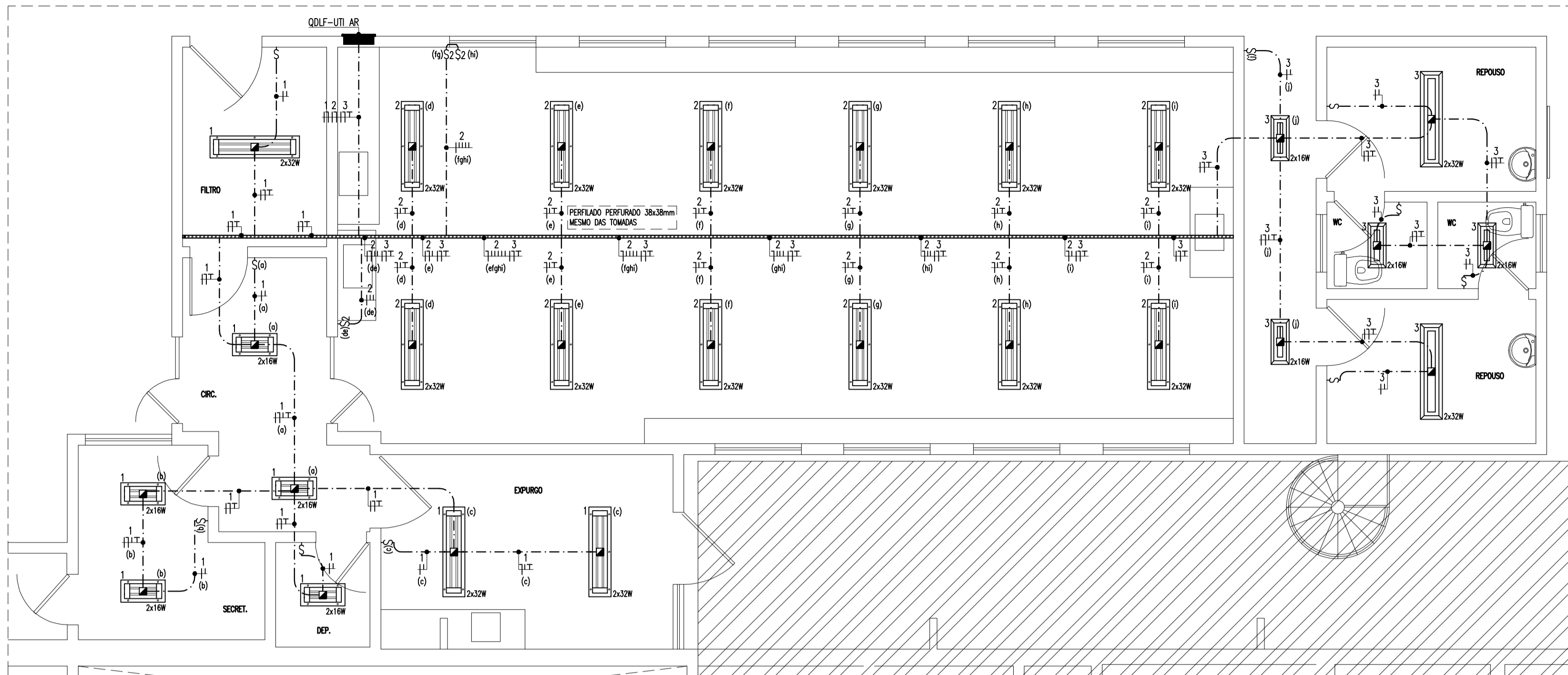


01	MODIFICAÇÃO DO NÚMERO DE LOCALIZADORES DE FALTA	IM	08/05/2014
REVISÃO	ASSUNTO	DESENHO	DATA
PAGO	APROVO	PROPRIETÁRIO	
		PROJETO	
		CONSTRUÇÃO	
CONSELHO PROFISSIONAL			
 			
<b>SEINFRA - SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA</b> <b>DAE - DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA</b>			
<b>REFORMA - AMBIÊNCIA I</b>			
<b>INTERESSADO:</b> HOSPITAL GERAL CEARÁ CALS DE OLIVEIRA AV. DO IMPERADOR, 848 - CENTRO		<b>PROJETO:</b> INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ETAPA: PROJETO EXECUTIVO	
<b>AUTOR:</b> ENG. FELIPE NUNES TELEFONE: (85) 3487-8844 EMAIL: felipe.nunes@dae.ce.gov.br		<b>CREA:</b> 42.048 D CREA-46.943 D	
<b>MUNICÍPIO:</b> PORTALEZA		<b>CONTEÚDO:</b> PLANTA BAIXA - UTI NEO AR - IT MÉDICO QUADROS DE CARGAS ESQUEMAS ELÉTRICOS DIAGRAMA IT MÉDICO LEGENDA E OBSERVAÇÕES DETALHES	
<b>RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL</b>		<b>DESENHO:</b> IM <b>DATA:</b> MARÇO 2013 <b>REVISÃO:</b> 01 <b>ARQUIVO:</b> ELE-02-02-UTI Neo IT AR.dwg	
<b>ELE 02 02</b>			

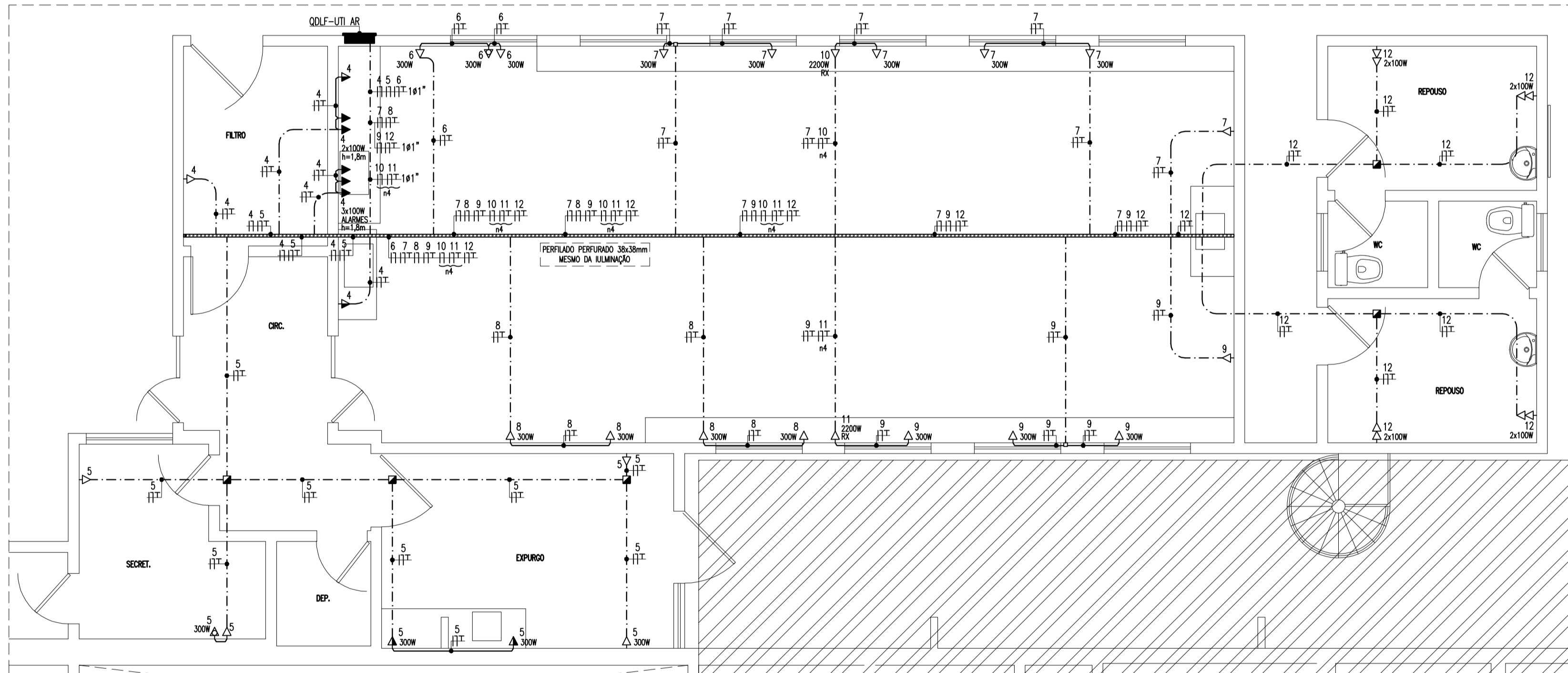
**ANEXO G- PROJETO COM RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL –  
DIAGRAMA UNIFILAR 04-  
ELE- UTI NEO II MR 2**



**ANEXO H- PROJETO COM RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL –  
DIAGRAMA UNIFILAR 05-  
ELE- UTI NEO HGCCO**

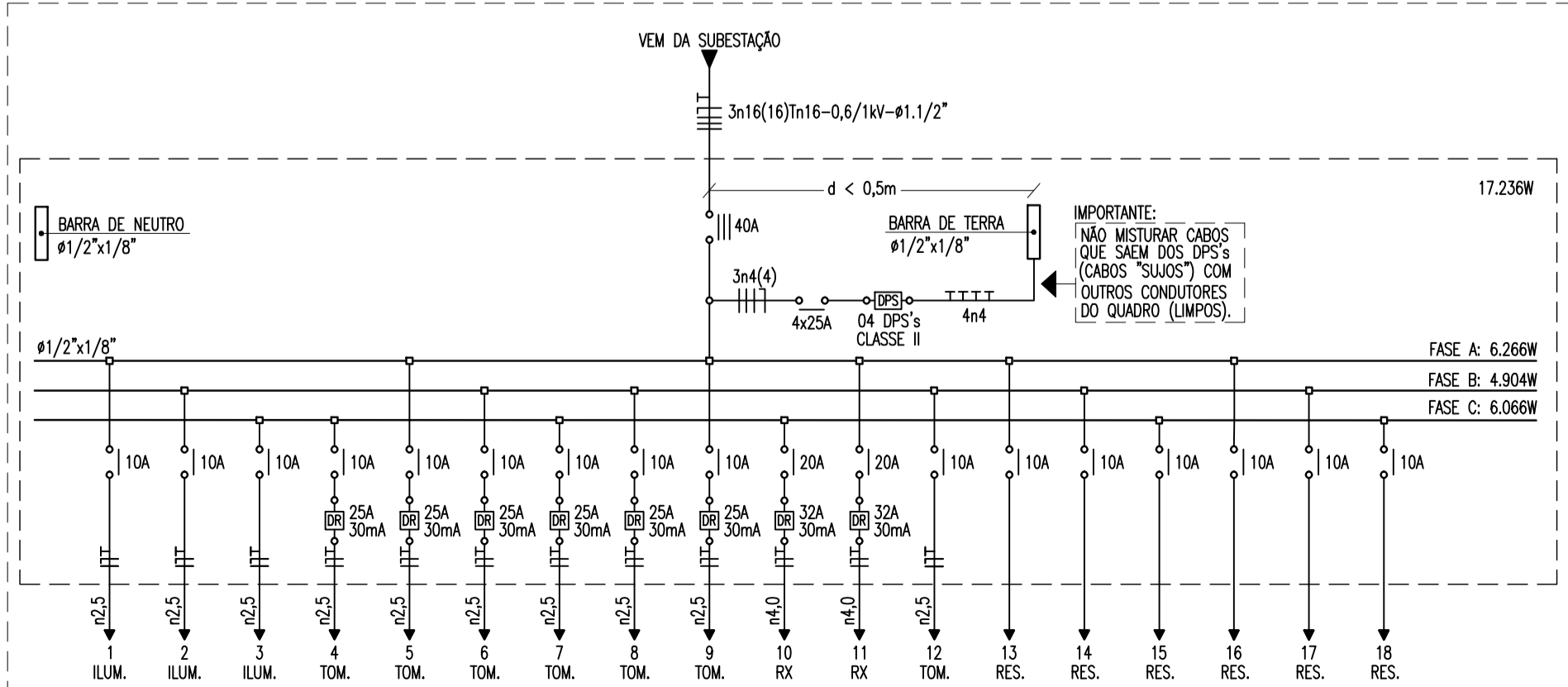


PLANTA BAIXA UTI NEO (ALTO RISCO) - ILUMINAÇÃO  
escala: 1/50



PLANTA BAIXA UTI NEO (ALTO RISCO) - TOMADAS  
escala: 1/50

QUADRO DE CARGAS QDLF-UTI AR



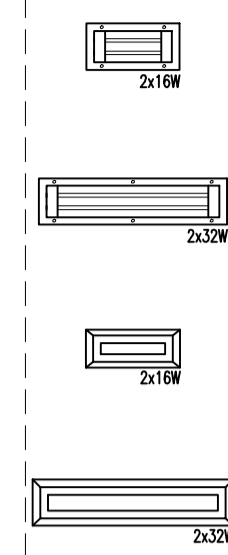
IMPORTANTE:  
ESTE ESQUEMA ELÉTRICO DEVE SER INCLuíDO NO INTERIOR DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU QUADRO TERMINAL CORRESPONDENTE, AFIXADO DE PREFERÊNCIA NO LADO INTERNO DA PORTA.

QUADRO DE CARGAS QDLF-UTI AR

Quadro	Circuito	Reserva (W)	Equipamento	Outras Cargas	Fluorescente Tubular 18	Tomas	Perdas (W)	Total (W)	Tensão (V)	Corrente da Circuito(A)	Fator de Potência	Disjuntor (A)	Condutor (mm²)	Distância (m)	ΔV (V/A.km)	Fases ABC					
																A	B	C			
QDLF-UTI AR	1				5	3	14	366	220	1,66	0,92	1,81	10	1n2,5(2,5)1n2,5	15,00	16,90	0,21	366			
	2						36	804	220	3,65	0,92	3,97	10	1n2,5(2,5)1n2,5	14,00	16,90	0,43		804		
	3					4	2	10	266	220	1,21	0,92	1,31	10	1n2,5(2,5)1n2,5	28,00	16,90	0,28			266
	4							800	220	3,64	0,92	3,95	10	1n2,5(2,5)1n2,5	12,00	16,90	0,36			800	
	5							1.500	220	6,82	0,92	7,41	10	1n2,5(2,5)1n2,5	20,00	16,90	1,14	1.500			
	6							900	220	4,09	0,92	4,45	10	1n2,5(2,5)1n2,5	14,00	16,90	0,48			900	
	7							1.800	220	7,27	0,92	7,91	10	1n2,5(2,5)1n2,5	18,00	16,90	1,09			1.800	
	8							1.200	220	5,45	0,92	5,93	10	1n2,5(2,5)1n2,5	18,00	16,90	0,73			1.200	
	9							1.000	220	4,55	0,92	4,94	10	1n2,5(2,5)1n2,5	22,00	16,90	0,83	1.000			
	10							2.200	220	10,00	0,80	12,50	20	1n4(4)1n4	18,00	8,96	0,92			2.200	
	11							2.200	220	10,00	0,80	12,50	20	1n4(4)1n4	19,00	8,96	0,97	2.200			
	12							800	220	3,64	0,92	3,95	10	1n2,5(2,5)1n2,5	26,00	16,90	0,79			800	
	13	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10				600				
	14	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10					600			
	15	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10					600			
	16	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10					600			
	17	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10					600			
	18	600						600	220	2,73	0,92	2,98	10					600			
TOTAL	3.600						600	220	2,73	0,92	2,98	40	3n16(16)1n16	95,00	2,30	1,64	6.266	4.304	6.066		

LEGENDA

ILUMINAÇÃO



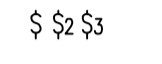
LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 16W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA POR PROCESSO ELETROSTÁTICO, COM ACABAMENTO EM PINTURA NA COR BRANCA. DIFUSOR EM POLIESTIRENO PLANO, TRANSPARENTE, MARTELADO. FAB.: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELETRÔNICO 2x16W. POTÊNCIA DO CONJUNTO 33W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB.: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 32W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA POR PROCESSO ELETROSTÁTICO, COM ACABAMENTO EM PINTURA NA COR BRANCA. DIFUSOR EM POLIESTIRENO PLANO, TRANSPARENTE, MARTELADO. FAB.: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELETRÔNICO 2x32W. POTÊNCIA DO CONJUNTO 67W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB.: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 16W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA NA COR BRANCA. REFLETOR COM ACABAMENTO ESPECULAR DE ALTO BRILHO. FAB.: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELETRÔNICO 2x16W. POTÊNCIA DO CONJUNTO 33W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB.: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

LUMINÁRIA DE EMBUTIR PARA DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES T8 DE 32W. CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTADA NA COR BRANCA. REFLETOR COM ACABAMENTO ESPECULAR DE ALTO BRILHO. FAB.: ITAM, LUMICENTER, SYLVANIA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. REATOR ELETRÔNICO 2x32W. POTÊNCIA DO CONJUNTO 67W, FATOR DE POTÊNCIA 0,98. FAB.: PHILIPS, OSRAM, INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

INTERRUPTORES



CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UM INTERRUPTOR DE EMBUTIR, 10A-250V, DE UMA, DUAS E TRÊS SEÇÕES RESPECTIVAMENTE. FAB.: PAL, LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADO A 1,1m DA FACE INFERIOR AO PISO ACABADO (OU ACIMA DA ÚLTIMA FILEIRA DE AZULEJOS, QUANDO HOUVER), QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO.

TOMADAS



CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+1, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V. FAB.: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 0,3m DA FACE INFERIOR AO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO.

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+1, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V. FAB.: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 1,1m DA FACE INFERIOR AO PISO ACABADO (OU ACIMA DA ÚLTIMA FILEIRA DE AZULEJOS, QUANDO HOUVER), QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO.

CAIXA EM PVC, DIMENSÕES 4"x2", COM UMA TOMADA DE EMBUTIR TIPO 2P+1, PADRÃO BRASILEIRO (NBR 14136), 20A-250V. FAB.: LEGRAND, SCHNEIDER, SIEMENS OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 2,0m DA FACE INFERIOR AO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO.

QUADROS E CAIXAS



QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM PLACA DE MONTAGEM E ESPELHO DE PROTEÇÃO INCORPORADO. FABRICAÇÃO EM CHAPA DE AÇO Nº20 E ACABAMENTO EM PINTURA ELETROSTÁTICA A PÓ A BASE DE EPOXI-POLESTER, INSTALADO A 1,50m DO CENTRO AO PISO, COM BARRAMENTO E DISJUNTORES CONFORME ESQUEMA ELÉTRICO CORRESPONDENTE. FAB.: CEMAR, WELSA, OLPE OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

CAIXA QUADROADA EM PVC, DIMENSÕES 4"x4", INSTALADA NO FORRO FALSO. FAB.: TIGRE, TRANOMINA, WETZEL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

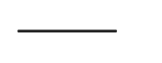
CAIXA QUADROADA EM PVC, DIMENSÕES 4"x4", FAB.: TIGRE, TRANOMINA, WETZEL OU EQUIVALENTE TÉCNICO, INSTALADA A 1,45m DA FACE INFERIOR AO PISO ACABADO, QUANDO NÃO INDICADA ALTURA EM PROJETO.

FIACAÇÃO



INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA RESPECTIVAMENTE; CONDUTOR COM BAIXA EMISSÃO DE FUMAÇA E GASES TÓXICOS CLASSE DE ISOLAMENTO 450/750V, ISOLAÇÃO EM PVC 707, ENCORCAMENTO CLASSE 5. FAB.: FROSTMAN, TIGRE, SI OU EQUIVALENTE TÉCNICO. COR VERMELHA PARA A FASE "A", PRETA PARA A FASE "B", BRANCA PARA A FASE "C", AZUL CLARA PARA O CONDUTOR NEUTRO, AMARELO PARA O RETORNO E VERDE-AMARELO PARA O CONDUTOR DE PROTEÇÃO (TERRA). SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 2,5mm².

ELETRODUTOS



ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, EMBUTIDO EM LAJE OU ALVENARIA. FAB.: TIGRE, AMANCO, DANSA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 43/4".

ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO ROSCÁVEL, ANTICHAMA, CLASSE B, INSTALADO NO FORRO FALSO. FAB.: TIGRE, AMANCO, DANSA OU EQUIVALENTE TÉCNICO. SEÇÃO NOMINAL, QUANDO NÃO INDICADA EM PROJETO, IGUAL A 43/4".

PERFILADOS



PERFILADO PERFURADO, DIMENSÕES 38x38mm, PRÉ-ZINCADO À FOGO CONFORME NORMA NBR 7008. FAB.: MOFA, DISPAN, REAL PERFIL OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

ESQUEMAS ELÉTRICOS



DISJUNTOR MONOPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE "XX" AMPERES, CAPACIDADE DE CURTO-CIRCUITO SIMÉTRICO, 3kA (QUANDO NÃO ESPECIFICADO), CURVA C. FAB.: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

DISJUNTOR TRIPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE "XX" AMPERES, CAPACIDADE DE CURTO-CIRCUITO SIMÉTRICO, 6kA (QUANDO NÃO ESPECIFICADO), CURVA C. FAB.: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

INTERRUPTOR DR (DIFERENCIAL-RESIDUAL) COM CORRENTE NOMINAL "XX" AMPERES, CORRENTE RESIDUAL 30mA, TIPO AC. FAB.: SIEMENS, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

DISPOSITIVO PROTETOR DE SURTOS DE TENSÃO (DPS), CLASSE II, MÁXIMA CORRENTE DE DESCARGA MAIOR OU IGUAL A 45kA, NÍVEL DE PROTEÇÃO MENOR OU IGUAL A 1,3kV, TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO CONTÍNUA 275V E CORRENTE DE CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO 5kA. FAB.: CLAMPER, ABB, SCHNEIDER OU EQUIVALENTE TÉCNICO.

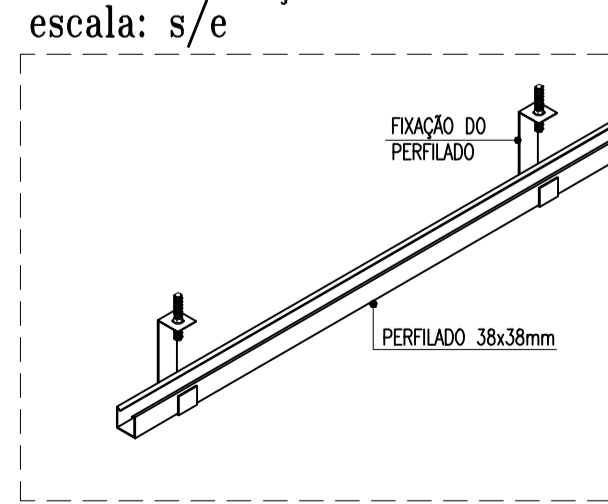
ADVERTÊNCIA

1. QUANDO UM DISJUNTOR OU FUSEL ATUAL, DESLIGANDO ALGUM CIRCUITO OU A INSTALAÇÃO INTERNA, A CAUSA PODE SER UMA SOBRECARGA OU UM CURTO-CIRCUITO. DESLIGAMENTOS FREQUENTES SÃO SINAIS DE SOBRECARGA. POR ISSO, NUNCA TROQUE SEUS DISJUNTORES OU FUSEIS POR OUTROS DE MAIOR CORRENTE (MAIOR AMPERAGEM) SIMPLEMENTE, COMO REGRA, A TROCA DE UM DISJUNTOR OU FUSEL POR OUTRO DE MAIOR CORRENTE REQUER, ANTES, A TROCA DOS FIOS E CABOS ELÉTRICOS, POR OUTROS DE MAIOR SEÇÃO (BITOLA).

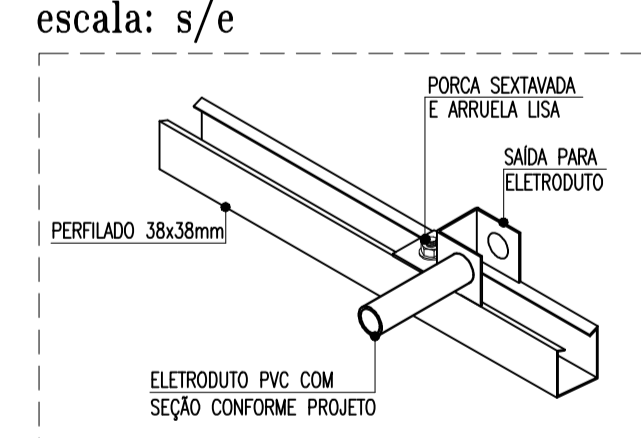
2. DA MESMA FORMA, NUNCA DESATIVE OU REMOVA A CHAVE AUTOMÁTICA DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS (DISPOSITIVO DR), MESMO EM CASO DE DESLIGAMENTOS SEM CAUSA APARENTE. SE OS DESLIGAMENTOS FOREM FREQUENTES E, PRINCIPALMENTE, SE AS TENTATIVAS DE RELIGAR A CHAVE NÃO TIVEREM ÊXITO, ISSO SIGNIFICA, MUITO PROVAVELMENTE, QUE A INSTALAÇÃO ELÉTRICA APRESENTA ANOMALIAS INTERNAS, QUE SE PODEM SER IDENTIFICADAS E CORRIDAS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. A DESATIVACÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

OBSERVAÇÃO:  
ESTA ADVERTÊNCIA DEVERÁ SER FIXADA, ATRAVÉS DE MATERIAL INDELELVEL, NA PORTA FRONTAL DE TODOS OS QUADROS ELÉTRICOS, CONFORME PRESCRIÇÃO 6.5.4.10 DA NBR 5410:2004.  
FONTE: NBR 5410:2004

DETALHE-FIXAÇÃO DO PERFILADO

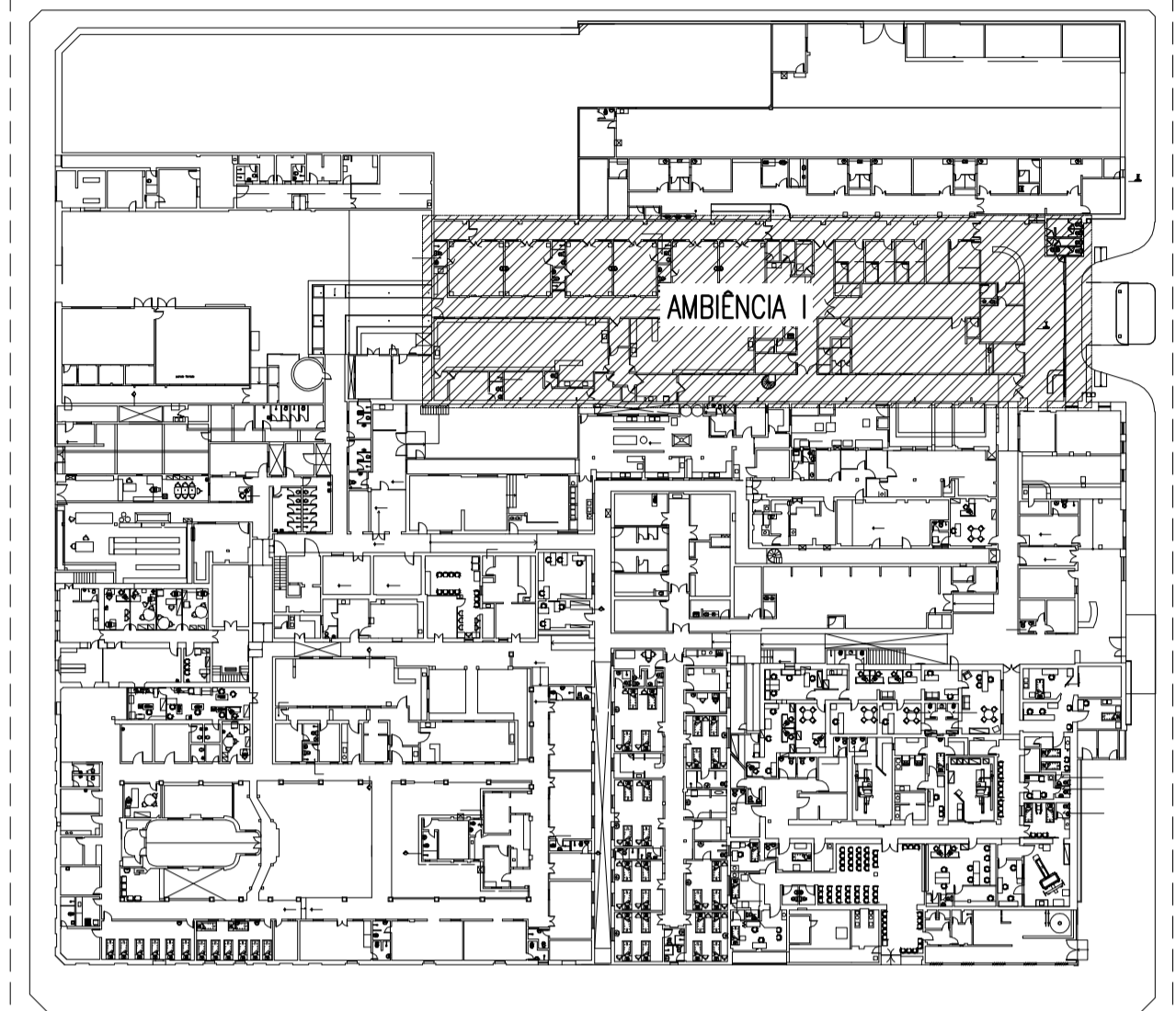


DETALHE-SAÍDA PARA ELETRODUTO

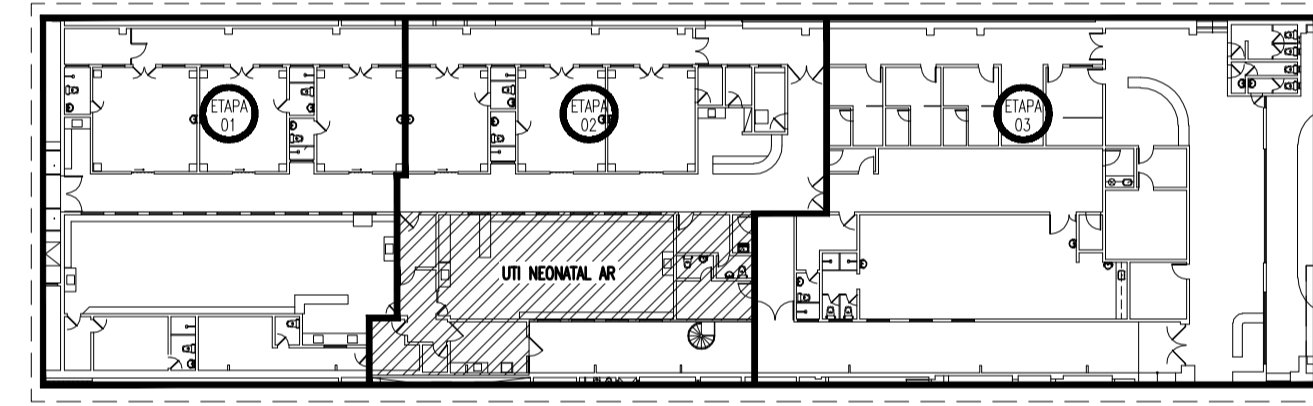


OBSERVAÇÕES GERAIS

- CONDUTORES NÃO COTADOS: SEÇÃO NOMINAL 2,5mm², CLASSE DE ISOLAMENTO 450/750V;
- ELETRODUTOS NÃO COTADOS: SEÇÃO NOMINAL 43/4";
- TOMADAS NÃO COTADAS: POTÊNCIA ESTIMADA EM 100W, FP = 0,92 INDUTIVO;
- TODAS AS CONDIÇÕES ENTRE ELETRODUTOS, CAIXAS DE PASSAGEM, DERIVAÇÃO E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVEM SER FEITAS COM A UTILIZAÇÃO DE BUCHA E ARRUELA CONFORME SEÇÃO DO ELETRODUTO;
- TODAS AS MASSAS CONDUTORAS DA INSTALAÇÃO DEVEM SER ATERRADAS: QUADROS, PERFILADOS, ELETROCALHAS E CARCAÇAS DE LUMINÁRIAS. CASO AS LUMINÁRIAS NÃO POSSUAM TERMINAL DE ATERRAMENTO, PROCEDER COMO SEGUE;
- TODOS OS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO CONTER O DIAGRAMA UNIFILAR CORRESPONDENTE, FIXADO EM SUAS PORTAS;



PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO GERAL  
escala: 1/700



PLANTA BAIXA - ETAPAS  
escala: 1/400

01	INCLUSÃO DAS TOMADAS NO POSTO DE ENFERMAGEM PARA GASES E CENTRAIS.	IM	22/01/14
REVISÃO	ASSUNTO	DESENHO	DATA
PAGO	APROVO	PROPRIETÁRIO	
		PROJETO	
		CONSTRUÇÃO	

CONSELHO PROFISSIONAL

**DAE**  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SEINFRA - SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA  
DAE - DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA

REFORMA - AMBIÊNCIA I

OSRA:

INTERESSADO:	PROJETO:	ESCALA:
HOSPITAL GERAL CÉSAR CALS DE OLIVEIRA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1/50
ENDEREÇO:	ETAPA:	1/50
AV. DO IMPERADOR, 948 - CENTRO	PROJETO EXECUTIVO	
MUNICÍPIO:	CONTEÚDO:	
PORTALEZA	PLANTA BAIXA - UTI NEO AR - ILUMINAÇÃO	
	PLANTA BAIXA - UTI NEO AR - TOMADAS	
	QUADRO DE CARGAS QDLF-UTI AR	
	ESQUEMA ELÉTRICO QDLF-UTI AR	
	LEGENDA E OBSERVAÇÕES	
	DETALHES	

AUTOR: ENG. FELIPE NUNES  
TELEFONE: (85) 3487-8844  
EMAIL: felipe.nunes@dae.ce.gov.br  
CREA: 46.943 D

AUTOR: ENG. ITAMBE MATIAS  
TELEFONE: (85) 3487-8844  
EMAIL: itambe.matias@dae.ce.gov.br  
CREA: 42.048 D

RESERVA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

DESENHO: IM

DATA: MARÇO 2013

REVISÃO: 01

ARQUIVO: ELE-16\_19-HGCCO.dwg

**ELE 16 19**

**ANEXO I- RELATÓRIO MENSAL DE MANUTENÇÃO SUBESTAÇÕES- 2025**

## RELATÓRIO MENSAL DE MANUTENÇÃO SUBESTAÇÕES

**Cliente:** Hospital Geral Dr. Cesar Cals (HGCC)

**Contrato:** 02/22 - N 1171/2021

**Objeto:** Serviços de Manutenção preventiva, corretiva e preditiva nas subestações e grupos geradores diesel, com fornecimento de ferramentas, equipamentos, materiais de consumo e peças de reposição, com disponibilidade de serviços de plantão para atendimentos emergências e eventuais nas dependências do cliente.

**Técnico Responsável:**

Francisco Tiago da Silva Andrade – Eletrotécnico

**Ref.:** Relatório de atividades desenvolvidas em junho/2025

Nestes documentos estão todas as informações essenciais para uma boa manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos das instalações dos anexos, devido ao uso de produtos originais e ferramentas adequadas para o manuseio das peças.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS E PERIGOS (APRP) - Subestação

ETAPA	RISCO OU PERIGO	EFEITOS POSSÍVEL	RECOMENDAÇÕES E CONTROLE
Subida Eletricista no poste	1 - Choque Elétrico	Queimaduras; Parada Cardíaca; Parada Respiratória; Queda	1 - Confrontar as informações da OS com a realidade; 2 - Solicitar o desligamento do alimentador; 3 - Aguardar a confirmação do desligamento; 4 - Fazer o teste de ausência de tensão; 5 - Realizar duplo bloqueio contra religamento; 6 - Ligar o aterramento provisório; 7 - Fazer novo teste de ausência de tensão;
	2 - Queda	Fratura	1 - Posicionar a escada corretamente; 2 - Eletricista se postar de maneira segura; 3 - Uso de EPI's adequados;
Manutenção com coleta de Óleo	1 - Queda	Fratura	1 - Posicionamento correto do eletricista; 2 - Uso de EPIs adequados
	2 - Queda de materiais e ferramentas	Ferimentos	1 - Treinamento do trabalhador em subir escadas; 2 - Isolamento da área com sinalização; 3 - Lçar as ferramentas em cestas adequadas;
Retirada do transformador	1 - Queda do transformador		1 - Isolamento e sinalização da área; 2 - Utilização correta dos equipamentos (içamento); 3 - Inspeção minuciosa dos itens de fixação; 4 - Cuidado na descida do transformador; 5 - Não se postar abaixo do transformador; 6 - Retirar o aterramento provisório; 7 - Checar ausência de eventuais riscos; 8 - Autorizar o religamento do alimentador;

**28/06/2025** - Manutenção preventiva das subestações e geradores (HGCC).

## **Subestação abrigada**

---

### **Cabine (Subestação abrigada)**

- ✓ Checar EPCs (Luva isolante, tapete de borracha, vara de manobra, extintores de incêndio);
- ✓ Checar sinalização e trancas de acesso a subestação;
- ✓ Checar/regularizar iluminação de emergência e ambiente;
- ✓ Verificar saídas/entrada de circulação de ar;
- ✓ Verificação da estrutura do poste/cruzeta/suporte (Subestação aérea);
- ✓ Limpeza das áreas (Zonas Livre e Controlada).

### **Transformador de Potência Trifásico de 500 kVA (Trafo 01)**

- ✓ Inspeção de instrumentos, acessórios e sua fiação;
- ✓ Verificação do sistema de proteção do circuito elétrico;
- ✓ Verificação do nível de óleo;
- ✓ Verificação de vazamentos;
- ✓ Verificação de existências de trincas e fissuras nas buchas;
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

### **Painéis de Proteção e Medição**

- ✓ Verificação de fusíveis de comandos;
- ✓ Verificação de circuito de comando, medição e proteção;
- ✓ Verificação de aterramento;
- ✓ Verificação de existência de corrosão, ferrugem ou vazamentos;
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

### **Seccionadora AT**

- ✓ Verificação de articulação, pinos, molas e travas;
- ✓ Verificação de intertravamento;
- ✓ Verificação das chaves facas.
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

### **Disjuntor MT**

- ✓ Exame de mecanismo de operação, pinos, molas, braços e articulações;
- ✓ Inspeção de fiação;
- ✓ Verificação de sinalização;
- ✓ Exame de todas as partes metálicas quanto à corrosão;
- ✓ Verificação de vazamento.
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

### **Transformador de Potência Trifásico de 500 Kva (Trafo 02)**

- ✓ Inspeção de instrumentos, acessórios e sua fiação;
- ✓ Verificação do sistema de proteção do circuito elétrico;
- ✓ Verificação do nível de óleo;
- ✓ Verificação de vazamentos;
- ✓ Verificação de existências de trincas e fissuras nas buchas;
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

### **Seccionadora AT**

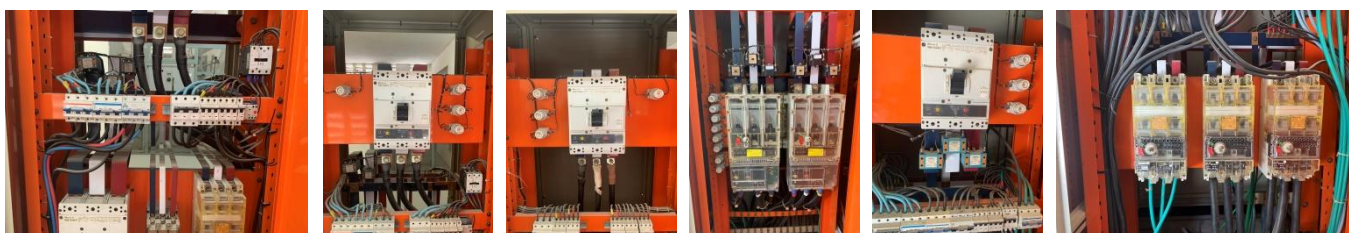
- ✓ Verificação de articulação, pinos, molas e travas;
- ✓ Verificação de intertravamento;
- ✓ Verificação das chaves facas.
- ✓ Termografia sem Laudo (inspeção visual).

## Memória fotográfica

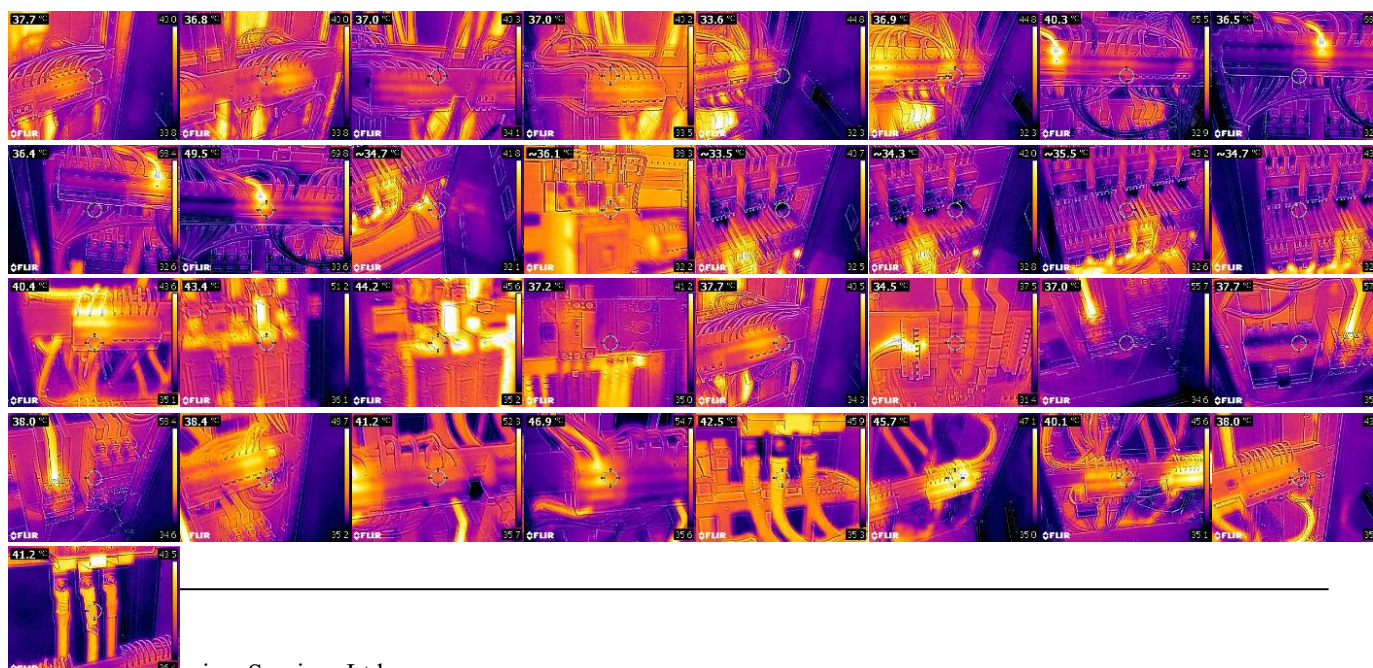
### Subestação abrigada

---

QGBT

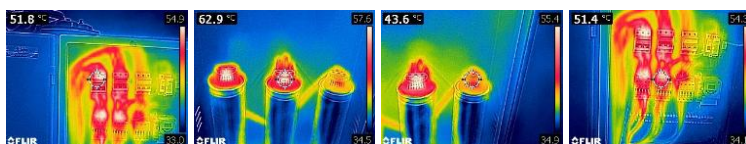


### Termografia

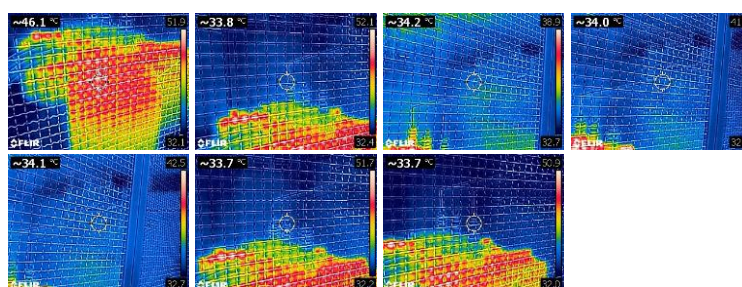


ITS Comércio e Serviços Ltda.

### Quadro dos capacitores



### TPT 500 KVA – Trafo 01

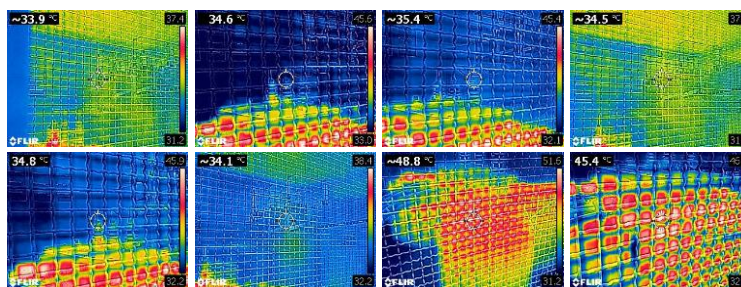


---

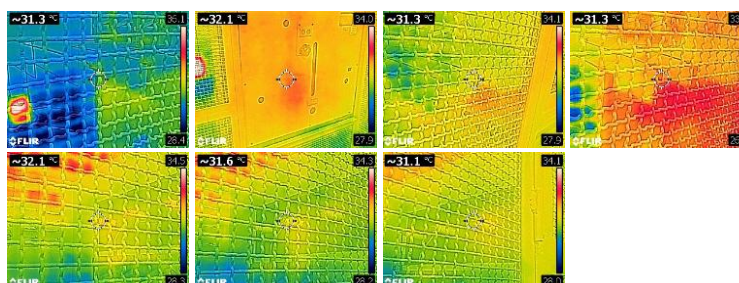
ITS Comercio e Serviços Ltda.

Prç Michel Cury, 272 - Lídice– Uberlândia (MG) – 38.400-092. Fone: (0xx34) 3306-0558 -  
e-mail: itscomercioeservicos@gmail.com

### TPT 300 KVA - Trafo 02



### Disjuntor de Média



---

ITS Comercio e Serviços Ltda.

Prç Michel Cury, 272 - Lídice- Uberlândia (MG) – 38.400-092. Fone: (0xx34) 3306-0558 -  
e-mail: itscomercioeservicos@gmail.com

## **Grupo Gerador 01**

---

### **GMG de 625 KVA**

#### **Motor Diesel/Alternador**

- ✓ Verificação de existência de vazamento de óleo, líquido de arrefecimento ou combustível;
- ✓ Verificação de existência de obstrução ou entupimento no radiador, vedação da tampa do radiador, anteparos motorizados inoperantes e se está correta a concentração de aditivos no líquido de arrefecimento do motor;
- ✓ Verificação do pré-aquecimento;
- ✓ Verificação de obstrução ou entupimentos e limpeza dos filtros de ar;
- ✓ Verificação quanto a existência de furos, vazamentos ou conexões soltas no sistema de filtragem de ar;
- ✓ Verificação de tensão e estado das correias do ventilador;
- ✓ Verificação o estado da colmeia do ventilador;
- ✓ Verificação de mangueiras deterioradas;
- ✓ Verificação de mangotes e abraçadeiras de fixação;
- ✓ Verificação e lubrificação do sistema de aceleração e parada do motor;
- ✓ Verificação se a chave de comutação está na posição AUTO e se o disjuntor do gerador, se usado, está fechado;
- ✓ Verificação de operação dos aquecedores do líquido de arrefecimento do motor;
- ✓ Verificação do nível de combustível e a operação da bomba e transferência de combustível;
- ✓ Verificação quanto à existência de vazamentos ou entupimentos no sistema de escape e drenagem do bujão de condensação;

- ✓ Verificação se existe vazamentos ou entupimentos no sistema de ventilação, nas aberturas de entrada e saída do gerador.

### **Quadro de Alimentação e Comando**

- ✓ Verificação dos medidores, indicadores e luzes quanto ao seu funcionamento correto;
- ✓ Reaperto de conexões;
- ✓ Limpeza geral;

### **Baterias**

- ✓ Verificação das conexões dos cabos e o nível do líquido da bateria;
- ✓ Verificação e reaperto dos bornes de ligação;
- ✓ Verificação o sistema de carga;
- ✓ Medição de tensão de flutuação.

## **Grupo Gerador 02 – HUWC**

---

### **GMG de 625 KVA**

#### **Motor Diesel/Alternador**

- ✓ Verificação de existência de vazamento de óleo, líquido de arrefecimento ou combustível;
- ✓ Verificação de existência de obstrução ou entupimento no radiador, vedação da tampa do radiador, anteparos motorizados inoperantes e se está correta a concentração de aditivos no líquido de arrefecimento do motor;
- ✓ Verificação do pré-aquecimento;
- ✓ Verificação de obstrução ou entupimentos e limpeza dos filtros de ar;

- ✓ Verificação quanto a existência de furos, vazamentos ou conexões soltas no sistema de filtragem de ar;
- ✓ Verificação de tensão e estado das correias do ventilador;
- ✓ Verificação o estado da colmeia do ventilador;
- ✓ Verificação de mangueiras deterioradas;
- ✓ Verificação de mangotes e abraçadeiras de fixação;
- ✓ Verificação e lubrificação do sistema de aceleração e parada do motor;
- ✓ Verificação se a chave de comutação está na posição AUTO e se o disjuntor do gerador, se usado, está fechado;
- ✓ Verificação de operação dos aquecedores do líquido de arrefecimento do motor;
- ✓ Verificação do nível de combustível e a operação da bomba e transferência de combustível;
- ✓ Verificação quanto à existência de vazamentos ou entupimentos no sistema de escape e drenagem do bujão de condensação;
- ✓ Verificação se existe vazamentos ou entupimentos no sistema de ventilação, nas aberturas de entrada e saída do gerador.

### **Quadro de Alimentação e Comando**

- ✓ Verificação dos medidores, indicadores e luzes quanto ao seu funcionamento correto;
- ✓ Reaperto de conexões;
- ✓ Limpeza geral;

### **Baterias**

- ✓ Verificação das conexões dos cabos e o nível do líquido da bateria;
- ✓ Verificação e reaperto dos bornes de ligação;
- ✓ Verificação o sistema de carga;
- ✓ Medição de tensão de flutuação.

## Memória Fotográfica

### Grupo gerador 01



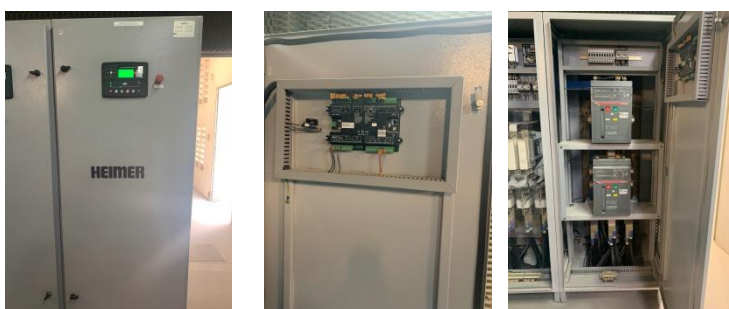
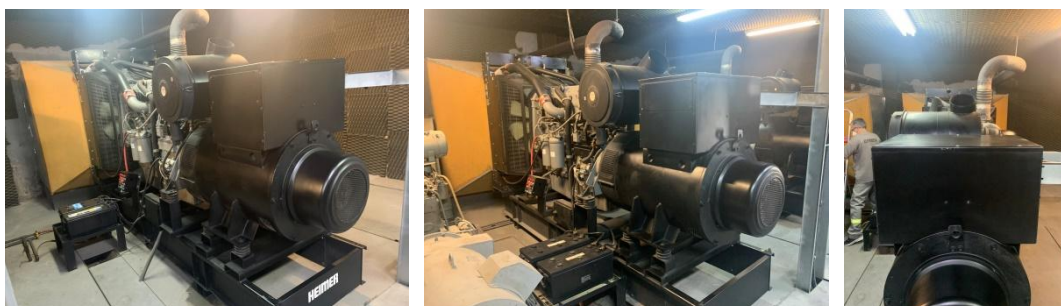
---

ITS Comercio e Serviços Ltda.

Prç Michel Cury, 272 - Lídice- Uberlândia (MG) – 38.400-092. Fone: (0xx34) 3306-0558 -  
e-mail: itscomercioeservicos@gmail.com

## Memória Fotográfica

### Grupo gerador 02



---

ITS Comercio e Serviços Ltda.

Prç Michel Cury, 272 - Lídice- Uberlândia (MG) – 38.400-092. Fone: (0xx34) 3306-0558 -  
e-mail: itscomercioeservicos@gmail.com



## Observações

Com base nas manutenções feitas nos equipamentos descritos acima, todas as partes da estrutura estão em bom estado e estão 100% operantes.

\*\* Disponibilizado canal de comunicação e equipe técnica qualificada, em período integral (24/7), durante todo o mês de junho/2025, para atendimentos de urgência/emergência.

Fortaleza-CE, 01 julho de 2025.

---

ITS Comercio e Serviços Ltda.

Prç Michel Cury, 272 - Lídice– Uberlândia (MG) – 38.400-092. Fone: (0xx34) 3306-0558 -  
e-mail: itscomercioeservicos@gmail.com