



**isec**  
**Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

**ESTUDO DOS RISCOS ELÉTRICOS EM  
AMBIENTE HOSPITALAR**

Autor

**Rúben Tiago Neto Marques**

Orientador

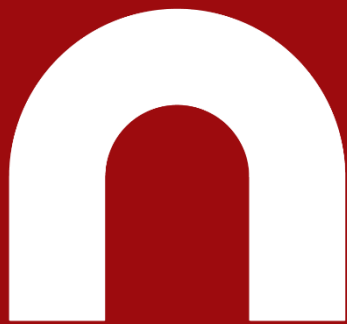
**Prof<sup>a</sup> Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino  
Agreira**

Coimbra, abril, 2022

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA





# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

### ESTUDO DOS RISCOS ELÉTRICOS EM AMBIENTE HOSPITALAR

Relatório de Trabalho de Projeto para a obtenção do grau de  
Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas  
Industriais

Autor

**Rúben Tiago Neto Marques**

Orientador

**Prof<sup>a</sup> Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino  
Agreira**

Supervisor na empresa SUCH - Serviço de Utilização Comum dos Hospitais

**Carlos Alberto Marques Pinto**

Coimbra, abril, 2022



## AGRADECIMENTOS

A realização do presente projeto foi possível devido a um conjunto de pessoas que terei de enaltecer pela energia positiva e motivação que me transmitiram ao longo destes últimos anos.

Começo por agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e aos professores do Departamento de Engenharia Eletrotécnica que me deram a possibilidade de poder chegar a este ponto e me darem todas as ferramentas possíveis para a realização do curso e deste projeto.

À minha orientadora, Professora Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino Agreira que me ajudou desde o primeiro minuto, com que abraçou este projeto e que graças à determinação e confiança em mim tornou este projeto possível, um muito obrigado!

Expresso o meu agrado também com a minha entidade patronal, o SUCH – Serviço de Utilização Comum dos Hospitais, que me acolheu e me deu oportunidade de desenvolver este projeto.

Ao Engenheiro Carlos Alberto Marques Pinto, um especial agradecimento pela forma como colaborou, com os seus conhecimentos, com a disponibilidade e confiança com que abraçou este projeto.

Ao Engenheiro Carlos Jorge Coelho Teixeira pela sua pronta disponibilidade em ajudar e partilhar os seus conhecimentos um grande voto agradecimento e de gratificação.

Aos meus pais, por me terem dado esta oportunidade de poder crescer no percurso académico ao darem me uma ferramenta de trabalho essencial para a minha pessoa, um obrigado.

Agradeço à minha esposa, Joana Pêgo, o apoio incondicional que me tem dado desde que entrei no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que de forma resiliente me deu motivação para seguir sempre em frente e tornar os meus sonhos possíveis de serem realizados.

Ao meu filho, Salvador Pêgo Marques que embora tenha nascido durante a realização deste projeto, me deu um especial alento e me deu motivação para terminar este projeto e o Mestrado.

Aos meus amigos, que de uma forma geral tiveram um contributo importante no apoio e na minha adaptação ao ensino universitário.

Por último e tão mais importante, um especial agradecimento ao meu amigo João Barradas que permitiu que chegasse a este ponto no meu percurso académico e profissional, um contributo importantíssimo que levarei para sempre comigo.



## RESUMO

O presente projeto surge no âmbito do Mestrado em Energia Eletrotécnica e pretende evidenciar um conjunto de acontecimentos, vivências e experiências, aprofundando um conjunto de fatores que influenciam os riscos elétricos em ambiente hospitalar.

O projeto foi realizado em parceria com a empresa SUCH – Serviço de Utilização Comum dos Hospitais, uma associação privada sem fins lucrativos que visa promover a redução de custos e o aumento da qualidade e eficiência dos seus associados.

O trabalho desenvolvido durante o período estabelecido teve como principal objetivo estudar e aprofundar os métodos de avaliação dos riscos elétricos nas unidades hospitalares.

As unidades de saúde hoje em dia, abarcam muitas exigências a nível de instalações elétricas, sendo muito importante que estejam bem protegidas e que garantam as necessidades hospitalares de forma eficaz e segura. Tendo em conta quer o fator tecnológico quer o fator humano, é necessário garantir toda a segurança elétrica perante os doentes e para com os profissionais de saúde. Garantias que são dadas por técnicos especializados em ambiente hospitalar através de um acompanhamento constante das instalações.

Com o desenvolvimento de dois métodos de avaliação de riscos elétricos assentes na atividade de exploração das instalações elétricas e na avaliação de segurança aos blocos operatórios, conseguiu-se elaborar dois fluxogramas que exemplificam as metodologias de avaliação aplicadas neste contexto. Metodologias que têm por objetivo auxiliarem os técnicos a tomarem decisões de forma assertiva, concreta e de maneira eficaz.

Deste modo, salienta-se a importância destes processos que apesar de toda a inovação e melhorias, existe sempre um risco associado à prestação de cuidados de saúde, quer sejam eles de caráter clínico (associado aos equipamentos) ou não clínico (fatores ambientais, arquitetónicos, entre outros), salientando a importância da sua identificação e solução.

**Palavras-Chave:** Exploração, blocos operatórios, segurança elétrica, legislação, Técnico Responsável, metodologia.



## ABSTRACT

This project comes within the scope of the Master's Degree in Electrotechnical Energy and intends to highlight a set of events, experiences and experiences, deepening a set of factors that influence electrical risks in the hospital environment.

The project was done in partnership with the company SUCH – Service for Common Use of Hospitals, a private non-profit association that aims to promote cost reduction and increase the quality and efficiency of its associates.

The work developed during the established period had as main objective to study and deepen the methods of evaluation of electrical risks in hospital units.

Nowadays, health units have many demands in terms of electrical installations, and it is very important that they are well protected and that they guarantee hospital needs in an effective and safe way. Taking into account both the technological factor and the human factor, it is necessary to guarantee all electrical safety for patients and for health professionals. Guarantees that are given by technicians specialised in hospital environments through constant monitoring of the installations.

With the development of two electrical risk assessment methods based on the exploration of electrical installations and on the safety assessment of operating rooms, it was possible to elaborate two flowcharts that exemplify the assessment methodologies applied in this context. Methodologies that aim to help technicians make assertive, concrete and effective decisions.

This way, the importance of these processes is highlighted that despite all the innovation and improvements, there is always a risk associated with the provision of health care, whether they are clinical (associated with equipment) or non-clinical (environmental, architectural factors , among others), stressing the importance of its identification and solution.

**Keywords:** Exploration, operating rooms, electrical safety, legislation, Responsible Technician, methodology.



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 – Enquadramento.....	1
1.2 – Objetivos.....	2
1.3 – Estrutura.....	2
<b>CAPÍTULO 2 – CONTEXTO HOSPITALAR</b> .....	<b>5</b>
2.1 – Introdução.....	5
2.2 – Integração da empresa colaboradora em unidades hospitalares.....	5
2.2.1 Missão.....	6
2.2.2 Valores.....	6
2.2.3 Áreas de intervenção.....	6
2.2.4 Organograma.....	7
2.2.5 Certificação e Qualidade.....	8
2.3 – Segurança e Controlo Técnico.....	8
2.4 – Rede Geral de Instalações Elétricas.....	9
2.4.1 Projeto Instalações Hospitalares.....	9
2.4.2 Distribuição de energia.....	10
2.5 – Recomendações e Especificações Técnicas.....	12
2.6 – Conclusão.....	14
<b>CAPÍTULO 3 – EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b> .....	<b>15</b>
3.1 – Introdução.....	15
3.2 – Responsabilidade pela exploração de instalações elétricas.....	15
3.2.1 Instalações que carecem de Técnico Responsável.....	16
3.2.2 Legislação Aplicada.....	17
3.2.3 Obrigações do técnico responsável pela exploração.....	18
3.2.4 Obrigações da entidade exploradora.....	19
3.3 – Fundamentos e âmbito da exploração.....	19
3.3.1 Postos de Transformação.....	19
3.3.2 Medição de resistência de um circuito de terras.....	22
3.3.3 Grupo Gerador de Socorro.....	23
3.3.4 Vistoria/Inspeção.....	25
3.4 – Riscos elétricos em Ambiente Hospitalar.....	26
3.4.1 Contactos Diretos e Indiretos.....	27
3.4.2 Fatores de risco.....	28
3.4.3 Eletrificação vs Electrocussão.....	28
3.4.4 Efeitos e consequências.....	29
3.5 – Oportunidades de melhoria.....	32
3.5.1 Proteção contra o choque elétrico.....	32
3.5.2 Iluminação Emergência.....	36

3.5.3 Cabos elétricos .....	37
3.6 – Questões frequentes .....	38
3.7 – Conclusão.....	40
<b>CAPÍTULO 4 – SEGURANÇA ELÉTRICA NOS BLOCOS OPERATÓRIOS.....</b>	<b>41</b>
4.1 – Introdução.....	41
4.2 – Análise descritiva de uma sala de bloco .....	41
4.2.1 Estrutura .....	42
4.2.2 Iluminação natural / artificial .....	43
4.2.3 Equipamentos pendentes .....	43
4.2.4 Climatização .....	43
4.2.5 Gases medicinais.....	44
4.2.6 Alimentações de socorro .....	44
4.3 – Esquema de ligação IT - Médico.....	46
4.3.1 Objetivos.....	46
4.3.2 Benefícios .....	47
4.3.3 Composição .....	47
4.4 – Riscos associados.....	49
4.5 – Legislação Aplicada .....	50
4.5.1 Regras aplicáveis aos locais de uso médico.....	50
4.6 Conclusão.....	53
<b>CAPÍTULO 5 – PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS .....</b>	<b>55</b>
5.1 – Introdução.....	55
5.2 – Desenvolvimento da Atividade de EIE.....	55
5.2.1 Plano Vistorias .....	56
5.2.2 Unidade exemplo de vistoria .....	58
5.2.3 Avaliação do Posto de Transformação .....	59
5.2.4 Avaliação do Grupo Gerador .....	71
5.2.5 Avaliação do para-raios .....	74
5.2.6 Avaliação do sistema de Baixa Tensão.....	75
5.2.7 – Equipamentos de monitorização e medida.....	77
5.3 – Procedimento de avaliação aos BO .....	78
5.3.1 Plano Vistorias .....	79
5.3.2 Plano de trabalho.....	80
5.3.3 Controlo da corrente de fuga do transformador de isolamento (TI) .....	81
5.3.4 Controlo e aferição dos monitores de fugas na instalação .....	82
5.3.5 Controlo do pavimento antiestático .....	84
5.3.6 Resistência dos condutores de proteção e de equipotencialidade .....	85
5.3.7 Limitação da tensão de contacto e resistência do circuito de terra .....	87
5.4 – Equipamentos monitorização e medida.....	88
5.5 – Metodologia para avaliação riscos em unidades hospitalares.....	89
5.6 – Metodologia para avaliação riscos em blocos operatórios .....	91
5.7 – Conclusão.....	93
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>95</b>
6.1 – Conclusões.....	95
6.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros .....	95

---

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo I: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em EIE .....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo II: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em BO .....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo III: Relatório modelo nº 937 (exclusivo INCM).....</b>	<b>110</b>
<b>Anexo IV: Folha Associada.....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo V: Folha de Registo de Terras .....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo VI: Exploração das Instalações Elétricas .....</b>	<b>116</b>
<b>Anexo VII: Termo de Responsabilidade .....</b>	<b>117</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ORGANOGRAMA.....	7
FIGURA 2.2 - ENTIDADES CERTIFICADORAS .....	8
FIGURA 2.3 - ACSS - ADMINISTRAÇÃO CENTRAL DO SISTEMA SAÚDE .....	13
FIGURA 3.1 - RESPONSÁVEL TÉCNICO .....	16
FIGURA 3.2 - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO AÉREO .....	20
FIGURA 3.3 - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO CB .....	21
FIGURA 3.4 - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO – TIPO CA .....	21
FIGURA 3.5 - ESQUEMA DE MEDIÇÃO DE TERRAS .....	22
FIGURA 3.6 - GERADOR DE SOCORRO DE UM HOSPITAL .....	24
FIGURA 3.7 - INSTALAÇÕES E VISTORIAS.....	25
FIGURA 3.8 - SINALÉTICA DE PERIGO.....	26
FIGURA 3.9 - CONTACTO DIRETO .....	27
FIGURA 3.10 - CONTACTO INDIRETO.....	27
FIGURA 3.11 - PLACA DE SINALIZAÇÃO PERIGO 1 .....	28
FIGURA 3.12 - PLACA DE SINALIZAÇÃO PERIGO 2 .....	28
FIGURA 3.13 - PERCURSO DA CORRENTE ELÉTRICA (MORAIS, S.D.) .....	29
FIGURA 3.14 - PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIAS DE UM ACIDENTE ELÉTRICO .....	31
FIGURA 3.15 - INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X25A-30MA .....	32
FIGURA 3.16 - INTERRUPTOR DIFERENCIAL 4X25A-30MA .....	32
FIGURA 3.17 - LIGAÇÕES À TERRA .....	33
FIGURA 3.18 - OBTURADORES .....	34
FIGURA 3.19 - SÍMBOLO CLASSE II DE ISOLAMENTO.....	35
FIGURA 3.20 - QUADRO TIPO CLASSE II .....	35
FIGURA 3.21 - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	36
FIGURA 3.22 - CABO ELÉTRICO RESISTENTE AO FOGO.....	37
FIGURA 4.1 - SALA DE BLOCO OPERATÓRIO .....	41
FIGURA 4.2 - UPS 1 .....	44
FIGURA 4.3 - UPS 2 .....	45
FIGURA 4.4 - PAINEL UPS 1.....	45
FIGURA 4.5 - PAINEL UPS 2.....	45
FIGURA 4.6 - ESQUEMA LIGAÇÃO SISTEMA IT .....	46
FIGURA 4.7 - OBJETIVOS IT.....	47
FIGURA 4.8 - PAVIMENTO ANTIESTÁTICO .....	48
FIGURA 4.9 - SALA DE BLOCO OPERATÓRIO .....	49

FIGURA 4.10 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO NOS LOCAIS DE USO MÉDICO .....	52
FIGURA 5.1 - PLANO DE VISTORIAS 2021 - PÁG 1 .....	56
FIGURA 5.2 - PLANO DE VISTORIAS 2021 - PÁG 2 .....	57
FIGURA 5.3 - ENTRADA DE MÉDIA TENSÃO .....	59
FIGURA 5.4 - SECCIONADOR MÉDIA TENSÃO.....	60
FIGURA 5.5 - SECCIONADOR - LUZ TÉRMICA.....	60
FIGURA 5.6 - FUSÍVEIS .....	61
FIGURA 5.7 - FUSÍVEIS - LUZ TÉRMICA .....	61
FIGURA 5.8 - CELAS QM .....	62
FIGURA 5.9 - CELA QM DANIFICADA .....	62
FIGURA 5.10 - ANÁLISE VISUAL AO TRANSFORMADOR .....	63
FIGURA 5.11 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA .....	63
FIGURA 5.12 - ANÁLISE AO NÍVEL DE ÓLEO .....	63
FIGURA 5.13 - TERMINAIS TRANSF. - LUZ VISÍVEL.....	63
FIGURA 5.14 - TRANSFORMADOR COM FUGAS 1.....	64
FIGURA 5.15 - TRANSFORMADOR COM FUGAS 2.....	64
FIGURA 5.16 - MEDIÇÃO DO VALOR DE TERRAS .....	65
FIGURA 5.17 - COLOCAÇÃO DO MEDIDOR DE TERRAS .....	65
FIGURA 5.18 - COLOCAÇÃO DOS ELÉTODOS .....	66
FIGURA 5.19 - MEDIÇÃO DE VALORES TERRA .....	66
FIGURA 5.20 - TAPETE ISOLANTE.....	67
FIGURA 5.21 - CAPACETE DE PROTEÇÃO .....	67
FIGURA 5.22 - LUVAS ISOLANTES.....	68
FIGURA 5.23 - LANTERNA.....	68
FIGURA 5.24 - MAPA DE 1ºS SOCORROS .....	69
FIGURA 5.25 - EXTINTOR .....	69
FIGURA 5.26 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA CORTE GERAL QGBT - LUZ VISÍVEL .....	70
FIGURA 5.27 - ANÁLISE E CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESQUEMA UNIFILAR .....	70
FIGURA 5.28 - IDENTIFICAÇÃO QUADRO ELÉTRICO.....	70
FIGURA 5.29 - ANÁLISE AO QGBT.....	70
FIGURA 5.30 - GRUPO GERADOR COM 2 GERADORES .....	71
FIGURA 5.31 - GRUPO GERADOR COM 1 GERADOR.....	71
FIGURA 5.32 - GERADOR EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO.....	71
FIGURA 5.33 - QUADRO TRANSFERÊNCIA .....	72
FIGURA 5.34 - COMANDOS GERADOR .....	72

FIGURA 5.35 - MEDIÇÃO VALORES TERRA .....	73
FIGURA 5.36 - REGISTO VALORES NO MAPA DE TERRA .....	73
FIGURA 5.37 - PARA-RAIOS DE UM CENTRO DE SAÚDE .....	74
FIGURA 5.38 - MEDIÇÃO PARA-RAIOS (NÃO CONFORME - MAIOR QUE 10 OHM) .....	74
FIGURA 5.39 - VERIFICAÇÃO DE EQUIPOTENCIALIDADE .....	75
FIGURA 5.40 - VERIFICAÇÃO FUNCIONALIDADE PROTEÇÕES E AVALIAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS .....	75
FIGURA 5.41 - VERIFICAÇÃO ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	76
FIGURA 5.42 - VERIFICAÇÃO DE PEÇAS DESENHADAS .....	76
FIGURA 5.43 - ETIQUETA DE CALIBRAÇÃO .....	77
FIGURA 5.44 - PLANO DE VISTORIAS AOS BLOCOS OPERATÓRIOS 2021 .....	79
FIGURA 5.45 - MEDIÇÃO DAS CORRENTES DE FUGA .....	81
FIGURA 5.46 - DF32 A PROVOCAR UMA CORRENTE FUGA .....	82
FIGURA 5.47 - REPARTIDOR DE FUGAS .....	83
FIGURA 5.48 - MONITOR DETETOR FUGAS .....	83
FIGURA 5.49 - MEDIÇÃO DO PISO CONDUTIVO .....	84
FIGURA 5.50 - VERIFICAÇÃO EQUIPOTENCIALIDADE CANDEEIRO CIRÚRGICO .....	85
FIGURA 5.51 - VERIFICAÇÃO EQUIPOTENCIALIDADE MESA CIRÚRGICA .....	86
FIGURA 5.52 - VERIFICAÇÃO EQUIPOTENCIALIDADE PONTO TERRA .....	86
FIGURA 5.53 - VERIFICAÇÃO DE VALORES DE RESISTÊNCIA .....	87
FIGURA 5.54 - METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO AOS RISCOS ELÉTRICOS .....	90
FIGURA 5.55 - METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO AOS BLOCOS OPERATÓRIOS .....	92
FIGURA ANEXO 0.1 - CÂMERA TERMOGRÁFICA (FLUKE TI-110 .....	100
FIGURA ANEXO 0.2 - MEDIDOR DE TERRAS (FLUKE 1625) .....	102
FIGURA ANEXO 0.3 - ANALISADOR INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	103
FIGURA ANEXO 0.5 - ANALISADOR DE IE (FLUKE 1653B) .....	103
FIGURA ANEXO 0.6 - MEGAHOMÍMETRO (FLUKE 1507) .....	104
FIGURA ANEXO 0.7 - PINÇA MULTIMÉTRICA AMPROBE (ACDC-3400) .....	105
FIGURA ANEXO 0.8 - PROFISTEST MBASE TESTER .....	107
FIGURA ANEXO 0.9 - ELÉTRODO TRIANGULAR .....	107
FIGURA ANEXO 0.10 - GOSSEN METRAWATT METRAHIT AM X-TRA .....	108
FIGURA ANEXO 0.11 - DF-32 .....	109
FIGURA ANEXO 0.12 - RELATÓRIO MODELO Nº 937 (PAG. 1) .....	110
FIGURA ANEXO 0.13 - RELATÓRIO MODELO Nº 937 (PAG. 2) .....	111
FIGURA ANEXO 0.14 - RELATÓRIO MODELO Nº 937 (PAG. 3) .....	112
FIGURA ANEXO 0.15 - RELATÓRIO MODELO Nº 937 (PAG. 4) .....	113

<b>FIGURA ANEXO 0.16 - FOLHA ASSOCIADA .....</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA ANEXO 0.17 - MAPA DE REGISTO DOS VALORES DAS RES. DAS TERRAS...</b>	<b>115</b>
<b>FIGURA ANEXO 0.18 - EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....</b>	<b>116</b>
<b>FIGURA ANEXO 0.19 - TERMO DE RESPONSABILIDADE PELA EXPLORAÇÃO .....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 3.1 - TIPO DE DEFICIÊNCIAS DA INSTALAÇÃO.....	25
TABELA 3.2 - INTENSIDADE E EFEITOS DA CORRENTE NO CORPO HUMANO.....	31
TABELA 5.1 - EQUIPAMENTOS MONOTORIZAÇÃO E MEDIDA.....	77
TABELA 5.2 - VALOR MÁXIMO DE FUGA DO TI.....	81
TABELA 5.3 - MEDIÇÃO DA CORRENTE DE FUGAS BLOCO AMBULATORIO.....	81
TABELA 5.4 - VALOR MÁXIMO DE FUGA NA INSTALAÇÃO.....	82
TABELA 5.5 - MEDIÇÕES FUGAS NA INSTALAÇÃO.....	82
TABELA 5.6 - VALOR RESISTÊNCIA ANTIESTÁTICO.....	84
TABELA 5.7 - MEDIÇÃO PISO BLOCO AMBULATORIO.....	84
TABELA 5.8 - VALOR MÁXIMO DE RESISTÊNCIA DE PROTEÇÃO.....	85
TABELA 5.9 - VALORES DE PROTEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	85
TABELA 5.10 - VALORES MÁXIMOS DE TENSÃO E RESISTÊNCIA.....	87
TABELA 5.11 - VALORES DE TENSÃO E RESISTÊNCIA OBTIDOS.....	87
TABELA 5.12 - EQUIPAMENTOS MONOTORIZAÇÃO E MEDIDA.....	88
TABELA ANEXO 1 - MEDIÇÃO TRIPOLAR RA DE RESISTÊNCIA DE TERRA.....	101
TABELA ANEXO 2 - MEDIÇÃO TRIPOLAR RA DE RESISTÊNCIA DE TERRA.....	102



## SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

- ACES – Agrupamentos de Centros de Saúde;
- ACSS – Administração Central do Sistema de Saúde;
- APPACDM - Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão Deficiente Mental;
- ARS – Administração Regional de Saúde;
- ARSLV. - Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo;
- AT – Alta Tensão;
- BO – Bloco Operatório
- BT – Baixa Tensão;
- CA – Cabine Alta;
- CB – Cabine Baixa;
- CMRRC - Centro Médico de Reabilitação da Região Centro;
- CS – Centro de Saúde;
- EDP – Energias de Portugal;
- EIE- Exploração de Instalações Elétricas;
- INCM – Imprensa Nacional da Casa da Moeda
- IP – Iluminação Pública;
- MT – Média Tensão;
- PE – Proteção Elétrica (refere-se ao condutor PE – nesse caso Protective Earth significa condutor de ligação à terra de proteção;
- PT – Posto de Transformação;
- PTC – Posto de Transformação do Cliente;
- PS – Posto de Seccionamento;
- QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão;
- RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- SF6 – Hexafluoreto de Enxofre;
- SNS – Sistema Nacional de Saúde;
- SUCH – Serviços de Utilização Comuns dos Hospitais;
- TRE – Técnico Responsável Exploração
- UCI – Unidade de Cuidados Intensivos;



---

## CAPÍTULO 1 – Introdução

### 1.1 – Enquadramento

O presente trabalho foi elaborado no âmbito de um projeto em contexto de trabalho desenvolvido na Direção Regional do Centro do SUCH (Serviço de Utilização Comum dos Hospitais) no período de 04 de janeiro de 2021 a 31 de agosto de 2021.

O projeto decorreu na unidade de Projeto do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e teve como principal objetivo estudar a avaliação dos riscos elétricos nas unidades hospitalares assim como, aprofundar os métodos de avaliação.

Os riscos elétricos resultantes da utilização da eletricidade em ambiente hospitalar têm levado os países, de há uns anos a esta parte, a uma especial atenção por parte das entidades reguladoras da saúde e, em parceria com outras entidades, criarem legislação que regule todos os cuidados a ter nos mais variados setores das unidades hospitalares.

“Em ambiente hospitalar a eletricidade é vida, e o fornecimento de energia elétrica de confiança e qualidade são condições essenciais para o bom funcionamento dos equipamentos utilizados para a realização de exames, cirurgias, monitorizações de sinais vitais e também extremamente importante para a sustentação de vidas” (Okumoto, 2010).

Com o crescente uso de tecnologias usadas na melhoria da qualidade das unidades hospitalares é necessário fazer um acompanhamento que permita garantir a segurança elétrica na ótica do utilizador.

“Energia elétrica de boa qualidade é aquela que garante o funcionamento contínuo, adequado e seguro dos equipamentos elétricos e processos associados, sem afetar o meio ambiente e o bem-estar das pessoas” (Okumoto, 2010).

No entanto, apesar de toda a tecnologia introduzida, existe sempre um risco associado na prestação dos cuidados de saúde, riscos estes que podem derivar de vários fatores, entre eles, o risco de carácter clínico, que se prende com problemas de mau uso de equipamentos médicos, e o risco de carácter não clínico, como por exemplo catástrofes ambientais ou problemas de arquitetura dos edifícios.

Tendo por base que os objetivos de uma unidade hospitalar se prendem com a prestação de serviços na área da saúde com qualidade, eficiência e eficácia, para que estes parâmetros sejam cumpridos tem de existir um plano de prevenção de acidentes que proporcionem condições seguras para os pacientes e para os profissionais de saúde que exercem a sua atividade.

Esta política deve ser constante e visar boas práticas de segurança no trabalho assim como, deve proporcionar ambientes livres de perigos de acordo com as obrigações legais dispostas em vigor.

---

## 1.2 – Objetivos

O presente trabalho tem como finalidade expor todo um processo de avaliação de riscos elétricos, o método de avaliação e possíveis propostas de melhoramento referente às unidades avaliadas. Pretende-se criar uma ferramenta de trabalho quer para o trabalho do Técnico Responsável de Exploração, assim como, para a certificação das unidades de Blocos Operatórios existentes nos Hospitais.

Sendo o objetivo inicial a extração de conhecimento a vários níveis como a avaliação de riscos, as medições a efetuar, os dados a tratar, a legislação a aplicar, assim como a procura das melhores soluções para resolver os defeitos nas instalações elétricas. Neste sentido, espera-se ser possível identificar a interligação entre as avaliações realizadas no terreno e os dados normativos que legislam todas as especificidades das unidades hospitalares.

Outro objetivo, é dar a conhecer a todos os profissionais ligados às unidades hospitalares a melhor postura a ter relativamente às condições de segurança elétrica presentes no seu local de trabalho. A complexidade e exigência que envolve a segurança no ambiente hospitalar exige um tratamento multiprofissional e disciplinado.

Desenvolver uma metodologia de avaliação de riscos elétricos neste contexto culmina com os objetivos delineados para este projeto, de modo que ao criar dois modelos de avaliação em contextos diferentes, vai permitir conhecer melhor as instalações elétricas das unidades hospitalares.

## 1.3 – Estrutura

O presente trabalho é constituído por seis capítulos, todos relacionados com os objetivos enunciados anteriormente. Começando por um resumo e um *abstract* que elaboram um resumo de todo o trabalho realizado, passando de seguida por um índice geral, um índice de figuras, um índice de tabelas e as abreviaturas utilizadas no documento, por esta ordem.

No presente capítulo, Capítulo 1, pretende-se demonstrar todo o trabalho que irá ser exposto, com uma apresentação genérica e sucinta do respetivo documento, com os objetivos pretendidos com a elaboração deste documento e, por fim, uma descrição da estrutura do documento.

No segundo capítulo, Capítulo 2, pretende-se explicar todo o contexto específico existente das instalações elétricas nas Unidades Hospitalares

No terceiro capítulo, Capítulo 3, é elaborado o tema referente ao trabalho desenvolvido na exploração das instalações elétricas, onde são apresentadas todas as atividades que são feitas no âmbito da segurança e vistorias de exploração das instalações elétricas com incidências na verificação da conformidade em relação à legislação em

vigor, assim como, na garantia da observância das disposições regulamentares de segurança aplicáveis relativas à segurança das pessoas e bens.

O quarto capítulo, Capítulo 4 é alusivo à segurança elétrica nos blocos operatórios, dando a conhecer todo um processo de avaliação de segurança elétrica e propostas de melhorias das salas de blocos operatórios e similares.

O quinto capítulo, Capítulo 5, serve para demonstrar todo o trabalho realizado no terreno descrevendo todo o processo relativo à atividade de exploração de instalações elétricas e à atividade de segurança elétrica em blocos operatórios. As descrições têm por base a metodologia de avaliação de riscos elétricos, as ferramentas utilizadas na análise e a interpretação de alguns resultados.

Por fim, no sexto capítulo, Capítulo 6, são enumeradas todas as conclusões do trabalho efetuado, assim como, as propostas para trabalhos futuros que pretendam melhorar todo este trabalho desenvolvido.



---

## **CAPÍTULO 2 – Contexto Hospitalar**

### **2.1 – Introdução**

Um hospital ou outra qualquer unidade de saúde, tem por objetivo a prestação de serviços de saúde, com qualidade e segurança. Para que a população em geral beneficie destes serviços, toda as unidades têm de deter de uma infraestrutura capaz de atender todas as suas necessidades. Logo, hospitais, clinicas, centros de saúde ou qualquer outro tipo de estabelecimento de saúde necessitam de ser bem dimensionados para corresponder às necessidades quer do ponto de vista financeiro, quer do ponto de vista social, de forma segura, viável e eficiente.

Quando se fala em infraestrutura, fala-se em todo um conjunto de serviços, de instalações/infraestruturas físicas e equipamentos necessários para o correto funcionamento dos serviços prestados nas unidades de saúde, com toda as condições e garantias de segurança.

Dentro desta conjuntura, interessa realçar neste trabalho toda a parte da estrutura relacionada direta e indiretamente com as instalações elétricas necessárias à utilização correta e segura de equipamentos quer eletromédicos, quer da utilização simples de toda a instalação elétrica.

Os esforços para melhorar e manter toda uma manutenção de qualidade e segurança contra os acidentes em contexto hospitalar é elaborada por equipas de manutenção que comandam todo um processo na execução de medidas preventivas e curativas para que sejam tomadas todas as medidas de segurança de maneira eficiente, otimizando a qualidade das instalações hospitalares.

### **2.2 – Integração da empresa colaboradora em unidades hospitalares**

O SUCH assume como seu principal compromisso contribuir significativamente para a Melhoria da Eficiência, Racionalização da Despesa e Geração de Poupanças aos seus Associados e Clientes, potenciando assim com eles uma relação de parcerias de maior proximidade, que se traduz numa resposta adequada e célere às suas necessidades.

Apresentando-se como uma associação privada sem fins lucrativos, o SUCH é tutelado pelos Ministérios da Saúde e das Finanças. A sua missão é prestar serviços públicos contribuindo para o aumento da eficácia e eficiência do sistema de saúde e para a sustentabilidade do Serviço Nacional de Saúde, conferindo-lhe um estado de pessoa coletiva de utilidade pública administrativa.

O SUCH é a organização com maior capacidade de oferta integrada de serviços partilhados em saúde, capitalizando o conhecimento, as competências e a inegável experiência na prestação de serviços na área hospitalar há mais de 50 anos. Integra uma equipa especializada de mais de 3.500 colaboradores que, com o seu empenho

e profissionalismo, fazem diariamente centenas de intervenções nas suas diferentes áreas de atuação ao serviço da Saúde, numa procura permanente da qualidade e eficiência. (SUCH, 2021)

### **2.2.1 Missão**

A missão do SUCH é realizar atividades de interesse público de prestação de serviços comuns aos hospitais nas áreas instrumentais à atividade da prestação de cuidados de saúde, contribuindo para o aumento da eficácia e eficiência do sistema de saúde e para a sustentabilidade do Serviço Nacional de Saúde. (SUCH, 2021)

### **2.2.2 Valores**

Os principais valores que a empresa tem em conta prendem-se com 6 importantes pontos:

- Proximidade com os clientes e associados;
- Transparência e excelência;
- Desenvolvimento Sustentável;
- Responsabilidade Civil;
- Integridade e credibilidade;
- Aprendizagem e Inovação.

### **2.2.3 Áreas de intervenção**

Esta organização abrange 3 grandes áreas, incorporando 8 unidades de prestação especializadas:

- Gestão integral de instalações e equipamentos:
  - Manutenção;
  - Segurança e Controlo Técnico;
  - Energia;
  - Projetos e Obras.
- Gestão do Ambiente Hospitalar:
  - Roupa;
  - Resíduos;
  - Processamento de Dispositivos Médicos.
- Gestão Alimentar Especializada:
  - Nutrição.

### 2.2.4 Organograma

Com o objetivo de delegar funções e coordenar as várias áreas de serviço da SUCH, surge o organograma representado pela Figura 2.1.

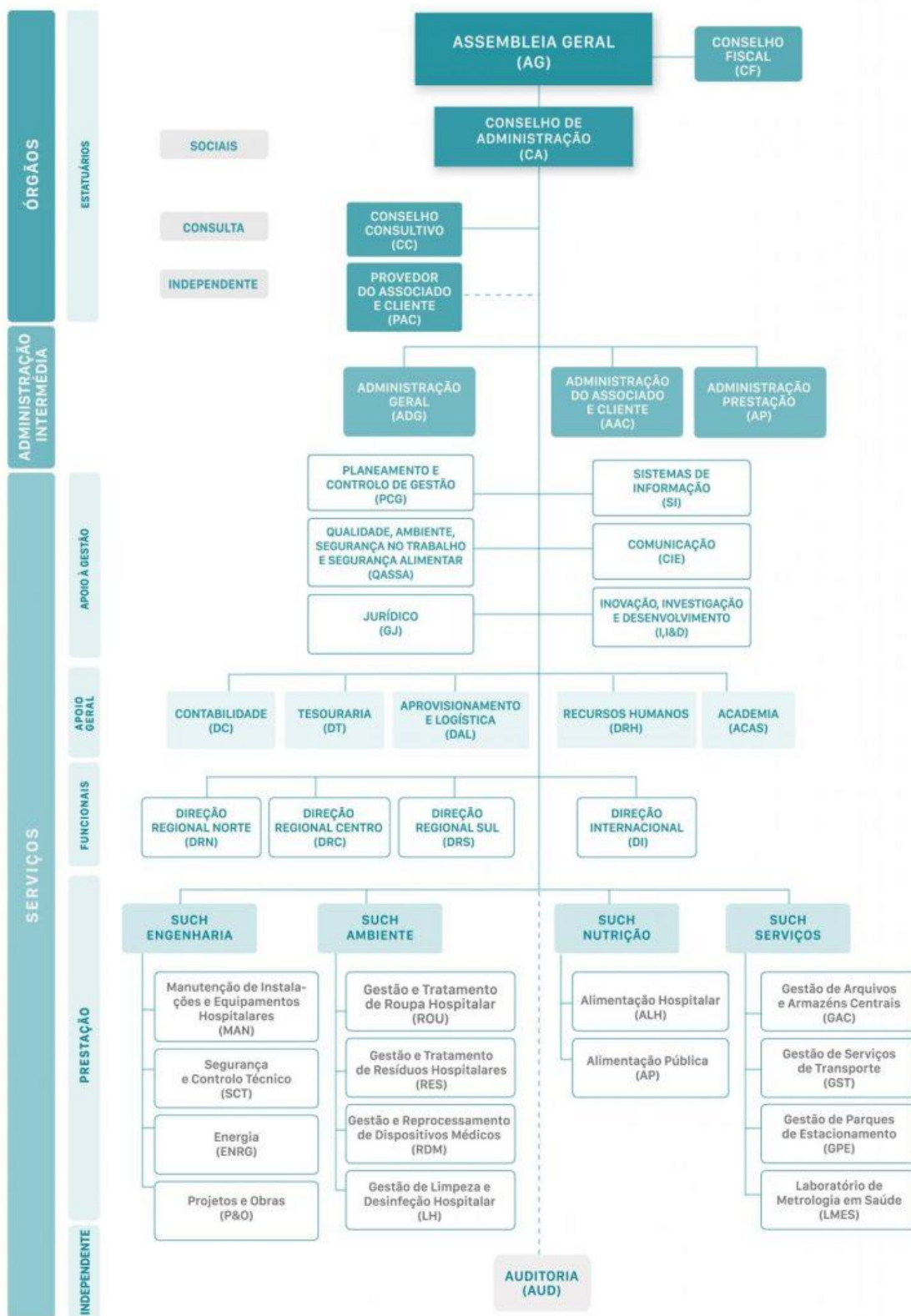


Figura 2.1 - Organograma

## 2.2.5 Certificação e Qualidade

A atividade do SUCH é baseada numa garantia de qualidade e melhoria contínua de todos os processos e, para fazer prova disso mesmo, são as unidades certificadoras que colaboram com empresa representadas na Figura 2.2.



*Figura 2.2 - Entidades Certificadoras*

## 2.3 – Segurança e Controlo Técnico

No contexto da prestação de serviços técnicos, o presente documento foi realizado no serviço de Engenharia, na equipa de Segurança e Controlo Técnico.

A equipa de Segurança e Controlo Técnico dividida pelo ambiente e segurança elétrica asseguram o controlo e a monitorização sistemática na ótica de minimização do risco de infeção e do risco elétrico, dando uma maior segurança às instituições prestadoras de cuidados de saúde, sendo todas as vertentes associadas à segurança do ambiente hospitalar através dos seguintes serviços:

- Avaliação das condições de segurança elétrica de instalações;
- Avaliação do nível de ruído;
- Exploração das instalações elétricas;
- Controlo da poluição química gasosa;
- Avaliação de sistemas AVAC;
- Avaliação das condições ambientais e de assepsia;
- Controlo da qualidade da água;
- Serviços de controlo e segurança de Equipamentos Biomédicos;
- Auditorias à qualidade do ar (no âmbito do Sistema Nacional de Certificação da Qualidade do Ar no Interior de Edifícios).

Assim, neste âmbito, serve a presente explicação para referir que o projeto se encontra essencialmente nos pontos denominados como “Exploração das Instalações Elétricas” e “Avaliação das condições de segurança elétrica das instalações”, sendo que a avaliação da luminosidade das instalações é um trabalho que já começou a ser desenvolvido e aplicado pela equipa. No final de cada avaliação é deixado uma folha associada com a descrição do trabalho desenvolvido (Anexo IV: Folha Associada).

## 2.4 – Rede Geral de Instalações Elétricas

A tarefa de projetar um sistema elétrico para uma unidade hospitalar pode ser muito complexa. Segundo *Joseph F. MCPartland* “o projeto para dispor condutores e equipamentos elétricos de modo a proporcionar com segurança, confiabilidade e qualidade a transferência de energia elétrica desde uma fonte até aos dispositivos que deverão ser alimentados, propiciando que a instalação atinja os objetivos ao qual se propõe” (MCPARTLAND, 1978)

### 2.4.1 Projeto Instalações Hospitalares

Conforme enunciado por *Joseph F. MCPartland*, a tarefa de projetar um sistema elétrico, pode ser dividido em 3 grandes etapas:

- a. “Selecionar os conceitos básicos de instalação elétrica e configurações que irão proporcionar o fornecimento de energia elétrica, com as características desejadas a cada um dos pontos de utilização;
- b. Implementar os circuitos planejados com condutores, aparelhos e acessórios, escolhendo os respetivos tipos, tamanhos, modelos, características, valores nominais e outras especificações necessárias;
- c. Considerar a colocação do sistema elétrico global, determinado nas duas etapas anteriores, dentro das dimensões e da estrutura do prédio, mostrando, tão claramente quanto possível, as localizações dos equipamentos, os respetivos detalhes de montagem, localização dos eletrodos, as ligações com as linhas principais de alimentação e quaisquer outros elementos que requeiram atenção especial” (MCPARTLAND, 1978)

Estas etapas estão todas interligadas com as principais vias de alimentação e requerem atenção especial. Qualquer decisão tomada num projeto deste tipo afetará todos os elementos correspondentes.

Para a execução de um projeto hospitalar é fundamental que o projetista esteja devidamente habilitado e consciencializado para os cuidados a ter nestas instalações que lidam diretamente com a vida humana. “É importante entender perfeitamente a relação existente entre a tecnologia pura e fatores como segurança, crescimento de carga, flexibilidade no uso do sistema e disposição adequada dos diversos elementos. A partir desse entendimento, certamente resultará numa especificação adequada ao projeto elétrico.” (IBARRA, 1997)

Tendo em vista o crescimento da carga na unidade hospitalar é importante segundo *Dobes*: “o sistema deve estar preparado para suportar crescimentos de carga e alterações para suportar este crescimento, isto significa que os elementos constituintes da instalação elétrica, principalmente condutores, postos de transformação, celas, seccionadores e dispositivos todos os tipos de proteção devem possuir capacidade nominal necessárias para um crescimento do projeto.” (IBARRA, 1997).

### 2.4.2 Distribuição de energia

“Instalações e sistemas elétricos relacionados com equipamentos eletromédicos presentes em hospitais e clínicas de saúde necessitam de atenção especial. Determinados equipamentos exigem energia de qualidade que atenda às suas necessidades, pois são aparelhos que devem por norma, atender a exigências de segurança e confiabilidade, uma vez que se tratam de equipamentos diretamente relacionados à vida humana. Instalações inadequadas podem ocasionar riscos tanto para operadores quanto para os usuários dos equipamentos, portanto, problemas como choque elétrico devem ser minimizados ao máximo para que se possa ter um uso seguro do aparelho, sendo assim o sistema de proteção nessas instalações devem seguir a vigor as normas vigentes” (Lucimara Alves, 2021).

Num contexto geral das instalações elétricas em ambiente hospitalar, os principais aspectos a ter em consideração na elaboração de um projeto de uma unidade hospitalar são:

- Rede de distribuição de energia;
- Rede de terras e para raios;
- Média tensão, PS, PT, GE, QGBT;
- Iluminação normal / emergência;
- Iluminação de vigília / segurança;
- Tomadas e força motriz;
- Telefones;
- Elevadores;
- Som e relógios;
- Quadros elétricos;
- Rede de sinalização / intercomunicação;
- Rede detecção de incêndios e segurança contra intrusão ;
- Rede de Telecomunicações.

#### Posto de Transformação

Local onde é feito o abaixamento de tensão fornecida pela rede de energia, para os diferentes níveis de tensão que irá alimentar as cargas da unidade de saúde.

Num Posto de Transformação são também colocados os Quadros Gerais de Baixa tensão (QGBT's) para a distribuição primária de energia.

#### Grupo Gerador e de Armazenamento

Em caso de falta de energia proveniente do exterior, devido à importância que as unidades de saúde têm, é necessário prevenir através de formas alternativas a falha de interrupção de energia, com principal preocupação nos blocos operatórios e nas unidades de cuidados continuados. Mais à frente irá ser explicada toda a envolvimento.

---

## **Distribuição da energia em BT**

A distribuição da energia é realizada através de barramentos, cabos, painéis através de 3 formas, alimentação normal, alimentação de socorro e UPS's.

## **Sistema de iluminação**

Devem ser realizados todos os cálculos luminotécnicos que envolvem os aspetos da arquitetura das respetivas salas com um elevado desempenho funcional e deve ser dimensionado em várias partes:

- Iluminação Normal;
- Iluminação Emergência;
- Blocos Autónomos;
- Iluminação Saída de Emergência.

Deve ser garantida que não haja interrupção da iluminação.

## **Sistema SPDA – Para-raios**

A unidade hospitalar deve ser dotada de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas de acordo com a lei em vigor. Este sistema, como o nome indica, serve para a proteção da estrutura das unidades contra as descargas atmosféricas que possam surgir.

## **Sistema de terras**

As redes de terras têm um papel fundamental no bom funcionamento dos sistemas de proteção de pessoas e bens e como tal devem ser bem dimensionadas. Sendo uma base de uma instalação elétrica, permitindo que haja um escoamento de correntes não desejadas, garantindo a segurança de toda a instalação.

## **Sistema IT Médico**

Um sistema mais à frente abordado, é o único sistema capaz de prever falhas elétricas antes que algum equipamento seja danificado.

Este sistema é responsável pela monitorização da corrente de fuga e pela resistência de aterramento nas áreas críticas hospitalares e tem de ser bem dimensionado pelos projetistas. Este sistema é exigido em determinados setores por parte dos órgãos fiscalizadores das unidades de saúde.

## 2.5 – Recomendações e Especificações Técnicas

Segundo as Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar (RETEH), da ACSS (Figura 2.3), na base de uma unidade hospitalar estão os pontos mais importantes como:

- **Fiabilidade:** a garantia de um funcionamento isento de constrangimentos e avarias deve ser alvo de atenção prioritária, através da procura de soluções e de equipamentos que, atendendo obrigatoriamente ao enquadramento legal, defendam este princípio de modo preferencial;
- **Flexibilidade:** as instalações hospitalares são, reconhecidamente, alvo de constantes alterações ao longo da respetiva existência, acompanhando a constante evolução das ciências médicas e dos equipamentos e sistemas de apoio. Modificações ao nível dos serviços, dos “layouts”, da arquitetura dos espaços interiores e exteriores devem ser necessariamente acompanhados pela respetiva adequação das instalações técnicas. Se estas forem concebidas atendendo a este paradigma, posteriores alterações estarão logicamente facilitadas, não só em termos técnicos, mas igualmente em termos financeiros e na mitigação das consequências das tarefas de instalação nos serviços hospitalares que estejam em funcionamento, contíguos ao espaço da intervenção técnica;
- **Eficiência:** os hospitais são caracterizados pela elevada intensidade energética e hídrica, constituindo, devido a este facto, pontos de elevado consumo de energia elétrica. A eficiência energética, associada aos equipamentos e soluções preconizadas, deve constituir ponto de fulcral atenção na fase de projeto de conceção de engenharia eletrotécnica, devendo essa preocupação fomentar a utilização de fontes de energia renováveis (para efeitos de autoconsumo) para produção de energia elétrica (por exemplo, produção fotovoltaica);
- **Manutenibilidade:** os princípios anteriormente discriminados devem ser articulados com a posterior facilidade de intervenção para efeitos de manutenção preventiva e corretiva, minimizando os tempos de intervenção e maximizando a facilidade de acesso aos equipamentos e sistemas, em articulação com a arquitetura e restantes disciplinas de engenharia;
- **Segurança:** atendendo à especial complexidade do edifício hospitalar, não só em termos do cariz multidisciplinar de atividades que nele se desenrolam, mas devido à multiplicidade de serviços que os mesmos alojam e às características de mobilidade condicionada que afetam parte dos utentes, deve merecer especial atenção a temática da segurança de pessoas e bens. O projeto de

conceção da instalação elétrica de baixa tensão deve atender, de modo especial, aos pontos de cruzamento com o projeto de segurança contra incêndios, e igualmente com as instalações de segurança eletrónica. O comportamento sob a ação sísmica da instalação elétrica de BT deve ser acautelado na fase de projeto de conceção e posterior instalação, nomeadamente a necessidade de operacionalidade dos equipamentos e sistemas sob solicitações cinéticas decorrentes de sismos. O método de fixação dos equipamentos elétricos de maior massa (quadros elétricos, transformadores de potência, UPS centralizadas, etc.) e as deslocações horizontais e verticais das prumadas e pisos e as respetivas consequências na tração de cabos elétricos e equipamentos, deve considerar os princípios de dimensionamento correspondentes ao Estado Limite de Danos e Estado Limite Último, consoante a criticidade da instalação. Estes aspetos estão descritos de modo detalhado nas Especificações Técnicas para o Comportamento Sismo-Resistente de Edifícios Hospitalares, da ACSS, IP;

- **Durabilidade:** A instalação elétrica de baixa tensão, compreendendo os equipamentos e a rede elétrica de distribuição, deve atender não só à fiabilidade na continuidade do serviço, mas também à extensão desse comportamento no tempo, ou seja, à durabilidade. Esta preocupação deve manifestar-se na fase de conceção de engenharia, na escolha de equipamentos com tempos de vida médio diferenciados, relativamente a alternativas similares. 9 ET 10/2019 Especificações Técnicas para Redes Elétrica. (ACSS, Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares, 2010)



**Figura 2.3 - ACSS - Administração Central do Sistema Saúde**

---

## 2.6 – Conclusão

O presente capítulo procurou descrever todo o conjunto de necessidades existentes numa unidade hospitalar através de todos os fatores a ter em conta. Destacando-se a parte do fornecimento da energia elétrica e toda a conjuntura necessária para uma unidade de saúde trabalhar nas melhores condições de segurança.

A descrição deste processo contribui para fundamentar as várias necessidades de um bom dimensionamento na concessão de um projeto ligado à área da saúde hospitalar. Sendo de extrema importância elaborar um projeto completo como indicado pela ACSS, como a durabilidade, a segurança, a manutenibilidade, a eficiência, a flexibilidade e a eficiência a todos os níveis, quer de estrutura, quer de equipamentos médicos usados e os respetivos suportes de funcionamento.

Os termos utilizados acima descritos vêm realçar isso mesmo, que todo o conhecimento das necessidades, tornam uma unidade de saúde fiável e duradora, com todo um desenvolvimento prévio a pensar no futuro das instalações, com vista a uma melhor adaptação à evolução.

---

## **CAPÍTULO 3 – Exploração das Instalações Elétricas**

### **3.1 – Introdução**

Sendo a manutenção das instalações elétricas fundamental para assegurar uma otimização do fornecimento de eletricidade por forma a reduzir o impacto dos custos, a garantir a qualidade do fornecimento, o seu bom funcionamento e segurança elétrica das instalações, é necessário a intervenção de um técnico responsável pela instalação para cumprir os requisitos legais.

No que se refere à atividade de Exploração de Instalações Elétricas, as instalações que por imposição legal carecem de técnico responsável pela exploração, depositam neste a forma de garantir aos utilizadores das instalações elétricas uma segurança efetiva dessas mesmas instalações ao longo da sua vida útil.

Neste sentido e, segundo as normas aplicadas, é de cariz obrigatório algumas instalações de baixa tensão (nomeadamente as instalações de baixa tensão especial) e todas as instalações de média, alta e muito alta tensão possuírem de Técnico Responsável.

Toda esta responsabilidade está dividida na realização de um procedimento avaliativo, que engloba vários pontos que vão ser enumerados no subcapítulo 3.2– Responsabilidade pela exploração de instalações elétricas e no subcapítulo 3.3– Fundamentos e âmbito da exploração.

### **3.2 – Responsabilidade pela exploração de instalações elétricas**

Podem ser responsáveis pela exploração de instalações elétricas os engenheiros e os engenheiros técnicos da especialidade de eletrotecnia legalmente habilitados para o efeito.

O técnico responsável pela exploração deverá inspecionar as instalações elétricas com a frequência exigida pelas características da instalação, no mínimo duas vezes por ano, previstas no decreto-lei 96/2017 (uma durante os meses de Verão e outra, durante os meses de Inverno), a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares dando cumprimento à legislação em vigor e ao protocolo estabelecido entre o SUCH e a Direção Geral de Energia.

Referente à atividade de Exploração de Instalações Elétricas é elaborado um relatório anual (Anexo III: Relatório modelo nº 937 (exclusivo INCM)) e enviado à respetiva Direção Regional do Ministério da Economia, com cópia para o cliente, de modo a que garanta a avaliação da instalação com observância da legislação e normas de segurança aplicáveis.

Como mostra a Figura 3.1, o responsável técnico é aquele que detém de conhecimentos técnicos, que está habilitado de forma legal, que assume a responsabilidade e a qualidade dos seus serviços.



**Figura 3.1 - Responsável Técnico**

### 3.2.1 Instalações que carecem de Técnico Responsável

Segundo o previsto no decreto-lei 96/2017, as instalações que carecem de Técnico Responsável são: “

- a) Instalações do tipo A, de potência superior a 100 kVA;
- b) Instalações do tipo B;
- c) Instalações do tipo C estabelecidas em locais sujeitos a risco de explosão, de potência a alimentar pela rede superior a 41,4 kVA;
- d) Instalações do tipo C nos seguintes estabelecimentos recebendo público, com potência superior a 100 kVA, conforme definidas nas RTIEBT:
  - i) Estabelecimentos hospitalares e similares da 1.<sup>a</sup> à 4.<sup>a</sup> categoria;
  - ii) Parques de estacionamento cobertos, de área bruta total superior a 200 m<sup>2</sup>;
  - iii) Todos os restantes estabelecimentos recebendo público, da 1.<sup>a</sup> à 3.<sup>a</sup> categoria;
- e) Instalações de parques de campismo e marinas, balneários e piscinas públicas, de potência a alimentar pela RESP superior a 41,4 kVA;
- f) Instalações de estaleiros de obras do tipo C, ou alimentadas por instalações do tipo A, cuja potência seja superior a 41,4 kVA;
- g) Instalações de estabelecimento industriais do tipo C, cuja potência seja superior a 250 kVA;
- h) Instalações de estabelecimentos agrícolas e pecuários do tipo C, cuja potência seja igual superior a 250 kVA.”

### 3.2.2 Legislação Aplicada

Como em todas as áreas de trabalho, estamos sempre sujeitos a legislação aplicável na área em que trabalhamos. Neste contexto, as instalações elétricas estão condicionadas às disposições legais, quanto à sua conceção, execução e exploração.

A seguir irá ser resumida toda a legislação aplicável nesta área de exploração de Instalações Elétricas:

- Decreto regulamentar 229/2006 de 24 de novembro:
  - Este decreto já alterado, tendo por base o decreto regulamentar 31/83 de 18 de Abril, clarifica o estatuto do técnico responsável por instalações elétricas de serviço particular;
  - Passa a responsabilidade de inscrição dos Engenheiros e Engenheiros Técnicos nas respetivas Ordens profissionais.
  
- Decreto regulamentar 14/2015 de 16 de fevereiro:
  - Refere-se ao estatuto do técnico responsável e à elaboração de projeto, execução e exploração de instalações elétricas de serviço particular.
  
- Decreto-Lei 96/2017 de 10 de agosto:
  - Este decreto-Lei procede à classificação das instalações elétricas em três tipos — A, B, e C —, definindo, em seguida procedimentos simples e desmaterializados destinados a regular a atividade dos referidos profissionais;
  - Complementa ainda o modelo exposto com a sujeição das atividades à supervisão de mercado e regulação da qualidade de serviço pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, de modo a contribuir para a transparência de preços e a elevação dos níveis de qualidade dos serviços.
  
- RTIEBT – Portaria nº 949-A/2006 de 11 de setembro:
  - Esta portaria define um conjunto de normas de instalação e de segurança a observar atualmente nas instalações elétricas de utilização em baixa tensão.
  
- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (Decreto-Lei n.º 42895, de 31/03/60, alterado pelo Dec. Regulamentar n.º 14/77, de 18 de fevereiro).

### 3.2.3 Obrigações do técnico responsável pela exploração

Segundo o previsto no decreto-lei 96/2017, as obrigações do Técnico Responsável pela exploração são: “

- 1- O técnico responsável pela exploração está sujeito às seguintes obrigações:
  - a) Registrar na plataforma eletrónica do SRIESP o respetivo termo de responsabilidade e o relatório de exploração das instalações elétricas pelas quais é responsável, bem como as alterações que venham a ocorrer, designadamente a data da cessação de funções;
  - b) Inspeccionar as instalações elétricas com uma periodicidade não inferior a duas vezes por ano, uma nos meses de verão e outra nos meses de inverno, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares para elaboração do relatório de exploração;
  - c) Comunicar à entidade exploradora a existência de deficiências na instalação elétrica que constituam risco para a segurança de pessoas, animais e bens, tendo em vista a sua correção;
  - d) Responder aos pedidos de esclarecimento de âmbito técnico e de segurança referentes às instalações a seu cargo, que forem solicitados pelas entidades de fiscalização ou pelas operadoras das redes de distribuição, informando a entidade exploradora;
  - e) Esclarecer a entidade exploradora da instalação elétrica acerca do cumprimento das obrigações impostas pelas entidades fiscalizadoras ou pelo ORD, nos aspetos técnicos e de segurança;
  - f) Assegurar, juntamente com a entidade exploradora, que o recinto servido pela instalação elétrica se encontra disponível, e, quando deva existir, o projeto está acessível e mantém -se atualizado;
  - g) Dar instrução adequada ao pessoal de manutenção da instalação elétrica, tendo em conta as suas especificidades, nomeadamente, através de procedimentos escritos a adotar para a exploração das subestações, dos postos de transformação e da instalação de utilização para garantir a proteção contra contactos diretos ou indiretos e para a eventual realização de trabalhos em tensão, fora de tensão ou na proximidade de tensão;
  - h) Dar conhecimento prévio ao ORD sempre que qualquer alteração da instalação elétrica interfira ou possa vir a interferir com a rede de distribuição, designadamente, nos casos de aumento de potência instalada e montagem de centrais elétricas, informando a entidade exploradora;
  - i) Reportar à DGEG, através da plataforma eletrónica, a ocorrência de acidentes de natureza elétrica que tenham ocorrido na instalação, no prazo de cinco dias úteis após o conhecimento do acidente.

- 2- No caso de existir uma pluralidade de técnicos responsáveis pela exploração de uma instalação elétrica, cada técnico deve apresentar um termo de responsabilidade pela exploração relativo à parte ou elemento da instalação a seu cargo, ainda que responda solidariamente com os demais técnicos responsáveis pela exploração da instalação.” (DRE, 2017)

O termo de responsabilidade é apresentado no Anexo VII: Termo de Responsabilidade.

### **3.2.4 Obrigações da entidade exploradora**

Segundo o previsto no decreto-lei 96/2017, as obrigações da entidade exploradora são: “

- 1- A entidade exploradora da instalação elétrica deve acolher as indicações dadas pelo técnico responsável pela exploração no que respeita aos aspetos relacionados com as disposições regulamentares de segurança e com as boas regras da técnica, em especial quando esteja em causa a necessidade de eliminar quaisquer deficiências que atentem ou possam vir a atentar contra a segurança de pessoas, animais e bens.
- 2- A entidade exploradora da instalação elétrica não deve efetuar quaisquer modificações na instalação sem prévio conhecimento e acordo do técnico responsável pela exploração, quando este deva existir, no que respeita aos aspetos regulamentares de segurança e das boas regras técnicas aplicáveis.
- 3- A entidade exploradora deve permitir que a instalação elétrica seja vistoriada ou inspecionada pela DGEG ou pela EIIEEL e verificada pelo técnico responsável pela exploração, sempre que estes o considerem necessário ao seu regular e normal funcionamento, colocando à disposição os elementos e meios indispensáveis ao bom desempenho das respetivas funções.
- 4- A entidade exploradora da instalação elétrica deve participar ao técnico responsável pela exploração, todos os acidentes que afetem a instalação elétrica, por ação da corrente elétrica ou outros.” (DRE, 2017)

## **3.3 – Fundamentos e âmbito da exploração**

### **3.3.1 Postos de Transformação**

Um Posto de Transformação (PT) é uma instalação onde, através de um transformador, se converte um nível de tensão (normalmente Média Tensão) num nível diferente, em geral (e por definição) Baixa Tensão (BT), no qual é realizada a alimentação das cargas ou instalações de cliente. Quando um dado cliente necessita de uma potência elevada, que não possa ser fornecida, em termos técnicos e económicos, a partir de uma rede de distribuição em BT, é instalado um PTC (Posto de Transformação de Cliente) onde é igualmente transformada a tensão com a particularidade de este apenas alimentar um cliente e não ser distribuída.

Os PT's são constituídos por um transformador por um Quadro Geral, que poderá ser designado por QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão), quando alimenta diretamente as cargas, ou um quadro simplificado (Quadro de QPT) onde é realizada a proteção das saídas para um ou vários quadros de distribuição ou quadros gerais de BT.

Todas as saídas do QGBT/QPT são protegidas por fusíveis, normalmente, mas não obrigatoriamente, na medida em que também podem ser adotados disjuntores com poder de corte adequado. Em geral, é também neste quadro que é realizado o sistema automatizado de ligação da rede de iluminação exterior através de relógio astronómico ou célula.

Cada saída, antes de sair para o exterior, tem um seccionador que pode ser do tipo aberto ou fechado. Nas celas abertas, é visível o seccionador e este é aberto ou fechado através de uma alavanca; enquanto nas selas fechadas, este mecanismo pode ser telecomandado e a abertura ou fecho é feito com auxílio do gás SF<sub>6</sub> no interior de uma caixa. Este gás SF<sub>6</sub> tem a particularidade de extinguir o arco elétrico que ocorre na abertura e no fecho de um dado interruptor elétrico. As celas fechadas começam hoje-em-dia a substituir as selas abertas não só porque ocupam muito menos espaço e são mais seguras como também porque podem ser telecomandadas.

Embora todos os PT 's tenham a mesma função, estes são divididos em 5 tipos, em função das características de instalação e das funcionalidades (equipamentos) existentes. Entre estes 5 tipos de PT's, existem alguns muito semelhantes, outros com características próprias e outros que apenas diferem no aspeto.

Desde logo, os PT's podem ser aéreos (A) - Figura 3.2, diretamente instalados em apoios de betão, de cabine alta (CA) (instalados em construção de altura significativa) ou de Cabine Baixa (CB).

- Tipo A:
  - PT aéreo sem seccionador.
  
- Tipo AS:
  - PT Aéreo com seccionador no lado MT;
  - Transformador até 100 kVA;
  - Saídas apenas aéreas;
  - Saídas com 50mm<sup>2</sup> no máximo de secção;
  
- Tipo AI:
  - Dotados de Interruptor-seccionador na MT
  - Saídas podem ser subterrâneas ou aéreas;
  - Transformador até 250 kVA;
  - Saídas com secção superior a 50mm<sup>2</sup>.



**Figura 3.2 - Posto de Transformação Aéreo**

- Tipo CB:
  - Cabine Baixa (Figura 3.3).



**Figura 3.3 - Posto de Transformação CB**

- Tipo CA:
  - Cabine Alta (Figura 3.4).



**Figura 3.4 - Posto de Transformação – Tipo CA**

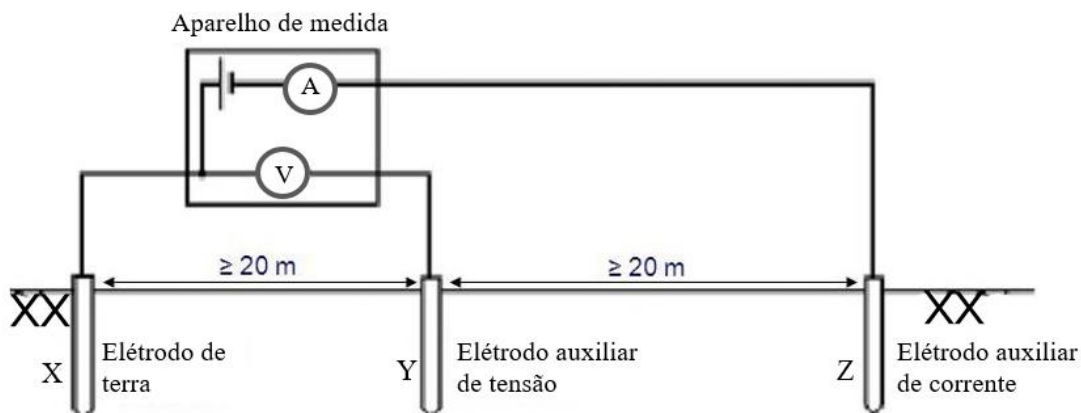
### 3.3.2 Medição de resistência de um circuito de terras

A resistência do circuito de Terras depende de dois fatores que têm as seguintes características/especificações:

- A Resistência do terreno circundante que depende de:
  - Composição do terreno (Argila, cascalho, areia, etc.);
  - Teor de sais minerais;
  - Temperatura (A resistividade aumenta quando a temperatura diminui);
  - Profundidade (A resistência pode diminuir com a profundidade);
  - Humidade.

- A estrutura do eléctrodo de Terra:

Uma das formas de reduzir a resistência do circuito de terras é a colocação de um eléctrodo de terras a maior profundidade ( $\geq 80\text{cm}$ ). Pode ser usado, em vez de apenas um eléctrodo, vários eléctrodos para abranger uma maior área de descarga. Existem várias maneiras de realizar a medição dos valores de terra, entre elas o método tripolar ou método de quedas de tensão que é a maneira usada pelo técnico responsável, como mostra a Figura 3.5.



**Figura 3.5 - Esquema de Medição de Terras**

No método de medição tripolar, tem de ser desligado ou aberto o circuito de terras para a instalação. Neste método de medição e com o aparelho usado, terão de ser precisos três condutores eléctricos, um ligado ao eléctrodo em teste (X), outro num eléctrodo de tensão (Y) e outro num eléctrodo de corrente (Z).

Para ser feito o ensaio, o aparelho injeta uma corrente alternada sobre o elétrodo em teste e o de corrente. Depois é medida a queda de tensão entre os elétrodos X e Y, elétrodo de teste e elétrodo de tensão e por fim, mediante a lei de Ohm mede a resistência entres os elétrodos X e Y.

No final das medições são colocados os valores obtidos num folha de registo de terras que se encontra no Anexo V: Folha de Registo de Terras.

### 3.3.3 Grupo Gerador de Socorro

Principalmente num Hospital ou numa Unidade de Saúde é de extrema importância a existência de um Grupo Gerador de Socorro para que certas zonas pertencentes ao mesmo, não fiquem sem energia elétrica visto que poderia resultar em grandes problemas na saúde dos utentes ou até levar à morte alguns deles.

Para combater este possível problema, são utilizados os Grupos Geradores de Socorro (Figura 3.6) que podem alimentar toda a instalação não deixando nenhuma zona sem energia ou apenas os mínimos em algumas partes da instalação e totalmente as partes em que a energia elétrica é indispensável, ditas zonas essenciais.

*"562.5 Quando se usar uma única fonte para serviços de segurança, esta não deve ser usada para outros fins. Quando se usar mais de que uma fonte, estas podem ser também usadas como fontes de socorro, desde que, no caso de falha de uma delas, a potência ainda disponível das restantes seja suficiente para garantir a entrada em serviço e o funcionamento de todos os serviços de segurança (isto implica, em regra, o deslastre automático das cargas não afectas à segurança)." (Regras Técnicas, 2006)*

Quando é feita a vistoria de Exploração das Instalações Elétricas, para além de ser verificada toda a baixa tensão da instalação, é também verificado o estado físico do gerador considerando os seguintes pontos:

- Horas de Funcionamento (Regra geral existe um registo de horas de funcionamento associada a cada gerador);
- É feita uma análise visual onde é visto o estado exterior de conservação;
- São verificados os níveis do motor do gerador como o óleo, níveis da bateria, combustível;
- Regra geral é feito um ensaio em vazio com verificação dos tempos de arranque e paragem;
- Verifica-se a existência de manutenção preventiva/curativa;
- Faz-se a medição de terra de proteção e de serviço e a respetiva anotação no mapa de terras.

Em alguns Centros de Saúde e Hospitais para além do ensaio em vazio também é feito o ensaio dos geradores em carga para comprovar que o gerador, quando preciso,

esteja a funcionar nas perfeitas condições e não deixa a instalação elétrica sem energia.

Neste grupo é necessário existir um plano de manutenção preventiva para que o equipamento esteja sempre preparado para responder à sua solicitação. Em cada unidade, são elaborados os planos pelas equipas de manutenção presente e noutros casos onde não existem estas equipas, são contratadas empresas externas que ficam responsáveis pela sua manutenção.



**Figura 3.6 - Gerador de socorro de um hospital**

### 3.3.4 Vistoria/Inspeção

Como se pode verificar na Tabela 3.1 e na Figura 3.7, segundo o decreto lei de 96/2017, as instalações elétricas são aprovadas ou não consoante o tipo de deficiências e limitações que as instalações apresentem relativamente ao abastecimento de eletricidade:

<b>G</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anomalias que constituem perigo grave e imediato para a segurança de pessoas e bens.</li> <li>▪ Impedem que se estabeleça o fornecimento de energia ou obrigam à sua interrupção.</li> </ul>
<b>NG-1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anomalias cuja gravidade não impedem o fornecimento, nem interrupção de energia.</li> <li>▪ Obriga à sua reparação até 60 dias.</li> </ul>
<b>NG-2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anomalias cuja correção é aconselhável quando for feita uma intervenção na instalação.</li> </ul>

Tabela 3.1 - Tipo de deficiências da instalação

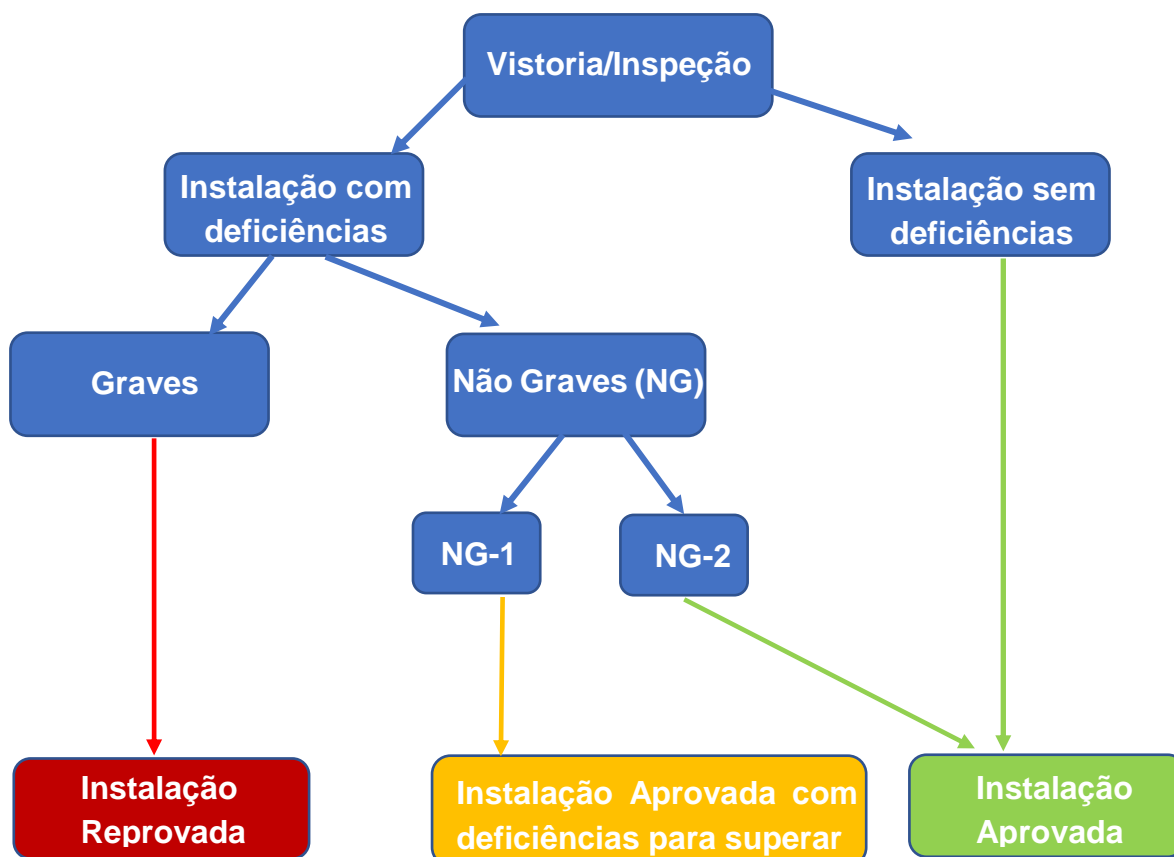


Figura 3.7 - Instalações e Vistorias

### 3.4 – Riscos elétricos em Ambiente Hospitalar

No âmbito da utilização das instalações elétricas em ambiente hospitalar a segurança de Pessoas e bens depende da forma como as instalações são projetadas, executadas, exploradas e por sua vez, conservadas.

Como se sabe a eletricidade é invisível e inodora, sendo de extrema importância aprofundar as medidas de segurança no seu uso.

A noção de risco advém da conjugação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento perigoso e/ou de exposição e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, resultantes desta combinação. Considera-se assim que o risco engloba duas componentes: probabilidade de um evento ocorrer e a gravidade das suas consequências, sendo a função destes componentes utilizada para caracterizar a materialização de um possível efeito (Terje, 2010).

Muitos acidentes relacionados com a eletricidade têm origem em atitudes humanas incorretas que, de certa forma, podem ser evitadas e prevenir acidentes graves. Exemplos disso são:

- O uso de equipamento desconhecido por parte do utilizador;
- O uso de equipamentos danificados;
- O uso de equipamentos específicos noutras tarefas;
- O uso incorreto ou não uso de equipamentos de proteção individual;
- A movimentação de aparelhos e/ou equipamentos em tensão sem medidas de segurança.

Um dos pontos críticos que relacionam a segurança elétrica é a ligação das terras que, durante uma falha, podem colocar as pessoas sob correntes perigosas devido ao aumento do potencial das estruturas metálicas, sendo um dos pontos essenciais a utilização de placas de sinalização de perigo (Figura 3.8).



*Figura 3.8 - Sinalética de Perigo*

### 3.4.1 Contactos Diretos e Indiretos

Os contactos com a corrente elétrica podem causar acidentes de duas formas, **diretamente** ou **indiretamente**:

**Contactos Diretos** (Figura 3.9): são aqueles contactos de pessoas com partes de materiais e equipamentos que normalmente estão em tensão, provocados por falha ou defeito no isolamento, por rotura das partes isolantes (cabos, barras de distribuição ...).

Como forma de evitar este contacto, as medidas mais adequadas são:

- Uso de tensão reduzida de segurança;
- Afastamento das partes ativas;
- Proteção das partes ativas.

**Contactos Indiretos** (Figura 3.10): são aqueles contactos de pessoas com massas colocadas acidentalmente sob tensão, entendendo-se por massa o conjunto de partes metálicas de um equipamento ou instalação que geralmente estão isoladas das zonas ativas ou em tensão.

Como forma de evitar este contacto, as medidas mais adequadas são:

- A utilização de tensão reduzida de segurança;
- Separação dos circuitos;

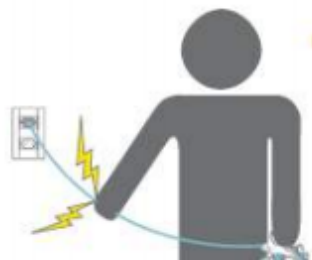


Figura 3.9 - Contacto Direto



Figura 3.10 - Contacto Indireto

Outros exemplos de medidas de proteção e segurança contra os riscos elétricos são:

- Isolamento dos elementos condutores estranhos à instalação elétrica;
- Inacessibilidade simultânea de massas e elementos condutores estranhos à instalação elétrica;
- Estabelecimento de ligações equipotenciais;
- Aplicação das chamadas “5 Regras de Ouro”:
  - 1) Separar ou isolar completamente a instalação de todas as possíveis fontes de tensão;
  - 2) Bloquear os equipamentos – Proteger contra a Reposição Acidental;
  - 3) Verificar a ausência de tensão;
  - 4) Ligação à terra e em curto-circuito;
  - 5) Sinalizar – Delimitar a zona de trabalho.

### 3.4.2 Fatores de risco

Como tal, existem vários fatores a ter em conta que intervêm nos acidentes elétricos, fatores este que podem ser classificados em:

#### Fatores Técnicos:

- Intensidade da corrente que passa pelo corpo humano;
- Tempo de exposição ao risco;
- Trajetória da corrente elétrica pelo corpo humano;
- Natureza da corrente (alternada/contínua);
- Resistência elétrica do corpo humano;
- Tensão aplicada.

#### Fatores Humanos:

- Idade;
- Doenças;
- Atenção/Distração;
- Estado emocional;
- Profissão habitual;
- Experiência, etc.

### 3.4.3 Eletrificação vs Electrocussão

Existe a importância de realçar dois termos muito importantes: a **eletrificação** designa-se como qualquer acidente de origem elétrica independentemente das suas consequências e, **electrocussão** reserva-se para os acidentes mortais de origem elétrica. Estes dois termos distinguem-se por um conjunto de fatores que se destacam: a Intensidade da corrente elétrica; a frequência da corrente elétrica; o percurso da corrente elétrica através do corpo humano; a capacidade de reação; o tempo de passagem da corrente elétrica.



*Figura 3.11 - Placa de Sinalização Perigo 1*



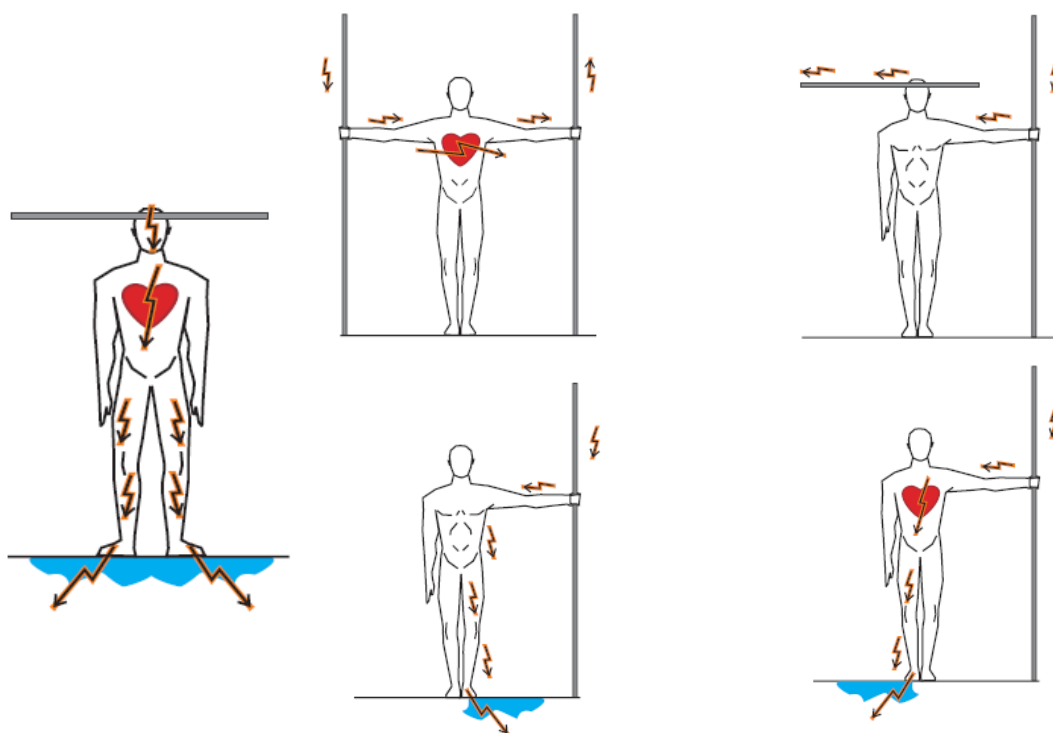
*Figura 3.12 - Placa de Sinalização Perigo 2*

As placas de sinalização (Figura 3.11 e Figura 3.12) são exemplos de sinaléticas de perigo.

### 3.4.4 Efeitos e consequências

Os efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano dependem da intensidade e variação brusca da corrente [A], da sua frequência [Hz], da duração do efeito [t], do percurso da corrente e da Resistência [ $\Omega$ ] oferecida no percurso do corpo humano.

Quando a corrente elétrica circula pelo corpo humano, que se comporta-se como uma resistência, tende a seguir o caminho com a resistência baixa, que por sua vez, varia consoante a condutibilidade dos tecidos orgânicos que o constituem e, de acordo com a lei de Ohm, a intensidade de corrente de que passa pelo corpo humano (I - Amperes) será determinada pela divisão da tensão de contacto entre o ponto de entrada da corrente e o ponto de saída (V - volts) pela resistência que o corpo oferece à passagem da corrente (R - Ohms).



**Figura 3.13 - Percurso da corrente elétrica (Morais, s.d.)**

## Efeitos diretos

- **Paragem cardíaca:** ocorre quando a corrente passa pelo coração, e o seu efeito no organismo traduz-se numa paragem circulatória por paragem cardíaca.
- **Asfixia:** ocorre quando a corrente elétrica atravessa o tórax. Impede a atuação dos músculos dos pulmões e a respiração.
- **Queimaduras:** internas ou externas pela passagem da intensidade de corrente pelo corpo ou pela proximidade do arco elétrico.
- **Tetania ou contração muscular:** consiste na anulação da capacidade de reação muscular que impede a separação voluntária do ponto de contacto (Figura 3.14).
- **Fibrilação ventricular:** ocorre quando a corrente passa pelo coração, e o seu efeito no organismo traduz-se em paragem circulatória por rutura do ritmo cardíaco. A fibrilação ocorre quando o choque elétrico tem uma duração superior a 0.15 segundos; 20% da duração total do ciclo cardíaco médio do homem, que é de 0.75 segundos (Figura 3.14).
- **Lesões permanentes:** causadas por destruição da parte afetada do sistema nervoso (paralisia, contracturas permanentes, etc).
- **Queimaduras** (Figura 3.14).
- **Complicações renais, oculares, auditivas, etc.**

## Efeitos indiretos

Não são provocados pela corrente propriamente dita, mas pelos atos involuntários dos indivíduos afetados, tais como pancadas contra objetos, quedas, etc., ocorridos após o contacto com a corrente.

Na maioria das vezes, esse contacto irá causar apenas um susto ou uma sensação desagradável, no entanto, pode provocar uma perda de equilíbrio com a consequente queda ao mesmo nível, ou a nível diferente, e o perigo de lesões, fraturas ou pancadas com objetos móveis ou imóveis que podem até chegar a causar a morte. (ISASTUR, 2010)

**Tetanização Muscular:** paralisia muscular causada pela circulação da corrente elétrica nos nervos que controlam os músculos. A corrente elétrica supera os impulsos elétricos que são enviados pelo cérebro e anula-os podendo bloquear um membro ou o corpo inteiro.

**Queimaduras:** Passagem da corrente elétrica através de um condutor que ao entrar em contacto com o corpo humano provoca libertação de calor.

**Fibrilação Ventricular:** contrações independentes e anárquicas das fibras do músculo cardíaco, sendo necessária uma intervenção imediata para prevenir a morte.

**Figura 3.14 - Principais consequências de um acidente elétrico**

A Intensidade da Corrente Elétrica tem um papel fundamental na origem de lesões provocadas pela corrente elétrica, sendo que para o ser humano o limiar da percepção da corrente alternada de frequência industrial (50/60 Hz) é da ordem de 1mA (1mA=0.001 Ampere) e para corrente contínua cerca de 5 mA;

A Tabela 3.2 demonstra a os efeitos que a corrente tem no corpo humano consoante a sua intensidade. Efeitos estes que foram estudados em âmbito geral, sendo que gravidade das lesões depende de fatores como o percurso da corrente, a característica dela (de onde provém), da resistência, e do nível de tensão a que a pessoa está submetida.

**Tabela 3.2 - Intensidade e Efeitos da corrente no corpo humano**

INTENSIDADE	EFEITOS NO CORPO HUMANO
De 1 a 3 mA	Um organismo normal sente uma coceira sem perigo (limiar de percepção)..
A partir de 5 mA	Um contacto prolongado pode provocar movimentos bruscos em certas pessoas.
A partir de 10 mA	Começam as contrações musculares e tetanização (rigidez e tensão convulsiva) dos músculos da mão e do braço, podendo provocar que a pele fique aderida aos pontos de contacto com as partes sob tensão (fenómeno de retesamento).
Acima de 25 mA	Num contacto de mais de 2 minutos, se a passagem da corrente for pela região do coração, poderia ocorrer uma tetanização do músculo do peito, podendo chegar a sofrer asfixia por bloqueio muscular da caixa torácica.
Entre 30 a 50 mA	Pode ocorrer fibrilação ventricular se a corrente passar pela região cardíaca, causando a morte, caso a vítima não seja atendida em poucos minutos.
Entre 2 e 3 A	Provoca paragem respiratória, inconsciência, aparecem marcas visíveis.
Para intensidades superiores a 3 A	As consequências são queimaduras graves e pode causar a morte.

## 3.5 – Oportunidades de melhoria

### 3.5.1 Proteção contra o choque elétrico

Os choques elétricos podem ser evitados principalmente de 2 maneiras:

- Através da equipotencialidade - quando a diferença de potencial entre os pontos for próxima ou igual a zero;
- Do isolamento - quando se obtém um caminho de impedância elevada entre a fonte de energia e o corpo humano.

Uma garantia de segurança elétrica na utilização de equipamentos médico-hospitalares depende, basicamente, de três fatores:

- Da estabilidade da rede elétrica;
- Da conformidade dos equipamentos com as respectivas normas atualizadas;
- Do teste com regularidade dos equipamentos.

- **Interruptores Diferenciais**

Quando há um defeito na instalação, seja por contacto direto ou indireto, havendo um condutor de proteção, rapidamente faz atuar uma proteção, um interruptor diferencial instalado no quadro elétrico, que provoca o corte de energia do circuito onde o problema foi detetado de forma a evitar consequências graves quer para a pessoa quer para os bens.

Partindo do princípio que não existe qualquer problema com a instalação, a corrente que “entra” pela fase é igual à que “sai” pelo neutro e o interruptor não atua, pois, a diferença entre estas duas correntes é nula. No caso de ocorrer algum problema em algum equipamento ou alguma falha, por sua vez vai haver uma corrente de fuga que não é nada mais, nada menos que a parte da corrente que “entra” pela fase já não chega ao neutro e foi desviada pelo condutor de terra e, vai fazer com o que o interruptor dispare e corte o circuito protegendo tudo e todos.

Os interruptores diferenciais de alta sensibilidade (10mA e 30mA), como por exemplo o da Figura 3.16, que provocam o corte de energia para valores de correntes de defeito mais baixas em relação aos de média sensibilidade (300mA e 500 mA) como por exemplo o da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, e isto permite a proteção do circuito conforme as regras técnicas para cada espaço físico.



**Figura 3.15 - Interruptor Diferencial 4x25A-30mA**



**Figura 3.16 - Interruptor Diferencial 4x25A-30mA**

**Nota:** O interruptor diferencial tem um botão para teste do seu correto funcionamento sendo que se deve verificar de forma periódica o seu bom funcionamento.

- **Ligação à massa**

“A ligação das massas à terra deve ser efetuada pelo condutor de proteção incluído em todas as canalizações e ligado ao circuito geral de terras através dos quadros. Os condutores de proteção serão sempre de cor verde/amarelo, do tipo dos condutores ativos e de secção igual à dos condutores de neutro, assim como é necessário prover os edifícios de ligações equipotenciais com a rede de terras de proteção através da ligação de condutores entre todas as partes metálicas e o barramento principal de terra, nomeadamente:

- Caminhos de cabos e calhas metálicas;
- Estruturas metálicas de quadros e equipamentos;
- Canalizações metálicas de abastecimento de água e de gás;
- Elementos metálicos acessíveis e estrutura metálica do edifício.

A rede de terras de uma instalação deve apresentar uma estrutura que será tipicamente constituída por anel de terras como elétrodo, condutores de terra (prumadas) e condutores de proteção.” (Anacom, 2010)

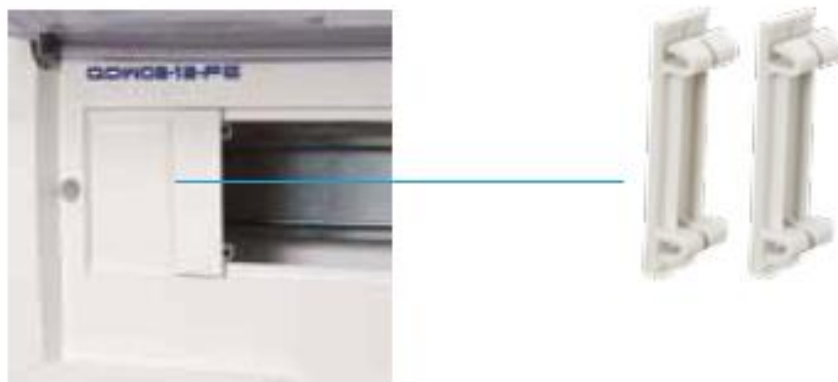
Como mostra Figura 3.17, tem de existir um barramento terras no quadro elétrico.



**Figura 3.17 - Ligações à terra**

- **Obturadores**

Também muito importante são os obturadores - Figura 3.18 - que impedem que qualquer pessoa possa colocar a mão ou qualquer objeto, quer exista um condutor ou não dentro do quadro elétrico, um risco iminente especialmente presente se falarmos para além de adultos, de crianças.



**Figura 3.18 - Obturadores**

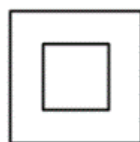
- **Quadro classe II de isolamento**

Um quadro para estar bem protegido contra choques elétricos necessita de ter uma proteção secundária. Nestes quadros elétricos denominados de classe II de isolamento (Figura 3.20) estão previstas medidas complementares de segurança, como o duplo isolamento ou o isolamento reforçado.

Segundo os pontos 236.4, 236.5 e 237.3 das RTIEBT:

- “236.4 - Duplo isolamento (826-03-19). Isolamento constituído, simultaneamente, por um isolamento principal e por um isolamento suplementar.
- 236.5 - Isolamento reforçado (826-03-20). Isolamento das partes ativas que garante uma proteção contra os choques elétricos não inferior ao conferido por um duplo isolamento.
- 237.3 - Equipamento da classe II. Equipamento em que a proteção contra os choques elétricos não é garantida, apenas, pelo isolamento principal. Para os equipamentos da classe II são previstas medidas complementares de segurança, tais como o duplo isolamento ou o isolamento reforçado. Estas medidas não incluem meios de ligação à terra de proteção e não dependem das condições de instalação.” (Regras Técnicas, 2006)

Estes quadros elétricos têm obrigatoriamente de possuir um dos símbolos representados na Figura 3.19, que o identifica como tal.



CLASSE II

**Figura 3.19 - Símbolo Classe II de Isolamento**



**Figura 3.20 - Quadro Tipo Classe II**

### 3.5.2 Iluminação Emergência

A iluminação de emergência (Figura 3.21) no ambiente hospitalar tem objetivos que vão para além daqueles que são destinados a instalações residenciais, industriais ou comerciais, devendo permitir que exista em caso de falha total de energia, haja iluminação quer para o evacuamento quer para a manipulação de medicamentos e administração no paciente em caso de urgências. (Portal, 2021)

Além do gerador de energia elétrica, qualquer unidade de saúde deve dispor de armaduras autónomas, para o caso de não haver qualquer energia na instalação. Para tal, deve-se notar a instalação de iluminação de emergência autónoma.

A secção 4.1 da norma EN1838: 2013 afirma que “devem visíveis todas as sinalizações de saídas destinadas a ser utilizadas em caso de emergência e, ao longo dos trajetos de evacuação devem ser iluminadas para indicar inequivocamente a via de evacuação para um ponto de segurança”. (Eaton, 2018)

Quando os pontos de ênfase estejam cobertos, é essencial fornecer luminárias adicionais e modo a garantir que os níveis mínimos de iluminância sejam cumpridos, permitindo assim que as vias sejam usadas com segurança. Além disso, todos os compartimentos ao longo do trajeto de evacuação, devem ter pelo menos duas luminárias, para fornecer alguma luz em caso de falha de uma delas. (Eaton, 2018)

A norma EN1838 exige mais do que apenas uma boa iluminação geral nos caminhos de evacuação. Estipula que deve ser providenciada iluminação suplementar como os letreiros de saída noutras zonas relevantes para a segurança e locais potencialmente perigosos. Assim, é também necessário colocar luminárias nos seguintes locais: • Portas de saída que seja necessário usar em caso de emergência • Perto de escadas, degraus ou qualquer outra mudança de nível • Em saídas de emergência e sinais de segurança • Em qualquer local em que se verifique uma mudança de direção • Em qualquer local de cruzamento de corredores • Perto de qualquer posto de primeiros socorros, sistemas de combate a incêndio ou dispositivo de alarme • Perto de saídas finais • Fora do edifício, até uma distância segura de cada saída. (Eaton, 2018)



**Figura 3.21 - Iluminação de emergência**

### 3.5.3 Cabos elétricos

A utilização de cabos elétricos resistentes ao fogo permite também proteger a instalação e evitar que o fogo se propague nos edifícios. Existem 2 tipos de cabos:

- Cabos resistentes ao fogo;
- Cabos ignífugos;

Existe uma importante diferença entre cabos resistentes ao fogo e cabos ignífugos, apesar de ambos serem sujeitos a vários testes de resistência ao fogo para se determinar a respetiva classificação. Exemplo desse cabo é a Figura 3.22)

Em resumo, os cabos ignífugos são concebidos para resistirem à propagação do fogo para uma nova área. Os cabos resistentes ao fogo ou classificados como tal são concebidos para manter a integridade dos circuitos e continuarem a funcionar durante um período de tempo específico em determinadas condições. A distinção entre ambos é crucial na proteção de circuitos críticos necessários à segurança da vida e para uma desativação segura e imediata das instalações. (ElandCables, 2021)

Cabos resistentes ao fogo (com classificação de resistência ao fogo): continuam a operar na presença de fogo; daí a sua referência como cabos de Integridade do Circuito. Incluem-se os cabos PH30, PH60 e PH120.

Cabos ignífugos: resistência ao fogo limitada à não propagação do fogo



**Figura 3.22 - Cabo elétrico resistente ao fogo**

### 3.6 – Questões frequentes

Embora no regime jurídico do acesso e o exercício da atividade das entidades e profissionais responsáveis pelas instalações elétricas de serviço particular regidas pela Lei n.º14/2015, de 16 de fevereiro esteja implícita toda a informação relativa, existem sempre questões frequentes dos Técnicos de Exploração.

Em modo de resumo e de maneira a explicar melhor dúvidas existentes, segue infra algumas questões e respetivas respostas:”

➤ **Em que situações necessito de um certificado de exploração?**

Sempre que necessitar de proceder a uma ligação à rede ou nos casos em que necessitar efetuar alterações profundas a uma instalação elétrica, nomeadamente a alteração da potência instalada da instalação elétrica.

➤ **Desenvolvo atividade de Técnico Responsável de Instalações Elétricas de Serviço Particular (TRIESP) pela execução no âmbito de uma entidade instaladora, reconhecida como tal ao abrigo da Lei 14/2015. Devo apresentar um seguro tal como previsto no.º 3 art.º 4.º, ou basta o seguro exigido à entidade instaladora?**

Se desenvolver a atividade no âmbito de uma entidade instaladora, a exigência de responsabilidade civil é transferida para a empresa.

➤ **Sou engenheiro eletrotécnico. Devo-me inscrever no Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular (SRIESP) como TRIESP?**

A profissão regulamentada de TRIESP, nos vários domínios (projeto, execução ou exploração pressupõe o registo prévio, segundo o n.º 2, do art. 6.º da Lei 14/2015. Este registo permitirá disponibilizar no site da DGEG a lista dos profissionais devidamente reconhecidos para os devidos efeitos.

➤ **Quem é que pode exercer a atividade de execução de instalações elétricas de serviço particular?**

A atividade de execução de instalações elétricas de serviço particular apenas pode ser exercida por uma Entidade Instaladora (EI) ou, a título individual e nos casos expressamente admitidos, por técnicos responsáveis pela execução que cumpram os requisitos previstos na Lei nº 14/2015, de 16 de fevereiro.

➤ **Quais são os casos expressamente admitidos para o exercício da atividade de execução de instalações elétricas de serviço particular, a título individual, por técnico responsável pela execução?**

O técnico responsável pela execução pode assumir a responsabilidade pela execução a título individual para as instalações elétricas de serviço particular de baixa tensão, com potência até 41,4kVA, inclusive, desde que disponha de seguro de responsabilidade civil com o montante mínimo de € 50 000 (artigo 4º da Lei nº 14/2015).

➤ **Há limitações para alguns dos técnicos responsáveis pela execução de instalações elétricas de serviço particular uma vez que possuem formação diferente?**

Sim, os técnicos responsáveis pela execução de instalações elétricas de serviço particular que não sejam engenheiros da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência, só podem assumir a responsabilidade pela execução de redes de distribuição, postos de transformação e instalações de produção caso possuam uma qualificação de dupla certificação do sistema nacional de qualificações na área das instalações elétricas de nível 4, ou superior, do Quadro Nacional de Qualificações.

➤ **Quem é pode ser técnico responsável pela exploração de instalações elétricas de serviço particular?**

Pode ser técnico responsável pela exploração de instalações elétricas de serviço particular quem detenha:

- O título de engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica;
- O título de engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência;
- Qualificação de dupla certificação de, pelo menos, nível 4 do Quadro Nacional de Qualificações, obtida por via das modalidades de educação e formação do Sistema Nacional de Qualificações, que integrem unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas e respeitem os conteúdos definidos no Catálogo Nacional de Qualificações
- No mínimo, o 12º ano de escolaridade e conclusão das unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas, integradas no Catálogo Nacional de Qualificações.

➤ **Há limitações para alguns dos técnicos responsáveis pela exploração de instalações elétricas de serviço particular uma vez que possuem formação diferente?**

Sim, os técnicos responsáveis pela exploração de instalações elétricas de serviço particular que não sejam engenheiros da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência, só podem assumir a responsabilidade pela exploração de instalações elétricas de tensão até 30 kV e potência até 250 kVA.” (DGEG, 2015)

---

### 3.7 – Conclusão

De acordo com o que foi descrito neste capítulo, a manutenção das instalações elétricas é fundamental para a segurança dos seus utilizadores assim como, para o cumprimento dos requisitos legais.

Neste complemento, cabe ao Técnico Responsável pela Exploração das Instalações Elétricas fazer cumprir toda a manutenção preventiva de acordo com a legislação respetiva, de maneira a promover toda a eficiência da instalação. No terreno, as atividades desenvolvidas foram efetuadas no âmbito da segurança e vistorias de Exploração das Instalações Elétricas (na figura do Técnico Responsável) das Unidades Hospitalares para verificação da conformidade em relação à legislação em vigor assim como garantir a observância das disposições regulamentares de segurança aplicáveis, com especial relevo para a matéria relativa à segurança das pessoas e bens.

Pode-se concluir que é fundamental a presença da figura do Técnico Responsável numa instalação de cariz hospitalar. Sendo a segurança de pessoas e bens, e o respeito pelos direitos os principais objetivos da regulamentação implementada neste papel, a qualidade e continuidade do serviço hospitalar, a eficiência energética, a adaptação às necessidades dos utilizadores, a sustentabilidade, a utilização racional de energia e o conforto da sua utilização devem estar sempre presentes na elaboração do projeto, da execução e da exploração das unidades desta envergadura.

## CAPÍTULO 4 – Segurança Elétrica nos Blocos Operatórios

### 4.1 – Introdução

Um bloco operatório é um espaço de elevada utilização e de serviço de grande diferenciação pelas diversas especialidades cirúrgicas que comportam a sua utilização. Neste podem ser realizadas intervenções cirúrgicas quer programadas, quer urgentes, através das urgências, do internamento ou de serviços ambulatoriais. Podendo também se realizar exames que requeiram um elevado nível de cuidados de assepsia e/ou anestesia. Apresenta-se como um serviço de grandes exigências técnicas, quer a nível das instalações, bem como dos procedimentos e dos técnicos que os executam.

Todo o projeto do Bloco Operatório e do hospital em geral deve dar especial atenção ao bem-estar do doente, como direito que lhe assiste e como contributo para uma cura rápida. Todo o desenho deve salvaguardar a privacidade, dignidade e conforto dos doentes em particular nas situações de fragilidade, como são os casos do pré e pós-operatório.

A possibilidade de acompanhamento dos doentes, não apenas dos doentes pediátricos, admitida na legislação em vigor, tem naturais implicações na definição e dimensionamento dos espaços a prever. (ACSS, Recomendações Técnicas para Bloco Operatório, 2005).

### 4.2 – Análise descritiva de uma sala de bloco

Notando a que a qualidade dos equipamentos e do ambiente envolvente em torno de um bloco operatório é também fortemente responsável pelo bom desempenho das pessoas que aí trabalham, não pode ser menosprezada a qualidade do projeto de criação do mesmo, desde a acústica, iluminação natural/artificial, passando pelos equipamentos compatíveis com os blocos operatórios de especialidade em que se inserem até a toda a estrutura de construção, tudo conta para um bom funcionamento de uma sala de cirurgia como mostra a Figura 4.1.



**Figura 4.1 - Sala de Bloco Operatório**

## 4.2.1 Estrutura

### Pavimentos

Os pavimentos do BO devem ser contínuos ou isentos de juntas (juntas soldadas), resistentes às frequentes lavagens e produtos de limpeza utilizados, impermeáveis, resistentes à água e não escorregadios.

Nas zonas do BO onde permaneçam ou circulem doentes os pavimentos devem garantir características dispersivas.

Nas salas de operações devem ser adotadas medidas que minimizem a formação de eletricidade estática, incluindo a instalação de **pavimento antiestático ou condutivo**. Estes pavimentos devem ser selecionados de forma a respeitarem as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

### Rodapés

Os rodapés do BO devem ter as mesmas propriedades dos pavimentos contíguos e com eles garantir uma continuidade sem juntas, através de uma superfície côncava que evite acumulação de sujidades e facilite a limpeza.

### Paredes

Deve evitar-se juntas, alhetas, saliências ou outras situações favoráveis à acumulação de sujidades. Sempre que possível, deve recorrer-se a materiais contínuos para revestimento.

Não se deve utilizar revestimentos com azulejos ou pedras pelas dificuldades das juntas e das porosidades do material, que dificultam a necessária limpeza.

Os equipamentos de parede (negatoscópios; quadros elétricos, etc.) devem ser embutidos e não salientes.

### Tetos

Os tetos devem também ser laváveis e, sobretudo, garantir um comportamento asséptico eficaz. Por conseguinte, nos espaços mais delicados, não devem ser admitidos tetos perfurados ou constituídos por materiais que não garantam a necessária capacidade de selagem ou que dificultem o processo de limpeza.

Todos os equipamentos a instalar nos tetos, designadamente: iluminação, grelhas, sensores e difusores, devem ser embutidos e selados, não facilitando a acumulação de sujidade nem dificultando a limpeza.

### Portas

As portas de entrada nas salas de operações devem ser automáticas e de correr, com mecanismo superior e nunca embutidas. Devem ser resistentes ao choque.

Devem estar claramente identificadas, esclarecendo as condições ou permissões de acesso e permitindo uma rápida identificação em situação de emergência. Devem estar equipotencializadas.

## **Janelas**

Embora seja desejável a luz natural e a visibilidade para o exterior, sempre que haja janelas estas devem ser fixas, sem possibilidade de abertura (eventualmente dando para o corredor) e com possibilidade de obscurecimento total, em particular nas salas de operações, situação exigida, por exemplo em intervenções com laser ou microscópio. Todos os caixilhos devem ser à face, evitando-se juntas e superfícies horizontais.

### **4.2.2 Iluminação natural / artificial**

#### **Iluminação natural / artificial**

A iluminação natural e, em complemento, a iluminação artificial devem ser cuidadas e ter em conta que o pessoal, por razões de funcionamento, aí permanece por longos períodos, sem acesso ao exterior.

#### **Sinalização e lettering**

As várias salas de operações e espaços anexos devem ser claramente identificados por lettering de leitura imediata e por imagens/cores distintas que permitam rápida identificação em situação de emergência.

### **4.2.3 Equipamentos pendentes**

Para maior flexibilização do espaço, e maior facilidade de acesso ao doente, tem aumentado a utilização de braços articulados suspensos do teto. Este recurso exige uma grande coordenação com as outras intervenções no mesmo espaço, ao nível da estrutura, iluminação e ar condicionado, para que não se prejudiquem mutuamente. Exige também maiores áreas e um pé-direito adequado, para que os braços articulados se possam movimentar.

No desenho das salas de operações devem privilegiar-se soluções de flexibilidade que facilitem futuras adaptações. Pendente de gases, pendente de bisturi, candeeiro cirúrgico são algum dos exemplos.

A polivalência das salas poderá passar pela existência de espaços de apoio para equipamentos, como robots, ou funcionalidades próprias de algumas especialidades, tais como: cardiologia e ortopedia. (ACSS, Recomendações Técnicas para Bloco Operatório, 2005)

### **4.2.4 Climatização**

As instalações de climatização devem respeitar, nas partes aplicáveis, os DL n.º 78/2006, n.º 79/2006 e n.º 80/2006; as Especificações Técnicas para as Instalações AVAC - ET 06/2008 e as Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar – RETEH.

### 4.2.5 Gases medicinais

As instalações de gases medicinais devem respeitar, nas partes aplicáveis as Especificações Técnicas para Gases Medicinais e Aspiração em Edifícios Hospitalares - ET 03/2006 e as Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar – RETEH. (ACSS, Recomendações Técnicas para Bloco Operatório, 2005)

### 4.2.6 Alimentações de socorro

Segundo as normas e, como já referido anteriormente neste documento, deve ser previsto no projeto uma alimentação de socorro que garanta a continuidade da alimentação de certos equipamentos essenciais para a segurança das pessoas e bens.

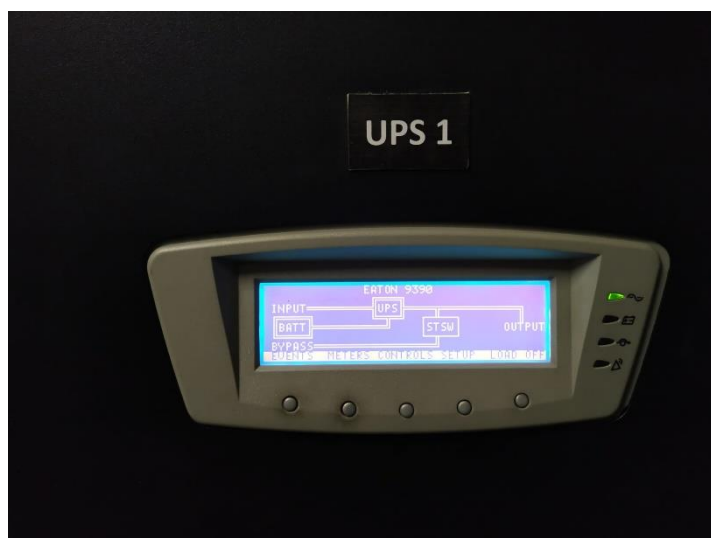
Nos blocos operatórios são usadas majoritariamente as UPS's (*Uninterruptible Power Supply*). Segundo a norma EN 50171 as UPS funcionam como fonte de segurança e têm as seguintes características: Proteção contra descargas profundas das baterias; Arranque automático após fim de autonomia e retorno de rede; Proteção contra polaridade inversa nas baterias; Compatibilidade com o sistema de terras IT; IP 20; Dimensionamento da UPS para 120% da potência da carga; Vida útil das baterias para 10 Anos; Tempo mínimo da autonomia em bateria, 60 minutos; Recarga de 80% da capacidade da bateria em 12 horas; Sem circuito bypass; Transformador de isolamento opcional.



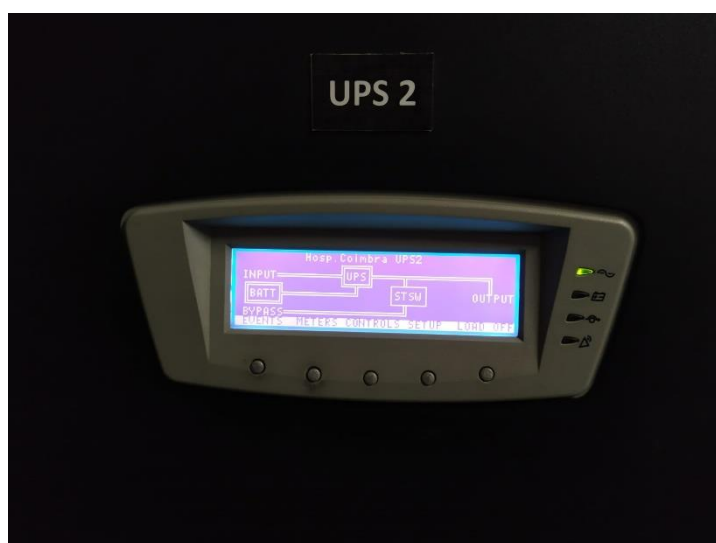
**Figura 4.2 - UPS 1**



**Figura 4.3 - UPS 2**



**Figura 4.4 - Painel UPS 1**

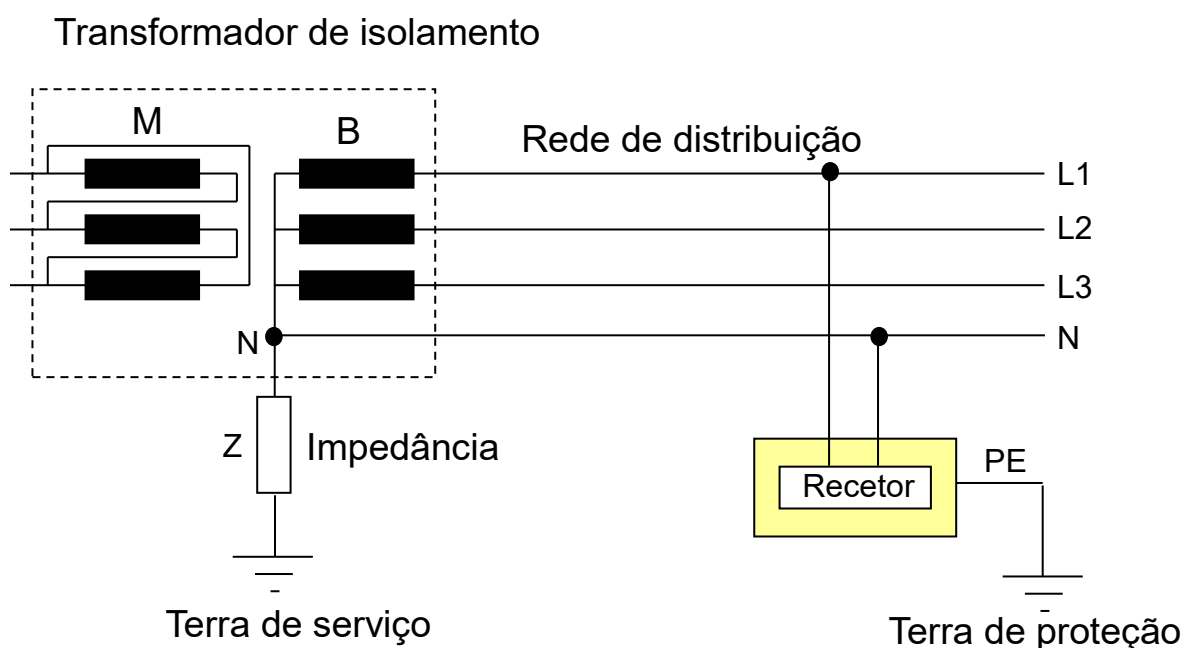


**Figura 4.5 - Painel UPS 2**

### 4.3 – Esquema de ligação IT - Médico

Nos locais onde se realizam práticas de cariz invasivo, é obrigatório a utilização do esquema de ligação à terra IT - Figura 4.6, assistido por medidas de equipotencialização complementares.

O Sistema IT (I – Neutro isolado da terra ou ligado à terra por impedância de valor elevado e T – Massas ligadas diretamente à terra de proteção) é o sistema indicado quando não se quer um corte da instalação ao primeiro defeito de isolamento. Um bom exemplo de aplicação, são as salas de bloco operatório, UCI's e similares dos hospitais.



*Figura 4.6 - Esquema Ligação Sistema IT*

#### 4.3.1 Objetivos

De modo a garantir a segurança dos pacientes, a qualidade e a disponibilidade a 100% da energia elétrica de modo a possibilitar a continuidade dos cuidados de saúde em todas e qualquer circunstâncias, surgem os grandes objetivos (Figura 4.7):

#### Segurança

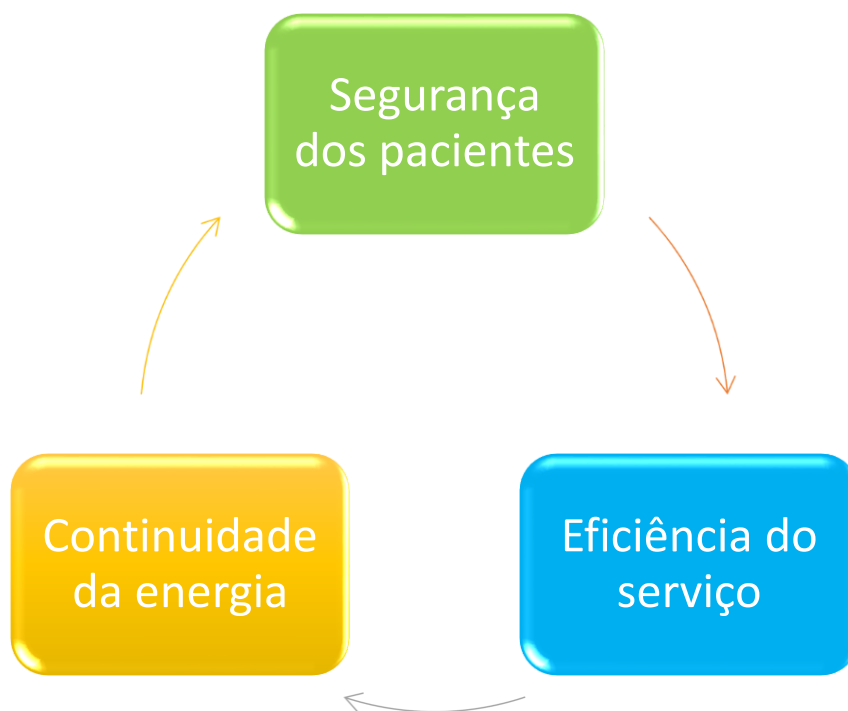
Aumentando de forma garantida o adequado funcionamento das salas de cirurgia.

#### Continuidade

Assegurando a continuidade do fornecimento de energia para não perturbar a equipa médica durante as operações cirúrgicas.

## **Eficiência**

Melhorando a eficiência dos equipamentos e de todo um ambiente que garantam um funcionamento estável e confortável.



**Figura 4.7 - Objetivos IT**

### **4.3.2 Benefícios**

Os benefícios deste sistema são muitos e podem ser enumerados pelos seguintes pontos:

- Possui de um sistema de teste no quadro elétrico;
- Aumenta a produtividade da equipa de trabalho e reduz o tempo de manutenção dos sistemas;
- É de fácil instalação;
- É de projeto simples;
- Integra-se bem com os equipamentos e com as UPS's;
- Existem várias opções de transformações de isolamento.

### **4.3.3 Composição**

O sistema IT-médico é composto por 4 equipamentos essenciais:

- Supervisor de Isolamento;
- Concentrador;
- Anunciador;
- Transformador de Isolamento.

’O esquema de ligação à terra em regime IT Médico deve considerar um sistema independente/próprio para cada zona ou sala, não sendo aceites situações em que o mesmo sistema alimente dois locais distintos, sendo que o dimensionamento da potência aparente do TI deve considerar a soma das potências dos recetores elétricos a alimentar, afetados por eventuais coeficientes de simultaneidade inferiores à unidade, de modo a colocar o TI a funcionar, em regime normal de serviço, num ponto de funcionamento com eficiência energética máxima. Ao aparecimento de um primeiro defeito detetado pelo respetivo detetor de fugas, apenas será emitida sinalização de aviso no sinótico local, e mimetizada junto ao competente serviço de manutenção. Ao segundo aviso, despoletar-se-á o corte automático e conseqüente interrupção do defeito.’ (ACSS, Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares, 2019)

Para além do descrito é necessário que a sala do bloco operatório possua um pavimento antiestático ou condutivo nos compartimentos servidos por esquema de ligação à terra via IT Médico como o da Figura 4.8.



**Figura 4.8 - Pavimento antiestático**

#### 4.4 – Riscos associados

Os riscos elétricos presentes num Bloco Operatório (Figura 4.9) são idênticos aos riscos apresentados no capítulo 3.4, no entanto existe a particularidade que nestas salas, quando um equipamento deteta uma fuga, é disparado um alarme de aviso para não colocar em causa e interromper a operação ao paciente.

Para além dos todos os riscos elétricos reportados no capítulo 3.4 – Riscos elétricos em Ambiente Hospitalar, existem outros riscos associados numa sala de cirurgia.

Entre os riscos elétricos presentes estão, a presença dos equipamentos aplicados diretamente no paciente, como o eletrobisturi, aspiradores de secreções, bombas infusoras, desfibrilhadores, etc, assim como os equipamentos envolventes como os aquecedores de sangue, os candeeiros cirúrgicos os carros transfer, os microscópios, etc.

Riscos estes que podem facilmente ser diminuídos com os demais cuidados a ter nomeadamente:

- Todos os equipamentos elétricos presentes na sala deverão ter tomadas com fio terra;
- Colocação de sistema de isolamento IT para aviso de perigo de eletrocussão;
- Colocação de piso da sala antiestático ou condutivo;
- Proteção dos fios e cabos de corrente elétrica;
- Desligar os equipamentos da tomada, quando não estiverem a ser utilizados;



*Figura 4.9 - Sala de bloco operatório*

## 4.5 – Legislação Aplicada

A legislação aplicada na área de segurança elétrica em blocos operatórios (Figura 4.9) resume-se nas seguintes normas:

- **RTIEBT** – Portaria nº 949-A/2006 de 11 de setembro:
  - Esta portaria define um conjunto de normas de instalação e de segurança a observar atualmente nas instalações elétricas de utilização em baixa tensão, nomeadamente nas instalações hospitalares.
- **Norma IEC 62353** - Equipamento Médico Elétrico
  - É uma norma técnica que garante a segurança de equipamentos médicos elétricos, trata dos requisitos básicos de segurança e desempenho essencial de equipamentos médicos elétricos e serve para garantir que nenhuma falha elétrica, mecânica ou funcional individual represente um risco inaceitável para os pacientes e/ou operadores.
- **Norma IEC62A**
  - Norma da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) que elabora aspetos comuns de equipamentos elétricos usados na prática médica.
- **RSSPTS** (Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Seccionamento)

### 4.5.1 Regras aplicáveis aos locais de uso médico

Serve o ponto “801.2.4.2 — Regras aplicáveis aos locais de uso médico” utilizado nas RTIEBT para legislar as instalações elétricas de uso médico e de investigação, na qual possam ser usados equipamentos ou parte de equipamentos elétricos diretamente no corpo humano.

Segundo este ponto: “As instalações elétricas dos locais de uso médico devem satisfazer às regras seguintes:

- a) Para a generalidade das instalações dos locais de uso médico, deve ser utilizada a medida P1 (proteção contra contactos indiretos por corte automático da alimentação);
- b) Para todos os locais de uso médico com riscos particulares (veja-se o Anexo IV - Figura 4.10), deve ser utilizada a medida P2 (realização de uma ligação equipotencial suplementar);
- c) Para os diferentes locais que apresentem riscos elétricos particulares, deve ser utilizada, pelo menos, uma das medidas de proteção P3 a P7, de acordo com o indicado no Anexo IV; nas salas de partos, nas salas de operações, nas salas de operações da cirurgia do ambulatório, nas salas de cateterismo cardíaco (procedimento intracardíaco), nas salas de cuidados intensivos e nas salas de angiografia devem ser utilizadas, pelo menos, as medidas P3 (limitação da tensão de contacto) e P5 (esquema

IT médico); nas salas de tomografia axial computadorizada (TAC) e nas salas de ressonância magnética, se houver nesses locais procedimento intracardiaco, também devem ser utilizadas, pelo menos, as medidas P3 e P5.

- d) Podem ser alimentados diretamente pela instalação elétrica do edifício os equipamentos de potência absorvida superior a 5 kVA, instalados nas salas de operações, nas salas de anestesia anexas e nas salas de cateterismo cardíaco, desde que seja utilizada a medida P4 (proteção por dispositivos diferenciais de alta sensibilidade), individualmente, nas condições indicadas na secção 4 do Anexo III; quando estes equipamentos forem alimentados através de uma tomada ligada diretamente à instalação elétrica do edifício, essa tomada deve ser de modelo diferente das restantes tomadas instaladas no mesmo local.
- e) Podem ser alimentados diretamente pela instalação elétrica do edifício os equipamentos instalados nas salas de operações, nas salas de anestesia anexas e nas salas de cateterismo cardíaco, desde que esses equipamentos estejam localizados por forma a que não se possa produzir quaisquer contactos, voluntários ou fortuitos, entre eles e o doente e sejam alimentados por canalizações fixas.
- f) Não devem ser instaladas, nas salas de operações, nas salas de anestesia anexas e nas salas de cateterismo cardíaco, tomadas encastradas no pavimento.” (Regras Técnicas, 2006)

	Local de uso médico	Medida				
		P3	P4	P5	P6	P7
1.	Sala de reanimação		A			A
2.	Sala de banho assistido		A			A
3.	Sala de partos		A	A		A
4.	Sala de partos distócitos	O	A	O		
5.	Sala de EEG, ECG e EMG		A			A
6.	Sala de endoscopia		A	A		A
7.	Sala de exames ou de tratamentos		A			A
8.	Sala de trabalho de enfermagem		A			A
9.	Sala de esterilização		A			A
10.	Sala de urologia		A			A
11.	Sala de radiodiagnóstico		A			A
12.	Sala de radioterapia		A			
13.	Sala de hidroterapia		A		A	A
14.	Sala de electroterapia		A			A
15.	Sala de anestesia		A	A		A
16.	Sala de operações	O	A	O		A
17.	Sala de gessos		A			A
18.	Sala de recobro		A	A		A
19.	Sala de operações da cirurgia do ambulatório	O	A	O		A
20.	Sala de pequena cirurgia		A	A		A
21.	Sala de cateterismo cardíaco (procedimento intracardiaco)	O	A	O		A
22.	Sala de cuidados intensivos	O	A	O		A
23.	Sala de angiografia	O	A	O		A
24.	Sala de hemodiálise		A	A		A
25.	Sala de tomografia axial (TAC)	C	A	C		A
26.	Sala de ressonância magnética	C	A	C		A

A - Esta medida pode ser aplicada neste local;

O - Esta medida é obrigatória neste local;

C - Esta medida é obrigatória neste local, se houver procedimento intracardiaco.

Designação das medidas (veja-se o Anexo III):

• P3 - Limitação da tensão de contacto;

• P4 - Utilização de dispositivos diferenciais de alta sensibilidade;

• P5 - Esquema IT médico;

• P6 - Separação eléctrica individual;

• P7 - Tensão reduzida de segurança médica.

As medidas P1 (Protecção por corte automático da alimentação) e P2 (Ligação equipotencial suplementar) são obrigatórias em todos estes locais.

**Figura 4.10 - medidas de protecção nos locais de uso médico**

A Figura 4.10 mostra uma guia para a seleção das medidas de protecção nos locais de uso médico com riscos particulares, guia que está presente nas regras técnicas de baixa tensão no anexo IV.

---

## 4.6 Conclusão

Através das pesquisas realizadas e informação descrita, é possível constatar a necessidade da aplicação do sistema IT- Médico nas unidades hospitalares.

Pode-se concluir a importância deste sistema nas áreas mais críticas e de grande complexidade clínica como as salas de blocos operatórios onde seja realizada qualquer tipo de cirurgia, onde se tem de garantir a segurança de todas as pessoas e bens envolventes.

É estritamente necessário fazer a vistoria aos blocos operatórios e ao sistema IT de modo a poder encontrar e solucionar todos os riscos elétricos existentes, de modo a extinguir com qualquer risco associado à corrente elétrica.

A importância do avanço tecnológico neste campo é cada vez mais e, por sua vez, exige um sistema elétrico seguro e de confiança, de maneira a reduzir os danos, quer nos equipamentos, quer no conjunto do corpo clínico, quer nos pacientes. Para estas questões serem garantidas, basta cumprir as regras de maneira eficaz de acordo com as normas existentes em vigor.



## **CAPÍTULO 5 – Práticas de Avaliação de Riscos**

### **5.1 – Introdução**

Como a utilização da energia elétrica exige o máximo de cuidado, para diminuir risco do contacto das pessoas com a eletricidade e aumentar a vida útil dos equipamentos, foram impostas regras e normas como foram referenciadas acima, regras estas que têm ser aplicadas e vistoriadas pelos técnicos devidamente credenciados para o efeito.

Para além de haver obrigações legais, cada entidade avalia o risco de forma diferente e aqui não existem regras bem definidas, o mais importante é que cada unidade hospitalar saiba avaliar os riscos inerentes em cada sala específica, estando a responsabilidade de cada unidade hospitalar a cargo dos departamentos responsáveis pela manutenção das unidades de saúde. Esta avaliação deve ser bem organizada de modo a garantir que todas as regras sejam cumpridas e os riscos fiquem bem visíveis de modo a serem eliminados da forma mais breve e eficaz possível.

Partindo do princípio que as regras servem para manter todo um conjunto de segurança e eficiência de uma instalação elétrica, numa unidade hospitalar é essencial que existam planos de manutenção preventiva e procedimentos a ser adotados para os fazer cumprir. É aqui que entra o papel do técnico credenciado, que tem um papel fundamental na aplicação das regras existentes em vigor.

O presente capítulo demonstra toda a metodologia das atividades desenvolvidas durante este projeto. Uma delas a metodologia de avaliação de riscos elétricos numa unidade hospitalar através da atividade de Exploração das Instalações Elétricas (EIE) na figura do Técnico Responsável, fazendo a avaliação de toda a instalação elétrica desde a entrada de média tensão até à baixa tensão. A outra metodologia prende-se com a avaliação elétrica das salas de blocos operatórios e similares, com incidência na avaliação do Sistema IT.

### **5.2 – Desenvolvimento da Atividade de EIE**

O desenvolvimento da atividade de exploração das instalações elétricas numa unidade hospitalar é semelhante ao de qualquer outra infraestrutura que necessite de técnico responsável.

Para prestar um serviço de excelência começa por ser função do TRE (Técnico Responsável de Exploração) organizar um plano anual das vistorias a celebrar de acordo com o cliente, passando pela formação e atualização de conhecimentos técnicos, pela vistoria em contexto prático e acabando no envio de relatório para a DGEF.

## 5.2.1 Plano Vistorias

As Unidades Hospitalares no âmbito da Exploração das Instalações Elétricas (EIE), sob a Responsabilidade do SUCH, e ao abrigo da legislação em vigor estão sujeitas a duas vistorias anuais pelo que, para o controlo interno das vistorias, é feito um plano anual de trabalhos, o qual abaixo se indica e que serviu de base para o plano do projeto representado nas Figura 5.1 e Figura 5.2.

Área: CSEE - Segurança e Exploração de I. Elétricas

Ano: 2021

Versão: 1

Responsável de CRES: *[Assinatura]*

Data: 21/01/2021

Nº Contrato	Instituição	Serviço / Sala	Medição/Quantificação	Responsável	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
VC1190047	SUCH - DIREÇÃO REGIONAL CENTRO	3025-256 CP	Expl. Instalações Elétricas	CP		X					X					
VC130030	HOSPITAL ARCEBISPO JOÃO CRISÓSTOMO - CANTANHEDE		Expl. Instalações Elétricas	CP		X							X			
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. CELAS		Expl. Instalações Elétricas	CP			X							X		
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. SOURE		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. NORTON DE MATOS		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. MORTÁGUA		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. MIRA		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								X
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. BUARCOS		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. CONDEIXA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/ED. SEDE ACES COVA DA BEIRA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X					X				
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. COVILHÃ		Expl. Instalações Elétricas	CP		X								X		
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. FUNDÃO		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. POIARES		Expl. Instalações Elétricas	CP					X				X			
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. MIRANDA		Expl. Instalações Elétricas	CP					X				X			
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. AGUIAR DA BEIRA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. OLIVEIRA DE FRADES		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. S. PEDRO DO SUL		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. VILA NOVA DE PAIVA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. NELAS		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. VISEU III		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/EDIFÍCIO SEDE		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								X
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/ARMAZÉM DA RELVINHA		Expl. Instalações Elétricas	CP				X						X		
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. SEVER DO VOUGA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/USF BARRINHA - ESMORIZ		Expl. Instalações Elétricas	CP					X					X		

Figura 5.1 - Plano de Vistorias 2021 - Pág 1

SCT - Segurança e Controlo Técnico

Nº Contrato	Instituição	Serviço / Sala	Medição/Quantificação	Responsável	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. GORJÃO HENRIQUES		Expl. Instalações Elétricas	CP			X							X		
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. MARINHA GRANDE		Expl. Instalações Elétricas	CP			X								X	
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. ARNALDO SAMPAIO		Expl. Instalações Elétricas	CP			X							X		
VC160035	A.R.S.CENTRO,IP/C.S. DE OVAR		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								X
VC0500242	CENTRO HOSPITALAR e UNIVERSITARIO de COIMBRA,EPE		Expl. Instalações Elétricas	CP						X						X
VC0500237	C.H.TONDELA-VISEU, EPE - (H.S.T-VISEU)		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC0500237	C.H.TONDELA-VISEU, EPE - (H.S.T-D.P.S.M.)		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC0500237	C.H.TONDELA-VISEU, EPE - (H.C.F. - TONDELA)		Expl. Instalações Elétricas	CP			X									X
VC0500186	H.DR. FRANCISCO ZAGALO, EPE - (OVAR)		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500174	CMRRC - ROVISCO PAIS		Expl. Instalações Elétricas	CP			X							X		
VC060290	APPACDM - TOCHA		Expl. Instalações Elétricas	CP				X						X		
VC190026	SUCH - LAVANDARIA FUNDÃO		Expl. Instalações Elétricas	CP					X							X
VC160071	A.R.S.LV.TEJO,IP/ACES OESTE NORTE - C.S.ALCobaça		Expl. Instalações Elétricas	CP						X					X	
VC160071	A.R.S.LV.TEJO,IP/ACES OESTE NORTE - C.S. BOMBARRAL		Expl. Instalações Elétricas	CP					X						X	
VC160071	A.R.S.LV.TEJO,IP/ACES MÉDIO TEJO NORTE - C.S. OURÉM		Expl. Instalações Elétricas	CP				X						X		
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - C.S.+P.S.		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - H. GUARDA + H.N.S.A		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - C.S.TRANCOSO		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - P.S.S. MIGUEL		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - H. GUARDA - DEP. PSIQ.		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - C.S.ALMEIDA		Expl. Instalações Elétricas	CP			X							X		
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - E.S.VILAR FORMOSO		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - C.S.FORNOS ALGODRES		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC0500179	U.L.S. GUARDA,EPE - C.S.MANTEIGAS		Expl. Instalações Elétricas	CP				X							X	
VC080044	INEM-CENTRO		Expl. Instalações Elétricas	CP					X							X
VC190056	A.R.S. NORTE, IP - C.S.		Expl. Instalações Elétricas	CP								X				X
VC0500162	H.D. FIGUEIRA DA FOZ,EPE		Expl. Instalações Elétricas	CP						X						X
VC0150027	C.H. BAIXO VOUGA - U. AVEIRO		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								X
VC0150027	C.H. BAIXO VOUGA - U. ÁGUEDA		Expl. Instalações Elétricas	CP				X								X

661115-P02 SUCH - Serviço de Utilização Comum dos Hospitais

2 / 2

Figura 5.2 - Plano de Vistorias 2021 - Pág 2

Como demonstra o plano anterior, foram efetuadas duas vistorias anuais a várias unidades de saúde de diferentes dimensões físicas e técnicas.

Cada unidade hospitalar comporta uma potência de instalação, com cada unidade a ter as suas características particulares. Dentro deste plano existem 4 tipos de instalações:

- Com PT, Gerador e Baixa Tensão Normal e de Socorro;
- Com PT e Baixa Tensão Normal;
- Com Gerador e Baixa Tensão Normal;
- Com Baixa Tensão Especial.

O plano apresentado é sujeito a uma auditoria interna e externa (ao abrigo da ISO 9001), no entanto, por motivos diversos (impossibilidade do cliente ou do técnico responsável, necessidades de vistoria, entre outros) pode estar sujeito a alterações de data de comum acordo ou quando solicitado pelo cliente.

### 5.2.2 Unidade exemplo de vistoria

A título de âmbito geral, a informação infra referente a este subcapítulo reporta uma descrição da metodologia da avaliação de riscos na figura de um técnico responsável ao efetuar uma vistoria a uma unidade hospitalar.

Como exemplo, serve a seguinte descrição de uma instalação particular completa que comporta um posto de transformação, um grupo gerador, para-raios e instalação de baixa tensão (do tipo TT).

Numa instalação de cariz muito importante no país, que é o caso do CHUC, EPE – Centro Hospitalar Universitário de Coimbra, temos três postos de transformação do tipo cabine baixa com celas QM/Schneider e disjuntores MT (Schneider Electric/SF-SET).

#### Descrição:

- Posto de Transformação PT1 tipo ALV 4000 kVA
  - 4x1000 kVA
- Posto de Transformação PT2 tipo ALV 3000 kVA
  - 3x1000kVA
- Posto de Transformação PT3 tipo MON 1000 kVA
  - 1x1000kVA
- Instalação de Utilização em Baixa Tensão 230/400V
- Grupo Eletrogéneo de Socorro 1: (Marca: “Perkins”, 1100 kVA)
- Grupo Eletrogéneo de Socorro 2: (Marca: “Magna One”, 825 kVA)
- Grupo Eletrogéneo de Socorro 3: (Marca: “Magna One”, 825 kVA)

Sendo o primeiro posto de transformação constituído por quatro transformadores de potência que somam o total de 4000 kVA da marca Motra, passando por um segundo posto de transformação formado por três transformadores também da marca Motra, um que somam o total de 3000 kVA e, um último posto de transformação com 1 transformador de 1000 kVA da marca *France Transfo*, todos para linhas de média tensão de 15 kV.

A instalação possui três Grupos Eletrogéneos de Emergência com potências de 825 kVA da marca *Marathon Electric*, 825 kVA da marca *Marathon Electric* e 1100 kVA da marca *Leroy Sommer*, que pertencem a cada posto de transformação PT3, PT2, PT1, respetivamente.

A instalação elétrica de utilização em baixa tensão é toda ela uma instalação elétrica do tipo TT.

### 5.2.3 Avaliação do Posto de Transformação

#### Média tensão

Partindo da entrada da energia, a primeira coisa a verificar na instalação é a entrada da média tensão no posto de transformação (Figura 5.3), começando por analisar todo o conjunto que comporta esta secção:

- Interruptores seccionadores (Figura 5.4 e Figura 5.5);
- Fusíveis (Figura 5.6 e Figura 5.7);
- Celas QM (Figura 5.8);
- Disjuntores MT;

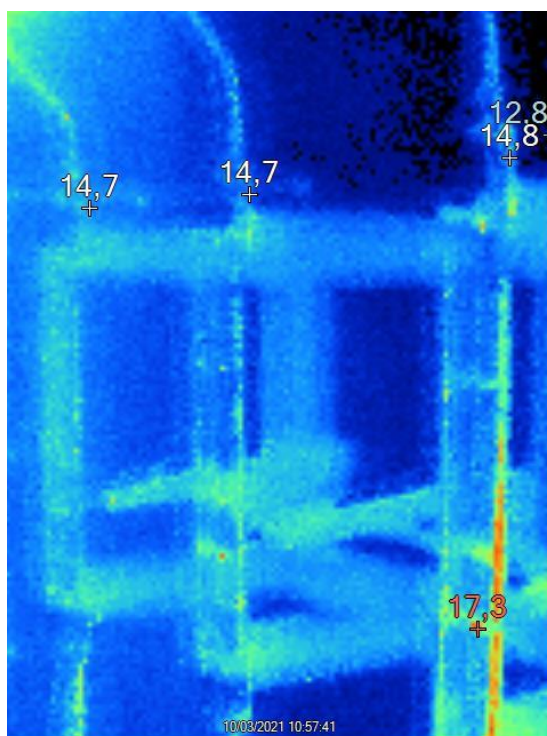


**Figura 5.3 - Entrada de média tensão**

A necessidade de efetuar a análise às temperaturas é grande, pois o sobreaquecimento na entrada da instalação pode criar problemas irreversíveis como foi o caso da cela QM representada na Figura 5.9.

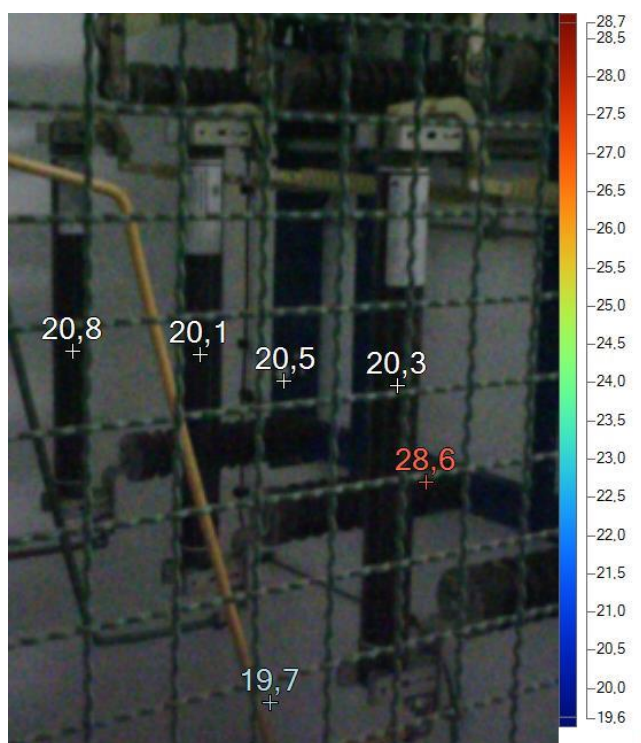


**Figura 5.4 - Seccionador média tensão**

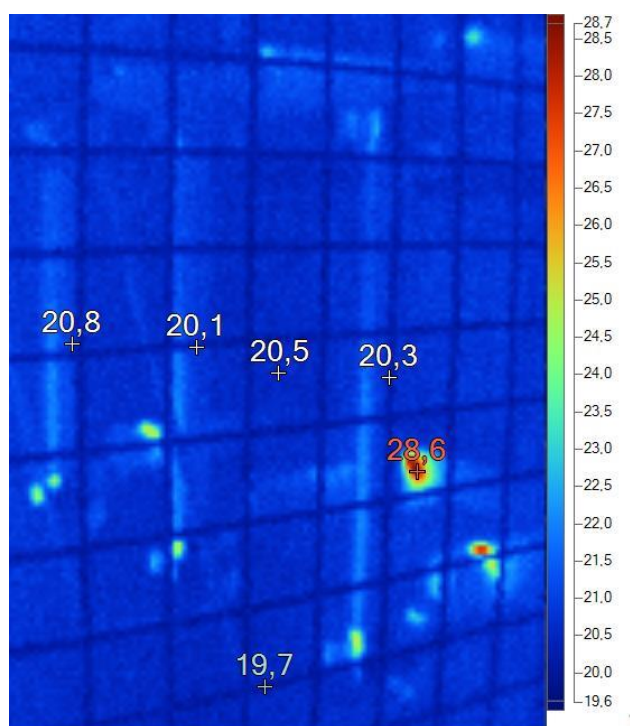


**Figura 5.5 - Seccionador - Luz Térmica**

O processo de avaliação começa neste ponto com a avaliação da entrada da energia na instalação. Avaliando o aspeto visual da entrada da média tensão com especial atenção para os seguintes aspetos: presença de óxidos nos pontos de ligação e em todo o equipamento de corte, verificar sinais de humidade e possíveis infiltrações no posto de transformação e verificar a existência temperatura elevadas.



**Figura 5.6 - Fusíveis**



**Figura 5.7 - Fusíveis - Luz Térmica**

A termografia pretende fazer uma avaliação de forma evasiva e ajuda a realizar uma manutenção preventiva aos equipamentos evitando problemas de maior podendo ajudar a prolongar a eficiência operacional dos sistemas elétricos.



**Figura 5.8 - Celas QM**



**Figura 5.9 - Cella QM danificada**

Nas instalações que possuem as celas QM é necessário que seja feita uma avaliação ao estado da cela, nomeadamente o seu aspeto visual, a verificação da existência de fugas de SF<sub>6</sub> e a sua manobra de abertura e fecho com respetiva limpeza e lubrificação. No caso da Figura 5.9 a cela estava exposta a níveis de humidade muito elevados.

## Transformador

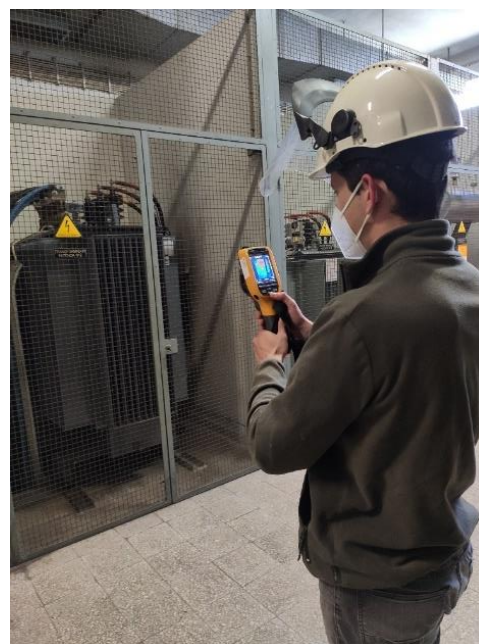
Após este processo, analisa-se cuidadosamente a chegada da média tensão ao/s transformador/es instalados na instalação e que servem para alimentar a unidade.

Utilizando uma metodologia coerente que tem por base os seguintes pontos principais:

- Análise visual (Figura 5.10);
- Nível de óleo (Figura 5.12);
- A sua temperatura (Figura 5.11, Figura 5.13);
- Verificação da existência de fugas (Figura 5.14, Figura 5.15);



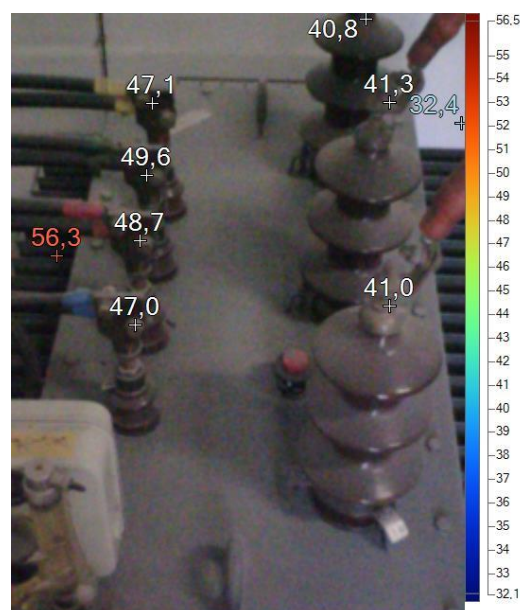
**Figura 5.10 - Análise visual ao Transformador**



**Figura 5.11 - Análise termográfica**



**Figura 5.12 - Análise ao nível de óleo**



**Figura 5.13 - Terminais Transf. - Luz visível**

O aspeto visual do transformador, a verificação de fugas, o nível de óleo e a sua temperatura (que começa a ser preocupante a partir dos 90°C) contribuem para o bom estado de funcionamento do transformador e é necessário fazer uma análise detalhada sobre o mesmo.



**Figura 5.14 - Transformador com fugas 1**

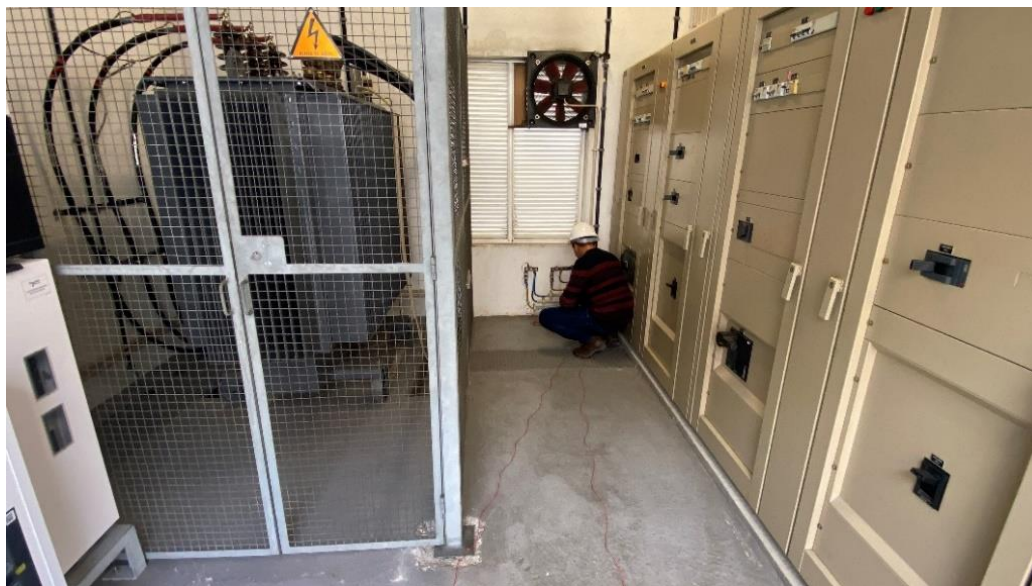


**Figura 5.15 - Transformador com fugas 2**

### Medição dos valores de Terra (Figura 5.16)

Partindo do princípio que num sistema elétrico é fundamental a rede de terras, que, embora não sendo visível, é vital para a segurança das pessoas e bens, a função dela é dissipar pelo terreno toda a intensidade de corrente, quer seja de descargas atmosféricas, quer seja de correntes de defeito.

Para que ela funcione de maneira eficaz, o sistema da rede de terras deve ter uma baixa resistência para que não haja um aumento de forma excessiva da tensão. Quanto menor for a resistência, mais eficaz é o escoamento das correntes indesejadas.



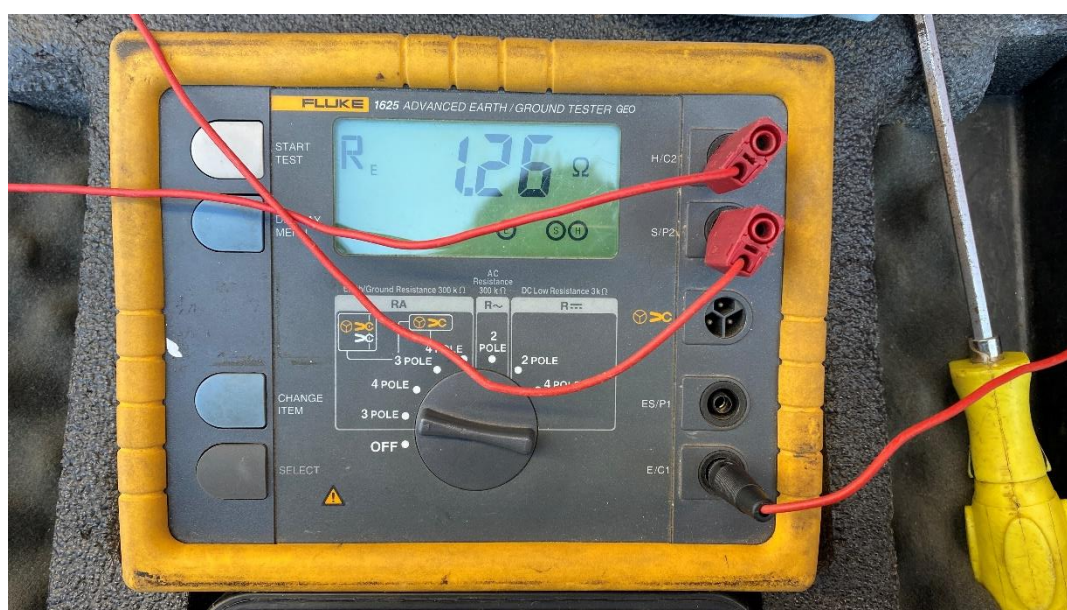
*Figura 5.16 - Medição do valor de terras*



*Figura 5.17 - Colocação do medidor de terras*



**Figura 5.18 - Colocação dos eléttodos**



**Figura 5.19 - Medição de valores terra**

Por este motivo, um dos primeiros pontos a analisar numa vistoria é o valor das respetivas terras da instalação, quer a terra de proteção, quer a de serviço como mostram a Figura 5.17, Figura 5.18 e Figura 5.19.

## Acessórios

Na proteção dos utilizadores de uma instalação onde exista um posto de transformação e/ou um grupo gerador é necessário que exista equipamentos de proteção necessários à intervenção no local em caso de urgência.

Para além da necessidade ao entrar um posto de transformação de vedar a área, é necessário usar capacete de arco elétrico e bota de isolante e, um dos pontos a avaliar pelo Técnico Responsável é esse mesmo, a existência e o estado dos acessórios presentes em cada instalação.

Entre todos os equipamentos que devem estar presentes estão:

- O tapete isolante (ou estrado isolante elétrico) (Figura 5.20);
- Capacete de proteção (Figura 5.21);
- A Luva isolante de Borracha (Dielétrica) (Figura 5.22);
- A lanterna (Figura 5.23);
- O mapa de 1<sup>os</sup> Socorros (Figura 5.24);
- O extintor – recomenda-se de CO<sub>2</sub> (Figura 5.25);



**Figura 5.20 - Tapete isolante**



**Figura 5.21 - Capacete de proteção**



**Figura 5.22 - Luvas isolantes**



**Figura 5.23 - Lanterna**

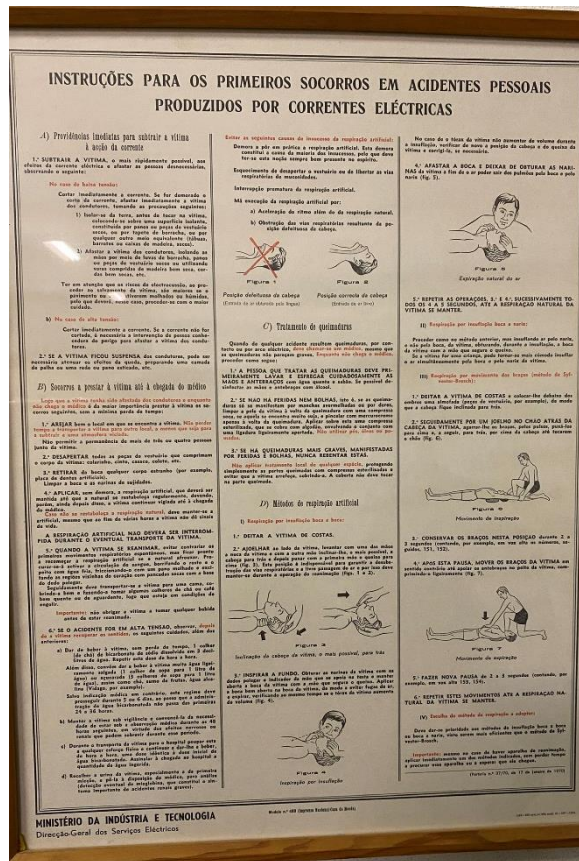


Figura 5.24 - Mapa de 1ºs Socorros



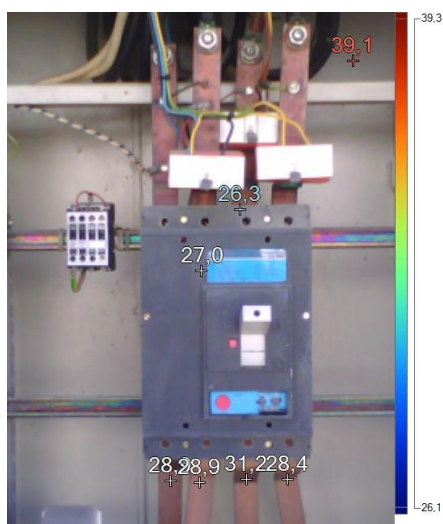
Figura 5.25 - Extintor

## Quadro Geral de Baixa Tensão

O Quadro Geral de Baixa Tensão, responsável pela proteção, pela manobra e seccionamento da energia, é o primeiro quadro após o transformador e, como responsável pela distribuição da energia pelas instalações, é mais um ponto que se tem de analisar com muita cautela.

Este quadro tem de ser analisado, das mais diversas formas, através de equipamentos de medida e de forma minuciosa por parte do técnico:

- Inspeção visual e termográfica (Figura 5.26);
- Contextualização do Esquema Unifilar - Projeto (Figura 5.27);
- Verificação da sinalética e identificação (Figura 5.28)
- Interruptores diferenciais (Figura 5.29);
- Disjuntores (Figura 5.29);
- Tensões e correntes (Figura 5.29);



**Figura 5.26 - Análise Termográfica Corte Geral QGBT - Luz Visível**



**Figura 5.27 - Análise e contextualização do esquema unifilar**



**Figura 5.28 - Identificação Quadro Elétrico**



**Figura 5.29 - Análise ao QGBT**

## 5.2.4 Avaliação do Grupo Gerador

Sendo um equipamento que numa unidade hospitalar representa um suporte prioritário, a manutenção preventiva deve estar bem presente e deve funcionar de maneira correta de modo a evitar riscos de vir ter falhas técnicas, deterioração ou sobrecargas. O grupo gerador pode ser composto por mais que um gerador conforme as necessidades presentes na instalação (Figura 5.30 e Figura 5.31).

### Gerador

Estes pontos têm de ser bem avaliados pelo técnico responsável de modo a que não haja problemas de maior quando ele for chamado pela falha de energia da rede:

- Medir os valores de terra;
- Verificação visual de estado de conservação e de fugas (Figura 5.32);
- Verificar a periodicidade de manutenção;



**Figura 5.30 - Grupo Gerador com 2 Geradores**



**Figura 5.31 - Grupo Gerador com 1 Gerador**



**Figura 5.32 - Gerador em mau estado de conservação**

## Quadro Transferência

O quadro transferência (Figura 5.33) que faz atuar o grupo gerador em caso de falha de energia na rede, têm que estar em boas condições de funcionamento para poder dar uma resposta rápida e eficaz na transição da energia para o gerador.

Neste quadro o técnico terá de avaliar o seu estado de bom funcionamento através do aspeto visual e do seu bom funcionamento, com recurso a ensaios através do comando do gerador (Figura 5.34).



**Figura 5.33 - Quadro transferência**



**Figura 5.34 - Comandos gerador**

### Medição dos valores de Terra

Do mesmo modo que é realizada a operação de medição dos valores de terra no posto de transformação é também utilizado na medição dos valores de terra no grupo gerador, medindo a terra de proteção e de serviço (Figura 5.35).

Os valores de terra medidos devem estar presentes num mapa de registos de terras e colocados de forma visível (Figura 5.36).

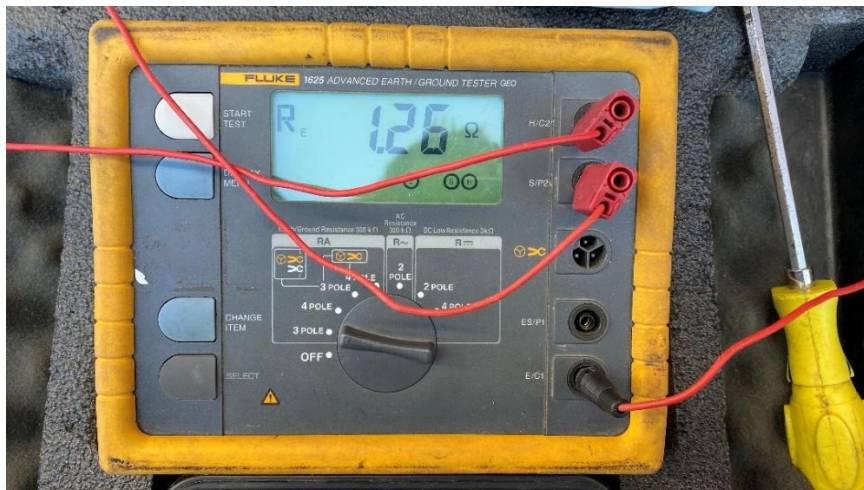


Figura 5.35 - Medição valores terra

**SUCH** - Serviço de Utilização Comum dos Hospitais

Registo da verificação da resistência de contacto dos electrodos de terra

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº \_\_\_\_\_

INSTITUIÇÃO *C. S. Vale de Caudiz*  
 LOCALIZAÇÃO DO P.T. *Vale de Caudiz - (C. S. Saúde)*

DATA			RESISTÊNCIAS EM OHMS				RUBRICA 1)
DIA	MÊS	ANO	TERRA DE PROTEÇÃO	TERRA DE SERVIÇO DE BAIXA TENSÃO	TERRA DE SERVIÇO DE ALTA TENSÃO	TERRA DOS SECCIONADORES DE LIGAÇÃO À TERRA	
23	05	2016	1,7 Ω	3,2 Ω	2,5 Ω	9,5 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
10	11	2016	3,1 Ω	8,7 Ω	2,18 Ω	13 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
08	09	2017	3,6 Ω	11,4 Ω	4,8 Ω	16 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
05	12	2017	3,8 Ω	12,4 Ω	2,9 Ω	17 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
16	04	2018	1,88 Ω	6,9 Ω	2,3 Ω	12,1 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
17	10	2018	1,84 Ω	7,12 Ω	1,88 Ω	13,7 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
12	09	2019	1,84 Ω	5,85 Ω	1,84 Ω	15,2 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
12	12	2019	1,6 Ω	5,6 Ω	1,2 Ω	12,0 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
29	07	2020	4,0 Ω	8,8 Ω	4,2 Ω	16,4 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
01	11	2020	3,2 Ω	6,5 Ω	3,1 Ω	15,8 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
22	07	2021	4,3 Ω	7,1 Ω	4,4 Ω	15,2 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>
13	11	2021	3,1 Ω	6,2 Ω	3,2 Ω	13,4 Ω	SUCH - <i>[assinatura]</i>

1) De individuo que fez as medidas.  
 As anotações devem ser escritas a tinta.

Observações: \_\_\_\_\_

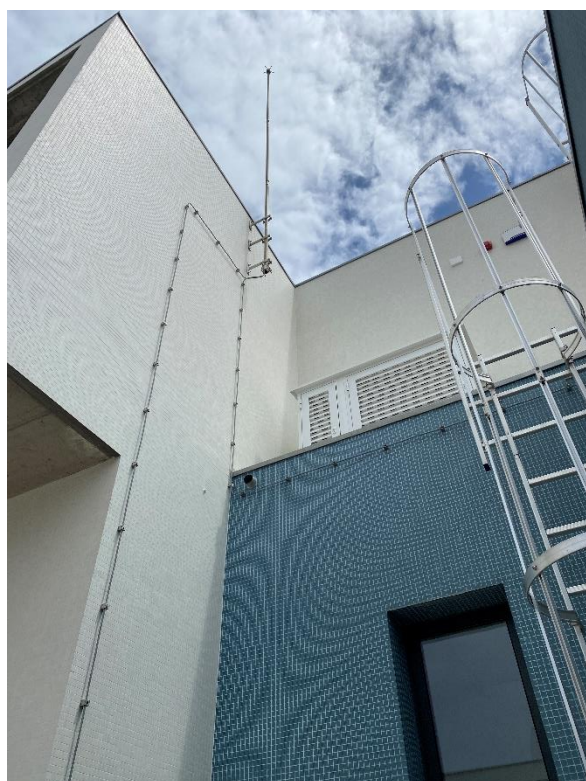
Figura 5.36 - Registo valores no mapa de terra

### 5.2.5 Avaliação do para-raios

O para-raios está presente em quase todas as unidades hospitalares mesmo por ser exatamente um edifício onde as falhas dos sistemas internos podem pôr em risco vidas humanas e daí ter de estar devidamente protegido contra as descargas atmosféricas (Figura 5.37).

“As descargas atmosféricas são descargas elétricas de grande extensão e de grande intensidade, que podem atingir as 200kA, num curto espaço de tempo ( $\mu$ s). Estas descargas ocorrem devido à acumulação de cargas elétricas em regiões localizadas da atmosfera, originando uma diferença de potencial entre a base das nuvens e o solo. A descarga inicia-se quando o campo elétrico produzido por estas cargas excede a capacidade isolante do ar, também conhecida como rigidez dielétrica, num determinado local na atmosfera, que pode ser dentro da nuvem ou próximo do solo.” (Infocontrol, 2021)

Segundo a norma portuguesa NP4426 as unidades hospitalares estão classificadas como R1, o que representa a mais importante na escala de riscos, risco máximo “risco de perda de vidas humanas” e o valor da resistência medido de ser inferior a 10 Ohms (Figura 5.38).



**Figura 5.37 - Para-raios de um centro de saúde**



**Figura 5.38 - Medição para-raios (não conforme - maior que 10 Ohm)**

## 5.2.6 Avaliação do sistema de Baixa Tensão

A avaliação do sistema de baixa tensão consiste em vários pontos:

- verificação das equipotencialidades, quer das tomadas, quer das bancadas de trabalho (Figura 5.39 e Figura 5.40).
- verificação da iluminação de emergência (Figura 5.41);
- verificação da funcionalidade de todas as proteções existentes nos quadros elétricos de baixa tensão e das peças desenhadas (Figura 5.42);
- verificação das proteções nas tomadas (com alvéolos protegidos p.ex);



**Figura 5.39 - Verificação de equipotencialidade**



**Figura 5.40 - Verificação funcionalidade proteções e avaliação dos quadros elétricos**



**Figura 5.41 - Verificação iluminação de emergência**



**Figura 5.42 - Verificação de peças desenhadas**

### 5.2.7 – Equipamentos de monitorização e medida

Todos os equipamentos infra indicados, têm de estar, obrigatoriamente, devidamente identificados e calibrados para a análise da segurança elétrica dos Blocos Operatórios Figura 5.43.

Os equipamentos referidos encontram-se no Anexo I - Equipamentos Monitorização e Medida Usados em EIE

Tipo	Marca	Modelo	N.º Série
CÂMERA TERMOGRÁFICA	FLUKE	TI 110	14030467
MEDIDOR DE TERRAS	FLUKE	1625	S061902201B4
ANALISADOR DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	FLUKE	1653B	4221070
MEGAOHMIMETRO	FLUKE	1507	95360136
PINÇA AMPERIMÉTRICA	AMPROBE	ACDC-3400 IND	12110583

**Tabela 5.1 - Equipamentos monitorização e medida**

Calibração		Verificação	
RMM N°		195	
Acessório RMM N°			
Data			
Próxima			
Responsável			

601020-P05

SUCH

TÜV

Para os símbolos e locais identificados nos respetivos certificados

**Figura 5.43 - Etiqueta de calibração**

### 5.3 – Procedimento de avaliação aos BO

Os colaboradores, pacientes e visitantes que diariamente estão em contacto com equipamentos e em locais de uso médico, apresentam grande suscetibilidade em sofrer choques elétricos, devendo por tal motivo ser tomadas medidas de controlo que minimizem estes riscos de acidente.

A criticidade de algumas áreas (Blocos Operatórios, Unidades de Cuidados Intensivos e outras instalações similares) exige uma maior especificidade das ações de controlo devendo ser efetuadas por quem tem as competências adequadas.

As vistorias de segurança elétrica a Blocos Operatórios, UCI's e outras instalações similares incluem testes e ensaios às instalações e equipamentos e são efetuadas de acordo com as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (Portaria nº 949-A/2006) em vigor e as Normas Internacionais aplicáveis.

Os trabalhos integrados nesta ação incluem testes e ensaios de segurança elétrica das instalações com observância dos seguintes parâmetros:

- Medição da resistência elétrica dos pavimentos antiestáticos e da resistência do circuito de terra;
- Controlo das alimentações de emergência;
- Medição das correntes de fuga dos transformadores de isolamento e da instalação, assim como a imitação da tensão de contacto;
- Controlo e aferição dos monitores detetores de fugas;
- Controlo da continuidade dos condutores ativos;
- Medição da resistência dos condutores de proteção e de equipotencialidade e sua comprovação;
- Verificação das proteções magneto-térmicas e diferenciais.

A elaboração de um relatório por cada visita / intervenção, referente ao Controlo da Qualidade do Ambiente Interior e à avaliação das condições de Segurança das Instalações Elétricas dos Blocos Operatórios, UCI's e outras instalações similares, com os resultados das medições. A avaliação da situação é analisada com base em referenciais normativos, bem como recomendações entendidas como determinantes. Para além do quadro de resultados podem ser apresentadas conclusões, pareceres e recomendações técnicas em função dos níveis encontrados nos locais sob controlo, com vista à minimização dos riscos. O relatório é elaborado tendo em conta o histórico dos testes efetuados nos locais sob controlo, permitindo assim comparar os resultados o longo do tempo no sentido de detetar alterações significativas das condições normais das instalações.



### 5.3.2 Plano de trabalho

No cumprimento dos acordos/protocolos estabelecidos entre o SUCH e os respetivos Hospitais, neste contexto de trabalho foram efetuadas as vistorias às seguintes unidades de saúde:

- Centro Hospitalar Universitário Cova da Beira, E.P.E.– Hospital Pêro da Covilhã
  - Bloco Operatório Central
  - Bloco do Ambulatório
- Centro Hospitalar Universitário Coimbra, E.P.E.– Hospital Coimbra
  - Bloco Operatório Central
  - Bloco do Ambulatório
  - Bloco da Urgência
  - Maternidade Daniel Matos
  - Complexo de Celas
- Centro Hospitalar Baixo Vouga, E.P.E.– Hospital Aveiro
  - Bloco Operatório Central
  - Bloco do Ambulatório
  - Bloco de Partos
- Unidade de Saúde Local de Castelo Branco, E.P.E.– Hospital Amato Lusitano
  - Bloco Operatório Central
  - Bloco do Ambulatório
  - UCERNE

Assim, neste âmbito e em contexto geral, os trabalhos integrados nesta ação incluem testes e ensaios de segurança elétrica das instalações com observância dos seguintes parâmetros: Controlo dos pavimentos antiestáticos; Controlo das alimentações de emergência; Medição das correntes de fuga dos transformadores de isolamento; Controlo e aferição dos monitores detetores de fugas e da instalação; Controlo da continuidade dos condutores ativos; Medição da resistência dos condutores de proteção; Comprovação da equipotencialidade; Limitação da tensão de contacto; e medição da resistência do circuito de terra.

No final é elaborado um relatório por cada visita/intervenção, com os resultados das medições. A avaliação da situação é analisada com base em referenciais normativos. Para além do quadro de resultados podem ser apresentadas conclusões, pareceres e recomendações técnicas em função dos níveis encontrados nos locais sob controlo, tendo em vista a minimização dos riscos.

O relatório quando as intervenções têm carácter regular é elaborado tendo em conta o histórico dos testes efetuados nos locais sob controlo, permitindo assim comparar os resultados ao longo do tempo no sentido de detetar alterações significativas das condições normais das instalações.

### 5.3.3 Controlo da corrente de fuga do transformador de isolamento (TI)

De modo a detetar as corrente de fuga existentes no transformador de isolamento, faz se as medições no transformador de modo a verificar que não existam fugas superiores ao referenciado na Tabela 5.2.

Medição	Valor Máximo
Fugas do Transformador de Isolamento (TI)	500 $\mu$ A

**Tabela 5.2 - Valor máximo de fuga do TI**

A importância de medir a corrente de fuga dos transformadores das respetivas salas (Figura 5.45) deve-se ao facto de a corrente depender diretamente da resistência do isolamento.

#### Bloco Ambulatório

Sala	Valor Mínimo ( $\mu$ A)	Valor Máximo ( $\mu$ A)
Sala 1	62	284
Sala 2	82	340
Recobro	76	280

**Tabela 5.3 - Medição da corrente de fugas bloco ambulatório**

Face aos valores obtidos e registados na Tabela 5.3, para os transformadores de isolamento existentes, verifica-se que estes se encontram dentro dos referenciais estabelecidos, para o correto funcionamento dos equipamentos e instalações.



**Figura 5.45 - Medição das correntes de fuga**

### 5.3.4 Controlo e aferição dos monitores de fugas na instalação

O controlo dos valores no monitor é realizado através da provocação de uma fuga na instalação (Figura 5.46) através do DF32 (Anexo II: de maneira a que se faça a aferição da fuga até um máximo referido na Tabela 5.4:

Medição	Limiar de Funcionamento do CPI	Valor Máximo
Fugas nas Instalações	$250 \text{ K}\Omega \leq \text{CPI} \leq 50 \text{ K}\Omega$	1 mA

**Tabela 5.4 - Valor máximo de fuga na instalação**

Ao provocar uma fuga na instalação consegue-se obter os valores da resistência de alarme e da corrente de alarme e verificar se cumprem os limites estabelecidos (Tabela 5.5):

#### Bloco Ambulatório

Sala	Resistência de alarme (K $\Omega$ )	Corrente de Alarme (mA)	Corrente de controlo/Fuga (mA)
Sala 1	50 – 51	4.13	1.80
Sala 2	50 – 50	3.10	1.48
Recobro	50 – 51	4.10	1.30

**Tabela 5.5 - Medições fugas na instalação**

Nota ilustrativa: com base nos resultados obtidos, verificou-se que no bloco do ambulatório e tendo por base os resultados obtidos, as salas (1,2 e recobro), apresentam correntes de fuga acima dos referenciais estabelecidos. Verificou-se que a iluminação das salas do BA e recobro, encontram-se ligadas ao sistema de neutro isolado (IT), aconselha-se a sua ligação ao sistema normal (TT), de modo a haver uma redução das correntes de fuga aquando do funcionamento destas.



**Figura 5.46 - DF32 a provocar uma corrente fuga**

O repartidor de fugas (Figura 5.47) não é nada mais que um alarme colocado na sala de bloco operatório que avisa os profissionais de saúde que estão a trabalhar que existe uma fuga na instalação. Este equipamento neste caso tem 2 botões, um deles para verificar que o equipamento está a funcionar, e o outro para desligar o sinal sonoro emitido pelo detetor de fugas.

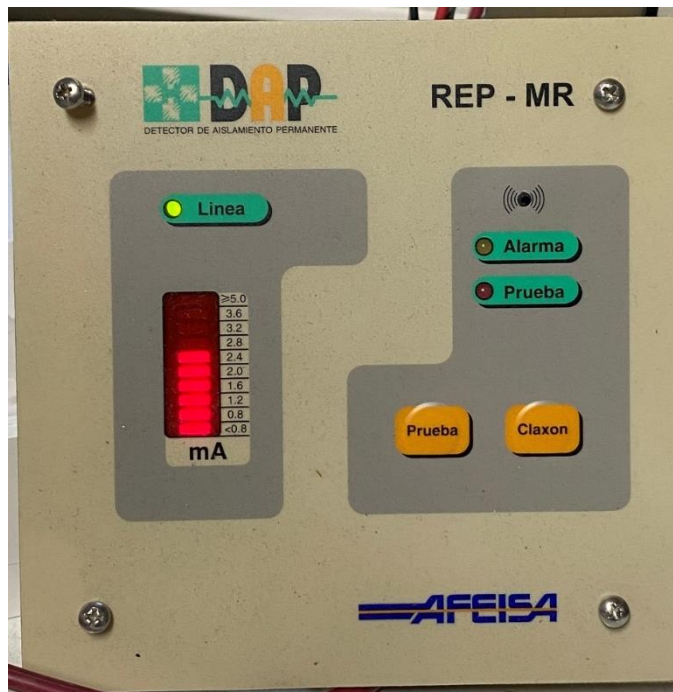


Figura 5.47 - Repartidor de fugas

A Figura 5.48 representa o monitor de programação da corrente de fuga que está colocado mais perto do transformador de isolamento

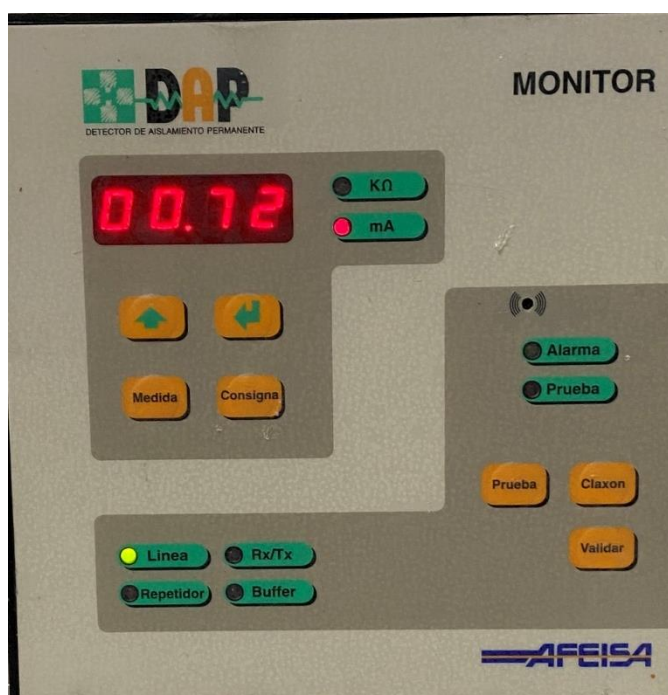


Figura 5.48 - Monitor detetor fugas

### 5.3.5 Controlo do pavimento antiestático

Tendo em conta a referência da Tabela 5.6, é realizada uma análise ao pavimento das respetivas salas (Figura 5.49):

Medição	Valor Máximo
Pavimento Antiestático	25 000 KΩ

**Tabela 5.6 - Valor Resistência Antiestático**

Numa perspetiva de controlo do risco registou-se os valores que foram medidos em 3 salas (sala um, sala dois e Recobro) e, registados na Tabela 5.7:

#### Bloco Ambulatório

Sala	Valor Mínimo (KΩ)	Valor Máximo (KΩ)
Sala 1	150	250
Sala 2	160	300
Recobro	Não tem propriedades condutivas	

**Tabela 5.7 - Medição piso bloco ambulatório**

Através dos resultados obtidos, pode-se verificar que o pavimento do bloco de ambulatório (sala um e dois), apresentam valores inferiores ao valor máximo estabelecido, encontrando-se estes dentro dos parâmetros recomendados de bom funcionamento. Por outro lado, a sala do recobro, por não se conseguir obter qualquer valor, concluiu-se que a sala não dispõe de pavimento com características antiestáticas, pelo que no âmbito de uma futura remodelação esta deve ser dotada de pavimento com estas características.



**Figura 5.49 - Medição do piso condutivo**

### 5.3.6 Resistência dos condutores de proteção e de equipotencialidade

A equipotencialidade de todos os equipamentos e condutores presentes na instalação é verificada para confirmar que tudo está devidamente protegido e tem por base o valor de 0,1 ohm apresentado na

Tabela 5.8:

Medição	Valor Máximo
Resistência dos condutores de Proteção	0.1 $\Omega$

**Tabela 5.8 - Valor máximo de resistência de proteção**

Neste ponto são verificados todos os equipamentos metálicos que possam estar na sala e que têm de estar ligados ao circuito de terra (Tabela 5.9):

#### Bloco Ambulatório

Sala	Candeeiro Cirúrgico ( $\Omega$ )	Mesa Operatória ( $\Omega$ )	Coluna Gases ( $\Omega$ )	Painel Metálico ( $\Omega$ )	Portas e Aduelas ( $\Omega$ )	Grelhas ( $\Omega$ )	Tomadas ( $\Omega$ )
Sala 1	0.35	0.31	0.08	0.17	0.10	0.17 a 0.20	0.17 a 0.68
Sala 2	0.33	0.33	0.07	0.44	0.10	0.30 a 0.31	0.68 a 0.86
Recobro	--	--	0.08	--	--	--	0.24 a 0.36

**Tabela 5.9 - Valores de proteção dos equipamentos**

Face aos valores obtidos, verifica-se que determinados equipamentos/materiais apresentam valores de equipotencialidade acima do valor máximo estabelecido, o que coloca implicações nas correntes de fuga.

Para o correto funcionamento das instalações e para que as normas sejam respeitadas, aconselha-se que sejam verificadas, as equipotencialidades com valores mais elevados como é o caso do candeeiro cirúrgico (Figura 5.50), da mesa operatória ( Figura 5.51) ou dos pontos de terra (Figura 5.52) .



**Figura 5.50 - Verificação equipotencialidade candeeiro cirúrgico**



**Figura 5.51 - Verificação equipotencialidade mesa cirúrgica**



**Figura 5.52 - Verificação equipotencialidade ponto terra**

### 5.3.7 Limitação da tensão de contacto e resistência do circuito de terra

Face aos valores de terra de proteção e de tensão do bloco operatório definidos por lei e referenciados na Tabela 5.10, são medidas as tensões de contacto e as resistências das massas metálicas.

Medição	Valor Máximo
Tensão de Contacto (Vc)	50 mV
Resistência C. Terra (Rcd)	20 $\Omega$

**Tabela 5.10 - Valores máximos de tensão e resistência**

#### Bloco Ambulatório

Sala	Tensão de Contacto (mV)	Resistência C. Terra ( $\Omega$ )
Sala 1	10	3.2
Sala 2	8	5.4
Recobro	12	3.5

**Tabela 5.11 - Valores de tensão e resistência obtidos**

Face aos valores obtidos, verificou-se que nas salas em geral do BO/BA estes se encontram inferiores ao valor máximo estabelecido, encontrando-se dentro dos valores recomendados.



**Figura 5.53 - Verificação de valores de resistência**

**Nota: a análise da resistência terá de ser realizada numa tomada TT.**

#### 5.4 – Equipamentos monitorização e medida

Todos os equipamentos infra indicados, têm de estar, obrigatoriamente, devidamente identificados e calibrados para a análise da segurança elétrica dos Blocos Operatórios.

Os equipamentos referidos encontram-se no Anexo II - Equipamentos Monitorização e Medida Usados em BO.

Tipo	Marca	Modelo	N.º Série
ANALISADOR DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	PROFITEST	0100S	0524
MULTIMETRO DIGITAL	METRA HIT	X TRA	3970
MÓDULO SIMULADOR DO CORPO HUMANO	KAINOS	DF 32	--
ELÉTRODOS TRIANGULARES DE MEDIDA	GOSEN METRAWATT	--	--

*Tabela 5.12 - Equipamentos monitorização e medida*

## 5.5 – Metodologia para avaliação riscos em unidades hospitalares

Através dos conhecimentos adquiridos e perante os objetivos deste projeto, foi possível desenvolver uma metodologia que assenta na avaliação de risco elétricos em ambiente hospitalar e que pretende dar a conhecer a todos os profissionais ligados às unidades hospitalares a melhor postura a ter relativamente às condições de segurança elétrica presentes no seu local de trabalho.

A Figura 5.54 apresentada mais à frente representa um fluxograma baseado através do conhecimento e na visão de um técnico responsável de exploração das instalações elétricas.

A metodologia desenvolvida neste projeto assenta na avaliação dos riscos elétricos que possam existir nas unidades hospitalares, passo a passo, desde a entrada de média tensão até à baixa tensão das instalações.

O primeiro passo a tomar é verificar se a unidade hospitalar possui posto de transformação e, caso exista, o técnico deve avaliar todos os elementos que o compõem, desde a média tensão, passando pela análise ao transformador, pela medição dos valores de terras, a verificação do bom estado dos acessórios e acabando na avaliação do quadro geral de baixa tensão.

Caso não exista posto de transformação, o segundo passo é verificar a existência de grupo gerador e, caso exista, é necessário fazer o levantamento do estado do gerador, do estado do quadro transferência e por fim fazer a medição dos valores de terras existentes.

O terceiro passo, passa por verificar a existência de para-raios, e como anteriormente, caso a instalação possua de para-raios, verificar o estado do mesmo.

O quarto passo assenta na verificação da instalação de baixa tensão, começando no quadro de entrada, passando pelos quadros de piso e parciais, e verificar todos os pontos da instalação, nomeadamente tomas, iluminação de emergência, equipotencialidades de bancadas de trabalho, e todo o conjunto de elementos elétricos que possam colocar em risco pessoas e bens.

Neste sentido, espera-se ser possível identificar a interligação entre as avaliações realizadas no terreno e os dados normativos que legislam todas as especificidades das unidades hospitalares através da classificação dos riscos elétricos em três patamares – graves, não graves 1 e não graves 2.

Após a vistoria da instalação e conseqüente classificação dos riscos elétricos que possam existir na instalação, o técnico responsável deve emitir o relatório 937 para a direção geral de energia e elaborar outro relatório com as anomalias existentes de modo a que sejam tomadas as respetivas medidas de intervenção.

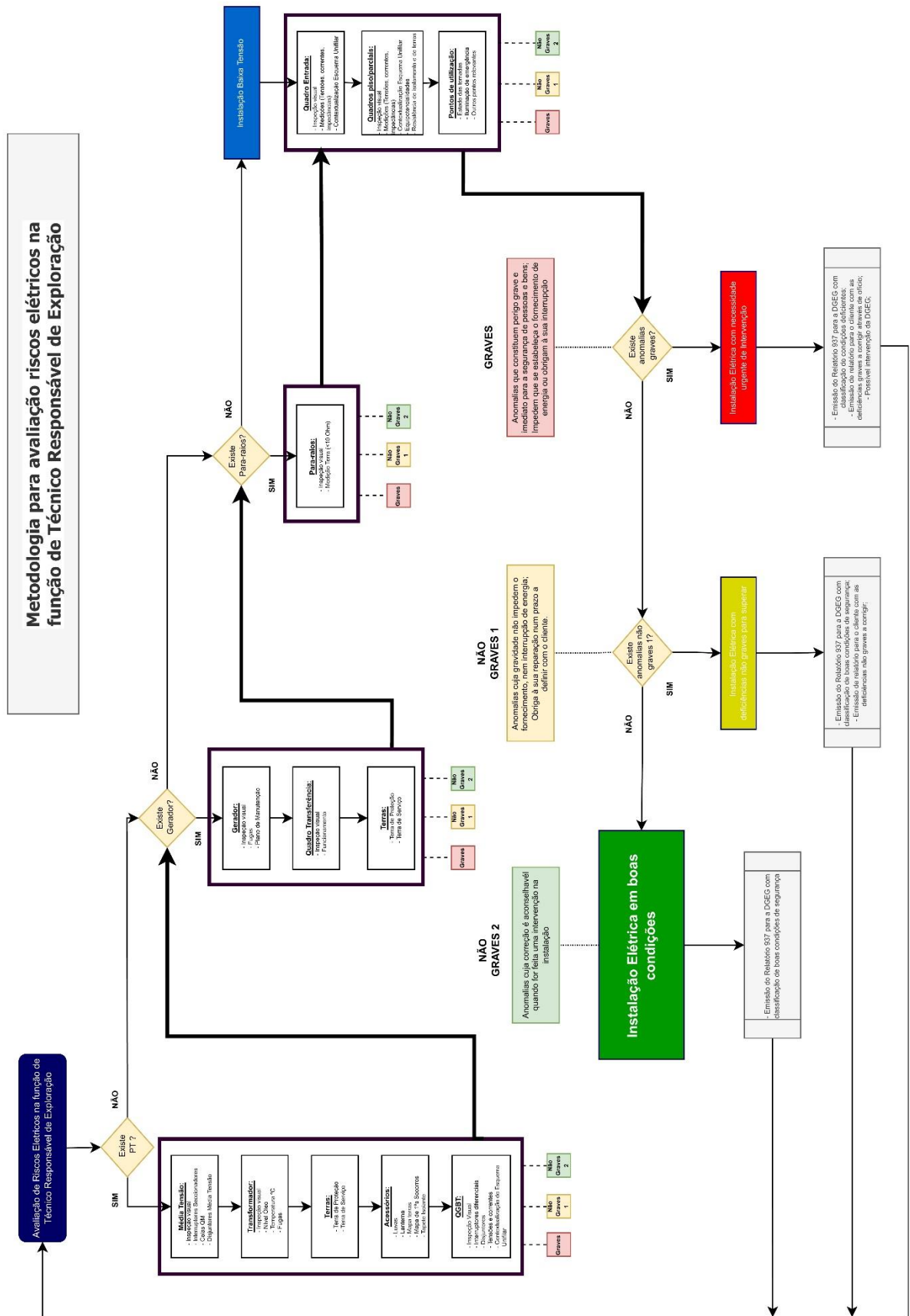


Figura 5.54 - Metodologia de avaliação aos riscos elétricos

## 5.6 – Metodologia para avaliação riscos em blocos operatórios

A metodologia de avaliação de riscos em blocos operatórios foi desenvolvida com o objetivo de os técnicos conhecerem todos os pontos onde possa existir risco e fazer uma análise mais profunda a uma sala de cirurgia.

A Figura 5.55 apresentada mais à frente representa um fluxograma baseado através do conhecimento e na visão de um técnico de instalações elétricas.

Como referenciado no capítulo 4, em primeira análise a uma destas salas é necessário verificar se esta possui transformador de isolamento, e caso exista, avaliar o estado do transformador e analisar as correntes de fugas.

O segundo ponto a analisar são o monitor e o repartidor de fugas, com a aferição dos valores pré-definidos e avaliação do seu bom estado de funcionamento.

A terceira fase da avaliação de riscos, passa por analisar o piso condutivo, com a verificação do seu estado físico e com a medição dos valores regulamentares.

Por último, o técnico deverá avaliar todas os equipamentos e tomadas de várias formas como a inspeção visual, a verificação de equipotencialidade e a verificação de fugas.

Neste sentido, espera-se ser possível identificar a interligação entre as avaliações realizadas no terreno e os dados normativos que legislam todas as especificidades das unidades hospitalares através da classificação dos riscos elétricos em três patamares – graves, não graves 1 e não graves 2.

Após a vistoria da instalação e consequente classificação dos riscos elétricos que possam existir na instalação, o técnico deverá elaborar um relatório com as anomalias existentes de modo a que sejam tomadas as respetivas medidas de intervenção.

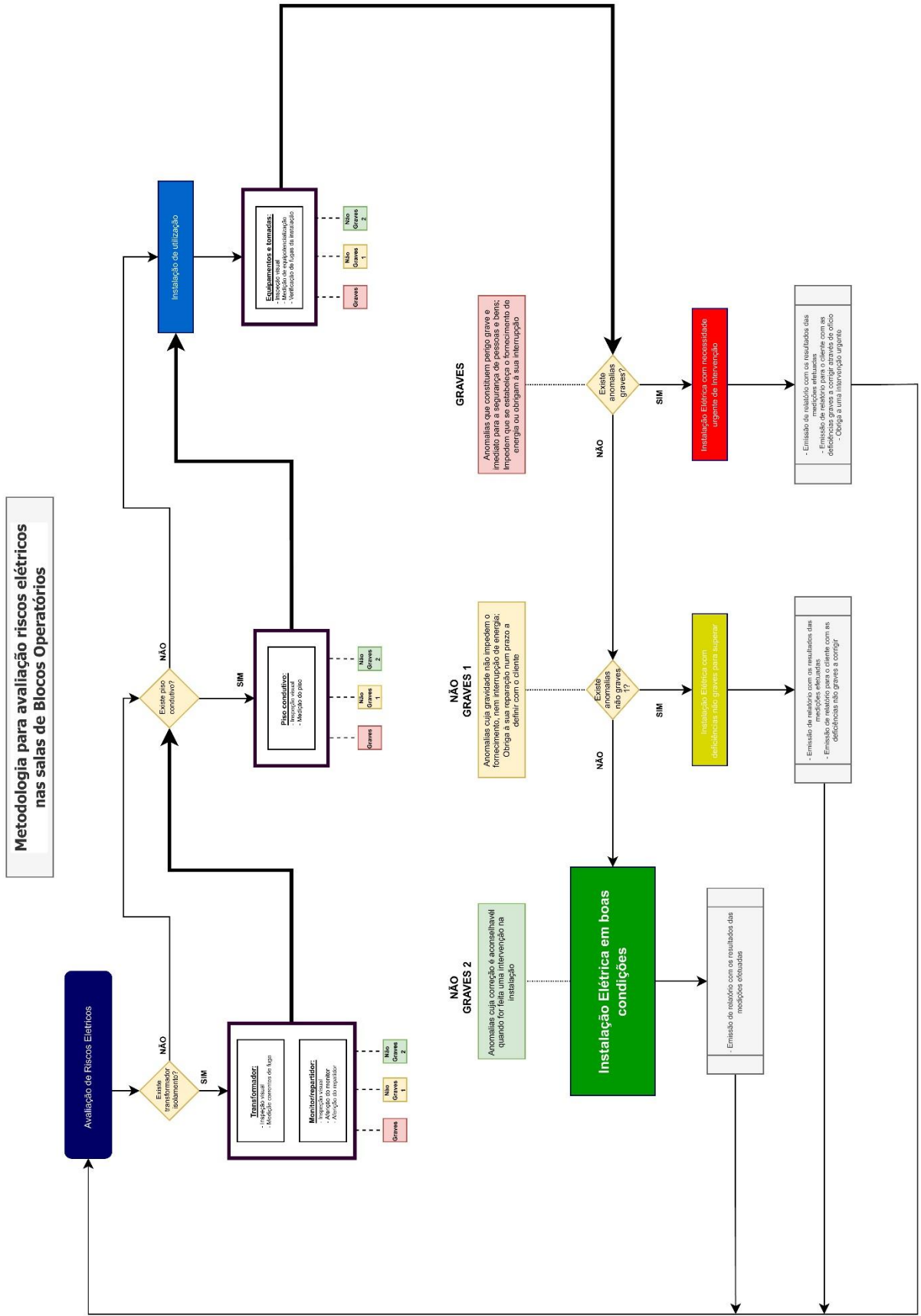


Figura 5.55 - Metodologia de avaliação aos Blocos Operatórios

---

## 5.7 – Conclusão

Com este capítulo, pode-se concluir que para cada trabalho existe um processo de avaliação de riscos, riscos estes, que têm de ser avaliados consoante o local e a estrutura envolvente.

Toda a envolvência da energia elétrica no ambiente hospitalar deve ser sujeita a uma constante análise/vistoria de maneira a que se proporcione uma manutenção preventiva adequada de maneira a diminuir ao máximo os níveis de riscos físicos e elétricos que possam colocar em causa pessoas e bens de modo a evitar problemas de maior.

As constantes vistorias permitem, através dos processos apresentados neste capítulo, demonstrar que é essencial existir um procedimento de avaliação relativamente à qualidade dos serviços inerentes à energia elétrica neste ambiente, que tem em especial de ser muito bem controlado. Processos que foram aprofundados neste projeto e permitiram que se desenvolvesse metodologias que possibilitam que sejam detetados os vários riscos associados nas unidades hospitalares.

Através dos processos demonstrados, desenvolveram-se duas metodologias de avaliação de riscos elétricos no ambiente hospitalar. Uma no âmbito da exploração das instalações elétricas, desde a entrada de média tensão na instalação, passando pelo posto de transformação (se existir), pelo grupo gerador (se existir), pelo para-raios e pela baixa tensão. Outra através da segurança elétrica nos blocos operatórios, através da avaliação do sistema IT.

Com o desenvolvimento destas metodologias, foi possível construir dois fluxogramas que permitem que os técnicos hospitalares devidamente credenciados, façam a avaliação dos riscos e as medições respetivas para que as unidades hospitalares funcionem de modo eficaz e seguro.



## **CAPÍTULO 6 – Conclusões Gerais**

### **6.1 – Conclusões**

Nos últimos tempos, o aumento significativo das preocupações em torno da segurança elétrica em todos os setores, tem criado uma maior pressão para que a energia elétrica chegue de forma segura e com qualidade ao utilizador.

Esta preocupação tem levado a que crie também, procedimentos que garantam estes dois fatores e que levem a uma diminuição significativa dos acidentes provenientes de problemas relativos com a corrente elétrica

Neste contexto e mais precisamente em ambiente hospitalar, pretende-se aqui salientar a importância de dois procedimentos essenciais para a correta funcionalidade dos serviços. Um procedimento de avaliação de riscos na figura do Técnico Responsável da instalação, outro na qualidade de técnico qualificado na verificação da segurança das salas de cirurgia, mais propriamente, no correto funcionamento do sistema IT.

O projeto foi realizado com o objetivo de demonstrar todo o processo de avaliação de riscos numa unidade hospitalar, desde a entrega da média tensão da instalação, passando pelo posto de transformação, depois pela baixa tensão e por fim, nas salas mais importantes das unidades hospitalares onde sejam realizadas cirurgias, onde não pode haver qualquer tipo de falha de energia e a segurança e a qualidade de energia têm de estar representadas no seu nível máximo.

Sintetizando, a realização deste projeto permitiu entender de melhor forma, como são avaliados os riscos elétricos nas unidades hospitalares, assim como, dar a conhecer as normas existentes em vigor, de forma a se poder melhorar toda a segurança e qualidade do serviço hospitalar.

### **6.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros**

O desenvolvimento deste projeto deu a conhecer novas maneiras de avaliar as unidades hospitalar. As avaliações de segurança elétrica trouxeram novas ideias relativas às condições de utilização, que decerto deviam ser melhor abordadas no contexto hospitalar:

- O trabalho de iluminação em contexto hospitalar, que neste momento está muito aquém das necessidades hospitalares e necessita de uma metodologia que seja implementada de forma simples e eficaz.
- Neste contexto surge também a necessidade de aprofundar o tema do ruído que é realizado nas unidades provocando um desgaste grande quer pelos profissionais de saúde como dos doentes.

- De forma a complementar este projeto, seria de todo o interesse implementar um software que colocasse todos os riscos elétricos encontrados nas instalações e, por sua vez, emitisse um relatório com todas as anomalias presentes, as classificasse e, por fim, indicasse qual a melhor atitude que o técnico deve tomar.

Este projeto pretende ainda, realizar e apresentar um artigo científico no ano de 2022 intitulado de “Estudo dos riscos elétricos em ambiente hospitalar” na ATEHP “Associação de Técnicos de Engenharia Hospitalar Portugueses”, em colaboração com o Engenheiro Carlos Alberto Marques Pinto e com a Engenheira Cristina Faustino Agreira.

## REFERÊNCIAS

- ACSS. (novembro de 2005). *Recomendações Técnicas para Bloco Operatório*. Lisboa, Portugal.
- ACSS. (outubro de 2010). *Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares*. Lisboa, Portugal.
- ACSS. (Abril de 2019). *Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares*.
- Anacom. (junho de 2010). *Manual ITED 2*. ICP-Autoridade Nacional de Comunicações. Obtido de Anacom.
- Araújo, L. P. (s.d.). *Sítio de apoio à formação em Eletrotecnia e Eletrónica*. Obtido de Prof2000.
- CERTIEL. (julho de 2015). Obtido de Voltium.
- DGEG. (agosto de 2015). *Regime jurídico do acesso e exercício da atividade das entidades*. Lisboa, Portugal.
- DRE. (agosto de 2017). *Decreto-Lei n.º 96/2017. Regime das instalações elétricas particulares*. Lisboa, Portugal.
- Eaton. (outubro de 2018). *Segurança de pessoas e bens. Iluminação de Segurança*. Rio de Mouro, Sintra, Portugal.
- ElandCables. (abril de 2021). *ElandCables*. Obtido de [www.elandcables.com](http://www.elandcables.com).
- Fluke. (s.d.). *Fluke 1507*. Obtido de Fluke.
- Fluke. (s.d.). *Fluke 1625*. Obtido de Fluke.
- Fluke. (s.d.). *Fluke 1653B*. Obtido de Fluke.
- Gomes, A. A. (junho de 2013). *Instalações elétricas de baixa tensão (2ª Edição ed.)*. Lisboa: Engebook.
- IBARRA, M. (1997). *Estudo em instalações elétricas hospitalares*. Florianópolis: Dissertação (Mestrado) .
- Infocontrol*. (novembro de 2021). Obtido de <https://www.infocontrol.pt/>
- ISASTUR. (2010). *ISASTUR*. Obtido de [www.isastur.com](http://www.isastur.com).
- Lucimara Alves, P. K. (outubro de 2021). *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM HOSPITAIS E INSTITUIÇÕES DE SAÚDE*.
- MCPARTLAND, J. (1978). *Como Projetar Sistemas Elétricos*. São Paulo: Ed. McGraw-Hill.
- Morais, M. E. (s.d.). Obtido de Manual do trabalho seguro.
- NP 4426. (agosto de 2013). *Proteção contra descargas atmosféricas*. Portugal: Instituto Portugues Qualidade.

---

Okumoto, J. C. (novembro de 2010). Avaliação da qualidade de energia. *O Setor Elétrico*, (p. 8). Mato Grosso Sul.

Portal, C. (abril de 2021). *Iluminação de emergência para o ambiente hospitalar*. Obtido de Portal Educação.

Regras Técnicas. (dezembro de 2006). *Diário da Republica*. Portugal.

*sourcetric*. (setembro de 2021). Obtido de [www.sourcetric.com](http://www.sourcetric.com).

SUCH. (outubro de 2021). Obtido de SUCH: <https://www.such.pt/pt/apresentacao/>

## ANEXOS

<b>Anexo I: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em EIE .....</b>	<b>100</b>
• CÂMERA TERMOGRÁFICA (FLUKE TI 110) .....	100
• MEDIDOR DE TERRAS (FLUKE 1625) .....	101
• ANALISADOR INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (FLUKE 1653B) .....	103
• MEGAHOMÍMETRO (FLUKE 1507) .....	104
• ELETRODO TRIANGULAR .....	105
<b>Anexo II: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em BO .....</b>	<b>106</b>
• ANALISADOR DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (Profistest MBASE tester) .....	106
• ELETRODO TRIANGULAR .....	107
• MULTIMETRO DIGITAL (Gossen Metrawatt METRAHIT AM X-TRA) .....	108
• MÓDULO SIMULADOR DO CORPO HUMANO .....	109
<b>Anexo III: Relatório modelo nº 937 (exclusivo INCM) .....</b>	<b>110</b>
• Modelo nº 937 – página 1 .....	110
• Modelo nº 937 – página 2 .....	111
• Modelo nº 937 – página 3 .....	112
• Modelo nº 937 – página 4 .....	113
<b>Anexo IV: Folha Associada .....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo V: Folha de Registo de Terras .....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo VI: Exploração das Instalações Elétricas .....</b>	<b>116</b>
<b>Anexo VII: Termo de Responsabilidade .....</b>	<b>117</b>

## **Anexo I: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em EIE**

### • **CÂMERA TERMOGRÁFICA (FLUKE TI 110)**

A câmara termográfica é uma ferramenta bastante importante na manutenção de equipamentos pois através da imagem térmica de um determinado equipamento podemos detetar maus contactos, sobreaquecimentos entre outros possíveis inícios de avarias. Durante o estágio foi utilizada a câmara Fluke Ti 110 que passo a citar algumas características e especificações da mesma:

#### Características:

- Sistema de foco IR-OptiFlex™ exclusivo que permite obter excelentes imagens com um raio de 1,2 metros. Para distâncias mais curtas pode ser alterado o modo para manual para poder ser focada a superfície em observação;
- Pode ser feita uma organização de imagens referentes a diferentes trabalhos;
- Podemos encontrar problemas mais rapidamente através da tecnologia IR-Fusion®;
- Com a aplicação Fluke Connect™ podemos diretamente do sítio onde trabalhamos ver, guardar e até partilhar as imagens tiradas.
- Possibilidade de gravação de vídeo;

#### Especificações:

- Resolução de IV (tamanho FPA)
- Microbolômetro não-resfriado, 160 x 120 FPA
- Taxa de captura ou de atualização NETD (sensibilidade térmica)
- Apontador laser
- Lanterna
- Correção de emissividade
- Anotação de voz (áudio)
- Gravação de vídeo em vários modos (codificação padrão AVI com MPEG)
- Faixa de medição de temperatura-20 °C a +250 °C (-4 °F a 482 °F)
- Precisão na medição da temperatura  $\pm 2$  °C ou 2 % (a 25 °C nominais, o que for maior)
- Alarmes de cor - Temperatura alta
- Distância focal IV mínima 15,25 Cm (6 pol)
- Peso 0,726 Kg (1,6 lb)



**Figura anexo 0.1 - Câmera Termográfica (Fluke Ti-110)**

- **MEDIDOR DE TERRAS (FLUKE 1625)**

O aparelho Fluke 1625 é um aparelho para medição de terras e foi feito para poder medir os quatro tipos de medições. Resumindo, este medidor de terras mede as resistências de loop de terra utilizando apenas pinças.

Características:

- Medição tripolar e quadripolar de terra;
- Teste quadripolar de resistividade do solo;
- Medição bipolar de Resistência AC;
- Medição bipolar e quadripolar de resistência DC;
- Teste seletivo, sem necessidade de desligar o condutor de terra (1 pinça);
- Teste sem estacas, teste rápido do loop de terra (2 pinças);
- Medição de impedância de terra a 55 Hz;
- Controlo automático de frequência (AFC) (94, 105, 111, 128 Hz);
- Tensão de medição adaptável, 20/48 V;
- Limites programáveis, definições;
- Continuidade com besouro.

Especificações:

*Medição tripolar RA de resistência de terra (IEC 1557-5)*

<b>Medir tensão</b>	V <sub>m</sub> = 20/48 V AC
<b>Corrente de curto-circuito</b>	250 mA AC
<b>Resolução</b>	0,001 Ω a 100 Ω
<b>Gama de medição</b>	0,001 Ω a 299,9 kΩ
<b>Erro intrínseco</b>	± (2% da leitura + 2 dígitos)
<b>Erro de utilização</b>	± (5% da leitura + 5 dígitos)

**Tabela anexo 1 - Medição tripolar RA de resistência de terra**

*Medição tripolar RA de resistência de terra com pinça amperimétrica*

<b>Medir tensão</b>	V <sub>m</sub> = 20/48 V AC
<b>Corrente de curto-circuito</b>	250 mA AC
<b>Medir frequência</b>	94, 105, 111, 128 Hz
<b>Resolução</b>	0,001 Ω a 10 Ω
<b>Gama de medição</b>	0,001 Ω a 29,99 kΩ
<b>Erro intrínseco</b>	± (7% da leitura + 2 dígitos)
<b>Erro de utilização</b>	± (10% da leitura + 5 dígitos)

**Tabela anexo 2 - Medição tripolar RA de resistência de terra****Figura anexo 0.2 - Medidor de Terras (Fluke 1625)**

- **ANALISADOR INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (FLUKE 1653B)**

Este aparelho é um aparelho analisador de instalações elétricas que desempenha as seguintes funções:

- Tensão e frequência
- Resistência do isolamento (EN61557-2)
- Continuidade (EN61557-4)
- Resistência de circuito/linha (EN61557-3)
- Tempo de disparo dos disjuntores de corrente diferencial (RCD, EN61557-6)
- Corrente de disparo de RCD (EN61557-6)
- Resistência de terra (EN61557-5)
- Sequência de fase (EN61557-7)

Interruptor Rotativo:

Número	Símbolo	Função de medição
①	V	Tensão.
②	$R_{ISO}$	Resistência de isolamento.
③	$R_{LO}$	Continuidade.
④	$Z_I$ NO TRIP	Impedância do Circuito — Sem modo de disparo.
⑤	$Z_I$ TRIP	Impedância do Circuito — Modo de disparo de corrente Elevada
⑥	$\Delta T$	Tempo de disparo de RCD.
⑦	$I_{\Delta N}$	Nível de disparo RCD.
⑧	$R_E$	Resistência de terra.
⑨	↻	Rotação de fase.
⑩	N/D	Interruptor Rotativo.

Figura anexo 0.3 - Analisador Instalações



Figura anexo 0.5 - Analisador de IE (Fluke 1653B)

- **MEGAHOMÍMETRO (FLUKE 1507)**

Equipamento de teste de isolamento dispõe de várias tensões de teste, são muito úteis em algumas soluções de deteção de avarias, colocação em serviço e manutenção preventiva.

Características:

- Tensões de teste do Isolamento:
  - 1507: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V;
- Poupança de tempo e dinheiro através do Cálculo automático do Índice de Polarização e do Coeficiente de Absorção Dielétrica;
- Testes repetitivos simples e fáceis graças à função de comparação (aprovação/reprovação);
- Os testes repetitivos ou em locais de difícil alcance tornam-se fáceis com a sonda de teste remoto;
- A deteção de circuitos com tensão impede o teste do isolamento se uma tensão superior a 30 V for detetada, o que aumenta a proteção do utilizador;
- Auto descarga de tensão capacitiva para maior proteção do utilizador;
- Tensão CA/CC: 0,1 V a 600 V;
- Continuidade: 200 mA;
- Resistência: 0,01  $\Omega$  a 20,00 k $\Omega$ ;
- Desligamento automático, para poupar as pilhas;
- Leitura fácil das medições num visor grande retro iluminado;
- Classificação CAT IV 600 V para categoria de sobretensão, para maior proteção do utilizador;
- Sonda remota, cabos de teste, sondas e pinças de crocodilo incluídas com cada aparelho de teste;
- 4 Pilhas alcalinas AA (NEDA 15A ou IEC LR6) para efetuar, pelo menos, 1000 testes de isolamento;



*Figura anexo 0.6 - Megahomímetro (Fluke 1507)*

---

- **ELÉTRODO TRIANGULAR**

A Beha-Amprobe ACD-3400 IND é uma pinça com classificação CAT IV, ideal para aplicações industriais e utilizações que exigem um nível de segurança adicional em média e alta tensão.

Com medições True-RMS para maior precisão, a Beha-Amprobe ACD-3400 IND tem uma garra de grandes dimensões que pode abraçar cabos até 51mm, tornando mais simples as medições em ambientes industriais.

Características principais:

- Medição de corrente AC e DC até 1000A
- Medição de tensão AC até 1000V e de tensão DC até 750V
- Medição de resistência e de capacidade
- Teste de continuidade com sinal sonoro
- Medição de frequência
- Medição de valor de pico
- Duty Cycle 5,0 % - 95,0 %
- Função Data Hold
- Gráfico de barras
- Display retroiluminado



**Figura anexo 0.7 - Pinça multimétrica Amprobe (ACDC-3400)**

---

## **Anexo II: Equipamentos Monitorização e Medida Usados em BO**

- **ANALISADOR DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (Profitest MBASE tester)**

O Profitest MBASE é um equipamento de teste universal para instalações elétricas, nomeadamente usado bastante na avaliação das salas dos blocos operatórios.

### Características:

- Controlo da continuidade dos condutores da instalação: Medindo a resistência do loop LN e LL, com intervalos de medição 0 ... 10/20  $\Omega$  (comutação automática).
- Controlo da continuidade dos condutores de proteção e a equipotencialidade: Por medição de 4 fios (Thomson) da resistência do condutor. Intervalos de medição 0 ... 10/20  $\Omega$  (comutação automática).
- Medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e a terra: Tensões de medição 500-250 e 1000 V DC. Varia de 0 a 10/100 M $\Omega$ .
- Medição da resistência do condutor de proteção: Por medição de 4 fios (Thomson) da resistência do condutor. Intervalos de medição 0 ... 10/20  $\Omega$  (comutação automática). Tensão de medição 4 ... 9 V DC (da bateria embutida).
- Medição da resistência de aterramento: Medição com sonda ou sem sonda (loop de aterramento). Intervalos de medição 0 ... 10/100  $\Omega$  1/10 k $\Omega$  (comutação automática ou manual)
- Medição da resistência dos condutores de equipotencialidade: Por medição de 4 fios (Thomson) da resistência do condutor. Intervalos de medição 0 ... 10/20  $\Omega$  (comutação automática). Tensão de medição 4 ... 9 V DC (de bateria embutida)
- Verificação as proteções diferenciais: Sensibilidades 10/30/100/300/500 mA. medindo a intensidade e o tempo de disparo dos diferenciais normal e seletivo.
- Verificação pisos antieletrostáticos: Mede a resistência de isolamento entre o eletrodo triangular (UNE 20-460-6.61) e um condutor de proteção.



**Figura anexo 0.8 - PROFITEST  
MBASE tester**

- **ELETRODO TRIANGULAR**

É usado em conjunto com o Profitest para testar pisos anti-estáticos.



**Figura anexo 0.9 - Eléctrodo Triangular**

- **MULTIMETRO DIGITAL (Gossen Metrawatt METRAHIT AM X-TRA)**

Este multímetro digital serve para uso universal em instalações elétricas.

#### Destaques

- Resolução:  $\pm 60.000$  dígitos, 4 6/7 casas
- Calibrado de acordo com DAkkS
- $\pm 0,05\%$  de precisão básica (DC)
- 21 funções do multímetro
- Tela grande iluminada em azul claro com um gráfico de barras analógico para processos dinâmicos
- Conexão do sistema via interface infravermelha
- Seleção automática e manual da faixa de medição
- TRMS AC e função AC / DC
- Opções de medição, por exemplo: AC / DC, A,  $\Omega$ , Hz, dB

#### Dados técnicos

- Proteção IP 52 contra poeira e água
  - Armazenamento automático de valores medidos
  - Fator de grampo ajustável para medição com sensores de grampo de corrente e transformadores
  - Categorias de medição: 1000 V CAT III e 600 V CAT IV
  - Medição de tensão TRMS AC / AC + DC, larguras de banda de até 20 kHz
  - Medição de corrente TRMS AC / AC + DC, larguras de banda de até 5 kHz
  - Compartimentos de bateria e fusíveis separados
- Interface infravermelha para PC para troca de dados e configuração de parâmetros (sourcetric, 2021)



**Figura anexo 0.10 - Gossen Metrawatt METRAHIT AM X-TRA**

- **MÓDULO SIMULADOR DO CORPO HUMANO**

É usado exclusivamente quando conectado ao multímetro METRAHIT anterior e executa as seguintes funções:

Determinação da impedância de isolamento para terra:

- Mede a corrente de fuga à terra nas faixas de 3-30 mA. O quociente entre a tensão da rede medida pelo METRAHIT usado separadamente e a corrente de fuga à terra, medida com o módulo conectado, fornece o valor da impedância à terra, que não deve ser inferior a 500 k $\Omega$ .

Controle de equipotencialidade:

- Mede a diferença de potencial entre o barramento de equipotencialidade e qualquer superfície condutiva. Faixa 300,00 mV AC.

Verificação do monitor do detetor de fugas:

- Ajusta e mede a o valor da fuga simulada entre 33 ... 200 K $\Omega$ . Faixa de medição do alarme e da corrente de fuga da instalação 3.0000- 30.000 mA AC.



**Figura anexo 0.11 - DF-32**

**Anexo III: Relatório modelo nº 937 (exclusivo INCM)**

- Modelo nº 937 – página 1



ANEXO III-3

**MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO**

DIREÇÃO-GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA

**Relatório-tipo do técnico responsável pela exploração de instalações elétricas**Instalações em boas condições de segurança..... Instalações em condições deficientes..... Desistência da responsabilidade..... 

Período: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

## REFERÊNCIAS:

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_

inscrito na Direção-Geral de Energia e Geologia com o n.º \_\_\_\_\_, vem nos termos legais efetuar o relato da sua atividade como técnico responsável pela exploração da instalação acima mencionada.

**INSPEÇÕES EFETUADAS**

De acordo com o estabelecido (5) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, inspecionei a instalação nos dias \_\_\_\_\_, tendo efetuado os ensaios, medições e verificações que passo a referir:

**1 – SUBESTAÇÕES, POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO E DE CORTE:****1.1 – Ensaios e medições:**1.1.1 – Resistência da terra de proteção .....  Ω1.1.2 – Resistência da terra de serviço .....  Ω1.1.3 – Resistência de isolamento da instalação de baixa tensão .....  M Ω

1.1.4 – Acidez e rigidez dos óleos ou outros dielétricos dos transformadores e aparelhos de corte \_\_\_\_\_

1.1.5 – Fator de potência (cos φ) ..... 

1.1.6 – Outros ensaios e medições \_\_\_\_\_

**1.2 – Verificações (\*):**

Por observações da instalação, dos equipamentos e dos resultados obtidos nos ensaios e medições anteriormente referidos, verifiquei:

1.2.1 (\*) – O nível do óleo nos transformadores e disjuntores de alta tensão (6) \_\_\_\_\_

tendo detetado (7) \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_

• **Modelo nº 937 – página 2**

- 1.2.2 (\*) – O estado dos contactos dos disjuntores e das câmaras de corte dos interruptores <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_  
tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_
- 1.2.3 (\*) – Os circuitos de terra e o estado de conservação dos eléctrodos e dos condutores enterrados <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_  
tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_
- 1.2.4 (\*) – O estado de conservação dos dispositivos de manobra utilizados (varas de manobra, estrados, tapetes isolantes, luvas isolantes, etc.) <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
deficiências \_\_\_\_\_
- 1.2.5 (\*) – A carga do transformador e a temperatura do óleo nos períodos de maior carga <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_  
tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_
- 1.2.6 – O estado de funcionamento dos dispositivos de proteção e alarme <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_  
tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_
- 1.2.7 – Outras verificações \_\_\_\_\_

2 – Instalações de utilização:

(Sistema de proteção de pessoas utilizado: TT , TN  ou IT )

2.1 – Ensaios de medições:

- 2.1.1 – Resistência da terra de proteção .....  Ω
- 2.1.2 – Impedância do circuito de defeito .....  Ω
- 2.1.3 – Resistência de isolamento .....  M Ω
- 2.1.4 – Proteções contra contactos indirectos (v. o comentário n.º 3 do artigo 637.º do RSIUEE):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.1.5 – Outros ensaios e medições \_\_\_\_\_

2.2 – Verificações:

Por observação da instalação e dos resultados obtidos nos ensaios e medições anteriormente referidos, verifiquei:

- 2.2.1 – Os aparelhos de proteção contra sobrintensidades <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
deficiências \_\_\_\_\_
- 2.2.2 – A eficácia das proteções contra contactos indirectos <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
deficiências \_\_\_\_\_

**Figura anexo 0.13 - Relatório Modelo nº 937 (Pag. 2)**

- **Modelo nº 937 – página 3**

- 2.2.3 – O aquecimento e o estado do isolamento dos condutores e dos cabos <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.4 – O estado dos aparelhos de corte e de comando <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.5 – O estado dos aparelhos de utilização <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.6 – Instalações de emergência:
- 2.2.6.1 – As condições de arranque das fontes de alimentação das instalações de emergência <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.6.2 – O estado das baterias, nomeadamente o seu eletrólito <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo  
detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.6.3 – O estado de funcionamento dos blocos autónomos <sup>(6)</sup> \_\_\_\_\_ tendo detetado <sup>(7)</sup> \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ deficiências \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.7 (\*) – No decurso das vistorias, apercebi-me da prática, sem cuidado devido, dos seguintes métodos de trabalho suscetíveis  
de provocar contactos diretos \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.8 (\*) – Apercebi-me das seguintes incorreções, quanto à execução de trabalhos nas instalações \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.9 – A *inexistência* dos seguintes materiais de reserva ou acessórios indispensáveis à exploração \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.10 – A *existência* de instruções de primeiros socorros nos seguintes pontos da instalação \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.11 (\*) – Em virtude de ter verificado que estão a ser dadas utilizações diferentes das inicialmente previstas a alguns locais  
servidos pela instalação, detetei a necessidade de proceder às seguintes alterações \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 2.2.12 (\*) – A necessidade de redimensionar a instalação, introduzindo as alterações que passo a relatar com indicação das  
razões por que têm de ser feitas \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Figura anexo 0.14 - Relatório Modelo nº 937 (Pag. 3)**

• **Modelo nº 937 – página 4**

2.2.13 – Outros factos \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3 (\*) – Outras instalações:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4 (\*) – Modificações e ampliações:

Detetei as seguintes modificações e ampliações da instalação para as quais não fui consultado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5 (\*) – Relações com o proprietário:

Dei conhecimento, por escrito, à Entidade Exploradora da necessidade de serem tomadas medidas que ainda não foram por ela concretizadas, pelo que as passo a enumerar com a indicação dos prazos que, relativamente a cada uma, mencionei nas comunicações \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Anexos \_\_\_\_\_ exemplares.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O Técnico Responsável,

\_\_\_\_\_

- (1) Entidade a quem é enviado o relatório e referência do processo da instalação.
- (2) Entidade e localização da instalação elétrica.
- (3) Descrição sumária da instalação elétrica com a indicação das suas características principais.
- (4) Nome e morada do técnico responsável.
- (5) Disposição legal que prevê a realização das vistorias.
- (6) No caso de não haver deficiências deverá escrever-se «não».
- (7) No caso de não haver deficiências deverá escrever-se «quaisquer» e no caso contrário deverá escrever-se «as seguintes».
- (8) V. o n.º 1 das notas finais.

NOTAS FINAIS

1 – No caso de este relatório se destinar a dar cumprimento ao disposto no artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de outubro, não serão preenchidos, em regra, os n.ºs 1,2,1 a 1,2,5, 2,2,7, 2,2,8, 2,2,11, 2,2,12, 4 e 5.  
2 – Se os espaços a preencher não forem suficientes, deverão juntar-se os anexos julgados convenientes.

**Figura anexo 0.15 - Relatório Modelo nº 937 (Pag. 4)**

**Anexo IV: Folha Associada**

**SUCH-ENGENHARIA**  
 Projeto, Controle Técnico, Manutenção de Instalações e Equipamentos e Gestão de Energia

**FOLHA ASSOCIADA Nº 092351**

TRABALHO REALIZADO:  PRELIMINAR  EXECUÇÃO  ENCERRAMENTO

DEFINIÇÃO  PRELIMINAR  DURATIVA

CRISP: \_\_\_\_\_ ON: \_\_\_\_\_ Nº CONTRATO: \_\_\_\_\_

CLIENTE: \_\_\_\_\_ SERVIÇO: \_\_\_\_\_

Nº	EQUIPAMENTO	MARCA	MODELO	NR. DE SÉRIE	NR. DE INVENTÁRIO	ESTADO FISCAL*
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						

\* 1. Passivo em Inspeção; 2. Funcionamento condicionado (ver observações); 3. Não usar (incorreta de intervenção técnica)

RELATÓRIO: DESCRIÇÃO DO TRABALHO \_\_\_\_\_ PROCEDIMENTO ESPECÍFICO EM ANEXO

MATERIAL APLICADO:	TEMPO DE EXECUÇÃO			
	DATA	Nº TÉCNICO	H. INIC.	H. FIM

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_


DATA: _____	TÉCNICO: _____	PELO CLIENTE: _____
		(Assinatura) _____

UNICOR - Rua José de Sousa, Ac. Industrial, S2 - Vila Bela - 11400-000 UNICOR - Tel: 27 521-100 - Fax: 27 521-101 - web@such.pt  
 NORO - Rua Santa Helena, 59 - 4000-205 OVARO - Tel: 25 341-100 - Fax: 25 341-102 - web@such.pt  
 COIMBRA - Rua dos Bombeiros - 3005 - 3000-040 COIMBRA - Tel: 35 100-600 - Fax: 35 100-604 - web@such.pt  
 www.such.pt



**Figura anexo 0.16 - Folha Associada**

**Anexo V: Folha de Registo de Terras**

		<b>MEDIÇÃO DOS VALORES DAS RESISTÊNCIAS DAS TERRAS</b>				Posto N.º _____	
Proprietário da Instalação _____ Localização do P.T. _____ Instalação Executada em Esquema: <input type="checkbox"/> TT ou <input type="checkbox"/> TN							
DATA			RESISTÊNCIAS EM OHM				Rubrica 1)
Dia	Mês	Ano	Terra de protecção	Terra de serviço de baixa tensão	Arrel de defeito	Outras terras	
1) Do indivíduo que fez as medições							
Observações: _____ _____ _____ _____ _____							
<b>DECRETO N.º 42895 DE 1960</b>							
ART.º 58-§2.º — A resistência em ohm dos eléctrodos de terra deverá ser tão pequena quanto possível e inferior, em qualquer ocasião, a 20 ohm.							
ART.º 60 — Os proprietários de subestações, postos de transformação e centrais eléctricas deverão verificar, uma vez por ano, durante os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro, a resistência de contacto de todos os eléctrodos de terra; os resultados obtidos devem anotar-se neste registo, de forma a poderem ser consultados em qualquer ocasião pela Fiscalização Eléctrica do Governo.							
<b>A segurança das instalações e das pessoas depende da eficaz ligação à terra</b>							

*Figura anexo 0.17 - Mapa de registo dos valores das Res. das Terras*

## Anexo VI: Exploração das Instalações Eléctricas

**SUCH ENGENHARIA**  
 Posto de Controlo Técnico, Manutenção de Instalações e Equipamentos do Grupo de Empresas

**EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

SCT – Segurança e Controlo Técnico

Entidade: \_\_\_\_\_

EMM's: \_\_\_\_\_ OM: \_\_\_\_\_

**Posto de Transformação**

Tipo de P.T. \_\_\_\_\_ P.T. Nº. \_\_\_\_\_ P.S. Nº. \_\_\_\_\_  
 Nº. do(s) Transf. \_\_\_\_\_ Marca(s) \_\_\_\_\_ Ano(s) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Potência/Tensão \_\_\_\_\_ Alarma/Protecção \_\_\_\_\_ Protecção A.T. \_\_\_\_\_

**Grupo Electrogénio de Emergência**

Marca \_\_\_\_\_ Potência \_\_\_\_\_ Tensão \_\_\_\_\_

	ANO						Limites Máx/Min
	DIAMÊS		/	/	/	/	
TERRA DE PROTECÇÃO	(Ω)						<20
TERRA DE SERVIÇO	(Ω)						<20
TERRA DE GRUPO ELECTROGÉNIO	(Ω)						<20
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO	(MΩ)						>0,25
RESISTÊNCIA DE DEFITO	(Ω)						<20
TENSÃO DE CONTACTO	(V)						<20
ÓLEO	IND. DE NEUTRALIZAÇÃO (MgKOH/g)						<0,40
	RIGIDEZ DIELECTRICA (KV/CM)						>120
ENERGIA ACTIVA	DIURNA	(KWH)					
	NOCTURNA	(KWH)					
ENERGIA REACTIVA	DIURNA	(KVARH)					
	NOCTURNA	(KVARH)					
ODS $\varnothing$							>0,93
POTÊNCIA DE PONTE	(KW)						

Faltas Anexas

**Observações:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Técnico: \_\_\_\_\_ N.º Mec: \_\_\_\_\_

001112442 - SUCH - Serviço de Utilização Comum dos Hospitais

Figura anexo 0.18 - Exploração das Instalações Eléctricas

## Anexo VII: Termo de Responsabilidade

Anexo 4

<b>TERMO DE RESPONSABILIDADE PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE SERVIÇO PARTICULAR</b> <small>(artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto)</small>			
<b>1 Promotor / Entidade Exploradora</b>			
Nome:			
Telefone:	E-mail:	NIF:	
<b>2 Técnico responsável pela exploração</b>			
Nome:			
N.º BI/CC:			
Telefone:	E-mail:	NIF:	
N.º DGEG:	N.º OE:	N.º OET:	
Morada:			
C. Postal:			
<b>3 Identificação do imóvel</b>			
Lugar/Rua:			
Freguesia:			
Concelho:		Distrito:	
Tipo de estabelecimento:			
<b>4 Identificação da instalação elétrica</b>			
NIP:	Instalação com projeto	Instalação nova	
CPE(s):		Instalação existente	
<p>Declaro que que tomo a responsabilidade pela boa exploração da instalação elétrica, de acordo com as disposições regulamentares de segurança em vigor e demais legislação aplicável, enquanto esta estiver em exploração, salvo declaração expressa em contrário, e pela boa exploração das instalações que se venham a estabelecer, desde que essas sejam do meu conhecimento expresso.</p> <p>__/__/20__</p> <p style="text-align: center;"><small>(Data e assinatura do técnico responsável pela exploração)</small></p>			

DGEG.DSEE.Mod\_TermoRespExploração\_v2018.1

1/1

**Figura anexo 0.19 - Termo de Responsabilidade pela Exploração**



