



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**



**SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE**  
**ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**  
**ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO**

**LUDMILA NOGUEIRA RÊGO ROSAS**

**SALVADOR**

**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**LUDMILA NOGUEIRA RÊGO ROSAS**

**SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE**  
**ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**  
**ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO**

Trabalho apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Daniel Barbosa

**SALVADOR**

**2018**

Ludmila Nogueira Rêgo

**Segurança em Instalações Elétricas de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**

**Estudo de Caso: Cenário Baiano**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, para a obtenção do título de *Mestre*.

APROVADA em: 06 de novembro de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Daniel Barbosa

Orientador - UFBA



---

Prof. Dr. Kleber Freire da Silva

UFBA



---

Prof. Dr. Ângelo Márcio Oliveira Sant'Anna

UFBA

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Lívio e Silvana, por tudo que fizeram e ainda fazem por mim. A minha irmã, Mariana, por todo carinho e incentivo. Ao meu marido, Lucas, por todo amor e apoio incondicional e a Deus por todas as bênçãos que recebi em meu caminho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Dr. Daniel Barbosa pela confiança depositada para a realização do Mestrado e por todo auxílio ao longo desta trajetória;

Aos professores do PPGEE da Universidade Federal da Bahia, por contribuírem em minha formação;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, pelo acompanhamento, paciência e colaboração;

Aos Estabelecimentos de saúde que participaram do projeto de dissertação e aos Engenheiros e Técnicos que colaboraram com as visitas técnicas por toda a atenção prestada;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento;

E a todos que foram fundamentais para tornar possível a realização deste projeto.

Nogueira Rego Rosas, Ludmila  
SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE  
ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE ESTUDO DE  
CASO: CENÁRIO BAIANO / Ludmila Nogueira Rego Rosas. --  
Salvador, 2018.  
169 f. : il

Orientador: Daniel Barbosa.  
Dissertação (Mestrado - Engenharia Elétrica) --  
Universidade Federal da Bahia, UFBA, 2018.

1. Instalações elétricas em EAS. 2. Segurança  
Elétrica em EAS. I. Barbosa, Daniel. II. Título.

## RESUMO

ROSAS, L. N. R. Segurança em Instalações Elétricas de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Estudo de Caso: Cenário Baiano. 2018. Dissertação – Universidade Federal da Bahia, Salvador Bahia, 2018.

O desenvolvimento das tecnologias e procedimentos médicos acarretou em grande evolução nos tratamentos de saúde. Entretanto, também gerou uma forte dependência na área de saúde em relação ao funcionamento adequado de equipamentos eletromédicos e, conseqüentemente, também de uma instalação elétrica segura, confiável e com energia elétrica de qualidade. Este trabalho propõe-se, então, a apresentar uma visão geral das principais características do sistema elétrico em estabelecimentos assistenciais de saúde e a avaliar o cenário das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde do estado da Bahia, por meio da aplicação de um protocolo de avaliação baseado nas normas vigentes, em três estabelecimentos assistenciais de saúde. Constataram-se através das avaliações realizadas, diversos pontos de não conformidade das instalações elétricas dos estabelecimentos visitados, indicando graves problemas relacionados à confiabilidade no fornecimento de energia elétrica e a segurança elétrica dos estabelecimentos. Tem-se, portanto, a indicação de necessidade de maior atenção do estado para a instalação elétrica de EAS a fim de garantir o funcionamento seguro de tais estabelecimentos.

**Palavras-chave:** Instalações elétricas, Segurança Elétrica.

## **Abstract**

ROSAS, L. N. R. Segurança em Instalações Elétricas de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Estudo de Caso: Cenário Baiano. 2018. Dissertação – Universidade Federal da Bahia, Salvador Bahia, 2018.

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia (UFBA) como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

The development of medical technologies and procedures has led to a great evolution in health treatments. However, it also generated a strong dependence on the health area in relation to the proper functioning of electromedical equipment and, consequently, also of a safe and reliable electrical installation with high quality electricity. This work proposes to present an overview of the main characteristics of the electrical system in health care establishments and to evaluate the scenario of the electrical installations of health care establishments in the state of Bahia- Brazil, through the application of a protocol of evaluation based on current norms, in three health care establishments. Several points of nonconformity of the electrical installations of the visited establishments were found through the evaluations, indicating serious problems related to the reliability of electric power supply and the electrical safety of the establishments. There is, therefore, an indication of the need for greater attention from the state to the electrical installation of EAS in order to ensure the safe operation of such establishments.

**Keywords:** Electrical Installations, Electrical Safety.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1. Etapas do projeto de dissertação.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2: Normas da série IEC 60601. ....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de solicitação de registro de equipamentos eletromédicos.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4: Dados de número de creditações e certificações concedidas no Brasil por estado. ....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5: Esquema TN-S. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6: Esquema TN-C-S. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 7: Esquema TN-C.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 8: Esquema TT. ....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 9: Esquema IT (sem aterramento da alimentação).....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 10: Esquema IT (alimentação aterrada através de impedância).....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 11: Esquema IT (massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação).....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 12: Esquema IT (massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação).....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 13: Esquema IT (massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação). ....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 14: Esquema IT médico. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 15: Funcionamento do Esquema IT médico. ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 16: Fluxograma do procedimento proposto para a avaliação das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 17. Entrada da sala de abrigo do gerador de emergência (vista frontal).....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 18. Entrada da sala de abrigo do gerador de emergência (vista lateral). ....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 19: Gerador Diesel e sistema de exaustão. ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 20. Instalação elétrica da mesa térmica do Buffet do refeitório. ....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 21: Disposição do Transformador utilizado para a alimentação de equipamentos eletromédicos dentro do centro cirúrgico.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 22: Gerador Diesel e sistema de exaustão. ....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 23: Quadro principal do estabelecimento. ....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 24: Tomada com dois pinos e instalação inadequada (Enfermaria). ....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 25: Disposição de tomadas (Setor administrativo).....</b>	<b>87</b>

<b>Figura 26: Sala de abrigo do gerador de emergência.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 27: Aterramento do estabelecimento (vista dos 3 pontos).....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 28: Aterramento do estabelecimento (vista aproximada de um dos pontos).....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 29: Gráfico radar apresentando análise dos três estabelecimentos visitados com notas atribuídas para as classes avaliadas no protocolo. ....</b>	<b>94</b>

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1: Atribuição de regras para equipamentos eletromédicos. ....</b>	<b>22</b>
<b>Tabela 2. Dados de tipos de creditações e certificações concedidas no Brasil. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabela 3. Comparação entre população residente com números de estabelecimentos assistenciais de saúde e creditações e certificações concedidas a cada estado. ....</b>	<b>28</b>
<b>Tabela 4: Dados de tipos de creditações e certificações concedidas no estado da Bahia. ....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 5. Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde I.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabela 6. Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde I.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabela 7. Avaliação de Característica Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde I. ....</b>	<b>68</b>
<b>Tabela 8. Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde I.....</b>	<b>68</b>
<b>Tabela 9. Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde I.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabela 10. Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde I. ....</b>	<b>72</b>
<b>Tabela 11. Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do EAS I.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabela 12: Avaliação dos Chuveiros e Área Molhada do EAS I.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabela 13. Avaliação dos Ensaios de Verificação do EAS I. ....</b>	<b>74</b>
<b>Tabela 14: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde I.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabela 15: Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde II....</b>	<b>76</b>
<b>Tabela 16: Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>77</b>
<b>Tabela 17: Avaliação das Características Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 18: Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>79</b>
<b>Tabela 19: Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>79</b>
<b>Tabela 20: Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabela 21: Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do Estabelecimento assistencial de Saúde II. ....</b>	<b>81</b>
<b>Tabela 22: Avaliação dos Chuveiros e Área Molhada do Estabelecimento assistencial de Saúde II.....</b>	<b>82</b>
<b>Tabela 23: Avaliação de Ensaios Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde II....</b>	<b>82</b>
<b>Tabela 24: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde II. ....</b>	<b>82</b>

<b>Tabela 25: Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde III..</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 26: Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>85</b>
<b>Tabela 27: Avaliação das Características Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>85</b>
<b>Tabela 28: Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabela 29: Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabela 30: Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>90</b>
<b>Tabela 31: Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 32: Avaliação dos Chuveiros e Área molhada do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 33: Avaliação dos Ensaio de Verificação do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 34: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde III. ....</b>	<b>93</b>

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. METODOLOGIA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
<b>3. SEGURANÇA ELÉTRICA NO USO DE ELETRICIDADE EM AMBIENTE HOSPITALAR.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. SEGURANÇA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. EFEITOS FISIOLÓGICOS DA ELETRICIDADE .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. O CHOQUE ELÉTRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5. CERTIFICAÇÕES E ACREDITAÇÕES EM EAS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.6. TECNOVIGILÂNCIA.....</b>	<b>31</b>
<b>4. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. NORMATIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. PROJETOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3. CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS MÉDICOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.4. INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM EAS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.1. Manutenção.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.2. Sistema de alimentação de emergência.....</b>	<b>41</b>

4.4.2.1.	<i>Regulamentação para sistemas de geração de emergência.....</i>	43
4.4.2.2.	<i>Sistemas de Grupo Gerador a Diesel.....</i>	44
4.4.2.3.	<i>Baterias e Sistemas de fonte de alimentação ininterrupta (UPS).....</i>	45
4.4.3.	<i>Aterramento.....</i>	45
4.4.3.1.	<i>Sistema de aterramento.....</i>	46
4.4.3.1.1.	<i>Esquema TN.....</i>	47
4.4.3.1.2.	<i>Esquema TT.....</i>	48
4.4.3.1.3.	<i>Esquema IT.....</i>	48
4.4.3.1.4.	<i>Esquema IT médico.....</i>	52
5.	<i>PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO.....</i>	55
5.1.	<i>MÉTODOS DE COLETA DE DADOS.....</i>	55
5.2.	<i>ESCALAS UTILIZADAS EM PESQUISAS E SUAS APLICAÇÕES.....</i>	57
5.3.	<i>ETAPAS DA METODOLOGIA.....</i>	58
6.	<i>AVALIAÇÃO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</i>	64
6.1.	<i>ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE I.....</i>	64
6.1.1.	<i>Documentação.....</i>	64
6.1.2.	<i>Manutenção.....</i>	66
6.1.3.	<i>Características gerais.....</i>	67
6.1.4.	<i>Tomadas.....</i>	68
6.1.5.	<i>Iluminação.....</i>	69
6.1.6.	<i>Geração de emergência.....</i>	69
6.1.7.	<i>Aterramento e proteção contrachocos elétricos.....</i>	72
6.1.8.	<i>Chuveiros e área molhada.....</i>	73
6.1.9.	<i>Ensaio de verificação.....</i>	74
6.1.10.	<i>Avaliação Geral.....</i>	74
6.2.	<i>ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE II.....</i>	75

6.2.1. Documentação.....	75
6.2.2. Manutenção.....	76
6.2.3. Características gerais .....	77
6.2.4. Tomadas.....	78
6.2.5. Iluminação.....	79
6.2.6. Geração de emergência.....	79
6.2.7. Aterramento e proteção contra choques elétricos.....	81
6.2.8. Chuveiros e área molhada .....	81
6.2.9. Ensaio de verificação.....	82
6.2.10. Avaliação Geral.....	82
6.3. ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE III .....	84
6.3.1. Documentação.....	84
6.3.2. Manutenção.....	85
6.3.3. Características gerais .....	85
6.3.4. Tomadas.....	86
6.3.5. Iluminação.....	88
6.3.6. Geração de emergência.....	88
6.3.7. Aterramento e proteção contra choques elétricos.....	90
6.3.8. Chuveiros e área molhada .....	92
6.3.9. Ensaio de verificação.....	92
6.3.10. Avaliação Geral.....	93
6.4. ANÁLISE DO CENÁRIO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE – CENÁRIO DO ESTADO DA BAHIA .....	93
7. CONCLUSÃO.....	103
7.1. Conclusões e Discussões .....	103
7.2. Dificuldades encontradas na elaboração do projeto .....	105

<i>7.3. Sugestões de continuidade de pesquisa.....</i>	<i>106</i>
<i>REFERÊNCIAS.....</i>	<i>107</i>
<i>Apêndice A – Carta de apresentação .....</i>	<i>119</i>
<i>Apêndice B – Termo de confidencialidade .....</i>	<i>120</i>
<i>Apêndice C – Apresentação em slides de proposta de pesquisa.....</i>	<i>122</i>
<i>Apêndice D – Apresentação escrita de proposta de pesquisa.....</i>	<i>124</i>
<i>Apêndice E – Requisitos estabelecidos para o protocolo de avaliação de instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde.....</i>	<i>129</i>
<i>Anexo A - Fluxograma completo para solicitação de Registro/Cadastro de equipamentos eletromédicos .....</i>	<i>141</i>
<i>Anexo B – Descrição das regras de classificação de equipamentos eletromédicos .....</i>	<i>142</i>
<i>Anexo C - Definições.....</i>	<i>148</i>
<i>Anexo D – Divisão de locais médicos por grupos.....</i>	<i>150</i>
<i>Anexo E - Divisão de locais médicos por classes.....</i>	<i>153</i>

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

As unidades assistenciais de saúde são oriundas das antigas hospedarias, abrigando apenas indivíduos inteiramente desprovidos de meios de subsistência que se socorriam nessas casas. Tais locais muitas vezes apresentavam uma maior função de proteção aos que estavam fora, do que o atendimento para os pacientes que estavam dentro da edificação.

Devido às condições precárias destas instalações, era preferível para os pacientes que tinham recursos financeiros realizar procedimentos médicos em sua própria residência. De modo que, no Brasil, ainda em data não muito longínqua, estas unidades prestavam serviço apenas para às pessoas de baixo poder aquisitivo (BADALOTTI; BARBISAN, 2015).

Com o melhoramento das condições hospitalares, as classes ativas da sociedade passaram a utilizar essas instalações. De modo que, o aperfeiçoamento das instalações e dos equipamentos inverteu a orientação dos médicos e cirurgiões, que passaram a recomendar ou a impor o internamento dos seus pacientes em hospitais e casas de saúde (POLIGNANO, 2018).

Com o avanço das instalações e o progresso científico, o serviço de assistência à saúde passou por notório desenvolvimento. As atividades no setor médico tais como diagnóstico, terapia e monitoração de pacientes, são baseadas em tecnologias cada vez mais avançadas, elevando a qualidade na prestação de serviço ao paciente. Contudo, o uso de tais tecnologias acarretou numa forte dependência dos procedimentos médicos em relação ao funcionamento adequado de equipamentos eletromédicos e, conseqüentemente, também de uma instalação elétrica segura, confiável e com energia elétrica de qualidade (BADALOTTI; BARBISAN, 2015; BRASIL, 1965).

Conseqüentemente, problemas no sistema de fornecimento de energia elétrica, que acarretem na interrupção total ou parcial do suprimento de energia elétrica em uma instalação de saúde, podem causar a parada de diversos sistemas essenciais, como: iluminação, tornando impossível a realização de tarefas como atendimento médico,

realização de procedimentos cirúrgicos ou realização de exames laboratoriais; câmaras frias para armazenagem de tecidos, ossos ou bancos de sangue podendo deixar os serviços de saúde sem esses recursos vitais; e, suporte de vida, fazendo com que equipamentos como bombas de coração, bombas de vácuo médicas, máquinas de diálise e ventiladores venham a parar e ocasionar dano ou morte ao paciente (ALVES, 2017).

Outro ponto de grande relevância é a segurança das instalações elétricas, visto que em estabelecimentos assistenciais de saúde existe o contato frequente com aparelhos elétricos nas rotinas diárias executadas pelos funcionários do hospital e os pacientes, muitas vezes, são mais vulneráveis ao choque elétrico do que uma pessoa em condições normais, devido ao uso de drogas, anestesia administrada, procedimentos invasivos ou estado inconsciente. De forma que o “choque” elétrico que não afetaria gravemente uma pessoa saudável, poderia ser fatal para um paciente (CASTELLARI, 2009).

## **1.2. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO**

Apesar da grande relevância de uma instalação elétrica adequada em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), e das exigências singulares apresentadas pelo mesmo, como: a redundância nas fontes de fornecimento de energia elétrica; a qualidade da energia elétrica e os requisitos especiais de isolamento e supervisão das redes, observa-se certa negligência quanto às instalações em geral, decorrente em parte pela ausência de verba de manutenção e da falta de contratação de profissionais adequados ou a falta de registro e investigação de episódios, onde falhas na infraestrutura das instalações resultam em prejuízo para os pacientes, dificultando o tratamento de tais falhas (MUHLEN, 2001; OLIVEIRA; STARLING; ANDERY, 2015).

Diante desse cenário de carência de registros relacionados às inconformidades no ambiente de EAS, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) criou, em 2002, o projeto Sentinela com o objetivo de estimular a notificação de eventos adversos ocorridos em hospitais e produtos destinados para a saúde. Esse projeto trabalha com a colaboração de hospitais parceiros e criou o Sistema de Informação de Notificação de Eventos Adversos e Queixas Técnicas relacionadas a Produtos de Saúde (SINEPS) (ANVISA, 2017).

Apesar de grande importância do projeto Sentinela na vigilância da área médica, fomentando a identificação de riscos hospitalares, este tem como foco principal a

análise de ocorrências com os equipamentos eletromédicos, não abordando um estudo detalhado nas instalações elétricas. Então, nota-se a necessidade de um estudo a respeito do cenário atual das instalações elétricas dentro de estabelecimentos assistenciais de saúde, visto que os acidentes envolvendo a eletricidade são, em muitos casos, difíceis de serem diagnosticados e implicando, muitas vezes, que tais acidentes sejam atribuídos a fatores naturais ou ao acaso.

Grande parte dos acidentes elétricos envolvendo equipamentos eletromédicos, é decorrente de: procedimentos impróprios; falta de treinamento dos usuários; necessidade de implantação de plano de manutenção preventiva em detrimento de apenas manutenção em caso de falha; instalações elétricas fora dos padrões estabelecidos por normas (AZEVEDO, 2004).

Portanto, devido às particularidades das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde e das possíveis implicações que suas falhas acarretam, associadas à falta de registro histórico das mesmas, enfatiza-se a importância do estudo do tema.

Assim, este trabalho se propõe a abordar as necessidades e as especificidades das instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, apresentando um estudo sobre a segurança elétrica nessas instituições, com foco nos pontos referentes à instalação elétrica, através do estudo das principais exigências elétricas incluindo aspectos de desempenho, segurança e confiabilidade de operação das instalações com base nas normas e em estudos apresentados até então.

Adicionalmente, foram realizadas visitas técnicas a estabelecimentos assistenciais de saúde públicas no estado da Bahia, a fim de gerar um diagnóstico do cenário real das instalações elétricas destas unidades, bem como, indicar os pontos críticos de não conformidade das instalações elétricas destes estabelecimentos.

Desta forma, através da investigação da realidade do cenário das instalações elétricas dos EAS, ainda que em apenas uma pequena amostragem, vinculadas a análise de potenciais riscos, busca-se a criação de subsídios para a análise das principais deficiências das instalações elétricas. Estimulando então, os profissionais e autoridades envolvidas na área de saúde na reflexão e reconhecimento de possíveis ações para a garantia de segurança elétrica neste tipo de unidade.

### **1.3. OBJETIVOS**

O objetivo desta dissertação é abordar as necessidades e as especificidades das instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, apresentando um estudo sobre a segurança elétrica, com foco nos pontos referentes à instalação elétrica, através do estudo das principais exigências elétricas nesse tipo de instalação e que englobem os aspectos de desempenho, segurança e confiabilidade operacional.

Como forma de aplicação do estudo teórico das exigências necessárias para as instalações elétricas nestas unidades, busca-se o estudo da realidade das instalações elétricas em EAS na Bahia e a elaboração de um relatório abordando os principais pontos críticos de não conformidade identificados nas instalações elétricas das unidades visitadas vinculados a soluções viáveis para adequações e melhorias.

Podem ser destacados como objetivos específicos do projeto:

- Estudar o risco elétrico no uso de eletricidade em um ambiente assistencial de saúde e as normas nacionais e internacionais de instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde;
- Estudar os conceitos dos equipamentos e das tecnologias aplicadas em instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde;
- Elaborar um protocolo abordando características particulares da instalação elétrica de um EAS;
- Avaliar as unidades visitadas quanto à conformidade das instalações elétricas em relação as normas brasileiras.

### **1.4. METODOLOGIA**

A pesquisa foi desenvolvida com o intuito de propor um protocolo de avaliação de instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde e de apresentar uma abordagem do cenário atual de unidades de saúde baianas, através da aplicação do protocolo proposto e da avaliação dos resultados encontrados.

Para tal, foi estabelecida uma metodologia de trabalho dividida em 04 etapas, conforme disposto na Figura 1.

Figura 1. Etapas do projeto de dissertação.



O início da pesquisa ocorreu através da pesquisa bibliográfica, uma vez que o tema abordado é bastante amplo, envolvendo várias disciplinas e assuntos relacionados à área de instalações elétricas e ciências médicas, em função de sua aplicação em ambientes hospitalares. Dentro deste contexto, a base bibliográfica pesquisada foi vinculada a bibliografias relacionadas às instalações elétricas, equipamentos eletromédicos e fisiologia humana.

Entretanto, apesar da interdisciplinaridade do tema, por se tratar de um estudo com foco nas instalações elétricas, o principal foco da pesquisa foram as normas e os guias de referência para instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, bem como artigos científicos relacionados ao tema.

Em sequência, na segunda etapa, com base nos temas abordados na pesquisa bibliográfica, foi desenvolvido o protocolo de avaliação de instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, definindo de forma detalhada todos os procedimentos e critérios do mesmo. Maiores informações sobre o protocolo e sua composição estão dispostas no Capítulo V.

Na terceira etapa foi estabelecida a parcela de aplicação prática do projeto, estabelecendo o contato com o cenário real de EAS baianas através da aplicação do protocolo proposto de avaliação em estabelecimentos assistenciais de saúde reais.

Por fim, a quarta e última etapa da metodologia é responsável pela avaliação dos dados colhidos em campo para o estudo das instalações visitadas e identificação de pontos de maior criticidade das mesmas.

## **1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está dividido em 7 (sete) capítulos, que serão descritos brevemente a seguir. No primeiro capítulo foram apresentados os conceitos iniciais, o objetivo deste trabalho e uma breve apresentação da metodologia aplicada. No Capítulo 2 será disposta a revisão bibliográfica.

No Capítulo 3, será apresentada a fundamentação teórica sobre segurança elétrica em ambientes assistenciais de saúde, onde serão formalizadas as principais características e os conceitos básicos definidos em normas e referências relacionadas. Conceitos esses que serão importantes para o entendimento da relevância do tema apresentado. Serão apresentados os efeitos fisiológicos da eletricidade no corpo humano, abordando o risco de choque elétrico e suas classificações bem como as ferramentas existentes para vigilância da segurança elétrica em estabelecimentos assistenciais de saúde.

O Capítulo 4 é destinado a apresentar aspectos relacionados aos fundamentos teóricos da instalação elétrica, em ambientes assistenciais de saúde, apresentando suas especificidades. Foram abordados aspectos relacionados ao projeto elétrico, normatização, aterramento, manutenção e sistemas de geração de emergência.

No Capítulo 5, serão apresentados os critérios adotados para o protocolo de avaliação proposto no trabalho e no Capítulo 6 são retratados os resultados encontrados nas visitas técnicas realizadas através da aplicação da metodologia proposta. Por fim, no Capítulo 7 são expostas as conclusões e propostas algumas direções para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido à utilização cada vez maior de tecnologias em procedimentos médicos, os ambientes assistenciais de saúde têm se tornado cada vez mais dependentes do funcionamento adequado destas tecnologias e dos sistemas necessários para a garantia do funcionamento destas.

Em função da necessidade de garantia da qualidade, segurança e confiabilidade das instalações elétricas dentro do EAS, o pesquisador Parkinson (1941) foi um dos precursores na abordagem do tema de forma mais aprofundada, descrevendo as relações de dependência de uma unidade assistencial de saúde com o uso da energia elétrica, detalhando a sua aplicação na iluminação geral e de emergência, sistemas de aquecimento, sistemas de comunicação, instalação de cabeamento e orçamento de gastos com infraestrutura.

Dois anos depois, detalhando ainda mais aspectos da instalação elétrica em ambientes hospitalares, Raphael (1943a, 1943b) descreveu aspectos relacionados a tópicos como sistemas de geração de emergência, iluminação e uso de equipamentos médicos a fim de fornecer maiores informações sobre indicações de projeto para a garantia de uma instalação elétrica segura e confiável. Abordando o mesmo tema, entretanto, com o foco no ambiente de centro cirúrgico, Griffin (1958) apresentou indicações de projeto elétrico para o uso em ambientes de centro cirúrgico com foco na segurança elétrica destes ambientes, apresentando os principais riscos e possíveis ferramentas para a sua mitigação.

O tema continuou em discussão em âmbito internacional, e em 1975 e 1976 foram publicados os projetos de norma para a regulação da instalação elétrica em estabelecimentos médicos e requisitos de segurança em equipamentos médicos respectivamente (IEC, 2018). Seguindo tal tendência, em 1982 foi publicada a primeira versão do guia de recomendações para o sistema elétrico em ambientes assistenciais de saúde “Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities”, conhecido como White Book, com o intuito de servir como guia de referência para engenheiros de projeto com experiência limitada em ambientes assistenciais de saúde, bem como para fornecedores de produtos ou serviços para tal aplicação. Sua abordagem concentra-se nos aspectos de concepção e operação de instalações que são exclusivos

das instalações de cuidados de saúde, incluindo aspectos de segurança elétrica do paciente, problemas de atendimento ao paciente, continuidade do serviço elétrico, fonte de geração de emergência e os sistemas de comunicação e alarme que são exclusivos da unidade de saúde.

A partir destas iniciativas, destacando a relevância e especificidade do tema, abordando a instalação elétrica em ambientes assistenciais de saúde passou a ser discutido também no Brasil, observando-se a publicação de trabalhos na área, dando impulso inicial para o estudo, regulamentação e utilização de padrões e normas específicos para instalações elétricas hospitalares em âmbito nacional. Como pioneiro na abordagem do tema no Brasil destaca-se Gewehr (1983), que explorou os riscos de choques elétricos presentes no ambiente hospitalar, apresentando uma análise sobre os efeitos fisiológicos da eletricidade do corpo humano seguida de uma proposta de ferramentas para mitigar o risco de choque elétrico no ambiente médico hospitalar.

Em 1995, foi publicada a primeira instrução normativa abordando segurança elétrica em ambiente hospitalar, a ABNT 13435 – 1995 (ABNT, 1995) com o objetivo de estabelecer requisitos para a segurança de ambientes assistenciais de saúde. Baseada em normas internacionais da IEC a norma explora definições sobre o tema, especificando o que são considerados equipamentos eletromédicos e dividindo os locais médicos em função do tipo de procedimento realizado e determinando características gerais sobre as exigências deste tipo de instalação.

Ainda em 1995 foi publicado, pela secretaria de assistência a saúde, o manual de instalações ordinárias e especiais, abordando particularidades da instalação predial no ambiente assistencial de saúde (BRASIL,1995a). Neste ano foi também elaborado pelo ministério da saúde o material de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde abordando a manutenção incorporada à arquitetura hospitalar (BRASIL, 1995b).

Após tais publicações normativas foram publicados diversos trabalhos explorando a instalação hospitalar e suas características peculiares. Em Hein (1996) são retratados aspectos de segurança elétrica dentro do ambiente hospitalar para a garantia da segurança do paciente e da adequada funcionalidade dos equipamentos eletromédicos. Dobes (1997) apresentou em seu estudo aspectos da funcionalidade e segurança, referenciada na normatização brasileira, de instalações elétricas para estabelecimentos assistenciais de saúde aplicados ao trabalho de pesquisa da situação das instalações

elétricas destinadas à utilização de equipamentos eletromédicos de alguns hospitais da região de Florianópolis.

Em 1996 ainda abordando o tema segurança elétrica em ambiente hospitalar foi publicado pelo ministério da saúde um documento de referência sobre esta temática (BRASIL,1996). Paralelo ao tema segurança elétrica nas instalações elétricas prediais do ambiente hospitalar neste período foi também discutido a segurança elétrica dos equipamentos eletromédicos em Beskow (1997) e Maciel (1998).

Devido à rápida evolução tecnológica nesta área, existe a necessidade de constante adequação das instalações e das normas que as regulam, a fim de atender as necessidades de qualidade, segurança e confiabilidade das instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde. Desta forma, em 2002 foi publicada pela ANVISA a RDC nº50 - Regulamento Técnico para Planejamento, Programação, Elaboração e Avaliação de Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (ANVISA, 2002) e em 2008, a revisão da instrução normativa NBR 13534-2008.

Devido à criticidade intrínseca ao ambiente hospitalar, além de respeitar as indicações previstas em norma, para a garantia da segurança, existe a necessidade de análise de risco do ambiente e dos processos inerentes a ele. Apesar do ambiente hospitalar ser bastante diferenciado do industrial, só eram disponíveis ferramentas para análise de risco típicas do ambiente industrial.

Em Derosier (2002) é descrito a ferramenta de análise particular para a análise de risco em ambiente hospitalar proposta pelo U. S. Department of Veterans Affairs – Veterans Health Administration: o HFMEA (Health Care Failure Mode and Effect Analysis- Análise modal de falhas e seus efeitos em ambiente assistencial de saúde), modelo de análise híbrido que combina conceitos encontrados no FMEA (Failure Mode and Effect Analysis - análise modal de falhas e seus efeitos), HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points- Análise de perigos e pontos críticos de controle) e definições do RCA (Root Cause Analysis- Análise de causa raiz).

A aplicação desta ferramenta foi posteriormente abordada em Aspden *et al* (2004), através da contextualização do uso da ferramenta no contexto de segurança do paciente; em Azevedo (2004) na elaboração de uma proposta de modelo de gerenciamento de risco aplicado ao desempenho de equipamentos eletromédicos; e em Dominici (2006) e Kimchi (2006) através da levantamento de resultados da aplicação da

ferramenta no ambiente hospitalar. Em Sousa (2014) para a identificação de possíveis modos de falha no setor de expurgo do centro de material e esterilização.

Acompanhando a tendência do estudo em análise de risco em ambiente hospitalar, foi publicado no Brasil uma abordagem sobre o controle dos riscos da utilização de tecnologia médico-hospitalar voltada para o cenário nacional (FLORENCE; CALIL, 2005). Em outros países podem ainda ser encontrados guia de referência em segurança hospitalar publicados por hospitais de referência como o BMC (2012) e o MCV (2011).

Apesar do uso de equipamentos eletromédicos já ser consolidado, muitos são os problemas oriundos uso desses equipamentos e dos sistemas a eles atrelados. Entretanto, ainda que os eventos adversos possam estar atrelados a graves consequências, ainda existe grande dificuldade de obtenção de estatísticas oficiais de acidentes. Visando estimular a notificação de eventos adversos em ambientes assistenciais de saúde, de forma a viabilizar a obtenção de um banco de dados abordando notificação de reações adversas, agravos e queixas técnicas sobre produtos de saúde, a ANVISA criou em 2002 o projeto Sentinela.

Abordando o tema proposto no programa Sentinela em Luppi (2010) propõe-se o gerenciamento do risco hospitalar na área de tecnovigilância e em Souza (2011) e Carneiro (2011) a análise de eventos adversos no ambiente hospitalar.

De forma complementar aos métodos de registro e estudo de eventos adversos dentro do ambiente de assistência médica outra ferramenta disponível para a garantia de segurança e qualidade do sistema assistencial de saúde são as creditações e certificações. Feldman (2005) apresenta o tema explanando a evolução da acreditação hospitalar, apresentando o seu desenvolvimento no cenário nacional e internacional e apontando o uso de creditações como uma ferramenta eficiente para a melhoria da segurança e qualidade do serviço prestado em unidades de saúde.

Em Assis (2008) são apresentados fundamentos sobre o processo de acreditação no Brasil associado a uma avaliação dos números de creditações e certificações registrados na organização nacional de acreditação no ano da pesquisa realizada.

Nos estudos apresentados por Mendes e Mirolanda (2015) e Terra e Berssaneti (2017), foram apresentados impactos da implantação da acreditação hospitalar em serviços de saúde, indicando que boas práticas da qualidade em serviços da saúde nos hospitais, quando associada à acreditação, proporcionam melhorias organizacionais quanto à gestão de processos, ao aumento da segurança aos pacientes, ao

desenvolvimento dos profissionais de saúde e contribuindo também para a melhoria de imagem pública dos hospitais acreditados.

Ainda no contexto de ferramentas para a garantia de segurança elétrica no ambiente hospitalar em Torres, Valiquette e Mukhedkar (2006) é proposto um sistema para a garantia de segurança elétrica. O sistema proposto é baseado em duas partes distintas: um “conselheiro” teórico e um orientador prático, onde o primeiro conselheiro auxilia na instalação e avaliação de sistemas de terra através de um guia para medições de resistência do solo para análise. Enquanto, o outro “conselheiro” auxilia na verificação e operação do sistema.

O mesmo tema é abordado a posteriori em Barbosa, Iaione e Spalding (2010), onde são abordados os frequentes relatos de eventos adversos ocorridos dentro do ambiente assistencial de saúde ocasionados por choques elétricos e propõe em seu artigo uma ferramenta de segurança elétrica através de um dispositivo de monitoramento de isolamento associado a um sistema de notificação. Marques (2017) aborda o tema de tecnovigilância no cenário nacional abordando também aspectos de gerenciamento de risco dentro do ambiente hospitalar, através do estudo de caso de um hospital mineiro.

O sistema de aterramento IT médico também é tratado em pesquisas envolvendo instalações elétricas me ambiente hospitalar. Naseeruddin (2003) e Hofheinz (2003) explanam o tema de segurança elétrica em ambiente hospitalar com foco no sistema de aterramento IT-médico, abordado suas particularidades de funcionamento e suas indicações de uso dentro do ambiente assistencial de saúde.

Posteriormente em Parise *et al* (2014, 2015a) enfatiza a importância da continuidade de serviço dentro do ambiente hospitalar, retratando o sistema de IT-médico e seu funcionamento. É destacado neste artigo a relevância da inclusão do tempo de pausa para a que a equipe responsável possa realizar adequações antes que o sistema entre em colapso, em sistemas atendidos pelo sistema IT-médico em caso de ocorrência sobrecorrente ou sobretensão. Dando continuidade ao tema Pinhat e Bellan (2017) exploram o tema aterramento IT-médico, com foco em sua aplicação dentro de centro cirúrgicos.

Além da garantia de um projeto adequado para a instalação predial, de um ambiente assistencial de saúde, deve-se garantir uma política de manutenção eficiente. Discutindo o tema Souza e Coelli (2011) expõem, através do estudo de casos reais, riscos aos quais as unidades estão suscetíveis devido à falta de manutenção adequada.

Guimarães (2012) evidencia a complexidade existente dentro de um ambiente hospitalar e aborda a problemática da manutenção predial e de equipamentos em estabelecimentos de saúde destacando as dificuldades existentes em função do avanço constante das tecnologias utilizadas em face à falta de corpo técnico de engenharia clínica nas unidades assistenciais de saúde públicas. Em Amorim *et al* (2013) através do estudo sobre a prestação de serviços de manutenção predial em unidades de saúde foi constatado um cenário crítico quanto aos planos de manutenção predial, indicando a vulnerabilidade dos estabelecimentos assistenciais de saúde.

Propondo soluções para as dificuldades encontradas na realização de manutenções prediais de estabelecimentos assistenciais de saúde Fornasier (2016) apresenta normas e documentos regulatórios relacionados à manutenção predial hospitalar e expõe recomendações para a elaboração de planos de manutenção eficientes.

Considerando a necessidade do ambiente hospitalar de garantir um desempenho operacional que preserve a continuidade do serviço global, em Parise *et al* (2015, 2016) aborda aspectos de seletividade e imunidade a falhas, à interferência, facilidade de manutenção do sistema e suas partes, flexibilidade e capacidade de expansão através de exemplos de casos de sistemas em complexos de edifícios, para satisfazer as necessidades hospitalares e o desempenho da qualidade médica.

Em Scarpino (2017) é realizada uma avaliação das cargas elétricas de um hospital de alta complexidade, avaliando as suas influencias com problemas de qualidade de energia e propõe um método de abordagem para o projeto de sistemas elétricos hospitalares a partir da classificação de cargas elétricas, definição da rede topológica e dos cálculos de fluxo de carga para garantir a distribuição correta de potencia ativa e reativas e um balanço real em termos de investimento, segurança elétrica, confiabilidade e custos operacionais.

## **CAPÍTULO III**

### **3. SEGURANÇA ELÉTRICA NO USO DE ELETRICIDADE EM AMBIENTE HOSPITALAR**

Este capítulo é destinado a apresentar uma fundamentação teórica sobre a segurança elétrica em estabelecimentos assistenciais de saúde, apresentando os efeitos fisiológicos da eletricidade e os conceitos de macro e de micro choque. Esses conceitos são importantes para o entendimento da relevância do tema segurança elétrica neste tipo de edificação e das possíveis implicações que uma instalação elétrica não adequada pode implicar.

Além disso, algumas das ferramentas existentes para assegurar a segurança elétrica dentro de ambientes assistenciais de saúde com o objetivo de fiscalizar aspectos relacionados a instalação das unidades ou dos equipamentos eletromédicos são destacadas nesse capítulo. A primeira ferramenta abordada é a certificação de equipamentos eletromédicos, que dentre outros parâmetros, avaliam aspectos de segurança elétrica destes equipamentos, garantindo que os mesmos atendem a todos os requisitos descritos em norma para segurança elétrica do equipamento. Em seguida são apresentadas algumas definições e conceitos sobre a acreditação hospitalar, além da realização de uma avaliação dos índices de acreditação no estado da Bahia.

Por fim, são apresentados alguns aspectos sobre tecnovigilância e registro de eventos adversos, em estabelecimentos assistenciais de saúde, no Brasil.

#### **3.1. SEGURANÇA EM ESTABELECEMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

A segurança da vida e a preservação da propriedade devem ser os dois fatores de maior relevância na concepção do sistema elétrico, principalmente em estabelecimentos assistência de saúde por causa do acesso ao público com elevada densidade de ocupação de pacientes. Como cada atividade, ou função desenvolvida num local médico, necessita de requisitos específicos de segurança, a especificação do local médico descrevendo o tipo de equipamentos e procedimentos a serem realizados em cada local é de fundamental relevância para que o projeto da instalação atenta a todas as necessidades (ABNT, 2008b; CASTELLARI, 2009; VENEZIANO; ASSIS, 2014).

A utilização de equipamentos eletromédicos em pacientes sob cuidados intensivos de importância crítica, requer da instalação elétrica uma confiabilidade e uma segurança compatíveis.

Segundo o *Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities*, publicado pelo IEEE (IEEE, 2007), a segurança elétrica pode ser dividida em cinco categorias: segurança para o pessoal de manutenção e operação; segurança para o público em geral; segurança para os doentes em cuidados gerais; segurança para pacientes em cuidados intensivos; e segurança para pacientes e funcionários em locais úmidos.

A segurança para o pessoal de manutenção e operação é alcançada através do projeto e da escolha de equipamentos adequados, incluindo a iluminação e a capacitação dos operadores dos equipamentos. Adicionalmente, para assegurar a segurança para o público em geral, o projeto também exige a garantia de isolamento dos equipamentos e gabinetes de um possível contato casual. Isto é conseguido através do uso de trancas em áreas restritas, aterramento apropriado, limitação de níveis de falha e instalação de barreiras e outras formas de isolamento de áreas de perigo.

Para pacientes, a segurança requer que todas as características de projeto usadas para proteger o público em geral também sejam aplicadas, com a adição de disposições especiais para minimizar as diferenças potenciais entre quaisquer duas superfícies condutoras que possam entrar em contato com o paciente de forma direta ou indireta. Em caso de pacientes sob cuidados especiais, os requisitos de segurança são, em geral, ainda mais restritos e devem ser analisados em função de cada área específica, já que o tipo de procedimento a ser realizado influenciará diretamente nestas exigências.

De forma geral, a proteção dos circuitos elétricos é um requisito de segurança fundamental de todos os sistemas elétricos, e a sua segurança está diretamente ligada à integridade dos pacientes, operadores e instalações da unidade assistencial de saúde (ABNT, 2008b; IEEE, 2007).

### **3.2. EFEITOS FISIOLÓGICOS DA ELETRICIDADE**

A compreensão de alguns dos parâmetros fisiológicos relacionados com a ação da eletricidade no corpo humano deve dar aos profissionais envolvidos no projeto ou operação de instituições de cuidados hospitalares, uma melhor compreensão dos fatores envolvidos no ambiente seguro.

Devido aos parâmetros físicos, o corpo humano pode apresentar alguns efeitos fisiológicos devido à passagem de corrente elétrica no corpo, ou parte dele. Os principais fatores para a ocorrência dos efeitos fisiológicos causados pela passagem da corrente elétrica através do corpo humano são a intensidade da corrente; impedância do corpo; frequência da corrente elétrica; duração do choque elétrico; e densidade de corrente elétrica através do corpo (ANVISA, 2017).

Ao passar através do corpo humano, a corrente elétrica causará um efeito fisiológico diretamente proporcional a sua intensidade. Variando entre casos em que a corrente é imperceptível, para correntes menores que 1 mA, até casos de queima de tecidos, com correntes maiores que 5 A.

A impedância do corpo humano é resistiva e bastante variável. Em condições normais (pele seca), a resistência da pele varia de 100.000  $\Omega$  a 300.000  $\Omega$ , chegando a 1% deste valor se a pele estiver molhada. Além disto, quanto maior for a superfície e a pressão de contato, menor será a impedância do corpo, mesmo fato que ocorre quando se eleva a temperatura da pele (BRASIL b, 2002).

Geralmente, os valores das correntes de percepção (menor valor que o indivíduo pode detectar) e de “*Let Go*” ou corrente de libertação (corrente máxima que faz com que os músculos do braço se contraíam, mas que ainda permite que a mão solte a fonte da corrente, recebe o apropriado nome de corrente de libertação) aumentam, proporcionalmente, com o aumento da frequência, e os danos provocados pela corrente elétrica são proporcionais à duração do choque elétrico. Sabe-se que a densidade de corrente elétrica é inversamente proporcional à área da seção transversal do condutor, devido a maior dispersão da corrente elétrica num maior volume condutor, por isto, quanto maior for o volume corporal do indivíduo, menor será a densidade de corrente elétrica numa dada região do corpo (ANVISA, 1996; BRASIL, 2002).

Ao circular pelo organismo humano, a corrente elétrica provoca diversos efeitos e consequências, desde um susto até o óbito. Desta forma, são apresentadas a descrição de algumas das possíveis consequências:

- **Contrações Musculares:** Ao ser percorrido por uma corrente elétrica, são desenvolvidos no músculo, potenciais eletroquímicos que podem ocasionar a contração muscular. A contração e dor muscular podem se desenvolver com 1 a 5 mA, e em casos de correntes superiores a 6 mA podem acontecer reações de contrações não controladas (no-let-go). Acima de 30 mA essas reações aumentam de intensidade e o indivíduo

perde o controle muscular, e não pode mais se afastar voluntariamente. Se esta contração for forte e prolongada, ela pode resultar em dores intensas e no estado de fadiga muscular, podendo ocasionar a tetanização das fibras musculares, onde, mesmo cessando o estímulo, o músculo permanece contraído (IEEE, 2007; MACIEL; RODRIGUES, 1998);

- Fibrilação e Parada Cardíaca: Quando o coração é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade elevada, ocorre parada cardíaca, que tem como principal característica a total inibição do coração como bomba. Porém, quando esta corrente elétrica é de intensidade menor do que a capaz de produzir a parada cardíaca, ela pode provocar a despolarização de partes do músculo cardíaco, ocasionando o fenômeno conhecido como fibrilação cardíaca. A fibrilação ventricular é um caso extremamente grave, por ter consequências idênticas à da parada cardíaca, com o agravante de que mesmo quando cessa o estímulo elétrico, ao contrário do que acontece na parada cardíaca, o ritmo normal do coração comandado pelo nodo sinoatrial não é retomado, fazendo-se necessário o uso do equipamento eletromédico conhecido por desfibrilador (LOURENÇO *et al*, 2007; MACIEL; RODRIGUES, 1998);

- Queimaduras: Os efeitos térmicos provocados pelo choque elétrico no organismo humano se devem à passagem da corrente elétrica pelo tecido biológico, que funciona como uma resistência, fazendo com que haja liberação de energia calorífica, fenômeno conhecido por efeito Joule, produzindo queimaduras na parte atingida do corpo (MACIEL; RODRIGUES, 1998).

A evolução dos efeitos da queimadura leva aos estágios do choque circulatório e se modifica segundo os diferentes graus de gravidade, dividindo-se em estágio não progressivo, no qual os mecanismos compensatórios da circulação normal poderão causar a recuperação completa, sem a terapia de ajuda; estágio progressivo, no qual, sem terapia, o choque torna-se progressiva e continuamente pior, levando até a morte; estágio irreversível, no qual o choque progrediu a tal grau que qualquer forma de terapia conhecida é inadequada para salvar a pessoa, mesmo que ainda esteja viva.

Em procedimentos cirúrgicos, este o efeito térmico é aplicado, de forma controlada, através do uso do bisturi elétrico para a coagulação de locais de sangramento devido a cortes realizados durante a execução do procedimento (LOURENÇO *et al*, 2007; MACIEL; RODRIGUES, 1998);

- **Eletrólise no Sangue:** Ao ser submetido a um choque elétrico em corrente contínua, os sais minerais presentes no sangue se aglutinam, podendo provocar a mudança de concentração de alguns sais, como o íon potássio ( $K^+$ ) responsável pelo funcionamento do nodo sinoatrial, ou formar coágulos, resultando na redução da circulação sanguínea (MACIEL; RODRIGUES, 1998);

- **Danos a Outros Órgãos -** Durante a ocorrência de um choque elétrico pode haver a liberação de toxinas, como a mioglobina, responsável pela insuficiência renal, ou então podem ocorrer o deslocamento de estruturas ou órgãos, fenômeno este conhecido por prolapso, que pode comprometer, parcial ou totalmente, o funcionamento de alguns órgãos (LOURENÇO *et al*, 2007; MACIEL; RODRIGUES, 1998).

### **3.3. O CHOQUE ELÉTRICO**

O risco de choque elétrico resultante da utilização de equipamentos eletromédicos existe em todos os ambientes de um estabelecimento assistencial à saúde. Entretanto nos procedimentos em que existe a necessidade do uso de técnicas invasivas tais riscos são agravados. Isto ocorre, pois ao deixar o paciente desprovido da proteção elétrica da pele, ocorre uma redução da impedância do corpo, que oferecerá menor resistência ao choque elétrico.

Portanto, para diferenciar os riscos elétricos a que pacientes e o pessoal da área de saúde estão sujeitos, classifica-se os choques elétricos em dois grupos: o macrochoque e o microchoque (KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 1995).

O macro-choque é a resposta fisiológica indesejada à passagem de corrente elétrica através da superfície do corpo humano, que produz estímulos desnecessários e indesejados, contrações musculares ou lesões dos tecidos. É estabelecido através da relação de contatos elétricos estabelecidos externamente com o corpo humano estando a pele íntegra. Pode atingir tanto o paciente quanto o pessoal médico.

Alguns equipamentos eletromédicos possuem partes metálicas, como o gabinete e o chassis, aos quais o pessoal médico e o paciente têm acesso. Caso estas partes metálicas não estejam aterradas, em instalações com apenas dois condutores, ou com condutor de proteção em situação de não conformidade, em caso de curto-circuito ou perda da isolação entre o condutor fase e as partes de metal, este objeto metálico será submetido ao potencial da rede de alimentação. Se o indivíduo tocar, simultaneamente, na parte de metal do equipamento e num objeto aterrado, ocorrerá um macrochoque.

Esta corrente de choque elétrico, detectada pelo indivíduo, pode ocasionar desde sensação de desconforto até levar à morte, caso parte vitais como o coração e o centro respiratório sejam atingidas.

Caso o choque decorra da resposta fisiológica indesejada à passagem de corrente elétrica dentro do organismo de forma direta, através de cateteres ou eletrodos aplicados no coração ou próximo dele, denomina-se microchoque. Algumas das possíveis causas que podem acarretar em um microchoque estão relacionadas aos problemas com o aterramento do sistema elétrico, como a ruptura do condutor de proteção, falhas no circuito terra ou uso de equipamentos não aterrados (ANVISA, 1996; MACIEL; RODRIGUES, 1998).

### **3.4. CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS**

A segurança elétrica dentro de ambientes assistenciais de saúde depende diretamente das condições das instalações elétricas e dos equipamentos eletromédicos utilizados. A regulamentação dos equipamentos eletromédicos acontece sob o regime da Vigilância Sanitária e compreendem todos os equipamentos de uso em saúde com finalidade médica, odontológica, laboratorial ou fisioterápica, utilizados direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia, reabilitação ou monitorização de seres humanos e, ainda, os com finalidade de embelezamento e estética (ANVISA, 2005).

Como o intuito de certificar que os aparelhos disponíveis no mercado brasileiro atendem aos requisitos mínimos de desempenho, segurança elétrica e compatibilidade eletromagnética, a industrialização, exposição à venda ou entrega ao consumo no mercado brasileiro só podem ser realizados após registro no Ministério da Saúde de acordo com a regulamentação vigente (ABDI, 2010).

A certificação de produtos no Brasil é realizada por meio de diversas instituições públicas e privadas. E o gerenciamento e operação dos meios técnicos de certificação de produtos são realizados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Entretanto, como a responsabilidade sobre equipamentos eletromédicos também englobam outros Ministérios, as regulamentações para a certificação dos mesmos é realizada em parceria com o Ministério da Saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Associação Brasileira dos Importadores de Equipamentos, Produtos e Suprimentos Medico-Hospitalares (ABIMED), Associação Brasileira da

Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (ABIMO), Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Implantes (ABRAIDI) e a Associação Brasileira dos Importados de Equipamentos, Produtos e Suprimentos.

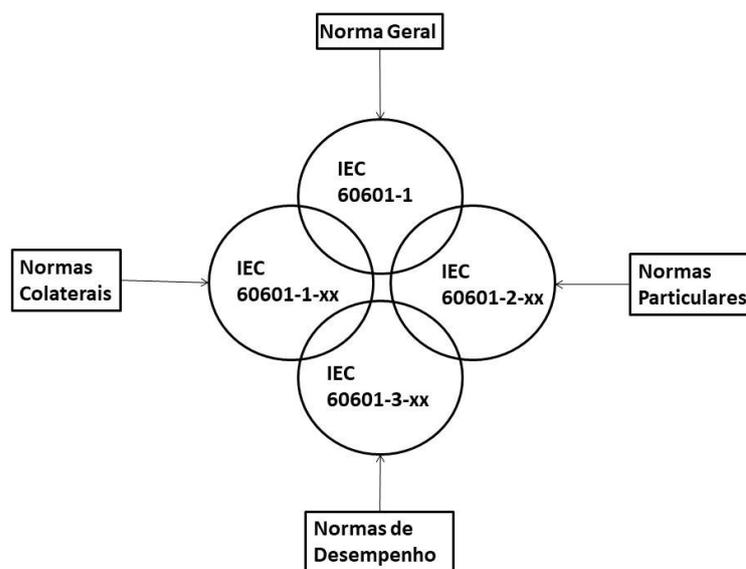
O processo de certificação de equipamentos eletromédicos inclui: auditorias de qualidade, inspeção em fábrica e ensaios de conformidade do produto. O início do processo de certificação costuma ocorrer através de certificadoras, empresas privadas ou públicas que atuam sob o escopo do INMETRO e são formalmente reconhecidas como competentes para emitir certificados de produtos e serviços segundo o regulamento técnico estabelecido pelo INMETRO (PERREIRA, 2015).

Para ensaios de produtos costumam ser utilizados os laboratórios acreditados pelo INMETRO, que formam a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE). Enquanto as certificadoras são acreditadas para um determinado regulamento, os laboratórios são acreditados segundo os ensaios normalizados que realizam.

A regulamentação de equipamentos eletromédicos foi tratada inicialmente no âmbito do Ministério da Saúde, por meio da Portaria 2043/1994 (BRASIL, 1994), instituindo o Sistema de Garantia da Qualidade para produtos médicos correlatos, designando o Sistema Brasileiro de Certificação (SBC) para o processo de certificação, o mesmo já usado na certificação do INMETRO, sem, entretanto, definir regulamentos específicos. Somente em 1999, a ANVISA publicou a resolução RE/ANVISA nº 444/1999 (BRASIL, 1999), adotando a norma técnica brasileira NBR IEC 60601-1: Equipamento Eletromédico, condicionando a concessão do registro necessário à comercialização do produto a, entre outros requisitos, fornecimento de cópia do certificado de conformidade emitido por organismo de certificação de produto, credenciado no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação SBC, que, por sua vez, é operado pelo INMETRO (PERREIRA, 2015).

A norma NBR IEC 60601-1 é derivada da norma internacional IEC 60601-1, aplicável a equipamentos eletromédicos em geral. Estipulando requisitos que visam garantir a segurança de pacientes e operadores contra choque elétrico, funcionamento incorreto, riscos mecânicos, incêndio, biocompatibilidade e compatibilidade eletromagnética (CEM), entre outros. Paralelamente a norma geral, foram estabelecidas também normas colaterais a geral, normas de desempenho e também normas específicas para diferentes tipos de equipamentos eletromédicos, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Normas da série IEC 60601.



Fonte: Adaptado de Moraes (2006).

A portaria instrução normativa nº 8/2009 da ANVISA e a portaria 350/2010 INMETRO 350/2010 (INMETRO, 2010) são as mais recentes sobre as regras e requisitos da Certificação Compulsória de Equipamentos Elétricos sob Vigilância Sanitária, definindo o processo de certificação para os produtos apontados na resolução RE/ANVISA nº 444/1999 (MORAES, 2006; PERREIRA, 2015).

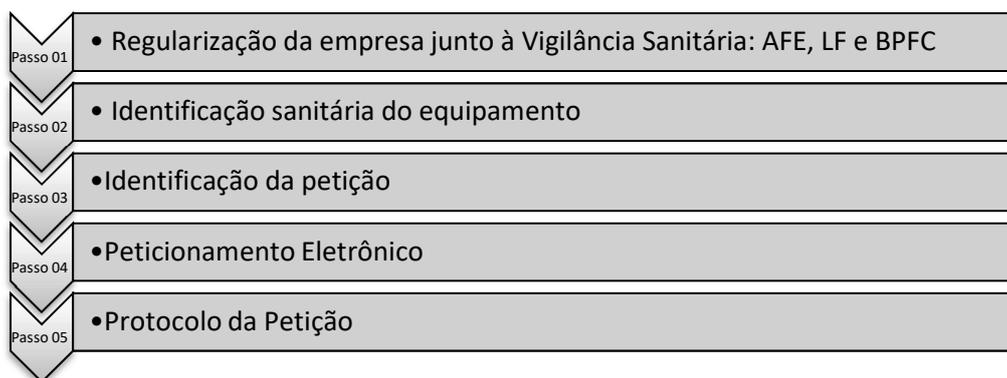
A maioria da totalidade das normas brasileiras para ensaios em equipamentos eletromédicos são de responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Especificamente para Equipamentos Eletromédicos (EEM), atualmente a ABNT possui 59 normas, sendo 12 puramente elaboradas no Brasil (NBR), 40 adaptadas de normas elaboradas pela International Electrotechnical Commission (NBR IEC) e 7 adaptadas de normas elaboradas pela International Organization for Standardization (NBR ISO). Com referência específica a EEM envolvendo radiações ionizantes, são também utilizadas 3 regulamentações técnicas elaboradas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (BRUNO *et al*, 2010; MONTEIRO; LESSA, 2005).

Todos os procedimentos para regularização do equipamento médico estão pautados sobre o processo protocolado na ANVISA. O início do processo de cadastramento se dá por meio de uma petição de origem (petição de registro ou cadastro) da empresa.

Ao chegar à ANVISA, esta petição recebe um número de expediente e dá origem ao processo, aqui denominado de “processo-mãe”; daí em diante, todas as petições subsequentes (alteração, revalidação, aditamento, cancelamento etc.), serão apensadas ao seu respectivo processo-mãe. Ao processo-mãe é atribuída uma identificação de sequência numérica, composta de 11 (onze) números acompanhados do ano de início do processo e finalizado pelo dígito verificador; ao número completo dá-se o nome de “nº do processo” (ABDI, 2010).

A solicitação de registro e cadastro do equipamento é dividida em cinco passos principais, são eles (ABDI, 2010): Regularização da empresa junto à Vigilância Sanitária; Identificação sanitária do equipamento; Identificação da petição; Peticionamento Eletrônico; e Protocolo da Petição. O fluxograma simplificado e completo do processo de solicitação de registro está descrito na Figura 3 e no anexo A, respectivamente.

Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de solicitação de registro de equipamentos eletromédicos.



Fonte: O autor.

O ponto de partida para solicitação de registro ou cadastro de equipamentos médicos na ANVISA é o passo 1 do fluxograma “a regularização da empresa junto à Vigilância Sanitária”, o que compreende a obtenção da Autorização de Funcionamento da Empresa (AFE) e a Licença de Funcionamento local (LF), também conhecida por Alvará de Funcionamento. Posteriormente é necessária a comprovação de atendimento dos requisitos de boas práticas de fabricação e controle (BPFC), por meio de inspeção sanitária *in loco* realizada pela VISA local (ABDI, 2010; ANVISA, 2005).

Para a identificação sanitária do equipamento correspondente ao segundo passo corresponde à sua identificação e a classificação estabelecendo sua classe e regra regente, conforme critérios adotados pela ANVISA. Neste momento, também deve ser verificado se o equipamento necessita de certificações e relatórios complementares para obtenção do registro ou cadastro.

A classificação dos equipamentos médicos é realizada em função do risco associado na utilização dos mesmos, divididas em quatro classes de risco: Classe I – baixo risco; Classe II – médio risco; Classe III – alto risco; e Classe IV – máximo risco.

A classificação de risco é realizada seguindo as dezoito regras dispostas na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 185/2001. O enquadramento da regra obedece à indicação e finalidade de uso do equipamento, e o agrupamento das regras atribuído por: produtos não invasivos, produtos invasivos, produtos ativos e regras especiais, conforme Tabela 1. A descrição detalhada das regras estabelecidas está disposta no anexo B (ANVISA, 2001; ANVISA 2005).

Tabela 1: Atribuição de regras para equipamentos eletromédicos.

	Regras
Produtos não invasivos	1,2,3, e 4
Produtos invasivos	5,6,7, e 8
Produtos ativos	9,10,11, e 12
Regras especiais	13, 14, 15, 16, 17 e 18

Fonte: O autor.

Alguns equipamentos estão sujeitos à apresentação do relatório de informações econômicas e o certificado de conformidade do INMETRO ou um relatório consolidado de testes. Para a certificação de conformidade destes equipamentos ou emissão do relatório citado, devem ser contatados os Organismos de Certificação de Produtos (OCP), acreditados pelo Inmetro, seguindo as normas técnicas vigentes.

Ao identificar o tipo da petição, dá-se início ao passo 3 “Identificação da petição”, etapa em que alguns pontos devem ser avaliados, tomando como base a identificação sanitária de equipamento realizada previamente. De posse desta informação, deve ser verificado: se o produto em questão é sujeito ao registro ou cadastro na ANVISA; se, havendo mais de um modelo, há possibilidade de registro por família de equipamento; quais produtos (acessórios, partes e peças) podem ficar incluídos no registro ou cadastro

do equipamento; e se o produto já é registrado ou cadastrado, qual outra petição é desejada (alteração, cancelamento, revalidação, transferência de titularidade, aditamento ou retificação de publicação) (ABDI, 2010; ANVISA, 2005).

A abertura de petição eletrônica (passo 4) é a ação que dá início, efetivamente, à solicitação de registro ou cadastro de um produto na ANVISA. Sempre que se deseje incluir uma petição complementar (alteração, cancelamento, revalidação, transferência de titularidade, aditamento ou retificação de publicação) a um processo já existente, o peticionamento eletrônico também deverá ser realizado, informando sempre o número do processo-mãe (ABDI, 2010; ANVISA, 2005).

Para efetuar o peticionamento eletrônico, deve-se acessar o *site* da ANVISA e preencher as informações solicitadas. No entanto, é necessário que antes a empresa realize o seu cadastramento junto ao sistema eletrônico da ANVISA. Ao término do peticionamento eletrônico é gerada o Guia de Recolhimento da União (GRU) indicando o valor a ser pago pela petição indicada.

Após concluir a montagem do processo e efetuar o peticionamento eletrônico, a petição deverá ser protocolada fisicamente na ANVISA (passo 5). O protocolo é realizado exclusivamente na Unidade de Atendimento e Protocolo (UNIAP) (ABDI, 2010; ANVISA, 2005).

Nota-se, portanto, a existência de uma sólida estrutura de fiscalização para a validação e autorização de comercialização de equipamentos eletromédicos garantindo a qualidade do processo de fabricação como um todo do equipamento além da certificação de segurança do projeto em si, através dos ensaios estabelecidos para cada classe de equipamento. Esta estrutura de fiscalização é de suma relevância para a garantia de segurança dos equipamentos eletromédicos disponibilizados no país, atestando a qualidade dos mesmos para uso em procedimentos médicos, garantindo dentre outros parâmetros a segurança elétrica.

### **3.5. CERTIFICAÇÕES E ACREDITAÇÕES EM EAS**

De forma paralela às certificações de equipamentos eletromédicos, a garantia de segurança e de qualidade do ambiente hospitalar é abordada através de certificações e acreditações. A acreditação pode ser definida como um sistema de avaliação e certificação da qualidade de serviços de saúde, com caráter eminentemente educativo, voltado para a melhoria contínua, sem finalidade de fiscalização ou controle

oficial/governamental, não devendo ser confundida com os procedimentos de licenciamento e ações típicas de Estado (ONA, 2018).

O processo de acreditação é caracterizado por três princípios fundamentais: O processo de acreditação é voluntário, ou seja, é a organização, serviço ou programa da saúde que manifesta o interesse em ser avaliado; O processo é periódico, de modo que os serviços de saúde devem passar por avaliações seguindo os prazos estabelecidos por cada nível de acreditação; E a não divulgação das informações coletadas, garantindo o acesso destas informações apenas pela instituição avaliada (ONA, 2018).

As avaliações da qualidade na saúde iniciaram-se em 1924 através do Programa de Padronização Hospitalar (PPH), desenvolvido pelo Colégio Americano de Cirurgiões (CAC). Posteriormente, em 1951, através da parceria da CAC com a Associação Médica Americana, Associação Médica Canadense, Colégio Americano de Clínicos e Associação Americana de Hospitais, foi criada a Comissão Conjunta de Acreditação dos Hospitais (CAAH) que logo, em 1952, delegou oficialmente o programa de Acreditação a *Joint Commission on Accreditation of Hospitals*, conhecido até hoje como o programa de acreditação de maior reconhecimento internacional (FARIAS; CARVALHO; ERNESTINO, 2010; FELDMAN; GATTO; CUNHA, 2005).

O desenvolvimento do tema qualidade do ambiente hospitalar no Brasil teve início na década de 70 com a publicação de normas e regulamentações pelo Ministério da Saúde. Na década de 90, o Programa de Qualidade com o objetivo de promover a cultura de acreditação foi alavancado pelo Ministério da Saúde. O tema passou a ser amplamente discutido em âmbito nacional e em 1999 através da colaboração de entidades públicas e privadas do setor de saúde foi fundada a Organização Nacional de Acreditação (ONA). A ONA é uma organização privada, sem fins lucrativos e de interesse coletivo, que tem como principais objetivos à implantação nacional de um processo permanente de melhoria da qualidade da assistência à saúde, estimulando todos os serviços de saúde a atingirem padrões mais elevados de qualidade, dentro do Processo de Acreditação (FELDMAN; GATTO; CUNHA, 2005; ONA, 2018).

Na ONA ocorre o credenciamento das instituições acreditadoras, que tem a responsabilidade de realizar a avaliação e a certificação da qualidade dos serviços de saúde. A avaliação, então, é realizada pelas Instituições Acreditadoras Credenciadas, tendo como referência as normas do Sistema Brasileiro de Acreditação e o Manual Brasileiro de Acreditação. O processo de avaliação da acreditação dá-se a partir de

padrões previamente estabelecidos através da comparação do que é encontrado nos estabelecimentos visitados com o padrão considerado como referência. Assim sendo, verifica-se se o estabelecimento avaliado atinge ou não o padrão estabelecido como adequado para a emissão do certificado pela instituição acreditadora.

A certificação pode ocorrer em três níveis distintos: acreditado, acreditado pleno e acreditado com excelência. O nível 1 “Acreditado” é atribuído a instituições que atendem aos critérios de segurança do paciente em todas as áreas de atividade, incluindo aspectos estruturais e assistenciais. Neste nível devem ser garantidos recursos físicos, humanos, materiais e financeiros necessários, de modo a garantir a estrutura adequada do estabelecimento.

Para instituições que, além de atender aos critérios de segurança, apresenta gestão integrada, com processos ocorrendo de maneira fluida e plena comunicação entre as atividades é atribuído o nível 2 “Acreditado Pleno”.

Para garantir a classificação como nível 3 “Acreditado com Excelência”, a instituição avaliada deve garantir excelência em gestão, demonstrando uma cultura organizacional de melhoria contínua com maturidade institucional. Neste nível a gestão deve estabelecer indicadores para acompanhar o resultado das atividades e seu impacto na sociedade.

O processo de acreditação está em constante atualização, para acompanhar as exigências dos locais de saúde. Portanto, para acompanhar tais atualizações, as avaliações apresentam validades, que variam em função do nível de certificação. Sendo atribuídos 2 anos de validade para os níveis de “Acreditado” e “Acreditado Pleno”, e 3 anos de validade para “Acreditado com excelência” (ONA, 2018).

De forma adicional existe também o selo de qualificação ONA, destinado a serviços de apoio a organizações de saúde, como serviços de processamento de roupas para serviços de saúde, dietoterapia, manipulação e esterilização e reprocessamento de materiais. Assim como a acreditação, a avaliação para obtenção do Selo ONA é voluntária, periódica e reservada. A certificação é concedida a instituição que atendem aos critérios de segurança, incluindo aspectos estruturais e de gestão e apresenta validade de um ano (ONA, 2018).

A acreditação voluntária de EAS é uma grande promotora da confiabilidade e segurança dentro de estabelecimentos assistenciais de saúde. As creditações são realizadas através de entidades nacionais ou internacionais, destacando-se a

*International Standardization Organization (ISO)*, a *ONA*, a *Joint Comission for Accreditation on Health Organizations (JCAHO)*, a *American Association of Blood Banks (AABB)*, etc. Tais organismos estabelecem exigências aos estabelecimentos acreditados abordando diversos tópicos de avaliação que vão desde a gestão de serviços do local até questões de infraestrutura predial como aspectos da instalação elétrica do estabelecimento. Dentre os parâmetros avaliados a segurança elétrica das instalações é um dos pontos levantados pela maioria das creditações, ainda que de forma superficial (BRASIL, 2002a; FELDMAN; GATTO; CUNHA, 2005; JCI, 2014; MAIA; ROQUETE, 2014; MONTEIRO; LESSA, 2005).

Segundo os estudos apresentados por Assis (2008), Mendes e Mirolanda (2015) e Terra e Berssaneti (2017), onde foram apresentados impactos da implantação da acreditação hospitalar em serviços de saúde, tem-se que, nos hospitais avaliados nas pesquisas, as boas práticas da qualidade em serviços da saúde nos hospitais, quando associada à acreditação, proporcionam melhorias organizacionais quanto à gestão de processos, ao aumento da segurança aos pacientes, ao desenvolvimento dos profissionais de saúde e contribui também para a melhoria de imagem pública dos hospitais acreditados.

O estudo apresentado por Oliveira *et al* (2016) através da entrevista de gestores de qualidade de EAS brasileiras abordou a implantação da acreditação hospitalar, sob a percepção de gestores da qualidade. Nesse enfoque, observou-se que as vantagens se relacionam com melhorias no gerenciamento e também na centralização e na segurança do usuário, o que foi traduzido como vantagens à qualidade da assistência.

Atualmente existem no Brasil 655 creditações e certificações distribuídas entre os diversos tipos de certificação existentes. No cenário atual, as certificações e creditações se concentram nas aplicações para hospitais e ambulatorios, como pode ser visto na Tabela 2, onde pode-se notar que apesar da existência de creditações voltadas para a avaliação de especialidades e serviços específicos, a maior concentração de creditações ainda é voltada para a avaliação de hospitais como um todo.

Quanto ao nível das creditações concedidas, as mesmas são divididas em: 258 Acreditações “Acreditado com excelência”; 184 Acreditações “Acreditado pleno”; 196 Acreditações “Acreditado”; 17 Selos de qualificação.

Tabela 2. Dados de tipos de creditações e certificações concedidas no Brasil.

Tipo de Certificação	Nº
Ambulatório	132
Atenção Domiciliar	7
Diagnóstico por Imagem, Radioterapia e Medicina Nuclear	68
Hemoterapia	31
Hospital	294
Laboratório	76
Nefrologia e Terapia Renal Substitutiva	15
Processamento de Roupas para Serviços de Saúde	4
Programas da Saúde e Prevenção de Riscos	4
Pronto Atendimento	6
Serviços de Dietoterapia	3
Serviços de Esterilização e Reprocessamento de Materiais	3
Serviços de Manipulação	7
Serviços Odontológicos	5
Total de Certificandos	655

Fonte: ONA (2018).

Contudo o número de creditações e certificações no Brasil ainda representa um valor muito pequeno comparado ao número de 316.521 estabelecimentos assistenciais de saúde cadastrados no sistema nacional de saúde, demonstrando que a atenção para tais avaliações de qualidade ainda se destina a uma parcela ínfima do cenário nacional.

Nota-se também que a distribuição das creditações e certificações no território nacional acontece de forma bastante disforme, não acompanhando de forma direta a população e o número de estabelecimentos assistenciais de saúde de cada localidade, conforme apresentado na Figura 4 e Tabela 3. Podem-se destacar como região com maior número de creditações e certificações, o Sudeste, com dois dos estados com maior número de creditações: São Paulo (43%) e Minas Gerais (13,4%) (ONA, 2018).

O estado da Bahia apresenta 34 creditações e certificações, representando 5,2% das creditações nacionais. As creditações e certificações estão divididas em nove cidades do estado: Salvador (24); Feira de Santana (3); Eunápolis (1); Juazeiro (1); Lauro de Freitas (1); Santo Antônio de Jesus (1); Senhor do Bonfim (1). E nos níveis: 17 Creditações “Acreditado com excelência”; 10 Creditações “Acreditado pleno”; 6 Creditações “Acreditado”; e 1 Selo de Qualidade (ONA, 2018).

Figura 4: Dados de número de creditações e certificações concedidas no Brasil por estado.



Fonte: ONA (2018).

Tabela 3. Comparação entre população residente com números de estabelecimentos assistenciais de saúde e creditações e certificações concedidas a cada estado.

Região	Estado	Acreditações e Certificações			Estabelecimentos Assistenciais de Saúde			População		
		Nº	% por estado	% por região	Nº	% por estado	% por região	Nº	% por estado	% por região
Norte	Acre	0	0,0%	3,1%	829	0,3%	5,1%	8.392	0%	7,9%
	Amapá	1	0,2%		581	0,2%		809.809	0%	
	Amazonas	5	0,8%		2.300	0,7%		4.109.309	2%	
	Pará	12	1,8%		6.828	2,2%		8.434.150	4%	
	Rondônia	2	0,3%		2.753	0,9%		1.819.956	1%	
	Roraima	0	0,0%		821	0,3%		529.569	0%	
	Tocantins	0	0,0%		1.932	0,6%		563.326	0%	
Nordeste	Alagoas	3	0,5%	11,9%	3.362	1,1%	20,2%	3.387.985	2%	27,8%
	Bahia	34	5,2%		16.388	5,2%		15.394.835	7%	
	Ceará	16	2,4%		11.474	3,6%		9.066.719	4%	
	Maranhão	6	0,9%		5.451	1,7%		7.031.389	3%	
	Paraíba	3	0,5%		6.057	1,9%		4.044.193	2%	
	Pernambuco	6	0,9%		9.217	2,9%		9.521.131	5%	
	Piauí	2	0,3%		3.971	1,3%		3.224.609	2%	
	Rio Grande do	2	0,3%			1,4%			2%	

	Norte				4.387			3.531.802		
	Sergipe	6	0,9%		3.565	1,1%		2.305.443	1%	
Centro-Oeste	Goiás	18	2,7%	8,4%	9.881	3,1%	7,4%	6.842.727	3%	7,7%
	Mato Grosso	7	1,1%		5.979	1,9%		3.373.587	2%	
	Mato Grosso do Sul	9	1,4%		4.795	1,5%		2.736.357	1%	
	Distrito Federal	21	3,2%		2.811	0,9%		3.084.499	1%	
Suldeste	Espirito Santo	20	3,1%	66,0%	6.717	2,1%	46,8%	4.045.202	2%	42,2%
	Minas Gerais	88	13,4%		40.944	12,9%		21.211.641	10%	
	São Paulo	282	43,1%		76.650	24,2%		45.363.912	22%	
	Rio de Janeiro	42	6,4%		23.695	7,5%		16.783.748	8%	
Sul	Paraná	30	4,6%	10,7%	24.082	7,6%	20,6%	11.380.828	5%	14,4%
	Rio Grande do Sul	26	4,0%		24.729	7,8%		11.352.976	5%	
	Santa Catarina	14	2,1%		16.322	5,2%		7.049.509	3%	

Fonte: O autor. Dados: (CNES, 2018; IBGE, 2018; ONA, 2018).

Os tipos de certificações e creditações emitidas no estado estão demonstrados na Tabela 4, evidenciando a maior concentração em creditações do tipo hospitalar.

Tabela 4: Dados de tipos de creditações e certificações concedidas no estado da Bahia.

Tipo de Certificação	Nº
Hospital	13
Laboratório	2
Nefrologia e Terapia Renal Substitutiva	7
Hemoterapia	1
Diagnóstico por Imagem, Radioterapia e Medicina Nuclear	4
Serviços de Manipulação	1
Ambulatório	6

Fonte: ONA (2018).

O processo de creditações e certificações é uma ferramenta de grande relevância para a garantia de um atendimento assistencial de saúde de excelência, garantindo a segurança e confiabilidade para o mesmo. Apesar de crescente o número de creditações e certificações no estado, os índices ainda apresentam valores muito baixos em relação ao número de estabelecimentos presentes no estado, indicando que a cultura de valorização deste tipo de avaliação ainda não está consolidada no estado.

Para que o número deste tipo de avaliação de qualidade seja ampliado é de suma importância que o tema seja discutido dentro do ambiente de administração e gestão de saúde o fomento do uso desta ferramenta. Outra possível forma de motivação, para o aumento dos números de creditações e certificações, é o maior conhecimento do público em geral sobre as certificações e creditações e o que elas representam, de modo que, em caso de possibilidade de escolha, sejam escolhidos estabelecimentos com tais garantias de excelência, fazendo com que os estabelecimentos passem a utilizar as creditações e certificações como forma de promoção dos seus serviços.

### 3.6. TECNOVIGILÂNCIA

Outro fator de grande relevância na garantia de segurança e qualidade no serviço de assistência médica é o registro de eventos adversos vinculados à gestão de riscos. A gestão de riscos pode ser definida como as atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se referem riscos. De forma complementarmente a ANVISA, define gestão de riscos como a tomada de decisão relativa ao risco ou a ação para redução das consequências ou probabilidades de ocorrência.

Dentro do contexto assistencial médico, insere-se também os conceitos de risco, dano e incidente, onde: Risco é definido como a taxa provável de ocorrência de um perigo causando dano e o grau de gravidade do dano; Dano como lesão física ou prejuízo à saúde do indivíduo, ou prejuízo à propriedade ou ao meio ambiente; E incidente por qualquer evento ou fato negativo com potencial para provocar danos (OLIVEIRA; RODAS, 2017).

Como um dos braços da gestão de riscos em um estabelecimento assistencial de saúde, a tecnovigilância atua no monitoramento do desempenho dos produtos para saúde trazendo benefícios à comunidade, visto que atua no registro formal dos eventos adversos e de queixas técnicas de produtos sob vigilância sanitária na ANVISA.

A Unidade de Tecnovigilância da ANVISA foi criado em 2001, com a responsabilidade de desenvolver diretrizes para controle de riscos, qualidade e segurança de equipamentos e materiais médicos assistenciais e dos reagentes in vitro. Em 2003 essa unidade foi extinta, sendo então a tecnovigilância incorporada à Gerência Geral de Tecnovigilância de Produtos para Saúde. Em 2005, foi criado o Núcleo de Gestão do Sistema Nacional de Notificação e Investigação em Vigilância Sanitária, que incorporou a Unidade de Tecnovigilância.

As competências vigentes da Unidade de Tecnovigilância da ANVISA englobam o planejamento, coordenação, implantação e controle dos eventos adversos, como também: monitoramento, análise, investigação das notificações, abordagem de propostas de programas de monitoramento, programas de avaliação e segurança de equipamentos, gerenciamento das notificações relacionadas a equipamentos, entre várias outras atividades.

Como forma de trazer os dados sobre as investigações ao conhecimento da sociedade, a ANVISA possui um controle dos alertas para informar ao público em geral sobre correções ou retirada preventivas de alguns produtos do mercado. Esse controle se

dá pelas notificações dos fabricantes, representantes e usuários dos produtos. Nos casos de eventos adversos e queixas técnicas relacionadas a equipamentos de assistência médica, deve ser emitido um formulário formal com o auxílio da equipe de engenharia clínica, apresentando o resultado do incidente e as falhas para auxiliar a investigação e ações corretivas e/ou preventivas no âmbito dos equipamentos médico assistenciais ou de seu uso dentro do estabelecimento (FLORENCE; CALIL, 2005; LUPPI,2010; MARQUES; BONO, 2017;).

Conforme já descrito nesta seção, a ANVISA é um dos órgãos responsáveis pelo registro para comercialização de equipamentos eletromédicos ou suspensão do registro para a retirada do produto de mercado, em caso de desempenho insatisfatório em relação à segurança ou eficácia (ANVISA, 2017). A avaliação de desempenho de produtos de saúde é fundamental para embasar as revalidações subsequentes ou a retirada de produtos do mercado, caso haja evidência de agravos à saúde ou efeitos adversos relacionados ao seu uso. Entretanto, devido à dificuldade de obtenção de registros, há grandes barreiras em se obter informação de boa qualidade a respeito do desempenho de produtos de saúde em uso no país, que possam subsidiar a tomada de decisões por parte da ANVISA (ANVISA, 2017).

Devido a esta grande dificuldade de obtenção de notificações, foi criada a Rede Sentinela, um conjunto de instituições de saúde que atuam na vigilância de eventos adversos e queixas técnicas relativas aos produtos sujeitos à vigilância sanitária utilizados na atenção à saúde com o objetivo de desenvolver as seguintes estratégias e ações: Contribuir para a melhoria contínua do gerenciamento de risco sanitário; Atuar como observatório do desempenho de produtos e serviços sob vigilância; Produzir conhecimento em vigilância de eventos adversos e queixas técnicas de produtos sob vigilância sanitária na fase pós-uso ou pós-comercialização; Fornecer informações de qualidade para subsidiar a tomada de decisão; Notificar eventos adversos e queixas técnicas no sistema informatizado de notificação e investigação em vigilância sanitária; Notificar no Sistema de Informações de Acidentes de Consumo acidentes graves ou fatais suspeitos de terem sido provocados pelo consumo de produtos; E promover e divulgar o sistema informatizado de notificação e investigação em vigilância sanitária (ANVISA, 2014).

Para a implantação da Rede foram desenvolvidas oficinas de capacitação para profissionais de saúde: médicos, enfermeiros, farmacêuticos, engenheiros, de áreas

hospitalares afins: Engenharia e Manutenção, Farmácia Hospitalar, Serviços de Hemoterapia para constituição do núcleo da Gerência de Risco Sanitário e Hospitalar.

Inicialmente o Projeto foi lançado como um projeto “piloto”, com início em 2002 e duração de dois anos. Com o término do piloto, e no entendimento que foram alcançados resultado positivo investiu-se na elaboração de um novo projeto, com início em 2005 e duração de cinco anos. O projeto foi ampliado, e conta com o aumento gradativo de estabelecimentos vinculados (ANVISA, 2014).

Segundo a pesquisa apresentada por Marques e Bono (2017), apesar de pequeno o número de hospitais participantes da Rede Sentinela, com cerca de 193 hospitais cadastrados, o programa já apresenta resultados relacionados a melhoria de gestão de riscos, fomentando a criação de um meio intra-hospitalar favorável ao desenvolvimento de ações de vigilância e melhorias na segurança, ainda que em escala reduzida.

Com base nos dados obtidos no programa, os fatores mais comuns causadores das ocorrências de eventos adversos e queixas técnicas e que devem ser notificados ao setor de Engenharia Clínica, são: falha no produto, defeito de fabricação, mau funcionamento, armazenamento inadequado, transporte externo, transporte interno, rotulagem, instruções de uso, embalagem imprópria ou inadequada, problemas na instalação e erro do operador ou usuário quando da utilização, sendo esse último o mais comum dentre as causas relacionadas às queixas técnicas e eventos adversos (FAZIO; ANTUNES, 2017).

## **CAPÍTULO IV**

### **4. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

Neste capítulo, serão apresentados aspectos técnicos sobre o tema instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde. São apresentados primeiramente aspectos normativos e aspectos do projeto elétrico. Posteriormente, são apresentadas definições estabelecidas para a classificação de locais médicos. Por fim, são abordados tópicos específicos sobre instalação elétrica nem estabelecimentos assistenciais de saúde.

#### **4.1. NORMATIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

Nas instalações de estabelecimentos assistências de saúde são encontradas características típicas de diversos tipos de instalações elétricas, desde residenciais, comerciais até industriais, com o agravante de apresentar partes da instalação voltadas diretamente à manutenção da vida ou diagnósticos e tratamentos de patologias.

Considerando a grande relevância das instalações elétricas para o funcionamento adequado de um estabelecimento assistencial de saúde, fica clara a necessidade de realização de um projeto elétrico que esteja atento às especificidades deste tipo de instalação. Para tal, o projeto deve ser desenvolvido por um profissional que além do registro e habilitação para exercer a atividade na área, regulamentado pelo CREA, tenha uma compreensão muito clara do uso previsto de várias áreas numa instalação de cuidados de saúde.

Tal fato é corroborado pelos diferentes requisitos estabelecidos nos códigos, normas e regulamentos elétricos para as distintas áreas em uma instalação de cuidados de saúde. Além disso, muitos hospitais têm mudanças contínuas nas necessidades requeridas pelas instalações, decorrente de mudanças de pessoal e dos avanços tecnológicos dos equipamentos utilizados. Outro obstáculo é a realização do projeto ponderando os fundos disponíveis, normalmente escassos, que contemplem a segurança e a flexibilidade do sistema.

Do ponto de vista normativo, apesar de apresentar diversas singularidades, a priori, a realização dos projetos para tal aplicação não apresentava norma própria, e sua execução era baseada apenas em outras normas existentes e experiências profissionais dos executores dos projetos, de modo que as instalações datadas deste período não obedeciam a nenhuma norma particular.

Apenas em 1995, após a realização de pesquisas a respeito das necessidades de funcionalidade e segurança de equipamentos e instalação elétricas em hospitais, a ABNT e o Comitê Brasileiro Eletricidade Eletrônica Iluminação (COBEI), através da Comissão de Estudos de Instalações Elétricas em Estabelecimentos Médico-Hospitalares publicou a norma NBR 13534 - Instalações Elétricas para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, regulamentando prescrições de segurança e funcionalidade de instalações elétricas destes estabelecimentos, visando garantir a segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde.

A revisão desta norma foi realizada com base na norma internacional IEC 60364-7-710:2002 e elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade, pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão. O seu projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital N°02, de 28.02.2007, com o número de Projeto ABNT NBR 13534. O seu segundo projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital N°10, de 21.09.2007 a 20.10.2007, com o número de 2º projeto ABNT NBR 13534. Esta Norma é baseada na IEC 60364-7-710:2002.

Atualmente a norma vigente para instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, fruto da revisão citada, é a segunda edição da ABNT NBR 13534, publicada em janeiro de 2008, e apresenta requisitos complementares aos requisitos de caráter geral contidos na ABNT NBR 5410. Mantendo validados e aplicáveis os requisitos da ABNT NBR 5410, para tudo que não for disposto de diferente forma na ABNT NBR 13534. Os principais critérios dos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 13534 serão abordados neste capítulo. (ABNT, 2008b ; ABNT, 2017; DOBES,1997).

## **4.2. PROJETOS ELÉTRICOS**

O projeto de instalação elétrica é a previsão escrita da instalação a ser realizada, na qual descreve de forma detalhada todos os equipamentos, a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, os comandos, o trajeto dos condutores, a divisão em

circuitos, a seção dos condutores, os dispositivos de manobras, a carga de cada circuito, a carga total, dentre outros itens correlatos (BRASIL, 1995a).

Um projeto bem-sucedido de instalação elétrica depende de um planejamento eficaz que aborde de forma adequada desenhos esquemáticos, cronogramas e especificações, além da documentação adequada dos mesmos. A documentação detalhada, do projeto como um todo, fornece uma imagem concisa dos objetivos para o trabalho de projeto elétrico a ser realizado. Ele também serve como forma de registro e de orientação para empreiteiros, eletricitas, instaladores e outros que venham a executar o trabalho ou realizar posteriores alterações.

De maneira geral, o projeto elétrico compreende quatro partes (OLIVEIRA; STARLING; ANDERY, 2015): O memorial, em que o projetista justifica e descreve a solução adotada; Conjunto de plantas, esquemas e detalhes contendo todos os elementos necessários para a execução do projeto; Especificações descrevendo o material a ser utilizado bem como as normas para sua aplicação; Orçamento com levantamento de quantidade de materiais e custos do material e mão de obra. Todas as quatro partes apresentadas estão inter-relacionadas, de forma que cada parte influencia diretamente no resultado das demais.

Para garantir que o projeto elétrico atenda a todas as necessidades do usuário e seja implantado da melhor maneira possível o projetista deve além de garantir todos os aspectos previstos em normas estar atento as necessidades do cliente. Durante o processo de elaboração do projeto deve-se também observar aspectos requeridos por outros profissionais associados, como: o arquiteto, o engenheiro mecânico, o engenheiro estrutural e o engenheiro civil. A fim de garantir que o projeto atenda as condições impostas para a construção em sua totalidade (ABNT, 2008a; CREDER, 2016).

Com o objetivo de servir como documento de referência para a elaboração de projetos elétricos foram desenvolvidas normas de referência pela associação brasileira de normas técnicas a fim de estabelecer requisitos específicos para tal aplicação. Na área de instalações elétricas, a principal norma nacional específica para projetos de instalações elétricas é a NBR-5410 regulamentadora de todos os tipos de instalações elétricas de baixa tensão.

A norma para a regulamentação de instalações de baixa tensão no Brasil iniciou em 1941 com a publicação da “NB-3 Norma Brasileira para Execução de Instalações Elétricas”, baseada em publicações do NEC (*The National Electric Code*) e

impulsionada pela preocupação em estabelecer condições que contemplassem as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação de bens. Sofrendo alterações em 1960.

Posteriormente, baseada na norma IEC (*International Electrotechnical Commission*) 60364 e com a nomenclatura conhecida atualmente de “ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão”, a norma sofreu revisões em 1980, 1990, 1997, até a última edição publicada em 2004, com revisão em 2008 (ABNT, 2017; CUNHA, 2010).

Como o ambiente hospitalar apresenta características e exigências específicas, além de se satisfazer a todas as indicações estabelecidas para uma instalação elétrica deve ser levado em conta no projeto também as necessidades de uso de cada local médico.

### **4.3. CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS MÉDICOS**

Para Auxiliar no processo de elaboração do projeto da instalação elétrica os locais médicos são subdivididos em grupos e classes, de acordo com sua função e complexidade. Para o melhor entendimento dos critérios utilizados para a caracterização dos locais médicos e procedimentos envolvidos são apresentadas no anexo C algumas definições estabelecidas na norma NBR 13534:2008 (ABNT, 2008b).

Em função da utilização de parte aplicada de equipamento médico e do tipo de procedimento a ser realizado os locais médicos são divididos em três grupos.

- Grupo 0: local médico não destinado a utilização de parte aplicada de equipamento eletromédico;
- Grupo 1: local médico destinado a utilização de partes aplicadas, sendo este uso circunscrito a partes externas do corpo, ou partes internas do corpo que não aquelas tratadas no grupo 2;
- Grupo 2: local médico destinado a utilização de partes aplicadas em procedimentos intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação de vida de pacientes e outras aplicações em que a descontinuidade da alimentação elétrica pode resultar em morte.

Como forma de apresentação de exemplos de cada um dos grupos descritos, segue no anexo D, a listagem dos principais locais dos hospitais classificados por grupo (ABNT, 2008b).

Em função do tempo admissível para restabelecimento do funcionamento em caso de ocorrência de falta de tensão em um ou mais condutores no quadro de distribuição os serviços de segurança são divididos em classes:

- Classe 0 (sem interrupção): Alimentação automática capaz de assegurar suprimento contínuo de energia, sendo o suprimento durante o instante de comutação sob condições especificadas;
- Classe 0,15 (interrupção muito breve): Alimentação disponível em até 0,15 s;
- Classe 0,5 (Interrupção breve): Ocorrendo, no quadro de distribuição, falta de tensão em um ou mais condutores, uma fonte de segurança especial deve restabelecer, em 0,5 s no máximo, a alimentação dos focos cirúrgicos e outras fontes de luz essenciais, como, por exemplo, as de endoscopia, e deve ser capaz de manter essa alimentação por 3 h no mínimo;
- Classe 15 (interrupção média): Ocorrendo, em um ou mais condutores do quadro de distribuição principal dos serviços de segurança, uma queda de tensão superior a 10 % da tensão nominal, por um tempo superior a 3 s, os equipamentos como: circuitos de iluminação de segurança; elevadores para brigada de incêndio e bombeiros; sistemas de exaustão de fumaça; sistemas de chamada/busca de pessoas, equipamentos eletromédicos usados em locais do grupo 2 e destinados a cirurgias ou outros procedimentos vitais; equipamento elétrico de suprimento de gases medicinais, incluindo ar comprimido, vácuo e exaustão de gases anestésicos, bem como seus dispositivos de monitoração e alarme; e instalações de detecção, alarme e extinção de incêndio devem ter sua alimentação restabelecida por uma fonte de segurança em até 15 s no máximo;
- Classe > 15 (interrupção longa): Outros equipamentos, que não aqueles citados nas demais classes e necessários a continuidade dos serviços do estabelecimento assistencial de saúde, podem ser conectados manual ou

automaticamente a uma fonte de segurança capaz de manter sua alimentação elétrica por um período mínimo de 24h.

Tais classes são abordadas de forma mais aprofundada através da apresentação dos locais médicos mais comuns em função das classes de serviço de segurança no anexo E.

Ainda, segundo o guia de Segurança no ambiente hospitalar, publicado pela ANVISA, a classificação das áreas hospitalares com relação à segurança elétrica também pode ser dividida como: áreas administrativas não permissíveis a pacientes, ou áreas onde os mesmos têm pouco ou nenhum contato direto com equipamentos eletroeletrônicos; área de cuidados gerais com o paciente, onde o paciente tem ou pode ter contato direto com terapia não invasiva e ou com equipamento de monitoração eletroeletrônico; áreas de cuidado intensivo (críticas) os pacientes estão, ou poderão estar, sob monitoração invasiva ou terapia que utilize contato direto com o músculo cardíaco (ANVISA, 2017).

A classificação dos locais médicos é uma ferramenta de suma relevância no processo de execução do projeto elétrico e seu plano de manutenção. Servindo como mecanismo de identificação das necessidades específicas dos usuários para o engenheiro eletricista. Entretanto, apesar de se tratar de uma indicação de simples execução, sendo necessária apenas a reunião de uma equipe multidisciplinar com enfermeiros e equipe médica para a identificação dos tipos de procedimentos realizados em cada área do hospital, tal indicação é descumprida por grande parte dos estabelecimentos de saúde.

#### **4.4. INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM EAS**

As instalações elétricas utilizadas em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) exigem um alto grau de segurança, de flexibilidade e de confiabilidade. Contudo, conforme abordado no tópico anterior, cada ambiente dentro de uma unidade hospitalar apresenta diferentes necessidades, de acordo com as funções que serão desempenhadas na localidade.

Desta forma, os locais médicos classificados como ambientes administrativos apresentam como exigências apenas os requisitos estabelecidos para uma instalação elétrica de baixa tensão comum, descritos na NBR 5410. Entretanto, áreas de cuidado geral, ou intensivo, à pacientes exigem considerações adicionais, descritas na NBR

13534, devido ao uso de equipamentos médicos sensíveis e aos riscos elétricos apresentados ao corpo técnico e aos pacientes.

Em face ao supracitado, serão apresentados neste tópico uma abordagem breve sobre alguns dos principais pontos referentes às exigências indicadas para instalações elétricas em ambiente de EAS.

#### **4.4.1. Manutenção**

Segundo o Guia de Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde de Brasil (1995b), a manutenção é o conjunto de processos e de operações realizados nos componentes de um dado sistema visando à obtenção de um nível satisfatório de desempenho, ou seja, as ações efetuadas apresentam o foco de evitar a presença de defeitos acumulativos que possam influenciar negativamente em seu funcionamento, prejudicando as pessoas que dela fazem uso, reduzindo ao mesmo tempo o tempo de vida útil.

A manutenção de edificações, por exemplo, deve ser tratada com a devida importância desde o momento de entrega da edificação até o fim de sua vida útil. Apesar de geralmente apresentar um relevante custo, a manutenção não pode ser negligenciada e nem executada de maneira esporádica e improvisada, devendo ser vista como serviço técnico especializado, programável e fundamental na preservação do patrimônio (FORNAISIER, 2016).

A durabilidade de uma construção é relacionada aos valores de vida útil, ou seja, o intervalo de tempo em que a construção é capaz de desempenhar as funções que lhes estão destinadas ao longo do seu ciclo de vida. A vida útil de uma edificação corresponde ao período, após a sua instalação, em que a estrutura não apresenta degradação dos materiais, resultado das condições ambientais, conduzindo à redução da segurança estrutural inicial (ABNT, 2012; FORNAISIER, 2016).

De forma distinta dos outros elementos do sistema de saúde, as edificações de estabelecimentos assistenciais de saúde apresentam a característica de serem construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo de sua vida útil de serviço deve apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo a ações do tempo, e garantindo funcionalidade mesmo com a constante variação tecnológica e de procedimentos realizados. De modo que a manutenção adequada da edificação é

caracterizada como um elemento de extrema relevância para a garantia do funcionamento do sistema de saúde como um todo (GUIMARÃES, 2012).

Segundo a Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (1997), a manutenção pode ser classificada em: Manutenção Corretiva, caracterizada como atividade de manutenção executada após a ocorrência de falha ou de desempenho insuficiente dos componentes da edificação; ou Manutenção Preventiva, caracterizada como atividade de manutenção executada antes da ocorrência de falha ou de desempenho insuficiente dos componentes da edificação.

Outra possível classificação é a manutenção preditiva, que pode ser definida como aquela que indica as reais condições de funcionamento, baseada em informações de desgaste ou processo de degradação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

As exigências estabelecidas por norma para manutenção das instalações elétricas de edificações assistenciais de saúde abordam a manutenção corretiva, através de instruções de segurança básica e manutenção corretiva com a abordagem de requisitos obrigatórios para as manutenções preventivas com períodos definidos para a instalação, englobando manutenção do sistema de geração de emergência, dos circuitos, dos elementos de proteção e dos quadros elétricos. (ABNT, 2008a; ABNT, 2008b).

Contudo, grande parcela das unidades de atendimento não obedece a um plano de manutenção adequado. Segundo Guimarães (2012), ao avaliar o elevado custo de funcionamento de estabelecimentos assistenciais de saúde, face a dificuldade financeira apresentada no sistema de atendimento do Sistema Único de Saúde Brasileiro, muitas vezes a manutenção da edificação é negligenciada, para que os recursos possam ser alocados em pontos considerados mais críticos. Acarretando, em muitos casos, na degradação da edificação, que passa a operar em não conformidade.

O estudo apresentado por Amorim *et al* (2013), onde são apresentados dados relacionados ao plano de manutenção de 61 estabelecimentos assistenciais de saúde brasileiros, confirma tal afirmação. De forma que apenas 14% dos estabelecimentos visitados apresentavam uma sistemática de manutenção preventiva de equipamentos e instalação.

#### **4.4.2. Sistema de alimentação de emergência**

Segundo o critério de confiabilidade, os sistemas de distribuição para instalações de saúde podem ser divididos em duas categorias: o sistema elétrico normal (não vital),

circuitos que fornecem energia para cargas que não são consideradas essenciais para a manutenção da vida; e o sistema elétrico vital que engloba circuitos que alimentam as cargas consideradas essenciais para a segurança da vida, cuidados críticos ao paciente e o funcionamento efetivo do centro de saúde. Ambos os sistemas são alimentados pela fonte de alimentação principal, no entanto, o sistema elétrico vital apresenta possibilidade de transferência para a fonte alternativa de energia em caso de falha na alimentação principal (IEEE, 2007).

Em estabelecimentos assistências de saúde, em geral, a fonte de energia elétrica principal é proveniente da conexão com a concessionária de distribuição local, ficando sobre responsabilidade do hospital o suprimento alternativo de energia elétrica, como: um gerador, UPS, ou fontes alternativas de geração ou armazenamento de energia como forma de garantir satisfatoriamente o reestabelecimento do fornecimento de energia elétrica seguindo os requisitos de tempo de reestabelecimento das classes definidas na norma NBR 13534 (2008).

Em sistemas de alimentação de emergência, os principais componentes, considerando uma configuração típica, são: os conjuntos geradores, os comutadores, sistemas de controle, as baterias de arranque do motor e o carregador de bateria.

Tais sistemas podem incluir equipamentos adicionais de sincronização e paralelismo para instalações de múltiplos geradores, controles de redução de demanda de pico, sistemas de seletor de energia de emergência de elevador; e *bypass* / isolamento, interruptores automáticos para interruptores de transferência e para fontes de alimentação ininterrupta (UPSs) (IEEE, 2007).

O Grupo Motor Gerador (GMG) movido com combustível líquido é o modelo mais convencional para fonte de energia em sistemas de emergência em hospitais e centros de saúde, uma vez que ainda existe certa resistência para o uso de turbina a gás, pois tal tecnologia excede o tempo máximo para início de funcionamento exigido para tal aplicação (IEEE, 2007).

Existe ainda a possibilidade de instalação de sistemas de alimentação com outras tecnologias não convencionais para o uso hospitalar, como o *flywheel*. Em regiões de difícil acesso a redes de alimentação de energia podem ser utilizados sistemas de geração híbridos, como solução para alimentação de ambientes hospitalares (MUSHTAHA; KROST, 2012).

#### **4.4.2.1. Regulamentação para sistemas de geração de emergência**

Em 1977, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 400, de 6 de dezembro de 1977 – Normas e Padrões sobre Construções e Instalações de Serviços de Saúde, que determinava a obrigatoriedade dos hospitais em adotar uma fonte de energia de emergência para assegurar a continuidade do funcionamento dos equipamentos vitais utilizados no atendimento aos pacientes, em caso de interrupção no fornecimento da linha primária de alimentação. Esta Portaria estabelecia também que “a inobservância às normas e padrões aprovados por esta portaria constitui infração à legislação sanitária federal tal como configurado na Lei nº 6437/77”.

Em 1995, através da norma ABNT, NBR 13534, ratificou-se tal obrigatoriedade e foi apresentada uma abordagem mais completa sobre sua implantação e manutenção. Em 2002, a obrigatoriedade foi mais uma vez evidenciada através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50.

Com objetivo de garantir o cumprimento de tal exigência alguns projetos de Lei Federais como PL-2810/2008, PL-6627/2009 e PL 7231/2014 e o projeto de Lei Estadual, na câmara da Bahia, como PL 21.333/2015 apresentaram como ementa a obrigação de instalação de gerador de energia elétrica em hospitais públicos e privados.

Contudo, Apesar da presença de fontes de geração de emergências em EAS e da obrigatoriedade descrita em portarias e normas há mais de 30 anos, e da relevância do sistema de geração de emergência dentro de uma unidade hospitalar, tal exigência ainda não é cumprida em muitas EAS e muitos estabelecimentos contam com um sistema de alimentação de emergência precário ou, em casos mais críticos, inexistente.

Segundo o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (2018), plataforma do Ministério da Saúde que apresenta cadastro de equipamentos utilizados em EAS, privadas ou públicas, no Estado da Bahia apenas 473 grupos geradores foram cadastrados como em uso, número inferior ao número de estabelecimentos assistenciais de saúde cadastrados no estado de 652 hospitais. Constatando, então, que apesar da relevância do sistema de geração de emergência ser reconhecida em norma técnica vigente e disposta de forma adicional em projetos de lei ainda existem unidades hospitalares sem a assistência de gerador diesel.

#### 4.4.2.2. Sistemas de Grupo Gerador a Diesel

O Grupo Gerador a Diesel (GGD) é um equipamento que possui um ou mais motores acoplados a um gerador, com acionamento manual ou automático. Trata-se de uma máquina térmica, pois transforma a energia térmica em energia mecânica utilizando o princípio de funcionamento de motores a combustão, onde o motor a diesel está acoplado com o alternador, para a geração de energia (WEG, 2013).

O grupo gerador pode ser usado com apenas um gerador, ou em paralelo com outros geradores. Sua aplicação pode estar vinculada ao suprimento de energia elétrica em caso de falha da rede elétrica local, geração de energia de carga básica ou geração apenas em horários sazonais para economia (RAMAKUMAR, 2001; ZORZETO, 2014).

Os motores de combustão interna são classificados por potência em HP ou kW, ou ambos, para uma determinada velocidade, temperatura do ar de admissão e pressão barométrica ou altitude. Entretanto, a classificação de potência motor não deve ser confundida com a classificação do gerador. Segundo o guia de recomendações White Book do IEEE (2007), como regra geral, pode se adotar que 1,5 HP de potência de motor para a produção de 1 kW no conjunto motor gerador.

Além do dimensionamento do sistema de forma adequada em função da previsão de carga da unidade, a escolha do local para a instalação deste equipamento também é um fator relevante, sendo recomendados locais que: minimizem a possibilidade de interrupções devido à ocorrência de eventos naturais, seja acessível apenas às pessoas advertidas ou qualificadas, forneçam acesso adequado para o abastecimento de combustível e ventilação adequada, que garantam que os efeitos de ruído do mesmo não afetem áreas adjacentes e que não possa ser afetado por falha da fonte normal. Tipicamente o local preferido para a instalação um grupo motor gerador é o piso térreo do estabelecimento (ABNT, 2008a; IEEE, 2007).

Segundo IEEE (2007), recomenda-se que o grupo gerador não seja instalado de forma direta a um piso de concreto, devido à possibilidade de rachaduras na estrutura e transmissão de um nível de vibração acima do aceitável. Como forma de evitar a fadiga e as possíveis rachaduras em sistemas rígidos, como condutores não flexíveis ou dutos de barra, também não é recomendável a conexão do grupo motor gerador nesses elementos.

De forma complementar, as instalações das fontes de segurança devem sempre garantir a exaustão e a ventilação adequadas, de modo a impedir que eventuais gases ou fumaça delas emanadas venham a penetrar áreas ocupadas por pessoas, bem como prover a eficiência do sistema de gerador de energia elétrica e a segurança de áreas adjacentes (ABNT, 2008a).

#### **4.4.2.3. Baterias e Sistemas de fonte de alimentação ininterrupta (UPS)**

Em função da existência de equipamentos pertencentes a classes de alimentação de emergência com tempo admissível de reestabelecimento inferior ao estabelecido para o sistema de geração de emergência, outros métodos de alimentação são utilizados de forma conjunta com o grupo gerador (ABNT, 2008b).

Dentro deste contexto, são amplamente utilizados para o arranque de grupos geradores e em equipamentos eletromédicos como cardioversores e focos cirúrgicos as baterias, ou grupos de baterias, e Sistemas de fonte de alimentação ininterrupta (UPS) composto basicamente de um banco de baterias, de onde provém a tensão elétrica contínua, dos retificadores de tensão, e dos inversores CC-CA (IEEE, 2007; GARCIA; CORTIZO, 2005).

Em caso de falha na alimentação regular de energia elétrica a bateria ou UPS, deve de forma automática, prover energia por, pelo menos 1 hora, no caso de luminárias cirúrgicas estarem ligadas ao sistema e estas possuírem fontes próprias de segurança. Caso não possuam tais fontes, o sistema deve prover energia por, pelo menos, 3 horas (ABNT b, 2008; LAZZARIN, 2006).

#### **4.4.3. Aterramento**

Em paralelo com o sistema de emergência, outro ponto de grande relevância no sistema elétrico de um estabelecimento assistencial de saúde é a garantia da segurança elétrica durante a operação dos dispositivos, o que implica a necessidade da utilização de um sistema de aterramento adequado (NUPEHA, 2017).

Tratando-se de sistemas de energia elétrica, o termo “aterramento” pode ser utilizado para descrever aterramento de equipamento ou o próprio sistema de aterramento do local. Em estabelecimentos assistenciais de saúde tanto o sistema como o equipamento devem garantir aterramento adequado, principalmente em áreas de

atendimento ao paciente, centros cirúrgicos e áreas com equipamentos de sustentação à vida (IEEE, 2007; KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 1995).

Segundo a RDC 50 (ANVISA, 2002), todas as instalações elétricas de um EAS devem possuir um sistema de aterramento que leve em consideração a equipotencialidade das massas metálicas expostas em uma instalação, atendendo às normas da ABNT: NBR 13534, NBR 5410 e NBR 5419, no que diz respeito ao sistema de aterramento.

Para tal, os condutores elétricos devem ser isolados uns dos outros, do solo, dos pacientes e do corpo técnico, além disso, o sistema de aterramento deve ser implantado de forma a fornecer um caminho de retorno não perigoso para correntes de fuga que existem e minimizar o perigo produzido quando se desenvolve uma condição de falha (IEEE, 2007).

#### **4.4.3.1. Sistema de aterramento**

A ligação à terra do sistema refere-se ao tipo de aterramento aplicado ao sistema elétrico. As principais funções do sistema elétrico de aterramento são a limitação das diferenças de potencial entre todos os objetos de um determinado local, a garantia de isolamento de equipamentos em caso de falha no equipamento ou no circuito de alimentação do mesmo e a limitação das sobretensões que aparecem no sistema em condições de falha (IEEE, 2005; IEEE, 2007).

Existem diversos métodos para a realização do aterramento de um sistema elétrico, que podem ir desde uma simples haste, passando por placas de formas e tamanhos distintos, atingindo até configurações complexas de cabos enterrados no solo. A escolha destas composições está vinculada as necessidades do sistema e o custo vinculado as diferentes configurações, sendo necessário um estudo do custo-benefício de cada configuração para a instalação estudada (BELLAN, 2016; KINDERMANN, 1995).

O sistema de aterramento pode também ser classificado por tipos em função: da situação da alimentação em relação à terra, da situação das massas das cargas ou equipamentos em relação ao terra e a forma de ligação do aterramento da massa do equipamento usando o sistema de aterramento da fonte. Segundo a norma ABNT NBR 5410, tais esquemas podem ser classificados como: TN, TT, IT.

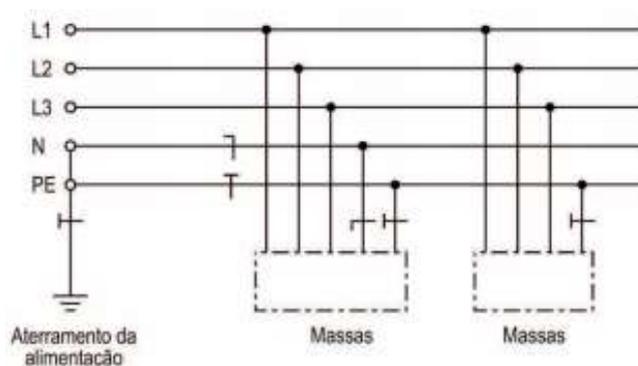
#### 4.4.3.1.1. Esquema TN

O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Em função da disposição do condutor neutro e do condutor de proteção o esquema pode ser classificado como TN-S, TN-C-S ou TN-C.

No esquema TN-S o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, conforme Figura 5, e o esquema TN-C-S apresenta em parte o neutro e proteção em condutores distintos e parte combinados em um único condutor (Figura 6). Enquanto isto, no esquema TN-C existe na totalidade do esquema a combinação de neutro e de proteção em um único condutor (Figura 7) (ABNT, 2008a).

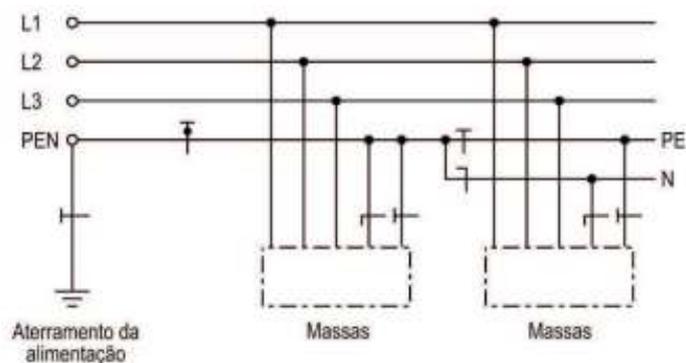
Entretanto, embora previsto na norma NBR 5410:2008, o sistema TN-C, não é permitido em estabelecimentos assistenciais de saúde, segundo a norma NBR 13534 (ABNT, 2008b).

Figura 5: Esquema TN-S.



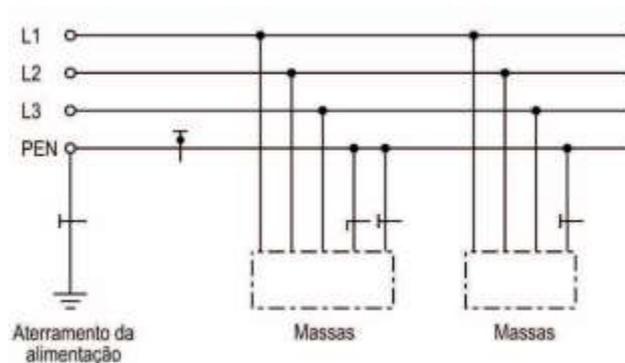
Fonte: ABNT (2008a).

Figura 6: Esquema TN-C-S.



Fonte: ABNT (2008a).

Figura 7: Esquema TN-C.



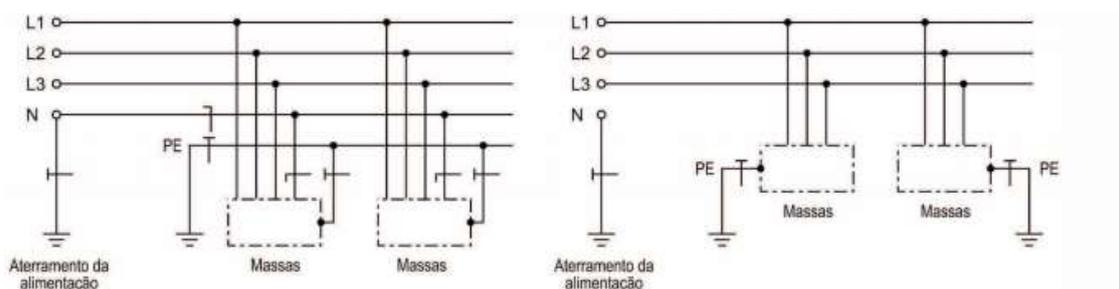
Fonte: ABNT (2008a).

#### 4.4.3.1.2. Esquema TT

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação, conforme Figura 8 (ABNT, 2008a).

Neste esquema as correntes de falta direta fase-massa são inferiores a uma corrente de curto-circuito, podendo, todavia, ser suficiente para provocar o surgimento de tensões perigosas (Falcão, 2010).

Figura 8: Esquema TT.



Fonte: ABNT (2008a).

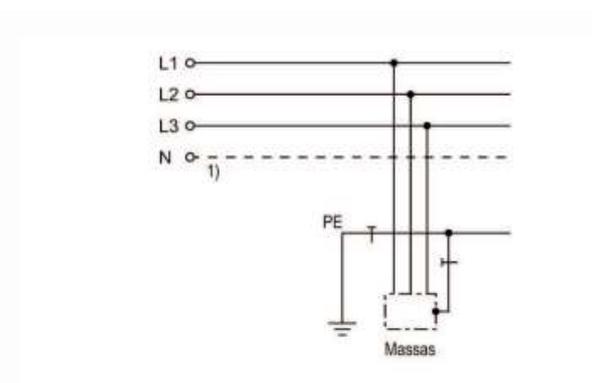
#### 4.4.3.1.3. Esquema IT

Todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância no esquema IT. As massas da instalação são aterradas, verificando-se as seguintes possibilidades: massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente; e massas aterradas em eletrodo(s) de

aterramento próprio(s), seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação (ABNT, 2008).

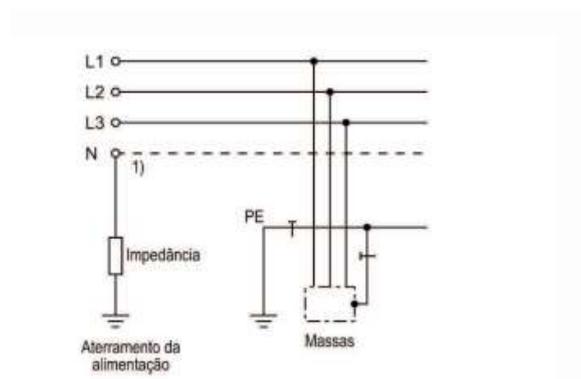
As possíveis configurações deste esquema são: sem aterramento da alimentação (Figura 9); alimentação aterrada através de impedância (Figura 10); massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação (Figura 11); massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação (Figura 12); massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação (Figura 13) (ABNT, 2008).

Figura 9: Esquema IT (sem aterramento da alimentação).



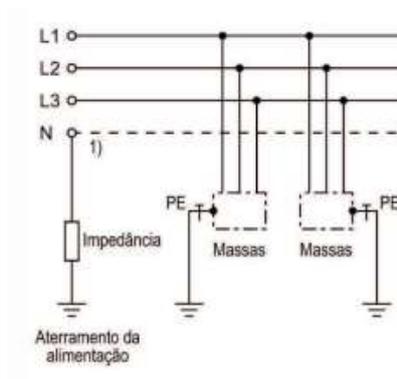
Fonte: ABNT (2008a).

Figura 10: Esquema IT (alimentação aterrada através de impedância).



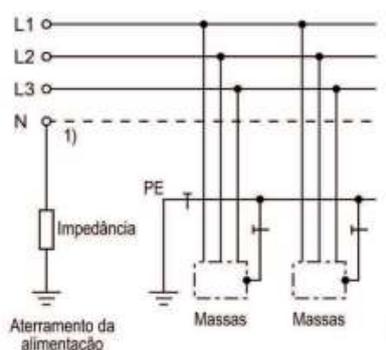
Fonte: ABNT (2008a).

Figura 11: Esquema IT (massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação).



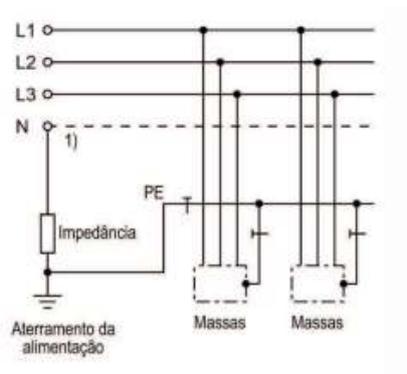
Fonte: ABNT (2008a).

Figura 12: Esquema IT (massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação).



Fonte: ABNT (2008a).

Figura 13: Esquema IT (massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação).



Fonte: ABNT (2008a).

No esquema IT a alimentação é isolada da terra ou aterrada através de uma impedância de valor suficientemente elevado. Neste caso, o ponto aterrado é o ponto neutro da alimentação ou um ponto neutro artificial. De modo que, numa instalação IT,

a corrente de falta, no caso de uma única falta à massa ou a conexão de aterramento, é de pequena intensidade, não sendo necessário o seccionamento automático da alimentação (ABNT, 2008a).

Entretanto, devem ser tomadas providências para evitar o risco de tensões de contato perigosas no caso da ocorrência de uma segunda falta, envolvendo outro condutor vivo.

Tendo em vista as razões que normalmente motivam a adoção do esquema IT, a opção por esse esquema na prática perde sentido, se a primeira falta não for localizada e eliminada o quanto antes. Para tal deve ser previsto um dispositivo supervisor de isolamento (DSI) (ABNT, 2008a).

Enquanto o dispositivo DR (Dispositivo de proteção diferencial residual), utilizado em outros esquemas de aterramento, é aplicado como proteção suplementar atuando através da monitoração da corrente no circuito e atuando em caso de identificação de corrente de fuga. O DSI (Dispositivo Supervisor Isolação) é um dispositivo para Sistema IT e funciona através da supervisão para indicar a ocorrência de uma primeira falta à massa ou à terra, assegurando a condição da instalação quanto a sua segurança (ABNT, 2008a; RDI, 2017; Schneider, 2017).

Segundo a Norma ABNT NBR 5410:2008, “o DSI deve indicar qualquer redução significativa no nível de isolamento da instalação, para que a causa desta redução seja encontrada antes da ocorrência da segunda falta, evitando-se, assim, o desligamento da alimentação”.

Esse dispositivo deve acionar um sinal sonoro e/ou visual, que deve perdurar enquanto a falta persistir, caso existam as duas sinalizações, sonora e visual, admite-se que o sinal sonoro possa ser cancelado, mas não o visual, que deve perdurar até que a falta seja eliminada. A primeira falta deve ser localizada e eliminada o mais rápido possível, por essa razão, recomenda-se o uso de sistemas supervisórios de localização de faltas. Alguns sistemas com maior tecnologia embarcada são capazes de indicar automaticamente em qual circuito está a falta de isolamento, auxiliando na correção do mesmo (ABNT, 2008a; NUPEAH, 2017).

No esquema IT, na ocorrência de uma segunda falta, podem ser usados dispositivos de proteção a sobrecorrente ou dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual (dispositivos DR) (ABNT, 2008a).

#### 4.4.3.1.4. Esquema IT médico

Em instalações elétricas em EAS, além dos modelos de aterramento convencionais como TN-S, TN-C, TN-C-S, TT e IT pode também ser utilizado o sistema IT Médico. No sistema IT Médico, o neutro é aterrado por intermédio de uma impedância entre ele e o condutor de aterramento, limitando a corrente em caso de falha do sistema.

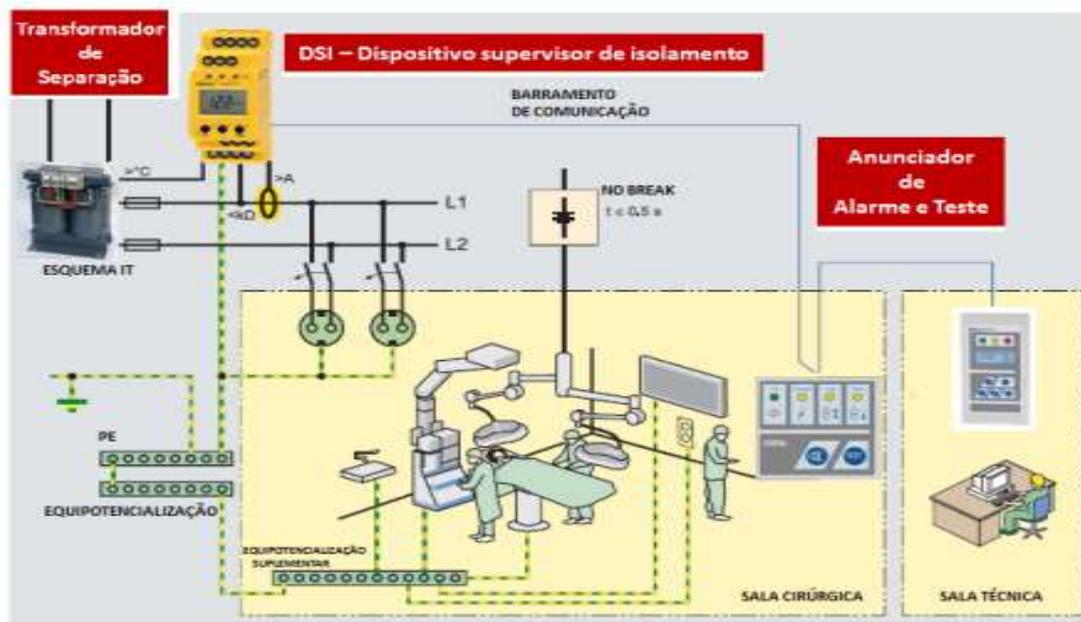
Além disto, de forma complementar, a alimentação de um sistema IT Médico também deve ser isolada das demais partes do circuito por meio de um transformador de isolamento, de modo a garantir aumento da segurança contra as oscilações da rede. Evitando, assim, a transmissão de grandes interferências por meio de equipamentos e defeitos que possam ocorrer nas demais áreas da instalação e isolando, desta maneira, a instalação de todos os outros circuitos do próprio local para os quais não é exigido um aterramento diferenciado (ANVISA, 2002; NUPEHA, 2017; PINHAT; BELLAN, 2017).

Os transformadores de separação devem ser específicos para suprimentos de energia elétrica em instalações de sistemas médicos e devem apresentar isolamento reforçada, blindagem eletrostática entre enrolamentos primário e secundário, conectados a um terminal próprio e características elétricas e mecânicas que garantem qualidade e confiabilidade a sua aplicação (WEG, 2016).

No esquema IT Médico, assim como no sistema IT, também é utilizado um DSI (Dispositivo Supervisor de Isolação) aliado a um sistema de alarmes para a identificação e alarme de uma primeira falta ou proximidade eminente de acontecimento de primeira falta. O alarme deve estar disponível na sala de cirúrgica e na sala técnica de forma redundante, conforme descrito na Figura 14.

Além disso, o alarme deve possuir um sistema para silenciá-lo e não atrapalhar no procedimento médico realizado no local. No entanto, o sinal luminoso não deve ser possível desligá-lo até que o defeito seja solucionado (PARISE *et al*, 2014, 2015; NUPEHA, 2017).

Figura 14: Esquema IT médico.



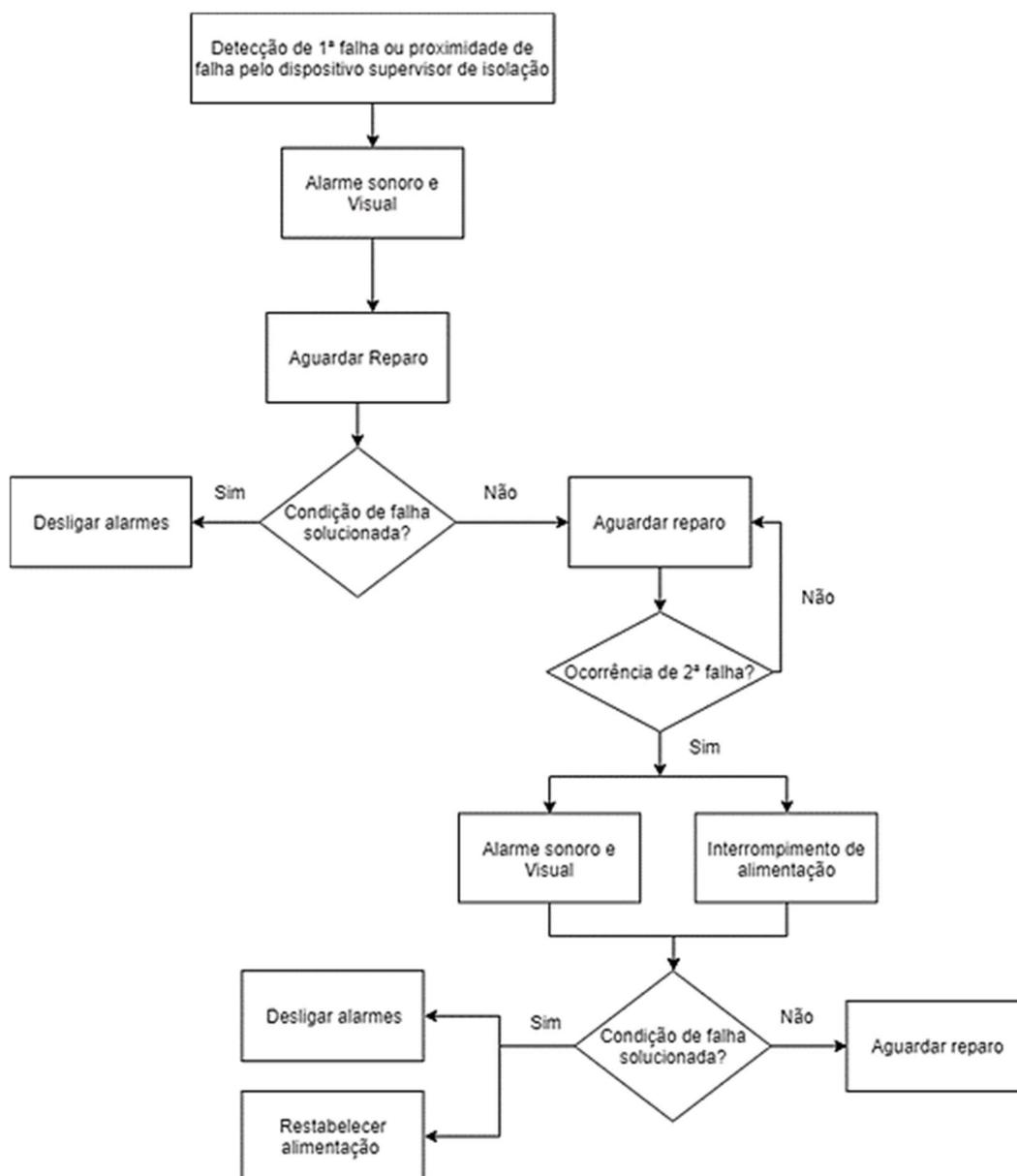
Fonte: RDI (2017).

A primeira falha gera apenas uma corrente de fuga baixa, de modo que não é necessário que o dispositivo de supervisão de isolamento desligue a alimentação a ele vinculada. O mesmo ocorre em caso de ruptura ou desconexão do condutor de aterramento; entretanto, essas falhas levam o potencial terra a um ponto de alimentação.

Entretanto, em caso de uma segunda falha, a diferença de potencial será equivalente à tensão entre fases, gerando uma corrente elevada, acarretando em elevado risco. Portanto, ao detectar a segunda falha na isolação, o alarme não pode ser silenciado, e a alimentação precisa ser interrompida, até que a falha seja corrigida, conforme descrito no fluxograma apresentado na Figura 15.

Deve-se garantir também o monitoramento do transformador de isolação do sistema IT médico, de modo a evitar que uma possível falha no transformador possa ser transferida ao sistema protegido (BELLAN, 2016; HOFHEINZ, 2003; PINHAT; BELLAN, 2017).

Figura 15: Funcionamento do Esquema IT médico.



Fonte: O autor.

Outro ponto relevante em projetos de ambientes aterrados com esquema IT médico, principalmente em centros cirúrgicos, são as características elétricas do piso do ambiente. Os pisos mais indicados para esses ambientes são os pisos semicondutores, em que a resistência elétrica está na faixa de  $50K\Omega$  a  $1M\Omega$ . Outra recomendação é a colocação de uma malha metálica aterrada em conjunto com o sistema de aterramento IT Médico, entre o piso semicondutor e o solo, para garantir que a base do piso semicondutor esteja no mesmo potencial do aterramento do sistema (MONTEIRO; LESSA, 2005; PINHAT; BELLAN, 2017; OKUMOTO, 2006).

## CAPÍTULO V

### 5. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Este capítulo é destinado a apresentar a descrição da metodologia adotada no protocolo proposto para a avaliação das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde. Primeiramente é realizada uma breve explanação sobre as principais técnicas de coletas de dados, seguida da abordagem das escalas de avaliação. Posteriormente são apresentadas as etapas definidas da metodologia e, por fim, o detalhamento de cada etapa com os procedimentos e critérios utilizados.

#### 5.1. MÉTODOS DE COLETA DE DADOS

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a coleta de dados pode ser definida como a busca de informações para elucidação de um fato ou fenômeno de interesse de uma pesquisa. A coleta de dados pode ser considerada um dos momentos de maior relevância na realização de uma pesquisa, pois é durante a coleta de dados que são obtidas as informações necessárias para o desenvolvimento do seu estudo. Como forma de garantia da confiabilidade, validade e precisão da pesquisa como um todo é de fundamental importância que o pesquisador faça uso de instrumento de coleta de dados adequados para cada etapa da pesquisa (OLIVEIRA *et al*, 2016).

Dentre os instrumentos mais utilizados em pesquisa destacam-se: pesquisa bibliográfica, questionário, formulário e entrevista (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). A pesquisa bibliográfica é fundamentada em fontes bibliográficas obtidas através de obras escritas e de origem conhecida é reconhecida como etapa de alicerce da pesquisa como um todo, garantindo maior entendimento sobre o tema e aspectos já estudados sobre o mesmo (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Em contrapartida, o formulário e o questionário por serem constituídos por um grupo de perguntas padronizadas, são instrumentos de pesquisa mais adequados à quantificação, devido a maior facilidade de codificação e padronização, viabilizando a comparação de dados e estabelecimento de relação com o tema em estudo. Os dois instrumentos se diferenciam apenas no que se refere à forma de aplicação. De forma que o questionário é preenchido pelo próprio entrevistado e o formulário é preenchido

indiretamente pelo entrevistador (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; OLIVEIRA *et al*, 2016).

Dentre as vantagens destacadas com o uso do questionário tem-se a economia de tempo, eliminação da necessidade de alocação de verbas com viagens e deslocamento e a possibilidade de obtenção de um grande número de dados. Visto que a aplicação de questionário atinge um elevado número de pessoas simultaneamente, abrangendo uma área geográfica mais ampla. Outro fator de grande relevância é a possibilidade de maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato e o menor risco de distorção, pela não influência do pesquisador (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). Contudo, o método não aborda as circunstâncias em que as questões foram respondidas, dificultando o controle e validação, e inviabiliza a ajuda ao informante em possíveis dúvidas, dificultando em alguns casos a compreensão por parte do informante sobre o questionário (OLIVEIRA *et al*, 2016).

O formulário, em contrapartida, apesar de apresentar dificuldades na sua aplicação em grande escala, devido à presença do entrevistador, o formulário apresenta-se como uma ferramenta mais flexível, sendo viável a sua adaptação em função de situações encontradas em campo e com possibilidades de maior orientação das perguntas dispostas (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011; OLIVEIRA *et al*, 2016).

Entre as diferentes técnicas de pesquisa, a entrevista é a técnica mais pertinente quando o pesquisador quer obter informações a respeito do seu objeto, permitindo conhecer atitudes, sentimentos e valores implícitos ao comportamento, podendo ir além das descrições de ações, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados pelos próprios entrevistadores (OLIVEIRA *et al*, 2016). Segundo Gomes e Oliveira (2016), a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações sobre determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. Trata-se de um procedimento utilizado na investigação social, coleta de dados, para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.

Dentre os instrumentos de coletas de dados descritos foram adotados na metodologia do trabalho proposto a pesquisa bibliográfica, a entrevista e o uso de formulário. A pesquisa bibliográfica foi utilizada no processo inicial do desenvolvimento do projeto, visando à obtenção de informações e bases teóricas. Em sequência, foi proposta a realização de uma entrevista com o responsável técnico pela instalação elétrica do local para a abordagem mais próxima com o entrevistado,

buscando a obtenção de informações implícitas e relatos do cotidiano. Por fim, como a listagem de requisitos de avaliação apresentavam diversos pontos passíveis de dúvidas, foi indicada a aplicação de formulário dentro do protocolo proposto de avaliação.

## **5.2. ESCALAS UTILIZADAS EM PESQUISAS E SUAS APLICAÇÕES.**

Mensuração é uma técnica que faz uso de instrumentos de precisão para se medir qualidades desejadas com base numérica. Contudo o processo de mensuração é mais amplo do que a atribuição de números aos objetos que representem quantitativamente algum atributo que se queira mensurar; seu objetivo é prover um mecanismo de análise que gere informação e sirva de referência para uma tomada de decisão (LUCIAN; DORNELAS, 2015).

Em avaliações de aspectos qualitativos, para realizar essas mensurações, os pesquisadores precisam desenvolver instrumentos adequados para que as medidas correspondam efetivamente ao que se deseja medir e para que o erro amostral seja o menor possível, diante dos recursos disponíveis, e desta forma os resultados das medidas sejam um reflexo da realidade. Para estas medições, os pesquisadores por diversas vezes utilizam escalas de mensuração multi-item (VIEIRA; DALMORO, 2008).

A escala pode ser definida como o conjunto de valores ou conteúdos de uma variável arranjados de acordo com algum critério de importância para fins de mensuração, podendo ser esses valores métricos ou não. Podendo ser classificadas em dois grupos: comparativas e não comparativas. De um modo geral, as escalas não comparativas utilizam notas para avaliar o atributo. Desta forma, é possível avaliar os atributos independentemente, isto é, o respondente pode avaliar cada atributo isoladamente, sem levar em consideração os demais. As escalas comparativas comumente utilizam ordenação. Desta forma, a ordenação de um determinado atributo depende da presença de outros atributos, e com isto as respostas têm uma estrutura de dependência. Os tipos de escalas comparativas mais comuns na literatura são: comparação por pares, ordenação dos postos, soma constante e pontos decrescentes (SAMARTINI, 2006).

Dentre as escalas não comparativas existentes para aplicação em pesquisas, pode-se destacar com as mais utilizadas: a escala de Likert e a escala de Thurstone (SAMARTINI, 2006). As escalas tipo Thurstone são constituídas por um conjunto de

itens em relação aos quais o entrevistado deve manifestar simplesmente o seu acordo ou desacordo, não necessitando exprimir o grau de concordância quanto à resposta, não abordando, portanto, aspectos vinculados sobre a intensidade da resposta. Entretanto, apesar de ainda muito estudada e aplicada, vem caindo em desuso (BERMUDES *et al*, 2016).

A escala de Likert pode ser conceituada como um tipo de escala de atitude na qual o indivíduo respondente indica seu grau de concordância ou discordância em relação a determinado objeto. Ela se assemelha à escala de Thurstone, entretanto, a principal diferença entre elas é que a Likert apresenta o grau de intensidade das respostas. A escolha do número de itens na escala Likert é um ponto de grande influência na obtenção de resultados e segundo Vieira e Dalmoro (2008) a escala que se mostrou mais adequada foi a de cinco pontos.

Dentre as escalas acima descritas, devido à necessidade de avaliação do grau de concordância da resposta escolhida, para aplicação no formulário de avaliação proposto foi adotada a escala Likert, e devido a indicações de melhor desempenho foi adotado cinco itens de escala. Será descrito de forma detalhada a aplicação da escala no formulário no decorrer deste capítulo.

### **5.3. ETAPAS DA METODOLOGIA**

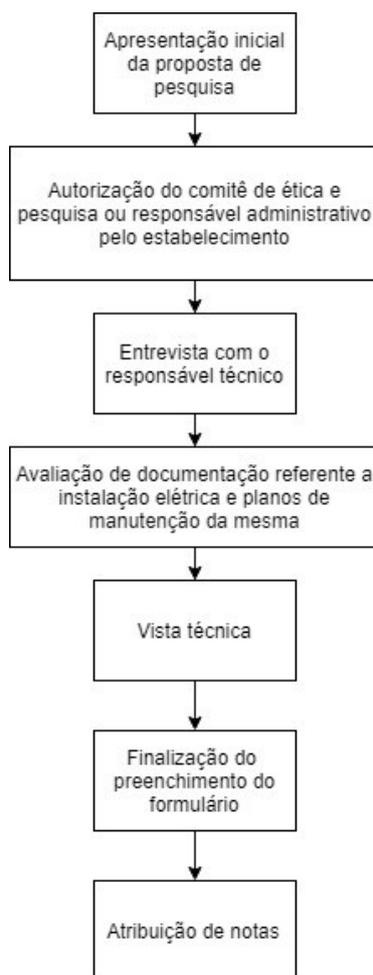
O protocolo proposto para a avaliação das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde apresenta oito etapas: Apresentação inicial da proposta de pesquisa; Autorização do comitê de ética e pesquisa ou responsável administrativo pelo estabelecimento; Entrevista com o responsável técnico; Avaliação de documentação referente a instalação elétrica e planos de manutenção da mesma; Vista técnica; Completar preenchimento do formulário; Atribuição de notas ao cenário encontrado das instalações elétricas do estabelecimento em estudo. A ordem de execução proposta está descrita no fluxograma apresentado na Figura 16.

O início do processo proposto no protocolo acontece no contato inicial com a administração do estabelecimento. Primeiramente são apresentados ao estabelecimento uma carta de apresentação, comprovando o vínculo da pesquisa com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFBA (PPGEE UFBA), e um termo de confidencialidade, garantindo ao estabelecimento que sua identidade será protegida, ambos dispostos nos apêndices A e B, respectivamente. Nesta etapa também é

apresentada a proposta de pesquisa abordando seus objetivos, justificativas e metodologia. Para apresentação da proposta foi elaborada uma apresentação no formato de slides e um arquivo impresso abordando a proposta como um todo. Segue nos anexos C e D, a apresentação em slides e o material impresso utilizado nas apresentações.

Após a explanação da proposta de pesquisa e o esclarecimento de possíveis dúvidas quanto caso seja aprovada a realização da pesquisa no estabelecimento é agendada a entrevista com o responsável técnico. Em função do próprio propósito ao tratamento assistencial de saúde e dos estabelecimentos avaliados, a circulação no ambiente interno dos estabelecimentos é um desafio para visitas externas não vinculadas a pesquisas de áreas de saúde. Deste modo, como forma de obter informações preliminares para o planejamento da visita, foi proposta a etapa de entrevista com o responsável técnico do local.

Figura 16: Fluxograma do procedimento proposto para a avaliação das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde.



Fonte: O autor.

Em face disto, propõe-se que a entrevista seja realizada com o engenheiro eletricitista responsável pelas instalações elétricas do estabelecimento, preferencialmente com o auxílio do engenheiro clínico. Caso o estabelecimento não apresente corpo técnico de engenheiros, é indicado que a entrevista seja realizada com algum técnico ou funcionário familiar com as instalações elétricas do local.

Na entrevista devem ser questionados: qual o perfil de atendimento do estabelecimento e quais os tipos de procedimentos realizados; quais os tipos de equipamentos eletromédicos disponíveis; histórico da edificação; relatos sobre possíveis acidentes ou problemas relacionados na instalação elétrica; e a disponibilidade de visitação de cada área do estabelecimento.

Além do supracitado, deve ser solicitado o acesso às documentações disponíveis do estabelecimento e dos procedimentos estabelecidos para sua operação e manutenção. A avaliação dos documentos disponíveis é de suma relevância para maior entendimento da disposição da instalação na unidade e identificação de conformidade nos registros existentes.

Assim, com os dados da entrevista e da documentação, podem ser identificados quais os tipos de locais médicos do estabelecimento; e com base na disponibilidade estabelecida de visitação deve ser realizada a visitação no estabelecimento com o acompanhamento de algum responsável.

Na visita técnica deve ser avaliado se a estrutura real condiz com o descrito na entrevista realizada e com a documentação disponível. Nesta etapa devem ser sanadas as possíveis dúvidas sobre a instalação, garantindo a viabilidade de preenchimento do formulário de forma completa.

A avaliação proposta no formulário apresenta caráter qualitativo, levantando aspectos básicos e fundamentais destas instalações, através de requisitos estabelecidos pelas normas vigentes ABNT NBR – 5410/2008 e ABNT NBR – 13534/2008. A atribuição de nota para cada requisito avaliado foi estabelecida seguindo a escala Likert, com 5 pontuações possíveis para cada requisito de 1 a 5, na qual:

- 1: Não atende;
- 2: Atende em pequena parcela;
- 3: Atende de forma intermediária;
- 4: Atende em grande parcela;
- 5: Atende plenamente.

Devido à grande variação dos perfis de uso de alimentação elétrica dentro de um estabelecimento de saúde e do condicionamento de exigências para tal em função dos tipos de equipamentos eletromédicos utilizados, além destas pontuações explanadas foi prevista, também, a possibilidade do requisito não ser aplicável à realidade do estabelecimento em estudo. Neste caso, deve-se a atribuição de NA, “não aplicável”.

Com o objetivo de viabilizar a análise posterior das instalações, os requisitos dispostos no formulário foram divididos em nove classes: Documentação; Manutenção; Características gerais; Tomadas; Iluminação; Geração de emergência; Aterramento e proteção contra choques elétricos; Chuveiros e área molhada; Ensaio de verificação. Para cada uma das classes foram atribuídos. Segue no apêndice E os requisitos estabelecidos para cada uma das classes de avaliação.

Como o ambiente hospitalar apresenta variações que influenciam diretamente nas exigências da instalação elétrica, algumas das classes apresentam subdivisões com o objetivo de tornar mais clara a avaliação e identificação de pontos com necessidade de adequação. Em função da possibilidade de operação por pessoal não qualificado, a classe documentação foi dividida em “documentação geral da instalação”, onde estão dispostas exigências gerais sobre a documentação da instalação; mandatórias, independente da qualificação dos operadores; e “requisitos de documentação específicos em caso de operação por pessoal não capacitado”, onde são abordados pontos de exigência específicos em caso de operação por corpo técnico não capacitado.

Devido à existência de exigências distintas para tomadas em função do local médico, a classe Tomadas foi subdividida em: características gerais, e característica para tomadas em locais de grupo I e II. A classe Aterramento e proteção contra choques elétricos também apresentou subdivisão em classes sendo abordada em quatro subclasses: Características Gerais, requisitos específicos do esquema de aterramento da instalação, exigências para locais médicos grupo I e exigências para locais médicos grupo II. Segue no Quadro 1 a apresentação de todas as classes e subclasses de avaliação do formulário proposto.

Após a atribuição de pontuações para todos os requisitos de avaliação pertinentes ao estabelecimento em avaliação, com o preenchimento completo do formulário, é realizada a atribuição de notas do cenário encontrado das instalações elétricas do estabelecimento em estudo. Para tal, foi utilizado um critério de equivalência das notas da escala Likert em valores de 0 a 1. Para tal foi utilizada o critério:

- Nota 5: Equivale a 100% do requisito avaliado, sendo atribuído nota 1;
- Nota 4: Equivale a 75% do requisito avaliado, sendo atribuído nota 0,75;
- Nota 3: Equivale a 50% do requisito avaliado, sendo atribuído nota 0,5;
- Nota 2: Equivale a 25% do requisito avaliado, sendo atribuído nota 0,25;
- Nota 1: Equivale a 0% do requisito avaliado, sendo atribuído nota 0;
- Não se aplica: Requisito não deve ser integrado no cálculo de nota.

Quadro 1: Classes e subclasses de avaliação propostas no protocolo.

CLASSES	SUBCLASSES
Documentação	Documentação geral da instalação
	Requisitos de documentação específicos em caso de operação por pessoal não capacitado
Manutenção	
Características Gerais	
Tomadas	Características gerais
	Característica para tomadas em locais de grupo I e II
Iluminação	
Geração de Emergência	
Aterramento e Proteção Contra Choques Elétricos	Aspectos gerais
	Exigências do esquema de aterramento utilizado
	Locais médicos grupo I
	Locais médicos grupo II
Chuveiros e Área Molhada	
Ensaio de Verificação	

Fonte: O autor.

Após o estabelecimento das notas de cada requisito, é calculada nota de cada classe através da média dos valores atribuídos aos requisitos avaliados em cada classe, conforme apresentado na equação (1).

$$\frac{\sum \text{notas dos requisitos avaliados na classe}}{n^{\circ} \text{ de requisitos avaliados na classe}} \quad (1)$$

Contudo, caso a classe apresente subclasses, primeiramente é calculada a nota de cada subclasse, através da média dos valores encontrados para cada requisito da

subclasse (equação 2), e posteriormente é calculada a nota da classe através da média dos valores encontrados para cada subclasse, de acordo com equação 3. Caso algum requisito seja classificado como “não se aplica”, o mesmo não deve ser integrado aos cálculos de nota, uma vez que a exigência estabelecida no requisito avaliado não é cabível com a realidade encontrada no estabelecimento em avaliação.

$$\frac{\Sigma \text{notas dos requisitos avaliados na subclasse}}{n^{\circ} \text{ de requisitos avaliados na subclasse}} \quad (2)$$

$$\frac{\Sigma \text{notas das subclasses}}{n^{\circ} \text{ de subclasses}} \quad (3)$$

O cálculo da nota geral da instalação elétrica do estabelecimento deve ser realizado através da média das notas encontradas para cada uma das classes avaliadas, seguindo a equação 4.

$$\frac{\Sigma \text{notas das classes}}{n^{\circ} \text{ de classes}} \quad (4)$$

É importante salientar que os critérios possuem pesos iguais, visto que se entende que como todos os requisitos estão estabelecidos em norma de forma compulsória, todos se apresentam como pontos relevantes de avaliação.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. AVALIAÇÃO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

Neste capítulo é apresentada a avaliação das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde, encontrada através da aplicação do protocolo proposto em três EAS presentes no Estado da Bahia.

A priori, são apresentados os perfis de cada estabelecimento visitado, incluindo os aspectos construtivos, tipo de atendimento médico disponibilizado e o responsável técnico pela instalação elétrica da unidade. Posteriormente são retratados os levantamentos de cada uma das classes abordadas no protocolo. Por fim, é exposta uma visão geral sobre os pontos avaliados no protocolo, evidenciando os pontos de maior criticidade comuns a todos os estabelecimentos avaliados.

#### **6.1. ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE I**

O estabelecimento assistencial de saúde I caracteriza-se como uma construção antiga, com registro anterior a 1890, e que funciona como unidade de Obstetrícia, Neonatologia e Saúde Perinatal. Além disso, possui setores de: Emergência e Unidades de Internação 24 horas; Ambulatório; Administração; Ambulatório de Pré-natal Baixo Risco; Ambulatório de Pré-natal Alto Risco; Unidade de Terapia Intensiva Neonatal; Emergência; Serviço de Internamento; Regulação; Centro Obstétrico; Unidade de Cuidados Intermediários Neonatais.

A autorização para as visitas técnicas e a inserção da unidade na dissertação foi cedida através do comitê de ética responsável pela liberação de projetos de pesquisa na unidade. O responsável pelo acompanhamento durante as visitas técnicas realizadas e pelo auxílio no preenchimento do questionário de avaliação foi o Engenheiro Eletricista responsável, com a colaboração do Engenheiro Clínico do EAS.

##### **6.1.1. Documentação**

O estabelecimento assistencial de saúde I apresenta documentação, disponível de forma física e digital, na qual constam o diagrama unifilar da subestação e da distribuição de parte dos circuitos elétricos, contendo desenhos (plantas, cortes e

detalhes) localizando as instalações elétricas em relação à arquitetura, descritivo de cargas conectadas ao gerador de emergência, e memorial descritivo, ainda que incompleto.

Entretanto, mesmo após a avaliação de toda a documentação disponível, não foi encontrado registro de ensaio realizado na instalação antes da operação efetiva, ou de documentação de *as built* (como construído) que correspondesse fielmente à construção realizada. Outra deficiência detectada foi a falta de dados referentes à identificação, localização e potências máximas para os circuitos internos.

A apresentação dos descritivos de serviço e de comando de controle também não apresentaram resultados satisfatórios, posto que o descritivo de serviços a serem executados incluem unicamente serviços relacionados ao sistema de geração de emergência, e o descritivo de comando de controle disponibiliza apenas informações padrão disponibilizadas no manual do fabricante do quadro de controle.

Quanto à documentação, direcionada para operação por pessoal não capacitado, são disponibilizados apenas dados de esquemas dos quadros de distribuição, com indicação e respectivas finalidades de alguns circuitos. Não sendo dispostos na documentação: Manual do usuário apresentando linguagem acessível a leigos; Dados de potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível; Dados de potências máximas previstas nos circuitos terminais; e a relação das cargas permanentemente conectadas a fonte de segurança, com indicação das correntes nominais (no caso de cargas de motor, as correntes de partida).

Portanto, pode-se concluir que a documentação da unidade referente à instalação elétrica da mesma não está em conformidade, pois não apresenta informações suficientes para o usuário no caso de uma intervenção na instalação. Tal resultado foi refletido nas notas encontradas através da aplicação do formulário do protocolo proposto, onde as notas apresentaram valores abaixo do esperado, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5. Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
DOCUMENTAÇÃO	DOCUMENTAÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO	0,48	0,34
	REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICOS EM CASO DE OPERAÇÃO POR PESSOAL NÃO CAPACITADO	0,21	

### 6.1.2. Manutenção

Os procedimentos internos de manutenção da unidade, preveem em seu escopo a garantia de cumprimento de requisitos de segurança básicos para a manutenção da instalação elétrica, garantindo que em toda a instalação, que for considerada insegura, a possibilidade de ser imediatamente desenergizada (no todo ou na parte afetada), e somente deve ser recolocada em serviço após a correção dos problemas detectados.

Em caso de constatação de falha ou anormalidade no funcionamento da instalação ou em qualquer de seus componentes, sobretudo os casos de atuação dos dispositivos de proteção sem causa conhecida, é previsto o contato com responsável qualificado. No procedimento também é estabelecido que em caso de retirada de tampas, invólucros e outros meios destinados a garantir proteção contra contatos com partes vivas para fins de verificação ou manutenção, devem ser prontamente recolocados ao término destas intervenções.

Quanto ao plano de manutenção da instalação elétrica do estabelecimento, estão previstos seguindo a periodicidade recomendada em norma, com os seguintes itens: ensaio geral de funcionamento, verificação dos níveis da tensão de operação; verificação da estrutura dos quadros e painéis, observando-se seu estado geral.

A inspeção de componentes com partes móveis da isolação dos condutores e suporte dos ajustes dos dispositivos de proteção estão previstos, ainda que em periodicidade inferior a estabelecida em norma. Todavia, não estão incluídos o reaperto das conexões, ensaios de funcionamento dos dispositivos de transferência/comutação e ensaios de funcionamento dos dispositivos supervisores de isolamento.

A manutenção do sistema de geração de emergência aborda o ensaio de funcionamento das fontes de segurança com baterias e o ensaio de funcionamento das fontes de segurança com grupo motogerador, até atingir a temperatura de regime contínuo com as periodicidades estabelecidas em norma. Entretanto, os ensaios de durabilidade e de funcionamento das fontes de segurança com baterias e de durabilidade das fontes de segurança com grupo motogerador não são realizados, conforme relato do responsável técnico e a inexistência de documentação comprobatória. Devido a não conformidade de itens avaliados o EAS obteve nota 0,58 na classe manutenção, conforme Tabela 6.

Tabela 6. Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE	NOTA
MANUTENÇÃO	0,58

### 6.1.3. Características gerais

A instalação elétrica do EAS I apresenta dados disponíveis referente às características das fontes de suprimento de energia; valor da tensão nominal; e possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação, incluindo a demanda de potência. Entretanto, não estão disponíveis informações exigidas por norma, como o valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento, a classificação em função das influências externas e dos locais médicos.

A disposição dos circuitos apresenta separação de circuitos para iluminação e tomadas, sendo previstos circuitos dedicados para equipamentos especiais fixos como o mamógrafo e o ultrassom. No entanto, tal separação ocorre apenas para tais equipamentos, não existindo separação de circuitos para todos equipamentos eletromédicos.

Devido à falta de separação dos circuitos e ao não cumprimento de regras determinadas nos procedimentos internos, previamente estabelecidos pela equipe de engenharia, foram relatados problemas de oscilação no fornecimento de energia elétrica e a atuação de disjuntores de proteção devido à conexão indevida de eletroportáteis na sala de convívio que sobrecarregavam os circuitos do centro cirúrgico.

A EAS I possui a identificação de equipamentos, a identificação de circuitos elétricos, e a sinalização relacionada ao sistema de geração de emergência. Entretanto, algumas destas placas de identificação estão deterioradas com informações pouco ou não visíveis.

Além disso, a disposição dos quadros está de forma a facilitar o acesso para manutenções e, apesar de parte das linhas elétricas não apresentarem identificação, a maior parte das mesmas são identificadas e as cores dos cabos são respeitadas. Contudo, quanto aos dispositivos de proteção, a identificação apresenta-se bastante ineficiente, de modo que, a maioria dos quadros não apresenta nenhum tipo de identificação nos dispositivos de proteção.

Adicionalmente, não há a previsão do uso de ferramentas de barreira para inviabilizar o acesso de pessoal não capacitado aos quadros de distribuição, deixando os

quadros de distribuição de energia elétrica vulneráveis a realização de manobras indevidas. Foi relatado que um dos quadros responsáveis por parte da alimentação do prédio principal é utilizado por seguranças da unidade para ligar a iluminação externa, deixando, desta forma, a alimentação do prédio vulnerável em caso de erro por parte do segurança no acionamento do disjuntor de iluminação, já que o mesmo não apresenta nenhuma identificação.

Devido ao não cumprimento de parcela dos requisitos avaliados a nota atribuída para a classe requisitos gerais da instalação elétrica do EAS I, foi de 0,53 como disposto na Tabela 7.

Tabela 7. Avaliação de Característica Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE	NOTA
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,53

#### 6.1.4. Tomadas

As tomadas instaladas no EAS I apresentam arranjo de três pinos, conforme norma NBR 14136:2012, no entanto, muitas delas não apresentam conexão de aterramento, apresentando apenas dois pinos funcionais. Quanto à tensão de alimentação apresentada são dispostas tomadas com 110 e 220 V, e as mesmas apresentam placas de sinalização da tensão de alimentação. De forma que grande parte das exigências de características gerais para tomadas foram atendidas.

Contudo, ao avaliar os requisitos específicos para tomadas de locais do grupo I e II, conforme norma NBR 13534:2008, o resultado observado não foi positivo, uma vez que foi detectado que em nenhum dos locais do grupo I e II existe a disposição de tomadas alimentadas por no mínimo dois circuitos distintos ou proteção individualmente contra sobrecorrentes. Segue na Tabela 8 a nota atribuída para os requisitos avaliados referentes às tomadas da instalação elétrica do estabelecimento.

Tabela 8. Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
TOMADAS	CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,75	0,38
	CARACTERÍSTICA PARA TOMADAS EM LOCAIS DE GRUPO I E II	0,00	

### 6.1.5. Iluminação

Foram encontrados casos de problemas na especificação de luminárias que acarretaram em problemas na conexão, devido a não compatibilidade da luminária especificada com o tipo de lâmpada/posição de encaixe viável para a estrutura do local, acarretando em acúmulo de água e detritos. Contudo, algumas luminárias já foram substituídas e a instalação hoje conta com luminárias com fixação adequada e sem problemas referentes a acúmulo de água.

As normas de divisão de circuitos para iluminação de rotas de fuga e locais do grupo I e II, que determinam que para tal aplicação as luminárias devem estar conectadas de forma alternada a alimentação de segurança, não são atendidas, e a solução adotada para melhoria da iluminação em tais casos foi o uso de luminárias de emergência de blocos autônomos à bateria.

É apresentada na Tabela 9 a nota atribuída para os requisitos avaliados referentes à iluminação do estabelecimento.

Tabela 9. Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE	NOTA
ILUMINAÇÃO	0,56

### 6.1.6. Geração de emergência

O sistema de suprimento de energia elétrica do estabelecimento da EAS I não apresenta alimentação alternativa ao fornecimento primário disponibilizado pela concessionária, de modo que, em caso de falha do suprimento primário de energia elétrica, o estabelecimento conta apenas com o sistema de geração de emergência próprio, composto por um gerador diesel com transferência automática de carga.

Além disso, observou-se que os circuitos de segurança são independentes dos outros circuitos, apesar da inexistência de identificação das tomadas atendidas pela alimentação de segurança. Já a iluminação de segurança, em caso de falha da rede principal, é suprida através de blocos autônomos de bateria, atendo aos requisitos de todos os locais médicos, com exceção apenas dos locais do Grupo 2.

Além da iluminação, os outros serviços como: elevadores, sistema de exaustão de fumaça, alimentação de equipamentos eletromédicos em locais do Grupo I e II e equipamentos elétricos para suprimentos de gases medicinais também são atendidos de

forma satisfatória pelo sistema de alimentação de emergência. Nota-se, entretanto, a falta de alarme de incêndio e de um sistema de busca em caso de incêndio ou situação de emergência.

Em relação ao acesso à sala de abrigo do gerador, verificou-se que este é restrito, principalmente devido ao funcionamento dos serviços de marcenaria da EAS em frente à entrada da sala, dificultando a entrada na sala de abrigo do gerador e obstruindo o filtro de partículas. As Figuras 17 e 18 mostram as vistas frontal e lateral da entrada da sala de abrigo do gerador de emergência, respectivamente.

O fácil acesso sem obstruções à componentes do sistema elétrico está previsto em norma técnica e é de fundamental importância para viabilizar o acesso do corpo técnico em caso de ocorrência.

Figura 17. Entrada da sala de abrigo do gerador de emergência (vista frontal).



Figura 18. Entrada da sala de abrigo do gerador de emergência (vista lateral).



Apesar da dificuldade de acesso à sala de abrigo do gerador de emergência, dentro da sala de abrigo os componentes do sistema de geração são dispostos de modo a facilitar a inspeção periódica, os ensaios e a manutenção, conforme apresentado na Figura 19. Existe um sistema de circulação no abrigo do gerador diesel, mas não existe sistema de escapamento adequado, fazendo com que gases emanados gases pelo sistema do gerador diesel incomodem pessoal da unidade e construções vizinhas. Indicando a necessidade de construção de chaminé para a adequação do sistema de escapamento.

Figura 19: Gerador Diesel e sistema de exaustão.



A alimentação de segurança para as classes de alimentação com tempo de comutação máximo de 0,5 s é garantida através de baterias internas dos respectivos equipamentos. No entanto, foram relatados problemas referentes ao carregamento destas baterias, devido a remoção constante dos equipamentos da alimentação elétrica pelo corpo técnico de enfermagem, inviabilizando que a bateria seja carregada. Todavia, foi relatado na entrevista que o procedimento de mantê-los na tomada já foi passado ao corpo de enfermagem pela engenharia clínica, mas tal conduta não é obedecida. Outro aspecto a ser salientado é que não existe bateria para alimentação dos focos cirúrgicos, apenas para o foco cirúrgico móvel.

Além do exposto, é importante destacar que os requisitos estabelecidos, para a classe com tempo de comutação admissível de até 15 segundos e a classe com tempo de

comutação admissível superior a 15 segundos, são atendidos, apresentando apenas problemas referentes ao período de funcionamento para os blocos autônomos, que apresentam período de funcionamento disponível inferior ao estabelecido em norma.

Em face a isso, a Tabela 10 apresenta as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes à geração de emergência do estabelecimento.

Tabela 10. Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSE	NOTA
GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,64

### 6.1.7. Aterramento e proteção contrachoque elétricos

O esquema de aterramento utilizado em parte do estabelecimento é TN-C, esquema não admitido em estabelecimentos assistenciais de saúde, devido a confiabilidade de esquema ser condicionada à integridade do neutro, o que, no caso de instalações alimentadas por rede pública de baixa tensão, depende das características do sistema da concessionária. Conjuntamente, não existe aterramento IT médico para os locais do Grupo I e II.

Adicionalmente, verificou-se que a proteção contra choques elétricos é fornecida através apenas de proteção básica, não sendo adotado nenhum elemento de proteção suplementar ou utilizado nenhum dispositivo Diferencial Residual (DR) em toda a instalação, conforme preconiza a norma ABNT NBR 5410:2008 (ABNT, 2008a). Além disso, apenas parcela da instalação apresenta condutor de proteção e o aterramento é realizado em maior parcela através da malha principal apresentando apenas alguns casos de aterramento isolado.

Como exemplo dos fatos supracitados, problemas no aterramento da mesa térmica do buffet do refeitório foram relatados, visto que esta constantemente ocasionava choques elétricos nos funcionários que serviam o buffet. As instalações foram refeitas para garantir o condutor de aterramento na conexão da mesa térmica. Entretanto, a conexão da mesa apresenta-se ainda em não conformidade como pode ser visto na Figura 20 que apresenta o retrato atual da instalação elétrica de alimentação do buffet.

Figura 20. Instalação elétrica da mesa térmica do Buffet do refeitório.



As notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes ao aterramento e proteção contra choques elétricos do estabelecimento são expostas na Tabela 11.

Tabela 11. Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do EAS I.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS GERAL	0,17	0,04
	ATERRAMENTO TN	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO I	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO II	0,00	

#### 6.1.8. Chuveiros e área molhada

Com relação a chuveiros e áreas molhadas, o estabelecimento EAS I não apresenta nenhum sistema de aquecimento de água por caldeiras ou boilers, sendo todo o aquecimento de água realizado através do uso de chuveiros elétricos, seja para o banho ou limpeza dos pacientes. Os chuveiros elétricos disponíveis apresentam

alimentação realizada através de circuito dedicado, apresentando em apenas alguns pontos de não conformidades na instalação dos chuveiros, devido à conexão inapropriada da alimentação do chuveiro apresentando conexões susceptíveis ao acesso do usuário durante o uso do mesmo.

São explanadas na Tabela 12 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes aos chuveiros e área molhada do estabelecimento.

Tabela 12: Avaliação dos Chuveiros e Área Molhada do EAS I.

CLASSE	NOTA
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,75

### 6.1.9. Ensaio de verificação

Os ensaios de verificação são de extrema relevância para o acesso de informações do cenário real da instalação elétrica entregue para uso. Todavia, não foi encontrado nenhum registro de realização de verificação final no estabelecimento em nenhuma reforma realizada. São apresentadas na Tabela 13 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes aos ensaios de verificação final do estabelecimento.

Tabela 13. Avaliação dos Ensaio de Verificação do EAS I.

CLASSE	NOTA
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00

### 6.1.10. Avaliação Geral

Após a análise de todas as classes propostas no protocolo de avaliação, e a obtenção da nota final de 0,43, conforme disposto na Tabela 14, pode-se concluir que o estabelecimento avaliado não atende a diversos requisitos das normas nacionais vigentes para a garantia da segurança e confiabilidade da instalação elétrica de estabelecimentos assistenciais de saúde. Indicando a necessidade de adequação da instalação elétrica do estabelecimento em todas as classes avaliadas no protocolo, visto que nenhuma classe apresentou conformidade total nos requisitos avaliados apresentando, portanto, não conformidades em relação a itens dispostos em normas nacionais vigentes.

Tabela 14: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde I.

CLASSES	NOTA	PESO CLASSE
DOCUMENTAÇÃO	0,34	1
MANUTENÇÃO	0,58	1
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,53	1
TOMADAS	0,38	1
ILUMINAÇÃO	0,56	1
GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,64	1
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	0,04	1
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,75	1
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00	1
NOTA FINAL		0,43

## 6.2. ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE II

Com sua construção iniciada por volta de 1860, o estabelecimento assistencial de saúde II apresenta uma estrutura com atendimento de média e de baixa complexidade, englobando: consultas clínicas, atendimento ambulatorial, pronto atendimento, centro cirúrgico, internamento, maternidade, exames laboratoriais e de imagem. O estabelecimento atende a população do município em que é alocado e mais 20 outros municípios da região.

Como o estabelecimento não apresenta comitê de ética, ou nenhum outro setor responsável por pesquisa e extensão a autorização para as visitas técnicas e inserção da unidade na dissertação foi cedida pela diretoria administrativa da unidade. O responsável pelo acompanhamento dentro do estabelecimento durante as visitas técnicas realizadas e pelo auxílio no preenchimento do questionário de avaliação foi o técnico eletricista responsável pelas instalações elétricas, uma vez que não existe nenhum Engenheiro responsável pela unidade.

### 6.2.1. Documentação

A infraestrutura do EAS II, devido ao fato da construção ser bastante antiga e a falta de equipe dedicada a aspectos de engenharia e infraestrutura, não apresenta nenhuma documentação referente à instalação elétrica da unidade. Tem-se ainda que, apesar de nos últimos dez anos a edificação ter passado por três reformas que alteraram

a parte elétrica de parte do prédio, não foram encontradas nenhuma documentação referente às alterações realizadas.

De modo que, os operadores responsáveis pela operação e manutenção da instalação elétrica não tem acesso a nenhum tipo de documentação sobre a instalação elétrica da unidade e promovem as ações de manutenção com base no conhecimento adquirido por meio da utilização da instalação. Assim, devido à falta de qualquer tipo de documentação ou registro, foi atribuída a categoria documentação para EAS II a nota 0, conforme demonstrado na Tabela 15.

Tabela 15: Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
DOCUMENTAÇÃO	DOCUMENTAÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO	0,00	0,00
	REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICOS EM CASO DE OPERAÇÃO POR PESSOAL NÃO CAPACITADO	0,00	

### 6.2.2. Manutenção

Apesar de não existir nenhuma documentação escrita referente a instruções para a realização de manutenções, todos os eletricitas responsáveis pelas manutenções elétricas do estabelecimento já passaram por curso de NR-10 e formação de técnico eletricitista. Fazendo com que, mesmo não estando explanadas de forma explícita em procedimentos internos do estabelecimento, as ações para a garantia das condições mínimas de segurança, durante a realização de reparos ou manutenção, são atendidas.

No que tange aos procedimentos de manutenção referentes ao sistema de geração de emergência, são abordados (ABNT b, 2008): o ensaio de durabilidade das fontes de segurança com grupo motogerador e os ensaios de funcionamento dos dispositivos de transferência/comutação. Não englobando o ensaio de funcionamento das fontes de segurança com grupo motogerador até atingir a temperatura de regime contínuo.

Quanto às manutenções para a instalação em geral, são previstas apenas o reaperto das conexões de alimentação principal e a verificação das linhas flexíveis que alimentam equipamentos móveis, bem como a sua adequada articulação. Os demais itens estabelecidos em norma para manutenção da instalação elétrica não são atendidos,

de modo que o estabelecimento não obteve nota satisfatória para a classe manutenção, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16: Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA
MANUTENÇÃO	0,39

### 6.2.3. Características gerais

Relacionado às fontes de suprimento de energia elétrica, a instalação elétrica do EAS II apresenta disponível apenas dados referentes à tensão de alimentação. Não sendo disponibilizados os dados exigidos em norma referentes às características das fontes de suprimento de energia com as quais a instalação for provida da natureza da corrente e da frequência; possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação; valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento; classificação em função das influências externas; e a classificação dos locais médicos.

O arranjo dos circuitos apresenta a separação de circuitos apenas para a alimentação do aparelho de raios-X e do tomógrafo, não existindo separação de circuitos para demais equipamentos médicos, mesmo sendo este um requisito determinado na norma ABNT NBR 13534: 2008.

Os dispositivos de proteção apresentam identificação para os disjuntores primários e a identificação de equipamentos, circuitos, e sistema de geração de emergência é realizada apenas de forma parcial. Enquanto a identificação das linhas elétricas e as cores normatizadas para cabos são respeitadas na totalidade da instalação.

Quanto aos quadros distribuição, foi constatado durante a visita técnica que os mesmos apresentam localização de difícil acesso em grande parcela dos casos, chegando a apresentar casos extremos, como: o acesso ao quadro impossibilitado por portão trancado por cadeado com cópias de chaves não disponíveis para a equipe responsável pela instalação elétrica; ou, no caso do quadro de entrada principal, em que para acesso ao quadro, o técnico necessita ter acesso ao quarto de pacientes da enfermaria, “saltar” a sacada da varanda do quarto e andar sobre a fiação do terraço para ter acesso ao quadro. É importante salientar que os quadros de alimentação devem apresentar fácil acesso, sem nenhum tipo de obstrução ou obstáculo, facilitando a realização de manutenções ou ações por parte do corpo técnico em caso de ocorrência.

Na Tabela 17 é exibida a nota atribuída para os requisitos avaliados referentes à requisitos gerais da instalação elétrica do estabelecimento.

Tabela 17: Avaliação das Características Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,33

#### 6.2.4. Tomadas

As tomadas instaladas no estabelecimento apresentam tensão de alimentação de 220 V, disposição de três pinos, de acordo com o padrão vigente, e apresentam etiqueta de identificação da tensão de alimentação. No entanto, como existem na unidade alguns aparelhos 110 V são utilizados transformadores sem nenhuma infraestrutura adequada. Na Figura 21 é um exemplo de disposição inadequada de transformador para alimentação de equipamento eletromédico dentro do centro cirúrgico.

Figura 21: Disposição do Transformador utilizado para a alimentação de equipamentos eletromédicos dentro do centro cirúrgico.



As exigências para locais do grupo I e II de disposição de tomadas alimentadas por no mínimo dois circuitos distintos ou proteção individualmente contra sobrecorrentes, em cada posto de tratamento de paciente não são atendidas. Com base nos requisitos avaliados no protocolo proposto segue na Tabela 18 a nota atribuída para a classe tomadas.

Tabela 18: Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
TOMADAS	CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,63	0,31
	CARACTERÍSTICA PARA TOMADAS EM LOCAIS DE GRUPO I E II	0,00	

### 6.2.5. Iluminação

As instalações referentes à luminárias existentes na unidade apresentam-se em parcial conformidade, como retratado na Tabela 19. Como ponto positivo, foi observado que as luminárias se apresentam devidamente fixadas e sem acúmulo aparente de água. Entretanto, não é previsto nenhum plano de iluminação de rota de fuga e a exigência de alimentação por no mínimo dois circuitos para a iluminação para a iluminação de locais médicos do grupo I e II não é atendida.

Tabela 19: Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA
ILUMINAÇÃO	0,50

### 6.2.6. Geração de emergência

A alimentação do estabelecimento não apresenta alimentação alternativa à alimentação primária da concessionária. De modo que, em caso de falha do fornecimento de energia, o estabelecimento conta apenas com o sistema de geração de emergência próprio composto por um gerador diesel.

Neste estabelecimento, o sistema de geração funciona não apenas como geração de emergência, mas também como geração de energia para todo o estabelecimento nos horários de ponta. De modo que os circuitos de segurança não são independentes dos outros circuitos e toda a carga do prédio é conectada ao sistema de geração sem nenhuma discriminação para descarte de carga.

Devido à falta de critérios para a divisão de circuitos e falta de projeto de dimensionamento do gerador, foram relatados constantes problemas de falhas no fornecimento de energia elétrica da unidade, nos períodos em que o gerador está em funcionamento, com maior ocorrência nos momentos de entrada do mesmo.

Visando sanar tal problema, a unidade adquiriu um novo gerador. Contudo, o processo de compra não contou com nenhum acompanhamento técnico ou projeto elétrico, sendo o único projeto vinculado à compra o projeto arquitetônico para a ampliação do abrigo do gerador.

Apesar dos problemas relatados, os componentes do sistema de geração são dispostos de modo a facilitar a inspeção periódica, os ensaios e a manutenção e o abrigo contém sistema de exaustão de gases satisfatório, como ilustrado na Figura 22.

Figura 22: Gerador Diesel e sistema de exaustão.



A alimentação de segurança para as classes de alimentação com tempo de comutação máximo de 0,5 s é garantida através de baterias interna dos respectivos equipamentos. Entretanto, não existe bateria para alimentação dos focos cirúrgicos, de modo que para este equipamento o tempo de comutação é superior ao determinado.

Quanto aos requisitos estabelecidos para a classe com tempo de comutação admissível de até 15 segundos e a superior a 15 segundos, o tempo de comutação de ambas as classes são atendidos de forma satisfatória. Desta forma, são exibidas na Tabela 20 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes à geração de emergência do estabelecimento.

Tabela 20: Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA
GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,69

### 6.2.7. Aterramento e proteção contra choques elétricos

Apesar da instalação elétrica do estabelecimento contar com aterramento, devido à falta de documentação e de maiores informações sobre a instalação elétrica da unidade, não foi detectado qual o esquema de aterramento utilizado. Contudo, devido a não existência de elementos do sistema IT médico, pode-se garantir que não existe aterramento IT médico e que o aterramento existente aborda apenas a proteção básica contra choques elétricos, não sendo utilizada nenhuma proteção suplementar ou DR.

Adicionalmente ao supracitado, constatou-se que apenas uma parcela dos circuitos dispõe de condutor de proteção e não há garantia que a equipotenciação é realizada, conforme preconiza a norma. A Tabela 21 dispõe as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes ao aterramento e proteção contra choques elétricos do estabelecimento.

Tabela 2: Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS GERAL	0,13	0,03
	ATERRAMENTO TN	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO I	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO II	0,00	

### 6.2.8. Chuveiros e área molhada

O EAS II não apresenta nenhum sistema de aquecimento de água por caldeiras ou boilers, sendo todo o aquecimento de água utilizado para banho e limpeza dos pacientes realizado por meio do uso de chuveiros elétricos.

A instalação dos chuveiros elétricos é realizada através de circuito dedicado, apresentando em apenas alguns pontos de não conformidades na instalação dos chuveiros, devido à conexão inapropriada da alimentação do chuveiro apresentando conexões susceptíveis ao acesso do usuário durante o uso do mesmo. Assim, a Tabela 22 dispõe as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes aos chuveiros e área molhada do estabelecimento.

Tabela 22: Avaliação dos Chuveiros e Área Molhada do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,75	0,75

### 6.2.9. Ensaio de verificação

Assim como no estabelecimento I, não existe registro de realização de verificação final no estabelecimento em nenhuma reforma realizada, sendo atribuída, então, para a categoria ensaios de verificação final nota 0, como demonstrado na Tabela 23.

Tabela 23: Avaliação de Ensaio Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSE	NOTA
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00

### 6.2.10. Avaliação Geral

Com base nas informações obtidas nas visitas, entrevistas realizadas e no resultado da nota de 0,33, disposto na Tabela 24. Tem-se que o estabelecimento assistencial de saúde II não apresenta sua instalação elétrica em condições adequadas para a garantia da segurança elétrica do estabelecimento. Apresentando diversos itens das normas vigentes de instalações elétricas em não conformidade, apontando a necessidade de adequações da instalação elétrica, e documentações e procedimentos a ela vinculados.

Tabela 24: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde II.

CLASSES	NOTA
DOCUMENTAÇÃO	0,00
MANUTENÇÃO	0,39
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,33
TOMADAS	0,31
ILUMINAÇÃO	0,50

GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,69
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	0,03
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,75
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00
NOTA FINAL	0,33

### 6.3. ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE III

Inaugurado em torno de 1830, o estabelecimento assistencial de saúde III caracteriza-se como uma construção antiga que apresenta grande parte da sua arquitetura original preservada. Os atendimentos disponibilizados englobam diagnóstico em laboratório clínico, radiologia, ultrassom, centro cirúrgico, internações e maternidade.

Como o estabelecimento não apresenta comitê de ética, ou nenhum outro setor responsável por pesquisa e extensão, a autorização para as visitas técnicas e para a inserção da unidade na dissertação foi cedida pela diretoria administrativa da unidade. O responsável pelo acompanhamento dentro da maternidade durante as visitas técnicas realizadas e pelo auxílio no preenchimento do questionário de avaliação foi o técnico em informática do estabelecimento. É importante registrar que a EAS III não possui no corpo técnico local nenhum Engenheiro ou Técnico de eletrotécnica capacitado.

#### 6.3.1. Documentação

Assim como no EAS II, no EAS III não foi encontrada nenhuma documentação referente à instalação elétrica do estabelecimento, sendo atribuído então nota zero a categoria documentação do estabelecimento, conforme demonstrado na Tabela 25.

Tabela 25: Avaliação da Documentação do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
DOCUMENTAÇÃO	DOCUMENTAÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO	0,00	0,00
	REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICOS EM CASO DE OPERAÇÃO POR PESSOAL NÃO CAPACITADO	0,00	

É importante salientar que a documentação técnica é de suma importância para o entendimento do corpo técnico sobre o funcionamento e disposição dos elementos da instalação elétrica, fornecendo informações para elaboração do plano de manutenção ou futuras alterações da mesma.

### 6.3.2. Manutenção

O EAS III não apresenta nenhum plano de manutenção previsto para as instalações elétricas ou qualquer outra parte de infraestrutura da edificação, de modo que as manutenções existentes são apenas de caráter corretivo, em caso de falha ou dano. Devido a isto, foi atribuída nota zero para esse requisito, conforme Tabela 26.

A falta de um plano de manutenção preventivo bem estruturado e seguido por um cronograma de execução eficiente pode acarretar em situações de insegurança e perda de confiabilidade do sistema do elétrico, além de perdas financeiras devido à perda de vida útil dos equipamentos do sistema elétrico da unidade, aumento de custos em correções e aumento da quantidade de equipamentos para a substituição.

Tabela 26: Avaliação da Manutenção do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
MANUTENÇÃO	0,00

### 6.3.3. Características gerais

Como quase a totalidade dos requisitos destinados a avaliação das Características Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde III não foram atendidos, a nota atribuída apresentou valor extremamente baixo, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27: Avaliação das Características Gerais do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,08

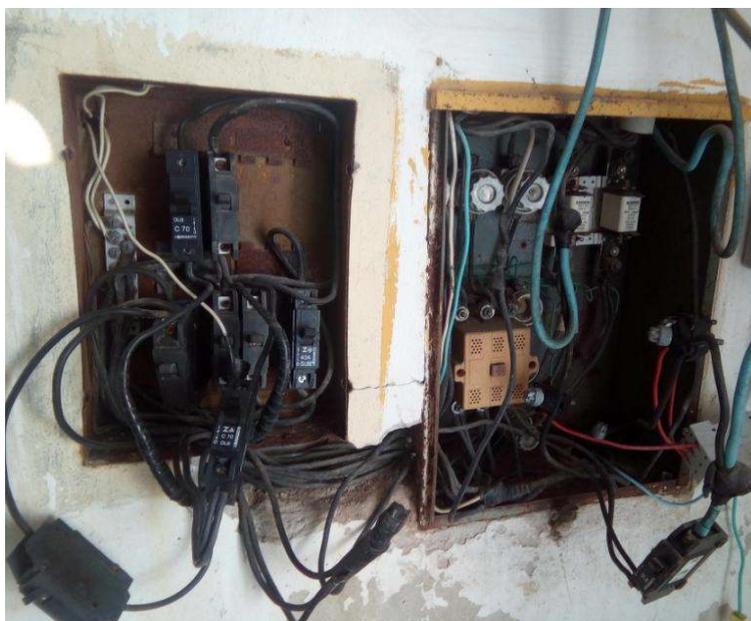
Dentre as informações acessíveis não são disponibilizados os dados da fonte de suprimento de energia referentes às características das fontes de suprimento de energia com as quais a instalação for provida da natureza da corrente e frequência; possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação; valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento; classificação em função das influências externas; e a classificação dos locais médicos. Sendo conhecido sobre a fonte de alimentação de energia da unidade apenas a tensão de alimentação.

Referente à divisão de circuitos de alimentação, foi identificada tomada dedicada apenas para o equipamento de Raios-X. Contudo, não se pode garantir que a tomada é

alimentada por um circuito dedicado, já que não foi identificado nenhum critério para separação de circuitos.

Outros problemas encontrados foram: a falta de identificação de grande parcela dos equipamentos, circuitos, e sistema de geração de emergência e dispositivos de proteção; o uso inadequado das cores normatizadas para cabos; e a disposição inapropriada dos componentes, inclusive as linhas elétricas, apresentando pontos que dificultam a sua operação, inspeção, manutenção e o acesso a suas conexões. Outro ponto crítico é o quadro do estabelecimento que apresenta conexões inseguras e sem nenhum tipo de identificação, como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23: Quadro principal do estabelecimento.



Durante a entrevista foram relatadas constantes ocorrências de sobrecarga de circuitos, que acarretam em frequentes atuações dos disjuntores. No caso mais crítico relato, foi descrito que ao se ligar o aparelho de ar condicionado do auditório principal do estabelecimento o disjuntor geral da unidade atua, deixando todo o estabelecimento sem alimentação elétrica, incluindo centro cirúrgico e emergência.

#### **6.3.4. Tomadas**

As tensões de alimentação das tomadas do EAS III são 110 e 220 V, e as tomadas apresentam placas de sinalização da tensão de alimentação apenas no setor administrativo, não existindo nenhum tipo de identificação de tensão de alimentação

nos locais de atendimento médico. Como no ambiente hospitalar existe uma grande gama de equipamentos móveis, e a existência de diferentes tensões de alimentação, a indicação de tensão de alimentação nas tomadas é uma ferramenta importante no ambiente hospitalar, evitando danos aos equipamentos devido a conexões em tensões de alimentação diferentes da tensão nominal do equipamento.

A maioria das tomadas instaladas no estabelecimento apresenta disposição de três pinos, sendo encontrados alguns casos de tomadas antigas com apenas dois pinos e com condições de instalação improprias, como pode ser visto nas Figuras 24 e 25.

Figura 24: Tomada com dois pinos e instalação inadequada (Enfermaria).



Figura 25: Disposição de tomadas (Setor administrativo).



Outro ponto de não conformidade identificado foi a falta de aterramento em parte das tomadas e da disposição de tomadas alimentadas por no mínimo dois circuitos distintos ou proteção individualmente contra sobrecorrentes, em cada posto de tratamento de paciente em locais médicos dos grupos I e II. Segue na Tabela 28 a nota destinada para os requisitos avaliados relacionados às tomadas da instalação elétrica do EAS III.

Tabela 28: Avaliação das Tomadas do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
TOMADAS	CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,25	0,13
	CARACTERÍSTICA PARA TOMADAS EM LOCAIS DE GRUPO I E II	0,00	

### 6.3.5. Iluminação

Os requisitos de instalação das luminárias são atendidos, garantindo uma boa fixação e o não acúmulo de água nas luminárias. Entretanto, ao se avaliar os requisitos estabelecidos para locais do grupo I e II foram encontradas não conformidades com as normas nacionais vigentes pois não é previsto para este tipo de local médico a alimentação de luminárias por dois circuitos distintos e não existe plano de rota de fuga. Como os requisitos estabelecidos para a classe Iluminação não foram obedecidos de maneira total foi atribuída nota inferior a 1 para a avaliação da classe iluminação do EAS III, conforme exposto na Tabela 29.

Tabela 29: Avaliação da Iluminação do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
ILUMINAÇÃO	0,50

### 6.3.6. Geração de emergência

A alimentação do estabelecimento não apresenta alimentação alternativa da alimentação primária proveniente da concessionária. De modo que, em caso de falha do fornecimento de energia elétrica, o estabelecimento conta apenas com o sistema de geração de emergência próprio composto por um gerador diesel.

Além disso, é importante enfatizar que devido à falta de informação, não foi possível certificar quais circuitos são conectados ao gerador de emergência, apesar das

evidências encontradas que indicavam conexões com: a enfermaria, o centro cirúrgico e o equipamento de raios X. Não satisfazendo o requisito estabelecido em norma de identificação dos circuitos conectados ao sistema de geração de emergência.

O seccionamento da alimentação em caso de falha da alimentação regular é realizado de forma manual, e o seccionamento é realizado apenas por um funcionário que trabalha apenas em horário comercial. De modo que além de ultrapassar o tempo máximo de comutação estabelecido em norma, o sistema de geração corre o risco de não entrar em funcionamento caso a falta ocorra entre 18h e 8h, bem como durante os finais de semana e feriados. De modo que, em caso de falha da alimentação principal o estabelecimento não apresenta um sistema de fornecimento de energia elétrica alternativo confiável, deixando os locais médicos que necessitam de rápido reestabelecimento de fornecimento de energia vulneráveis.

Outro ponto crítico encontrado na EAS III foi a falta de previsão para a iluminação de segurança em caso de falha da rede principal ou alimentação dos equipamentos eletromédicos em locais do grupo I e II, incluindo os equipamentos elétricos para suprimentos de gases medicinais. Nota-se ainda, a falta de alarme de incêndio e de um sistema de busca em caso de incêndio ou emergência.

O abrigo do gerador de emergência, apesar de não apresentar sistema de escapamento adequado, é ventilado, devido à construção das paredes serem formadas por cobogós (conforme Figura 26) e os componentes do sistema de geração são dispostos de modo a facilitar a inspeção periódica, os ensaios e a manutenção. Contudo, devido ao procedimento interno estabelecido, o abrigo do gerador permanece trancado, e o acesso à chave é restrito a apenas um funcionário do estabelecimento, dificultando o acesso ao sistema de geração.

Para a alimentação de segurança, para as classes de alimentação com tempo de comutação máximo de 0,5s, é previsto o uso de baterias internas dos respectivos equipamentos. Todavia, apesar dos equipamentos que apresentavam bateria interna estarem conectados na tomada de modo a garantir a carga das baterias, ao realizar inspeção de amostragem, foram encontradas baterias fora de condições de uso e com validade expiradas. Em face as características observadas, segue na Tabela 30 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes à geração de emergência do estabelecimento.

Figura 26: Sala de abrigo do gerador de emergência.



Tabela 30: Avaliação da Geração de Emergência do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,06

### 6.3.7. Aterramento e proteção contra choques elétricos

Existe aterramento na instalação, ainda que em condições questionáveis, como pode ser visto nas Figuras 27 e 28, onde são apresentados os pontos de aterramento existentes, localizados dentro do depósito de vassouras. Devido à falta de documentação e de maiores informações sobre a instalação elétrica da unidade, não foi possível detectar qual o esquema de aterramento utilizado. Contudo, devido a não existência de elementos do sistema IT médico pode-se garantir que não existe aterramento IT médico.

Entretanto, verificou-se ainda que o aterramento existente aborda apenas a proteção básica contra choques elétricos, não sendo utilizada nenhuma proteção suplementar ou DR. Tem-se ainda que apenas pequena parcela dos circuitos dispõe de condutor de proteção e não se pode garantir que existe equipotenciação. Assim, são apresentadas na Tabela 31 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes ao aterramento e proteção contra choques elétricos do estabelecimento.

Figura 27: Aterramento do estabelecimento (vista dos 3 pontos).



Figura 28: Aterramento do estabelecimento (vista aproximada de um dos pontos).



Tabela 33: Avaliação do aterramento e proteção contra choques elétricos do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE		NOTA	MÉDIA POR CATEGORIA
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS GERAL	0,00	0,00
	ATERRAMENTO TN	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO I	0,00	
	ATERRAMENTO LOCAIS MÉDICOS GRUPO II	0,00	

### 6.3.8. Chuveiros e área molhada

Todo o aquecimento de água utilizado para banho e limpeza de pacientes é realizado através do uso de chuveiros elétricos, não sendo utilizado nenhum sistema de boilers ou caldeira. Quanto à instalação dos chuveiros elétricos não se pode garantir que a alimentação dos chuveiros elétricos é realizada através de circuito dedicado em todo o estabelecimento, devido à falta de documentação. São expostas na Tabela 32 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes aos chuveiros e área molhada do estabelecimento.

Tabela 32: Avaliação dos Chuveiros e Área molhada do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,50

### 6.3.9. Ensaio de verificação

Assim como nos demais estabelecimentos no EAS III não foi identificado a existência de nenhum registro de realização de verificação final do estabelecimento em nenhuma reforma realizada. Segue na Tabela 33 as notas atribuídas para os requisitos avaliados referentes aos ensaios de verificação final do estabelecimento.

Tabela 33: Avaliação dos Ensaio de Verificação do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSE	NOTA
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00

### 6.3.10. Avaliação Geral

Assim como nos EAS I e EAS II o estabelecimento assistencial de saúde III não satisfaz aos requisitos estabelecidos por norma para a instalação elétrica, apresentando o pior cenário dentre os estabelecimentos visitados. O estabelecimento apresenta diversos pontos críticos apontando a urgente necessidade de processo de reforma e reestruturação da instalação elétrica para a garantia de segurança elétrica e confiabilidade no fornecimento de energia. São apresentados na Tabela 34 as notas atribuídas para cada classe de avaliação, bem como a nota geral obtida pelo estabelecimento.

Tabela 34: Avaliação Geral do Estabelecimento assistencial de Saúde III.

CLASSES	NOTA
DOCUMENTAÇÃO	0,00
MANUTENÇÃO	0,00
CARACTERÍSTICAS GERAIS	0,08
TOMADAS	0,13
ILUMINAÇÃO	0,50
GERAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0,06
ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	0,00
CHUVEIROS E ÁREA MOLHADA	0,5
ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO	0,00
NOTA FINAL	0,14

## 6.4. ANÁLISE DO CENÁRIO DE ESTABELECIMENTOS

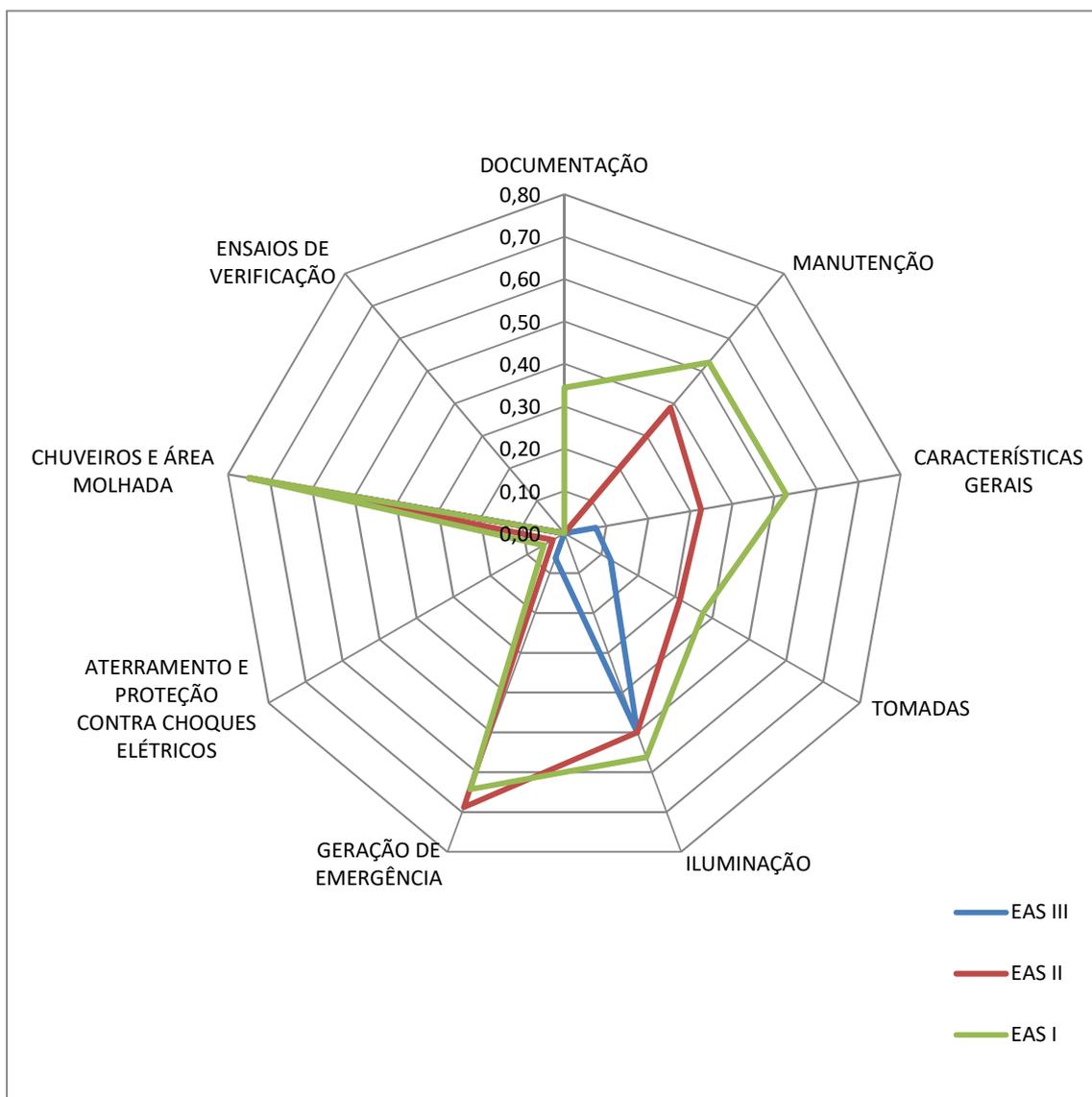
### ASSISTENCIAIS DE SAÚDE – CENÁRIO DO ESTADO DA BAHIA

Apesar de o estudo realizado englobar apenas uma amostragem dos estabelecimentos assistenciais de saúde do estado da Bahia, o resultado encontrado na pesquisa indica grandes deficiências nas instalações elétricas desses estabelecimentos, que configuram um cenário de instalações elétricas em não conformidade com normas vigentes, apresentando riscos elétricos aos pacientes e funcionários dos estabelecimentos, bem como a não confiabilidade no fornecimento de energia elétrica.

Através da observação do gráfico radar, apresentado na Figura 29, abordando as notas encontradas para cada uma das classes propostas, pode-se indicar que os

estabelecimentos apresentam pontos críticos em comum, indicando a vulnerabilidade dessas instalações de modo geral.

Figura 29: Gráfico radar apresentando análise dos três estabelecimentos visitados com notas atribuídas para as classes avaliadas no protocolo.



Desta forma, apesar de em nenhuma das classes avaliadas ter sido obtida a nota referente a plena conformidade (1,0), podem ser identificadas classes com maiores índices de inadequação as normas vigentes. Conforme apresentado no gráfico radar, da Figura 29, os pontos “aterramento e proteção contra choques elétricos” junto com a classe “ensaios de verificação” apresentaram as notas mais baixas em todos os estabelecimentos avaliados. Indicando uma comum deficiência nesses tópicos que apresentaram notas próximas ou iguais a zero.

A classe “Aterramento e proteção contrachoque elétrico” apresentou em todos os estabelecimentos notas com valores inferiores à 0,1, como pode ser visto no gráfico radar disposto na Figura 29, caracterizando um sistema de aterramento e proteção com muitos pontos de não conformidade.

Em nenhum dos estabelecimentos visitados foi detectada a presença de: esquema de aterramento básico em plena conformidade; disjuntor diferencial residual (DR); qualquer tipo de proteção supletiva; registro de controle do tempo máximo de seccionamento; registro de tensão de contato; aterramento com esquema IT médico para atendimento de locais do grupo 2.

Dois estabelecimentos, dos três estabelecimentos visitados, apresentaram falta de informações sobre o sistema de forma crítica, o que impossibilitou a identificação do esquema de aterramento utilizado para o estabelecimento.

O risco de choque elétrico resultante da utilização de equipamentos eletromédicos existe em todos os ambientes de um estabelecimento assistencial à saúde, sendo agravado em caso de realização de procedimentos em que existe a necessidade do uso de técnicas invasivas. De modo que problemas de aterramento dentro de um ambiente assistencial de saúde pode acarretar em sérias consequências para os pacientes e até mesmo ao corpo técnico de saúde. Apesar de se caracterizar como uma intervenção de custo significativo, a adequação dos sistemas de aterramento e proteção da unidade são de suma relevância para a garantia da segurança elétrica do estabelecimento.

Outro ponto crítico detectado no gráfico radar foram os ensaios de verificação, de forma que, não foram realizadas qualquer tipo de verificação ao final das obras nos estabelecimentos, acarretando em atribuição de nota zero a todos os estabelecimentos. Os ensaios de verificação são responsáveis pela obtenção de parâmetros do sistema elétrico e a garantia de que o sistema a ser entregue e colocado em uso de fato correspondem às especificações de projeto avaliando aspectos relacionados a: continuidade dos condutores de proteção e das equipotencializações principal e suplementares, resistência de isolamento da instalação elétrica, resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica, seccionamento automático da alimentação, ensaio de tensão aplicada, ensaios de funcionamento, além de inspeções visuais das instalações em geral.

A falta de documentação foi outro ponto observado, caracterizando está classe como a terceira com nota mais crítica dentre as avaliadas. Durante o processo de

avaliação foram encontrados documentos abordando informações sobre a instalação elétrica (ainda que bastante incompleta) em apenas uma das EAS. Nas demais EAS não foram encontrados nenhuma documentação referente à instalação elétrica, de modo que nem mesmo na planta baixa do edifício pode ser encontrada alguma informação sobre disposição de quadros de distribuição ou qualquer outro elemento da instalação elétrica do local.

A falta de informações pela inexistência de documentação e de registro de verificações finais, funciona como uma barreira para a operação e a manutenção adequada da instalação, já que para a realização de um plano adequado é necessário o conhecimento detalhado sobre aspectos da mesma.

A realização de projetos de melhoria nas instalações também é prejudicada, devido à falta de informações sobre o estado atual da edificação. Como, em geral, as obras e reformas executadas em ambientes hospitalares são direcionadas a empresas terceirizadas é de suma importância que a administração do estabelecimento, ao executar obras ou reformas, estejam atentas à necessidade de verificação da instalação elétrica antes de colocá-la em funcionamento. De forma a garantir que o resultado obtido com a alteração realizada realmente condiz com o estipulado no escopo da obra e que a instalação, ou parte dela, alterada na obra ou reforma está dentro dos padrões admissíveis em norma.

Deve-se cobrar também a entrega de documentação referente à instalação elétrica da unidade, incluindo o memorial descritivo, esquemas unifilares de distribuição, desenhos (plantas, cortes e detalhes), parâmetros de projeto e documentação revisada e atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação “como construído” ou “*as built*”), e se possível incluir dentro de cláusula de contrato o cumprimento de tais exigências.

Quanto à instalação já existente, em caso de inviabilidade de contato com empresa responsável pela obra para a solicitação de informações ou de contratação de empresa especializada para o mapeamento da instalação elétrica, recomenda-se que seja exigido ao corpo técnico responsável pela instalação elétrica documentar todas as informações de conhecimento da equipe, de forma a registrar o máximo de informações possíveis sobre a instalação elétrica da unidade. Evitando que, em caso de desligamento de algum membro da equipe, não ocorra a perda de dados sobre a instalação elétrica.

Ao analisar a classe “Tomadas”, tem-se que as notas atribuídas estão compreendidas entre o intervalo de 0,1 e 0,4. Nesta classe foram detectados problemas recorrentes vinculados a não existência de conexão com o circuito de aterramento e a falta identificação da tensão de alimentação da tomada.

A identificação de tensão de alimentação nas tomadas é uma ferramenta, que mesmo apresentando baixo custo de implantação, apresenta bons resultados, reduzindo o índice de conexão de equipamentos em tomadas com tensão de alimentação diferente da nominal do equipamento em uso.

Em todos os estabelecimentos avaliados no trabalho proposto as tomadas de alimentação, para os postos de tratamento de pacientes, não apresentava nenhuma distinção das demais tomadas de alimentação. Os pontos de alimentação presentes nos postos de tratamento de pacientes, como exemplo de cabeceiras de leitos, podem ser utilizados para a alimentação de equipamentos eletromédicos de sustentação a vida, sendo caracterizado como um ponto de grande criticidade. Tem-se então a necessidade de garantir que o requisito estabelecido na norma NBR 13534:2008 de garantir a alimentação das tomadas com circuitos distintos, ou apresentação de proteção individual contra sobrecorrente, seja atendida.

Estendendo a análise do gráfico radar (Figura 29) tem-se que, apesar da classe manutenção não atingir nota adequada em nenhum dos estabelecimentos, que esta classe apresentou três cenários bastante distintos. O estabelecimento assistencial de saúde I apresentou a maior nota, se caracterizando como o melhor cenário encontrado, apresentando problemas em falta de realização de parte das manutenções requisitadas por norma. O estabelecimento assistencial de saúde II apresentou nota intermediária apontando não conformidades nas manutenções relacionadas às instalações elétricas e condições adequadas nas manutenções relacionadas ao gerador diesel. É indicado para estes dois EAS a adição dos itens estabelecidos em norma para manutenção, ainda não incluídos no plano de manutenção do estabelecimento. Em caso de manutenções com pouca frequência e que apresentem a necessidade de uso de equipamentos não disponíveis na unidade recomenda-se a busca de contratos com empresas terceirizadas.

O cenário mais crítico encontrado foi o do estabelecimento assistencial de saúde III que apresentou nota zero devido a não existência de nenhum plano de manutenção. Como neste estabelecimento não existe nenhum responsável técnico capacitado, recomenda-se a contratação de uma empresa terceirizada que passe a ser responsável

pela execução de todos os requisitos de manutenção estabelecidos em norma ou a contratação de corpo técnico capacitado para a elaboração do plano de manutenção e execução do mesmo.

A execução de manutenções preventivas, apesar de acarretarem em um custo extra no orçamento, pode se caracterizar como uma ferramenta relevante para a proteção do estabelecimento contra gastos maiores relacionados à troca de equipamentos e/ou necessidade de reforma completa, além de aumentar a segurança e confiabilidade da instalação.

Na avaliação das classes “Características gerais” e “Iluminação”, foram encontradas não conformidades comuns em todos os estabelecimentos visitados, dentre elas podemos destacar: a falta de disposição em classes e grupos dos locais médicos; falta de identificação de circuitos e quadros elétricos; problemas de acessibilidade de quadros elétricos ou salas técnicas e não conformidades relacionados à iluminação das rotas de fuga e com a falta de dois circuitos distintos, para alimentação das luminárias em locais médicos do grupo 1 e 2.

A classificação de classes e grupos dos locais médicos deve ser realizada através de reuniões multidisciplinares com o corpo técnico responsável pela instalação elétrica, equipe médica e de enfermagem. Nesta reunião devem ser abordados os tipos de procedimentos médicos realizados em cada local médico do hospital a fim de se obter informações suficientes para a caracterização em funções dos grupos e classes descritos em norma. Caso em algum local médico sejam realizados mais de um tipo de procedimento, e que por isso o mesmo seja passível de caracterização de mais de uma classe ou grupo, o indicado é que o local médico seja caracterizado pelo grupo ou classe de maior gravidade.

Os circuitos e os quadros elétricos ainda não identificados devem ser especificados com etiquetas ou anéis de identificação. Quanto aos problemas de acessibilidade encontrados devido ao uso de cadeados ou travas de segurança é indicada a disponibilização de chaves de acesso para o corpo técnico. Quanto aos problemas de localização de quadros em locais de risco tem-se como sugestão a mudança do local dos quadros ou construção de via de acesso ao quadro que garanta a segurança do usuário no acesso ao mesmo.

Relacionado a não conformidade da iluminação das rotas de fuga é indicado que, nos casos em que não exista a definição de rotas de fuga, seja traçada uma rota de fuga

de forma detalhada e posteriormente seja adequada a iluminação da rota de fuga. Garantindo que as luminárias estejam conectadas de forma alternada, uma sim uma não, à alimentação de segurança.

A iluminação de locais do grupo 1 e 2 apresentou não conformidades em todos os estabelecimentos visitados, devido ao não uso de dois circuitos distintos para alimentação, sendo um deles alimentado pelo sistema de alimentação de segurança. Para a adequação deste ponto é indicado a revisão dos circuitos da instalação para alteração da alimentação de tais luminárias de modo a garantir a satisfação de tal requisito.

Caso não seja factível em um curto prazo a alteração da instalação para garantir a adequação das rotas de fuga e iluminação dos locais de grupo 1 e 2 podem ser utilizados de forma paliativa, enquanto não se viabiliza a solução final, luminárias com baterias autônomas para a garantia de iluminação da rota de fuga e dos locais médicos de grupo 1 e 2 em caso de problemas no suprimento de energia elétrica do estabelecimento.

O estudo da classe “Geração de emergência” apontou a reincidência de não conformidades, indicando falta de identificação das tomadas de emergência e a falta de bateria para a alimentação do foco cirúrgico em todos os estabelecimentos visitados.

Quanto à indicação das tomadas de emergência recomenda-se primeiramente, em caso de falta de documentação abordando os circuitos alimentados pelo sistema de geração de emergência, recomenda-se o mapeamento das tomadas alimentadas pelo sistema de geração de emergência para posteriormente realizar a identificação das mesmas através do uso de etiquetas sinalizadoras de modo a garantir sua fácil identificação.

Como a alimentação do foco cirúrgico exige o reestabelecimento, em caso de falha no sistema de alimentação principal, em no mínimo 0,5s e o sistema de geração de emergência mesmo com comutação automática não atende tal exigência, é necessária a previsão de uso de um sistema de segurança adicional de modo a garantir tal exigência. Para tem-se a indicação do uso de UPS ou bancos de baterias com capacidade suficiente para a alimentação dos focos cirúrgicos por no mínimo 3 horas de funcionamento.

Foram encontradas também nesta classe não conformidades particulares a cada um dos estabelecimentos avaliados. No estabelecimento 1 foi identificado problemas no sistema de ventilação e exaustão do gerador diesel. Neste caso é recomendada uma reforma no sistema de exaustão e ventilação instalado na sala de abrigo do gerador, para garantir exaustão e ventilação adequadas, de modo a impedir que eventuais gases ou

fumaça dela emanado venham a penetrar áreas ocupadas por pessoas dentro do estabelecimento e em edificações vizinhas.

Outra irregularidade identificada no estabelecimento 1 foi o funcionamento da marcenaria do hospital em frente ao abrigo do gerador diesel, devido ao fato dos equipamentos de marcenaria dificultam a abertura da porta de acesso do abrigo e emitem e emitem materiais deletérios, que entopem os filtros do sistema de ventilação da sala de abrigo do gerador. Neste caso, recomenda-se a transferência da marcenaria para outro local do estabelecimento, de forma a garantir o fácil acesso à sala de abrigo e a integridade dos filtros de ventilação.

No estabelecimento assistencial de saúde II o abrigo do gerador diesel, bem como de seus acessórios apresentam condições adequadas de funcionamento. Contudo, neste estabelecimento o gerador de diesel funciona como gerador de emergência e para a geração de energia em horário de pico. Devido à dupla função o gerador, este não alimenta apenas os circuitos de emergência, e sim o estabelecimento como um todo.

Adicionalmente, foi verificada a ausência de um projeto de estudo de demanda do estabelecimento, o que provavelmente implicou nas frequentes falhas relatadas no fornecimento de energia elétrica nos horários em que o gerador está em atuação, com maior incidência nos horários de entrada do sistema de geração diesel. Como não existe separação de circuitos de emergência, na ocorrência de problemas no fornecimento de energia elétrica a alimentação de todo o estabelecimento é comprometida, incluindo locais do grupo I e II.

Recomenda-se neste caso um mapeamento das cargas conectadas ao gerador, para a identificação da demanda média da unidade e realização de projeto de adequação do sistema de geração de emergência com a readequação da potência do gerador e seu sistema de partida. Tem-se como sugestão também a seleção das cargas vitais para em caso de necessidade de descarte de cargas possa existir um critério de seleção.

Entretanto, o caso mais crítico foi encontrado no estabelecimento assistencial de saúde III, em que a avaliação da classe “Geração de emergência” indicou problemas com a entrada de serviço do gerador, falta de identificação dos circuitos que estão conectados com a geração de emergência, e dificuldade de acesso ao abrigo do gerador. Notou-se também a falta de bateria para a alimentação do foco cirúrgico, e problemas nas validades das baterias de equipamentos eletromédicos.

Como a entrada de serviço do gerador ocorre de forma manual e de forma restrita, não satisfazendo os tempos de comutação estabelecidos em norma para nenhuma das classes existentes além de apresentar o risco de sistema de geração não entrar em funcionamento. Indica-se então a implantação de um sistema de comutação automático para este sistema, de modo a garantir maior segurança para o estabelecimento em caso de falha no sistema de geração principal.

Para garantir o fácil acesso em caso de necessidade manutenção ou manobra no sistema de geração de emergência é indicado que a chave utilizada para a abertura da sala também esteja disponível na administração do estabelecimento, já que não existe nenhum setor com responsabilidade técnica sobre a instalação elétrica.

As baterias internas dos equipamentos eletromédicos são de suma importância para o armazenamento de configurações internas do equipamento e garantia de funcionamento em caso de falha nos sistemas de alimentação. É indicada, então, a troca imediata das baterias com validade expiradas e a elaboração de um plano de acompanhamento das baterias de modo a garantir suas condições mínimas para funcionamento.

Comparada com as demais classes avaliadas, a classe “Chuveiro e Área molhada” foi a que apresentou maior conformidade em acordo com a norma, visto que apresentou apenas problemas pontuais nas instalações de chuveiros elétricos e, em alguns casos, a não existência de circuitos dedicados para os mesmos. Destaca-se, entretanto, que em todos os estabelecimentos assistenciais de saúde visitados o aquecimento de água se dava apenas através de chuveiros elétricos.

O chuveiro elétrico, por ter baixo custo de implementação e fácil instalação e ainda é a forma de aquecimento de água para fins de banho e higiene pessoal. Entretanto o mesmo apresenta riscos de descargas elétricas e baixa vazão para se obter água em alta temperatura. Visando a eficiência energética dentro do ambiente hospitalar, a *Health Care Without Harm* propôs a Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis (HCWH, 2011), indicando a inserção do uso de energias renováveis dentro do ambiente hospitalar como uma possibilidade para a redução de custos e de impactos no meio ambiente. Dentro deste contexto, uma das alternativas indicadas para substituição do sistema de aquecimento de água é, então, o sistema de aquecimento de água através de coletores solares operando de forma híbrida com aquecedores a gás ou elétricos.

Além dos requisitos avaliados dentro de cada uma das classes propostas no protocolo, outro fator avaliado foi a influência da falta de corpo técnico capacitado na instalação. De modo que o cenário mais crítico foi encontrado no estabelecimento em que não existia nenhum funcionário capacitado em eletrotécnica ou em engenharia elétrica.

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSÃO

Primeiramente, foram apresentadas conclusões e discussões sobre os temas apresentados no trabalho de dissertação, apresentado o protocolo proposto e o cenário encontrado das instalações elétricas dos estabelecimentos visitados. Em sequência foram abordadas as dificuldades encontradas na elaboração do projeto. Por fim, são apresentadas sugestões para a continuidade da pesquisa.

#### 7.1. Conclusões e Discussões

Esta dissertação de mestrado assumiu como objetivo apresentar um estudo sobre as instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde, abordando suas especificidades.

Em primeiro lugar foi realizada uma revisão de literatura, onde foram abordados aspectos relacionados à segurança elétrica dentro do ambiente hospitalar e os efeitos fisiológicos da eletricidade no corpo humano, indicando as possíveis implicações em caso de choque elétrico, que vão de ocorrências imperceptíveis ao corpo humano a graves acidentes que podem levar o ser humano ao óbito.

Visto a relevância do tema segurança elétrica foram abordadas, então, as ferramentas existentes para a garantia da segurança elétrica em estabelecimentos assistências de saúde. Foram destacadas como ferramentas a certificação de equipamentos eletromédicos, a certificação e acreditação de estabelecimentos assistenciais de saúde e o projeto de tecnovigilância (projeto sentinela).

Contudo, apesar de notável a relevância de cada uma das ferramentas destacadas, foi identificado que em nenhuma das ferramentas é realizada uma abordagem com foco na instalação elétrica da edificação de forma aprofundada. De modo que, a certificação de equipamentos eletromédicos e o projeto Sentinela apresentam foco na segurança do equipamento; e as creditações, além de serem de caráter voluntário, não abordam a instalação elétrica detalhadamente.

Sobre os aspectos normativos, relacionados a instalações elétricas em ambiente hospitalar, foi realizada uma revisão do histórico de publicações em âmbito nacional,

seguido da abordagem de exigências existentes para instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, abordando pontos particulares da mesma.

Ao avaliar o histórico das normas nacionais é evidenciada a existência de exigências específicas para estabelecimentos assistências de saúde a partir de 1995, quando foi abordado grande parte dos requisitos ainda hoje vigentes.

A parcela prática proposta por este trabalho se deu através da aplicação de um protocolo de avaliação de instalações elétricas em EAS. O protocolo proposto foi fundamentado nas normas nacionais vigentes NBR 13534:2008 e NBR 5410:2008, e apresenta a avaliação de requisitos relacionados a: documentação, manutenção, tomadas, iluminação, geração de emergência, aterramento e proteção contra choques elétricos, chuveiros e área molhada, ensaios de verificação e características gerais da instalação.

O protocolo proposto foi aplicado a três estabelecimentos assistenciais de saúde distintos. Através da avaliação realizada foi identificado um cenário não satisfatório quanto às instalações elétricas avaliadas, de modo que a nota de avaliação não foi superior a 50% de conformidade em nenhum dos estabelecimentos visitados.

Tem-se ainda que, apesar de em nenhum dos tópicos avaliados terem sido obtidas nota de plena conformidade (100%), alguns dos tópicos avaliados foram indicados como mais críticos quanto ao não cumprimento dos requisitos estabelecidos em norma, de forma comum a todos os estabelecimentos. São eles os requisitos relacionados a: documentação, ensaios de verificação e aterramento.

Por fim, nota-se que apesar da grande relevância das implicações de não conformidades na instalação elétrica dos estabelecimentos assistenciais de saúde, e das normas específicas terem entrado em vigência a mais de trinta anos, grande parte dos requisitos ainda são negligenciados.

Como a receita dos estabelecimentos visitados está vinculada a verbas públicas, tal negligência foi justificada pela falta de recursos destinados a infraestrutura do estabelecimento. Como grande parte das verbas para obras são oriundas de emendas parlamentares ou programas públicos, e a infraestrutura do ambiente hospitalar não é considerado como um fator de visibilidade, existe uma grande dificuldade de liberação de verbas para tais fins.

De forma adicional, o uso indevido da verba, por falta de conhecimento técnico, no processo de compra de equipamentos ou solicitação de serviços, é outro obstáculo

para a adequação destas instalações. Sendo relatada ocorrência de compra de gerador elétrico sem projeto elétrico bem como a compra de geradores de emergência com tensão diferente da tensão de alimentação utilizada na unidade, inviabilizando o uso do mesmo.

Destaca-se ainda a necessidade de ferramentas de fiscalização para garantia da segurança hospitalar com foco em aspectos de segurança elétrica, no âmbito da instalação elétrica, como a fiscalização das instalações elétricas deste tipo de estabelecimento por órgãos responsáveis, como ANVISA e a fiscalização de existência de corpo técnico capacitado para a operação e manutenção da estrutura da edificação pelo CREA.

## **7.2. Dificuldades encontradas na elaboração do projeto**

A primeira barreira encontrada para a elaboração do projeto está vinculada a dificuldade de disponibilização de materiais de referência relacionados às exigências específicas das instalações elétricas em ambientes assistenciais de saúde, visto que o tema é disposto em diversos materiais de referência relacionados à segurança de ambientes hospitalares, sendo muitas vezes apresentados de forma sucinta, em especial, os tópicos relacionados à instalações elétricas, incluindo as normas nacionais relacionadas com o tema. Além disso, existe ainda dificuldade vinculada à obtenção de dados específicos e aprofundados sobre o assunto, devido as abordagens sobre tema em geral acontecerem de forma superficial.

Um aspecto importante a ser observado, foi a dificuldade de acesso aos estabelecimentos assistenciais de saúde para a realização das visitas técnicas. Por se tratar de um ambiente de assistência a pacientes. Em alguns dos casos foi necessária a exposição do projeto de forma detalhada para a garantia de que o projeto não afetaria o funcionamento da unidade ou a privacidade e segurança de nenhum paciente. No caso mais extremo, a proposta chegou a ser julgada pelo comitê de ética em saúde e pesquisa.

Outro fator encontrado, durante o desenvolvimento das visitas técnicas, foi o receio de exposição de problemas internos dos estabelecimentos, mesmo com a garantia de sigilo da identidade do estabelecimento emitido com o consenso da secretaria de pós-graduação em engenharia elétrica.

Apesar da dificuldade descrita de acesso em alguns estabelecimentos assistenciais de saúde, deve ser evidenciada a ajuda e disponibilidade do corpo técnico responsável

pela instalação elétrica de cada unidade avaliada. A integração com as equipes de cada EAS foi de fundamental importância para a realização deste trabalho, viabilizando a obtenção de dados sobre cada unidade bem como a troca de experiências e necessidades de cada estabelecimento visitado.

### **7.3. Sugestões de continuidade de pesquisa**

As sugestões propostas para trabalhos futuros estão vinculadas ao estudo de tópicos referentes relevantes para a segurança e confiabilidade da instalação elétrica em estabelecimentos assistenciais de saúde que não são abordados de forma de forma aprofundada nas normas nacionais vigentes e a elaboração de sugestões de requisitos que abordem os aspectos fundamentais de tais tópicos.

Tópicos propostos:

- Estudo de aspectos técnicos do sistema IT médico, com abordagem de registros específicos da sala técnica de abrigo;
- Monitoração do transformador de isolamento do sistema IT médico;
- Pisos semicondutores para aplicação em salas atendidas por aterramento IT médico;
- Estabelecimento de simbologia para tomadas conectadas ao sistema de geração de emergência e tomadas destinadas à alimentação de equipamentos eletromédicos;
- Estudo de geração de emergência para estabelecimentos assistenciais de saúde caso o gerador de emergência funcione como única fonte de geração em horário de pico, englobando aspectos de confiabilidade do sistema e a viabilidade de sistema de descarte de cargas ou uso de gerador auxiliar;
- Estudo do uso de estativas em salas cirúrgicas como solução para disposição de tomadas em centros cirúrgicos;
- Estudo dos valores médios de potências para distintos locais médicos, para referência no processo de dimensionamento dos circuitos da instalação.

## REFERÊNCIAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Manual para registro de equipamentos médicos na ANVISA / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.** – Brasília: ABDI, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Catálogo ABNT. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/abnt-catalogo>>. Acesso em: 18/04/2017.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações elétricas para estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos para segurança. NBR 13534.** 1995.

ABNT a, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão - NBR 5410:2004.** Rio de Janeiro: 2ª Ed. Revisada em 2008.

ABNT b, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações elétricas para estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos específicos para a instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. NBR 13534.** 2008.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674 Manutenção de edificações – Procedimento.** 2012.

ALVES, L; SILVA, P; CARVALHO, R. **Instalações Elétricas em Hospitais e Instituições de Saúde.** Revista Científica Semana Acadêmica - ISSN 2236-6717. Edição 112. Ano 2017. <<https://semanaacademica.org.br/artigo/instalacoes-eletricas-em-hospitais-e-instituicoes-de-saude>>. Acessado em: 07/04/2018.

AMORIM, G. M.; QUINTAO, E. C. V.; MARTELLI, J. H.; BONAN, P. R. F. **Prestação de serviços de manutenção predial em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** Ciênc. saúde coletiva. 2013, vol.18, n.1, pp.145-158. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232013000100016&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232013000100016&script=sci_abstract&tlng=es)>. Acesso em: 19/12/2017.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 50**, de 21 de fevereiro de 2002. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2002/50\\_02rdc.pdf](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf)>. Acesso em: 02/05/2017.

ANVISA. Registro de Equipamentos Eletromédicos. **Resolução nº 444/99.** 17 de janeiro de 2005.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual do usuário da RDC nº 185, 2001. Orientações sobre Registro, Cadastramento, Alteração, Revalidação e Cancelamento do Registro de Produtos Médicos.** Brasília – DF. 7 de janeiro de 2005. Disponível em: <<http://200.189.113.52/ftp/Visa/correlatos/ManualdoUsuariodaRDC185.pdf>>. Acesso em: 03/10/12.

ANVISA, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 51. 2014.**

ANVISA. **Regularização de Produtos - Equipamentos Médicos. Certificação de Conformidade Compulsória.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/produtos-para-a-saude/produtos/equipamentos/certificacao-de-conformidade-compulsoria>>. Acesso em: 02/12/2017.

ANVISA, **Hospitais sentinela.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/servicosade/hsentinela/sineps/index.htm>>. Acesso em: 20/03/2017.

ANVISA. **Segurança no ambiente hospitalar.** Disponível em: [anvisa.gov.br](http://anvisa.gov.br). Acesso em: 31/03/2017.

ANVISA **d, Projeto Sentinela.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/servicosade/hsentinela/historico.htm>>. Acesso em: 01/10/2017.

ASPDEN P; CORRIGAN JM; WOLCOTT, J. **Quality Improvement and Proactive Hazard Analysis Models: Deciphering a New Tower of Babel.** Institute of Medicine (US) Committee on Data Standards for Patient Safety. Patient Safety: Achieving a New Standard for Care. Washington, USA. 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK216104/>>. Acesso em: 01/06/2018.

ASSIS, V. **A importância da Acreditação Hospitalar: qualidade na assistência à saúde oferecida pelos serviços The importance of Hospital Accreditation: quality in health care services offered by.** Revista Saúde e Biológicas, PUC Goiás 2008. Disponível em: <<http://www.cppls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/SAUDE%20E%20BIOLOGICAS/A%20import%C3%A2ncia%20da%20Acredita%C3%A7%C3%A3o%20Hospitalar%20qualidade%20na%20assist%C3%A2ncia%20%C3%A0%20sa%C3%BAde%20oferecida%20pelos%20servi%C3%A7os.pdf>>. Acesso em: 14/01/2018.

AZEVEDO, G. **Proposta de Modelo de Gerenciamento de Risco Aplicado ao Desempenho de Equipamentos Eletromédicos em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Campinas, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. 2004.

BADALOTTI, C. M; BARBISAN A. O. **Uma breve história do edifício hospitalar – da antiguidade ao hospital tecnológico**. ISSN 2358 – 9221, V.3, nº 2, 2015.

BARBOSA, A.; IAIONE, F.; SPALDING, L. **In a hospital: An electrical safety and information system**. 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology. Buenos Aires, Argentina.

BELLAN, J. **O aterramento elétrico como forma de prevenção a sobretensões causadas por descargas atmosféricas**. Ling. Acadêmica, Batatais, v. 6, n. 1, p. 69-100. 2016.

BERMUDES, W; SANTANA, .B. T.; BRAGA, J.H.O.; SOUZA, P. H. **Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações**. VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v.18, n.2, p. 7-20, maio/ago. 2016. Disponível em: <<http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.v18n216-01/5242>>. Acesso em: 28/05/2018.

BESKOW, W. B. **Estudo preliminar do processo de qualificação em equipamentos eletromédicos: uma abordagem em Engenharia Clínica**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 1997. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111758/107029.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17/04/2017.

BMC, Bugando Medical Centre. **Standard Hospital Guidelines for Health Workers' Safety A Guide for Workers in the Hospital Setting**. 2012.

BRASIL a, Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Série Saúde & Tecnologia — Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — Instalações Prediais Ordinárias e Especiais**. - Brasília, 1995.

BRASIL b. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Série Saúde & Tecnologia — Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — Manutenção Incorporada à Arquitetura Hospitalar**. - Brasília, 1995.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Segurança Elétrica em ambiente hospitalar**. 1996.

BRASIL a. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Manual Brasileiro de Acreditação Hospitalar / Secretaria de Assistência à Saúde.** – 3. ed. rev. e atual. – Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL b. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. **Projeto REFORSUS Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde, Projeto REFORSUS.**– Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002.

BRUNO, A. C.; MORELI, E. C.; OLIVEIRA, J. P. L.; MARQUES, D. S. P.; PORTO, G. S. **Manual de Utilização da Norma IEC 6060.** Ribeirão Preto (s.n.), 2010.

CARNEIRO, F. S. **Eventos Adversos na Clínica Cirúrgica de um Hospital Universitário: Instrumento de Avaliação da Qualidade.** UERJ, Rio de Janeiro, 2011.

CASTELLARI, S. **Segurança elétrica em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).** 2009. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/58-artigos-e-materias-relacionadas/131-seguranca-eletrica-emestabelecimentos-assistenciais-de-saude-eas.html>>. Acesso em: 22 de junho 2017.

CHAER, G.; DINIZ, R.; RIBEIRO, E. **A técnica do questionário na pesquisa educacional.** Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia\\_artigos/pesquisa\\_social.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf)>. Acesso em: 30/05/2018.

CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATA SUS (Departamento de Informática do SUS). Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastros-nacionais/cnes>>. Acesso em: 10/04/18.

CREDER, H. **Instalações elétricas.** Edição 16. Rio de Janeiro. LTC, 2016.

CUNHA, L. **A evolução das instalações.** Memórias da Eletricidade, O setor elétrico, Abril de 2010.

DEROSIER, J. **Using Health Care Failure Mode and Effect Analysis™: The VA National Center for Patient Safety's Prospective Risk Analysis System.** The Joint Commission Journal on Quality Improvement. Volume 28, Nº 5. 2002.

DOBES, M. **Estudo em instalações elétricas hospitalares para segurança e funcionalidade de equipamentos eletromédicos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Elétrica. 1997.

DOMINICI, L.; NEPOMNAYSHY, D.; BROWN, T.; BRIEN, P.; ALDEN, D.; BRAMS, D. **Implementation of HFMEA in a bariatric surgery program improves the quality and culture of care.** ASMBS – American Society for Metabolic & bariatric Surgery. 2006 Volume 2, Issue 3. Burlington, MA. Disponível em: <[https://www.soard.org/article/S1550-7289\(06\)00456-4/fulltext](https://www.soard.org/article/S1550-7289(06)00456-4/fulltext)>. Acesso em: 20/06/2018.

FARIAS S.; CARVALHO O.; ERNESTINO E. **Hospital Accreditation: The Certainty of Care with Excellence.** Acreditação Hospitalar: A Certeza do Cuidado com Excelência. Revista de enfermagem UFPE. 2010.

FALCÃO, M. **Aterramento.** UNESP. 2010. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aterramento.pdf>>. Acesso em: 10/10/2017

FAZIO, R.; ANTUNES, M. **Engenharia de Usabilidade de Equipamentos Eletromédicos: Definição de Perfil do Usuário do Produto.** VI SECEB – Seminário de Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL. Setembro de 2017.

FELDMAN, L.; GATTO, M.; CUNHA, I. **Hospital quality evolution history: from patterns to accreditation Historia de la evolucion de la calidad hospitalar: de los padrones a acreditacion. História da evolução da qualidade hospitalar: dos padrões a acreditação.** Acta Paul Enferm. 2005.

FLORENCE, G.; CALIL S. **Uma nova perspectiva no controle dos riscos da utilização de tecnologia médico-hospitalar.** Tecnologia para saúde, Multiciência 2005.

FORNAISIER, R. S. **Manutenção Predial em Ambientes de Serviço de Saúde.** ISSN 2179-5568 - Revista Especialize IPOG - Goiânia - 12ª Edição nº 012 Vol.01/2016 Dezembro/2016.

GARCIA, P.; CORTIZO, P. **Sistemas de Energia Ininterrupta: UPS - Nobreaks.** COBEP 2005.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **Métodos de Pesquisa.** Série Educação à Distância. Editora UFRGS. 1ª Edição. 2009.

GEWEHR, P. **Risco de choques elétricos presentes no ambiente médico-hospitalar: Avaliação e Prevenção.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 1938.

GOMES, M.; OLIVEIRA, A. **Entrevista: Um Relato de Aplicação da Técnica**. VI SECIN – Seminário em Ciência da Informação. Londrina – PR. 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/cinf/index.php/secin2016/secin2016/paper/viewFile/359/175>>. Acesso em: 28/05/2018.

GRIFFIN, N. **Electrical Safety in Hospital Operating Rooms**. Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. Part III: Power Apparatus and Systems (Volume 77, edição 3, 1958).

GUIMARÃES, J. M. C. **A problemática da manutenção predial e de equipamentos em estabelecimentos de saúde publicado município do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional em Saúde) – Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:

<[https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/8811/2/Jose\\_Guimar%C3%A3es\\_EPSJV\\_Mestrado\\_2012.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/8811/2/Jose_Guimar%C3%A3es_EPSJV_Mestrado_2012.pdf)>. Acesso em: 17/12/2017.

HCWH, Health Care Without Harm. **Agenda Global Hospitais Verdes e Saudáveis**. 2011. Disponível em: <<http://greenhospitals.net/wp-content/uploads/2012/03/GGHHA-Portugese.pdf>>. Acesso em: 03/05/2018.

HEIN, M. **Segurança elétrica em ambiente hospitalar**. Campinas – SP. 1996.

HOFHEINZ, W. **Ungrounded Power Supply Systems (IT-Systems) in Medical Sites**. WGKT Grünberg. Germany 2003. Disponível em: <<http://www.pavesis.lt/pavesiai/119/3/Hosp031%20p%20HOFHEINZ.pdf>>. Acesso em: 01/08/2018.

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. **IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities, White Book**. USA 2007.

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. **IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment, Emerald Book**. USA 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 10/04/18.

INMETRO. Portaria INMETRO nº 350/2010. **Aperfeiçoa o RAC para Equipamentos Elétricos sob vigilância sanitária**. 2010.

INMETRO. Portaria INMETRO nº 361/2011. **Requisitos Gerais de Certificação de Produto**. 2011.

INMETRO. Portaria INMETRO nº 118/2015. **Aperfeiçoa os Requisitos Gerais de Certificação de Produto**. 2015.

INMETRO. Portaria INMETRO nº 54/2016 - **Aperfeiçoa o RAC para Equipamentos sob Regime da Vigilância Sanitária**. 2016.

JCI, Joint Commission International. **Padrões de Acreditação da Joint Commission International para Hospitais**. 2014.

KIMCHI, J.; Shultz, P. **Using HFMEA to Assess Potential for Patient Harm from Tubing Misconnections**. The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety. MN, USA. 2006.

KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. **Aterramento elétrico**. 3ª edição. Porto Alegre, 1995.

LOURENÇO, S. R; FARIAS S., THADEU A., CATUREBA S. **Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho**. Exacta, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 135-143, jan./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/810/81050114/>>. Acesso em: 19/04/2017.

LUCIAN, R.; DORNELAS J. S. **Mensuração de Atitude: Proposição de um Protocolo de Elaboração de Escalas - Measurement of Attitude: Proposition of a Protocol for Preparation of Scales**. RAC, Rio de Janeiro, v. 19, 2ª Edição Especial, art. 3, pp. 157-177, Agosto 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v19nspe2/1982-7849-rac-19-spe2-0157.pdf>>. Acesso em: 28/05/2018.

LUPPI, C. **Gerenciamento do risco sanitário hospitalar na área de tecnovigilância: análise retrospectiva e prospectiva de notificações de queixas técnicas, incidentes e eventos adversos relacionados ao uso de equipamentos, materiais médico-hospitalares e kits diagnósticos no Hospital das Clínicas de Botucatu-UNESP**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Faculdade de Medicina de Botucatu. 2010.

MACIEL, J.; RODRIGUES C. **Riscos de choques elétricos em equipamentos eletromédicos**. ENEGEP, 1998. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART375.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART375.pdf)>. Acesso em: 22/03/2017.

MAIA, T.; ROQUETE, F. **Um Olhar sobre a Acreditação Hospitalar no Brasil: a Experiência da Joint Commission International (JCI)**. SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2014.

MARQUES, A.; BONO, B. N. **Gestão de Risco na Área Hospitalar envolvendo a gestão de Equipamentos Médico Assistenciais: Um estudo de caso**. VI SECEB – Seminário de Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL ISSN 2358-338x. Setembro de 2017.

MCV, MEDICAL COLLEGE OF VERIGINIA HOSPITALS AMA MEDICAL COLLEGE OF VIRGINIA PHYSICALS. **Safety Manual**. Disponível em: <<http://oehs.vcu.edu/safetymanual/satellitemanual.PDF>>. Acesso em: 23/04/2017.

MENDES, G., MIROLANDA, T. **Acreditação hospitalar como estratégia de melhoria: impactos em seis hospitais acreditados**. Revista Gestão e Produção, São Carlos. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/2015nahead/0104-530X-gp-0104-530X1226-14.pdf>>. Acesso em: 05/02/2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO. Portaria nº 400, de 6 de dezembro de 1977 – **Normas e Padrões sobre Construções e Instalações de Serviços de Saúde**.

MINISTÉRIO PÚBLICO. Portal da Câmara dos Deputados. PL-2810/2008.

MINISTÉRIO PÚBLICO. Portal da Câmara dos Deputados. PL-6627/2009.

MINISTÉRIO PÚBLICO. Portal da Câmara dos Deputados. PL 21.333/2015.

MONTEIRO, E.; LESSA, M. A **Metrologia na Área de Saúde: Garantia da Segurança e da Qualidade dos Equipamentos Eletromédicos**. ENGEVISTA, v. 7, n. 2, p. 51-60, 2005.

MORAES, V. **Certificação de Equipamentos para Saúde no Brasil**. Painel Setorial INMETRO. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2006.

MUHLEN, S. **Certificação de qualidade em equipamentos Médico-Hospitalares no Brasil**. Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica. Havana 2001.

MUSHTAHA, M.; KROST, G. **Performance Study of Self-sufficient and Renewables Based Electricity Supply of a Hospital in the Near East Region**. IEEE, 2012.

NASEERUDDIN, S. **Electrical Safety in Healthcare Facilities**. Institution of Engineers Pakistan SAC Journal 2003.

NUPEHA (Núcleo de Pesquisa e Estudos Hospital Arquitetura). **IT médico evita falhas de energia e garante segurança do paciente**. Fórum de tecnologia NUPEHA 2017.

ONA, Organização Nacional de Acreditação. Norma Orientadora Nº 1 - **Diretrizes Do Sistema Brasileiro de Acreditação**. Revisão 01. 10/02/2015.

ONA, Organização Nacional de Acreditação. Disponível em: <<https://www.ona.org.br/OrganizacoesCertificadas>>. Acesso em: 10/04/18.

OKUMOTO, J. C. **Avaliação das Instalações Elétricas de Centro Cirúrgico**. Estudo de Caso: Hospital Universitário da UFMS. UFMS, Campo Grande – MS. 2006.

OLIVEIRA, B.; STARLING, C.; ANDERY, P. R. **Gestão do processo de projeto de instalações elétricas em empreendimentos hospitalares: estudo de caso**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 47-59, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102048>>. Acesso em: 07/04/2017.

OLIVEIRA, C. G.; RODAS, A. C. D. **Tecnovigilância no Brasil: panorama das notificações de eventos adversos e queixas técnicas de cateteres vasculares**. Ciência & Saúde Coletiva, 22(10):3247-3257, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v22n10/1413-8123-csc-22-10-3247.pdf>>. Acesso em: 10/01/2018.

OLIVEIRA, J.; OLIVEIRA, A.L.; MORAES, F. A. M.; SILVA, G.M.; SILVA, C.N.M. **O Questionário, o Formulário e a Entrevista como Instrumentos de Coleta de Dados: Vantagens e Desvantagens do seu uso na Pesquisa de Campo em Ciências Humanas**. III CONEDU – Congresso Nacional de Educação. 2016. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV056\\_M D1\\_SA13\\_ID8319\\_03082016000937.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_M D1_SA13_ID8319_03082016000937.pdf)>. Acesso em: 29/05/2018.

PARISE, G.; MAZZETTI, C.; PARISE, L.; FIAMINGO, F. **Safety system with harmless first fault: Complete & medical IT-system**. 2014 IEEE Industry Application Society Annual Meeting. Vancouver, BC, Canadá.

PARISE, G.; MAZZETTI, C.; PARISE, L.; FIAMINGO, F. **Safety System With Harmless First Fault: Complete and IT-M System**. IEEE Transactions on Industry Applications, (Volume: 51, Edição: 4, 2015).

PARISE, G.; PARISE, L.; MARTIRANO, L.; GERMOLÉ, A. **The relevance of the architecture of electrical power systems in hospitals: The service continuity safety by design**. 2015 IEEE/IAS 51st Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS). Calgary, AB, Canadá.

PARISE, G.; PARISE, L.; MARTIRANO, L.; GERMOLÉ, A. **Service Continuity Safety by Design: The Relevance of Electrical Power-System Architectures in Hospitals**. IEEE Industry Applications Magazine (Volume 22, Edição 1, 2016).

PARKINSON, F. **Northern Ireland Sub-Centre "The electrical equipment of an all-electric hospital"**. Journal of the Institution of Electrical Engineers - Part I: General (Volume 88, Edição 3, 1941).

PERREIRA, M. **Certificação Compulsória e Concentração Econômica: O Caso dos Equipamentos Eletromédicos no Brasil**. ALTEC – Congresso Latino-Iberoamericano em Gestão da Tecnologia. 2015. Disponível: <<http://altec2015.nitec.co/altec/papers/868.pdf>>. Acesso em: 02/12/2017.

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

POLIGNANO, M. V. **História das Políticas de Saúde no Brasil - Uma Pequena Revisão**. Disponível em: <[http://www.medicina.ufmg.br/dmps/internato/saude\\_no\\_brasil.rtf](http://www.medicina.ufmg.br/dmps/internato/saude_no_brasil.rtf)>. Acesso em: 05/01/2018.

RAPHAEL, F a. **Electrical installations in hospitals. Part I**. Journal of the Institution of Electrical Engineers - Part I: General (Volume 90, 1943).

RAPHAEL, F b. **Electrical installations in hospitals. Part II**. Journal of the Institution of Electrical Engineers - Part I: General (Volume 90, 1943).

RDI, RDI BENDER Instrumentos Elétricos. **A Segurança do Paciente e a Prevenção de Danos aos Equipamentos Eletromédicos - Sistema IT Médico**. Disponível em: [rdibender.com.br](http://rdibender.com.br). Acesso em: 10/09/2017.

SAMARTINI, A. **Comparação entre métodos de mensuração da importância de atributos em produtos e serviços**. Relatório de Pesquisa. Fundação Getúlio Vargas Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/COMPARA%C3%87%C3%83O%20ENTRE%20M%C3%89TODOS%20DE%20MENSURA%C3%87%C3%83O%20DA%20IMPORT%C3%82NCIA%20DE%20ATRIBUTOS%20EM%20PRODUTOS%20E%20SERVI%C3%87OS.pdf>>. Acesso em: 28/05/2018.

SCARPINO, P.; GRASSO, F. **Analysys of complex hospital electrical systems**. AEIT International Annual Conference, IEEE 2017. Cagliari, Itália.

SCHNEIDER. **Catálogo IT médico**. Disponibilidade de energia elétrica de alto nível. Disponível em: <[http://www.apc.com/salestools/JFSA-9ZKN7D/JFSA-9ZKN7D\\_R0\\_EN.pdf](http://www.apc.com/salestools/JFSA-9ZKN7D/JFSA-9ZKN7D_R0_EN.pdf)>. Acesso em: 29/09/17.

SEAP, Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. **Manutenção - Manual de Obras Públicas-Edificações**. Anexos da Portaria no 2.296, de 23 de julho de 1997. Brasília 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, M.; MUHLEN, S.; Freitas, M. Aplicação da Ferramenta de Gerenciamento de Risco HFMEA no Setor de Expurgo do Centro de Material e Esterilização. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014.

SOUZA, A. F.; COELLI, F.C. **The absence of maintenance policies in health care services: Case studies**. Pan American Health Care Exchanges, 2011. Rio de Janeiro, Brasil.

SOUZA, L. **Eventos Adversos: Instrumento de Avaliação do Desempenho em Centro Cirúrgico de um Hospital Universitário**. UERJ, Rio de Janeiro, 2011.

TERRA, J., BERSANETI, F. **Acreditação hospitalar e seus impactos nas boas práticas em serviços da saúde**. Revista o mundo da Saúde. 2017. Disponível em: <[http://www.revistamundodasaude.com.br/uploads/20160291\\_FINAL\\_ARTIGO.PDF](http://www.revistamundodasaude.com.br/uploads/20160291_FINAL_ARTIGO.PDF)>. Acesso em: 05/02/2018.

TORRES, G.; VALIQUETTE, B.; MUKHEDKAR, D. **Evaluation of patient electrical safety in a hospital using expert system**. Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2006. New Orleans, Estados Unidos.

VENEZIANO, W.; ASSIS, A. **Estudo de Caso: Análise da Infraestrutura Elétrica e Energética que Abastece a Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital Filantrópico em Mato Grosso do Sul**. IEEE PAN AMERICAN HEALTH CARE EXCHANGES (PAHCE) 2014.

VIEIRA, K.; DALMORO, M. **Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert**. XXXII ANPAD. Rio de Janeiro – RJ. 2008. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf5/EPQ-A1615.pdf>> . Acesso em: 28/05/2018.

ZORZETO, R. **Premissas de eficiência energética no dimensionamento de um motor gerador diesel**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Educação à

distância da UFSM. Curso de eficiência energética aplicado aos processos produtivos. 2014.

WEG. **Automação Sistema de Isolação e Aterramento IT Médico**. 2016. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-sistema-de-isolacao-e-aterramento-it-medico-50066322-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 29/09/17.

WEG. **Artigo técnico DT-5 Características e Especificações de Geradores**. 2013. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-curso-dt-5-caracteristicas-e-especificacoes-de-geradores-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 30/01/2018.

## Apêndice A – Carta de apresentação



**UFBA**

**Universidade Federal da Bahia**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

Rua Aristides Novis, n.02, 4º andar, Sala 23, Federação.

CEP: 40210-630. Salvador - Bahia, Brasil.

Fone/Fax: +55 (71) 3283-9775 / Fax: +55 (71) 3283-9779

E-mail: ppgee@ufba.com

**PPGEE**

## CARTA DE APRESENTAÇÃO

Salvador, 02 de agosto de 2017

A \_\_\_\_\_,

Apresento-lhe a aluna Ludmila Nogueira Rêgo, regularmente matriculado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia – UFBA, que desenvolve pesquisa sobre o tema “SEGURANÇA ELÉTRICA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE – ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO” sob orientação do Professor Daniel Barbosa.

Esclareço que a aluna apresentará a V. S<sup>a</sup>. o seu plano de pesquisa e que, na sua dissertação, a identidade da instituição pesquisada será preservada se for solicitado. Informo ainda que todas as dissertações e teses defendidas na universidade são publicadas no Banco de Dissertações da mesma.

Certa de contar com sua compreensão, e colocando-me à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais, agradeço antecipadamente.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Daniel Barbosa

Orientador

PPGEE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vitaly Felix Rodriguez Esquerre

Coordenador

PPGEE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

## Apêndice B – Termo de confidencialidade



**UFBA**

**Universidade Federal da Bahia**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

Rua Aristides Novis, n.02, 4º andar, Sala 23, Federação.

CEP: 40210-630. Salvador - Bahia, Brasil.

Fone/Fax: +55 (71) 3283-9775 / Fax: +55 (71) 3283-9779

E-mail: ppgee@ufba.com

**PPGEE**

### TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO

Eu, Ludmila Nogueira Rêgo, Solteira, Engenheira Eletricista, inscrito CPF sob o nº XXX.XXX.XXX-YY, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Bahia – UFBA, abaixo firmado, assumo o compromisso de manter confidencialidade e sigilo sobre todas as informações técnicas e outras relacionadas ao projeto de pesquisa sob o tema “SEGURANÇA ELÉTRICA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE – ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO”, a que tiver acesso nas dependências da Universidade Federal da Bahia – UFBA, e qualquer Hospital Público de Administração Federal, Estadual e Municipal.

Por este termo de confidencialidade e sigilo comprometo-me:

1. A não utilizar as informações confidenciais a que tiver acesso, para gerar benefício próprio exclusivo e/ou unilateral, presente ou futuro, ou para o uso de terceiros;
2. A não efetuar nenhuma gravação ou cópia da documentação confidencial a que tiver acesso;
3. A não me apropriar de material confidencial e/ou sigiloso da tecnologia que venha a ser disponível;
4. A não repassar o conhecimento das informações confidenciais, responsabilizando-me por todas as pessoas que vierem a ter acesso às informações, por meu intermédio, e obrigando-me, assim, a ressarcir a ocorrência de qualquer dano e / ou prejuízo oriundo de uma eventual quebra de sigilo das informações fornecidas.

Neste Termo, as seguintes expressões serão assim definidas:

Informação Confidencial significará toda informação revelada através da apresentação da tecnologia, a respeito de, ou, associada com a Avaliação, sob a forma escrita, verbal ou por quaisquer outros meios.

Informação Confidencial inclui, mas não se limita, à informação relativa às operações, processos, planos ou intenções, informações sobre produção, instalações, equipamentos,

segredos de negócio, segredo de fábrica, dados, habilidades especializadas, projetos, métodos e metodologia, fluxogramas, especializações, componentes, fórmulas, produtos, amostras, diagramas, desenhos de esquema industrial, patentes, oportunidades de mercado e questões relativas a negócios revelados da tecnologia supra mencionada.

Avaliação significará todas e quaisquer discussões, conversações ou negociações entre, ou com as partes, de alguma forma relacionada ou associada com a apresentação da dos itens, acima mencionados.

Pelo não cumprimento do presente Termo de Confidencialidade e Sigilo, fica o abaixo assinado ciente de todas as sanções judiciais que poderão advir.

Salvador, 02 de agosto de 2017.

---

Ludmila Nogueira Rêgo

---

Prof. Dr. Daniel Barbosa

Orientador

PPGEE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

---

Prof. Dr. Vitaly Felix Rodriguez Esquerre

Coordenador

PPGEE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

## Apêndice C – Apresentação em slides de proposta de pesquisa

<p style="text-align: center;"><b>SEGURANÇA ELÉTRICA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE</b> <b>ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Ludmila Nogueira Rêgo</b> Orientador: Prof. Daniel Barbosa</p>	<p><b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM EAS</b></p> <p>Histórico</p>
<p><b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM EAS</b></p> <p>Principais pontos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Classificação <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Classes</li> <li>▪ Grupos</li> </ul> </li> <li>▪ Sistema de aterramento</li> <li>▪ Sistema de alimentação de emergência</li> </ul>	<p><b>ANÁLISE DE RISCOS</b></p> <p>Notificação de Eventos Adversos em EAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de registro e investigação de acidentes</li> <li>▪ Projeto sentinela</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>OBJETIVOS</b></p> <p>Podem ser destacados como objetivos específicos do projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estudo do risco elétrico no uso de eletricidade em um ambiente assistencial de saúde e de normas nacionais e internacionais de instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde;</li> <li>▪ Estudo conceitual de equipamentos e tecnologias aplicada em instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde, bem como indicações de uso em projetos;</li> <li>▪ Elaboração de protocolo abordando características particulares da instalação elétrica de um EAS;</li> <li>▪ Avaliação das unidades visitadas em relação à conformidade com normas brasileiras;</li> <li>▪ Elaboração de proposta com alternativas para adequações e melhorias para unidades avaliadas;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>METODOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risco elétrico no uso de eletricidade em um ambiente assistencial de saúde;</li> <li>▪ Normas e recomendações, nacionais e internacionais, para instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde;</li> <li>▪ Tecnologias aplicadas em instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde, bem como indicações de uso em projetos;</li> </ul> </li> <li>• Elaboração de protocolo</li> <li>• Visitas técnicas</li> <li>• Análise do cenário</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>FONTES DE FINANCIAMENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O trabalho será baseado em softwares já disponíveis na Universidade Federal da Bahia ou de licença livre e no uso de instrumentos de medição de posse do Laboratório de Sistemas de Potência da Universidade Federal da Bahia. De forma que não será necessária nenhuma infraestrutura adicional para a realização do projeto.</li> <li>▪ Visto isso, o orçamento do projeto é composto apenas por custos com transporte para as visitas e material de papelaria, que serão arcados pela bolsista.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>FACTIBILIDADE DO PROJETO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os riscos potenciais estão vinculados a disponibilidades dos equipamentos de medição do Laboratório da Universidade, bem como a disponibilidade da equipe técnica das unidades assistenciais de saúde para visitação.</li> </ul>

### CONTRAPARTIDA PARA INSTITUIÇÃO

- Auxílio na identificação de não conformidades na instalação elétrica da unidade
- Sugestão de pontos de melhoria possíveis para adequação
- Geração de documentação de referência que pode ser utilizada por outras instituições de saúde

### QUESTIONAMENTOS

**Apêndice D – Apresentação escrita de proposta de pesquisa**

**PLANO DE TRABALHO NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFBA**

SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE ESTABELECIMENTOS  
ASSISTENCIAIS DE SAÚDE  
ESTUDO DE CASO: CENÁRIO BAIANO

Autora: Ludmila Nogueira Rêgo

Orientador: Daniel Barbosa

## OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Apesar da grande relevância de uma instalação elétrica adequada em EAS, e das exigências singulares apresentadas pelo mesmo, como: redundância nas fontes de fornecimento de energia elétrica; qualidade de energia e requisitos especiais de isolamento e supervisão das redes, observa-se certa negligência quanto às instalações em geral, decorrente em parte pela ausência de verba de manutenção e contratação de profissionais adequados ou a falta de registro e investigação de episódios, onde falhas na infraestrutura das instalações resulta em prejuízo para os pacientes, e portanto dificultando o tratamento de tais falhas (OLIVEIRA, 2015; MUHLEN, 2001).

Com o objetivo de estimular a notificação de eventos adversos ocorridos em hospitais e produtos destinados para à saúde, a ANVISA criou em 2002 o projeto Sentinela. Esse projeto trabalha com a colaboração de hospitais parceiros e criou o Sistema de Informação de Notificação de Eventos Adversos e Queixas Técnicas relacionadas a Produtos de Saúde – SINEPS (ANVISA, 2017).

Apesar de grande importância do projeto sentinela na vigilância da área médica, fomentando a identificação de riscos hospitalares, o projeto sentinela tem como foco principal a análise de ocorrências com os equipamentos eletromédicos, não abordando um estudo detalhado nas instalações elétricas. Então, nota-se a necessidade de um estudo a respeito do cenário atual das instalações elétricas dentro de estabelecimentos assistenciais de saúde. Visto que acidentes envolvendo a eletricidade são em muitos casos difíceis de serem diagnosticados, fazendo com que muitas vezes, tais acidentes sejam atribuídos a fatores naturais ou ao acaso.

Grande parte dos acidentes elétricos envolvendo equipamentos eletromédicos, é decorrente de: procedimentos impróprios; falta de treinamento dos usuários; necessidade de implementação de plano de manutenção preventiva em detrimento de apenas manutenção em caso de falha; instalações elétricas fora dos padrões estabelecidos por normas.

Portanto, devido às especificidades das instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde e das possíveis implicações que suas falhas acarretam, associadas à falta de registro histórico das mesmas verifica-se a importância do estudo do tema.

Assim, este trabalho se propõe a abordar as necessidades e especificidades das instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, apresentando um

estudo sobre a segurança elétrica de estabelecimentos assistenciais de saúde, com foco nos pontos referentes à instalação elétrica, através do estudo das principais exigências elétricas nas unidades assistenciais de saúde englobando aspectos de desempenho, segurança e confiabilidade de operação das instalações com base nas normas e estudos apresentados até então.

Visa-se também visitas técnicas a estabelecimentos assistenciais de saúde públicas no estado da Bahia, a fim de gerar um diagnóstico do cenário real das instalações elétricas destas unidades indicando pontos críticos de não conformidade das instalações elétricas destes estabelecimentos, bem como apresentar alternativas para adequações e melhorias.

Desta forma, através da investigação da realidade do cenário das instalações elétricas dos estabelecimentos assistenciais de saúde, ainda que em apenas uma amostragem, vinculadas a análise de potenciais riscos associados a instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, acredita-se que o projeto criará subsídios para a análise das principais deficiências das instalações elétrica das EAS públicas baianas. Estimulando, então, os profissionais e autoridades envolvidas na área de saúde na reflexão e reconhecimento de possíveis ações para a garantia de segurança elétrica das unidades assistenciais.

## **QUESITOS REFERENTES À PROPOSTA**

### **Objetivos específicos:**

Podem ser destacados como objetivos específicos do projeto:

- Estudo do risco elétrico no uso de eletricidade em um ambiente assistencial de saúde e de normas nacionais e internacionais de instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde;
- Estudo conceitual de equipamentos e tecnologias aplicada em instalações elétricas de unidades assistenciais de saúde, bem como indicações de uso em projetos;
- Levantamento de estado atual de instalações elétricas de unidades assistências de saúde na Bahia, com foco em unidades públicas;

- Avaliação das unidades visitadas em relação à conformidade com normas brasileiras;
- Elaboração de proposta com alternativas para adequações e melhorias para unidades avaliadas.

### **Infraestrutura Disponível e Adicional**

O trabalho será baseado em softwares já disponíveis na Universidade Federal da Bahia ou de licença livre e no uso de instrumentos de medição de posse do Laboratório de Sistemas de Potência da Universidade Federal da Bahia. De forma que não será necessária nenhuma infraestrutura adicional para a realização do projeto.

### **Riscos Potenciais**

Os riscos potenciais estão vinculados a disponibilidades dos equipamentos de medição do Laboratório da Universidade, bem como a disponibilidade da equipe técnica das unidades assistenciais de saúde para visitação.

### **Metodologia de Gerencia e Acompanhamento do Projeto**

Como se trata de um projeto de desenvolvimento de estudo e análise de unidades externas a Universidade o acompanhamento poderá ser realizado através de encontros periódicos agendados com o orientador para acompanhamento do andamento do projeto, revisão das metas e de sugestões de melhorias.

### **Transferência de Resultados**

Ao fim do desenvolvimento do trabalho proposto o resultado do estudo será apresentado em forma de dissertação de mestrado.

### **Impactos**

O projeto apresentado na proposta visa a associação do estudo de normas nacionais e internacionais para instalações elétricas em paralelo com o estudo de publicações referentes a soluções passíveis de implementação neste setor, gerando como resultado um documento de referência para estudo. Com a publicação da tese acredita-se que o estudo pode ser utilizado como uma ferramenta para disseminar a importância do tema para o funcionamento adequado dos estabelecimentos assistenciais de saúde.

Além disto, ao estudar a realidade das instalações elétricas dos estabelecimentos assistenciais de saúde baianos, mesmo que em apenas uma amostragem, será gerada uma avaliação do cenário atual das mesmas, que poderá servir como alerta das necessidades melhoria para garantia de prestação de um serviço de qualidade para a população.

## Apêndice E – Requisitos estabelecidos para o protocolo de avaliação de instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde

### Documentação geral da instalação

Contém esquemas unifilares da distribuição, incluindo alimentação normal e alimentação de segurança. Contendo informação sobre a localização de todos os quadros de distribuição;
Contém desenhos (plantas, cortes e detalhes) localizando as instalações elétricas em relação a arquitetura;
Contém descritivo dos serviços a serem executados;
Contém esquemas dos circuitos de comando e controle;
Contém instruções de operação, inspeção, ensaios e manutenção de baterias, seus carregadores e fontes de segurança;
Contém memorial descritivo da instalação com cálculos que atestem o cumprimento das exigências normativas
Contém relação das cargas permanentemente conectadas a fonte de segurança, com indicação das correntes nominais e, no caso de cargas de motor, as correntes de partida;
Contém relatório indicando todos os ensaios e inspeções que devem ser realizados antes da colocação em serviço.
Contém especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
Contém parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente etc.).
Após concluída a instalação, a documentação foi revisada e atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação "como construído", ou " <i>as built</i> ").
Documentação esta prontamente disponível para inspeção, sempre que necessário.

### Documentação - Requisitos de documentação específicos em caso de operação por pessoal não capacitado

Manual do usuário apresenta linguagem acessível a leigos
Contém esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
Contém potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;
Contém potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso;
Contém recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

Contém relação das cargas permanentemente conectadas a fonte de segurança, com indicação das correntes nominais e, no caso de cargas de motor, as correntes de partida;

## Manutenção

Ensaio de funcionamento dos dispositivos de transferência/comutação é realizado com periodicidade de 12 meses;
Ensaio de funcionamento dos dispositivos supervisores de isolamento é realizado com periodicidade de 12 meses;
Inspeção visual e verificação do ajuste dos dispositivos de proteção é realizado com periodicidade de 12 meses;
Medição da equipotencialização suplementar é realizado com periodicidade de 36 meses;
Verificação da integridade da equipotencialização suplementar é realizado com periodicidade de 36 meses;
Ensaio de funcionamento das fontes de segurança com baterias é realizado mensalmente;
Ensaio de funcionamento das fontes de segurança com grupo motogerador até atingir a temperatura de regime contínuo é realizado mensalmente.
Ensaio de durabilidade funcionamento das fontes de segurança com baterias (duração de 15 min) apresenta periodicidade anual (A potência de utilização deve se situar entre 50 % e 100 % da potência nominal)
Ensaio de durabilidade das fontes de segurança com grupo motogerador devem ser realizados com periodicidade anual (duração de 60 min) (A potência de utilização deve se situar entre 50 % e 100 % da potência nominal)
Medição da corrente de fuga dos transformadores IT médicos com periodicidade de 36 meses
Verificação da atuação dos dispositivos DR com periodicidade anual
Verificações e intervenções nas instalações elétricas devem ser executadas somente por pessoas advertidas (BA4) ou qualificadas (BA5)
Invólucros, tampas e outros meios destinados a garantir proteção contra contatos com partes vivas podem ser removidos para fins de verificação ou manutenção, mas devem ser completa e prontamente restabelecidos ao término destes procedimentos.
Deve ser inspecionado o estado da isolação dos condutores e de seus elementos de conexão, fixação e suporte, com vista a detectar sinais de aquecimento excessivo, rachaduras e ressecamentos, verificando-se também se a fixação, identificação e limpeza se encontram em boas condições.
Deve ser verificada a estrutura dos quadros e painéis, observando-se seu estado geral quanto a fixação, integridade mecânica, pintura, corrosão, fechaduras e dobradiças. Deve ser verificado o estado geral dos condutores e cordoalhas de aterramento.

No caso de componentes com partes móveis, como contadores, relés, chaves seccionadoras, disjuntores etc., devem ser inspecionados, quando o componente permitir, o estado dos contatos e das câmaras de arco, sinais de aquecimento, limpeza, fixação, ajustes e calibrações. Se possível, o componente deve ser acionado umas tantas vezes, para se verificar suas condições de funcionamento.
No caso de componentes sem partes móveis, como fusíveis, condutores, barramentos, calhas, canaletas, conectores, terminais, transformadores, etc., deve ser inspecionado o estado geral, verificando-se a existência de sinais de aquecimento e de ressecamentos, além da fixação, identificação e limpeza.
No caso de sinalizadores, deve ser verificada a integridade das bases, fixação e limpeza interna e externa.
O reaperto das conexões deve ser feito no máximo 90 dias após a entrada em operação da instalação elétrica e repetido em intervalos regulares.
As linhas flexíveis que alimentam equipamentos móveis devem ser verificadas, bem como a sua adequada articulação.
Ao término das verificações, deve ser efetuado um ensaio geral de funcionamento, simulando-se pelo menos as situações que poderiam resultar em maior perigo.
Deve ser verificado se os níveis da tensão de operação estão adequados.
Toda instalação ou parte que, for considerada insegura deve ser imediatamente desenergizada, no todo ou na parte afetada, e somente deve ser recolocada em serviço após correção dos problemas detectados.
Toda falha ou anormalidade constatada no funcionamento da instalação ou em qualquer de seus componentes, sobretudo os casos de atuação dos dispositivos de proteção sem causa conhecida, deve ser comunicada a uma pessoa advertida (BA4) ou qualificada (BA5), providenciando-se a correção do problema.

## Características gerais

Devem ser determinadas as seguintes características das fontes de suprimento de energia com as quais a instalação for provida: natureza da corrente e frequência; valor da tensão nominal; valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento; possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação, incluindo a demanda de potência.
Projeto apresenta classificação em função das influências externas
Existe classificação dos locais médicos feita em conformidade com a equipe médica e a legislação vigente, tanto a da área de saúde quanto a de segurança do trabalho. (Definidos de forma clara Grupo e Classe aplicável a cada localidade)
Todo equipamento de raios X, incluindo os de arco cirúrgico, e todo outro equipamento com corrente de energização capaz de provocar o desligamento de uma alimentação IT médica, em caso de conexão inadvertida a esta alimentação, devem ser alimentados por circuitos dedicados.
Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

Os componentes, inclusive as linhas elétricas, devem ser dispostos de modo a facilitar sua operação, inspeção, manutenção e o acesso a suas conexões. O acesso não deve ser significativamente reduzido pela montagem dos componentes em invólucros ou compartimentos.
Placas, etiquetas e outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a finalidade dos dispositivos de comando, manobra e/ou proteção, a menos que não exista nenhuma possibilidade de confusão. Se a atuação de um dispositivo de comando, manobra e/ou proteção não puder ser observada pelo operador e disso puder resultar perigo, deve ser provida alguma sinalização à vista do operador.
As linhas elétricas devem ser dispostas ou marcadas de modo a permitir sua identificação quando da realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações na instalação.
Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-clara na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.
Os dispositivos de proteção devem ser dispostos e identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos.
Devem ser determinadas as seguintes características das fontes de suprimento de energia com as quais a instalação for provida: natureza da corrente e frequência; valor da tensão nominal; valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento; possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação, incluindo a demanda de potência.
Projeto apresenta classificação em função das influências externas
Todo equipamento de raios X, incluindo os de arco cirúrgico, e todo outro equipamento com corrente de energização capaz de provocar o desligamento de uma alimentação IT médica, em caso de conexão inadvertida a esta alimentação, devem ser alimentados por circuitos dedicados.
Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.
Os componentes, inclusive as linhas elétricas, devem ser dispostos de modo a facilitar sua operação, inspeção, manutenção e o acesso a suas conexões. O acesso não deve ser significativamente reduzido pela montagem dos componentes em invólucros ou compartimentos.
Placas, etiquetas e outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a finalidade dos dispositivos de comando, manobra e/ou proteção, a menos que não exista nenhuma possibilidade de confusão. Se a atuação de um dispositivo de comando, manobra e/ou proteção não puder ser observada pelo operador e disso puder resultar perigo, deve ser provida alguma sinalização à vista do operador.
As linhas elétricas devem ser dispostas ou marcadas de modo a permitir sua identificação quando da realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações na instalação.

Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-clara na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.

Os dispositivos de proteção devem ser dispostos e identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos.

## Tomadas - Características gerais

Todas as tomadas apresentam a mesma tensão?

Em caso de não padronização existe ferramenta para garantir que as mesmas não sejam intercambiáveis? (quando houver circuitos de tomadas com diferentes tensões, as tomadas fixas dos circuitos de tensão mais elevada, pelo menos, devem ser claramente marcadas com a tensão a elas provida. Essa marcação pode ser feita por placa ou adesivo, fixado no espelho da tomada. Não deve ser possível remover facilmente essa marcação.)

Todas as tomadas de corrente fixas das instalações devem ser do tipo com contato de aterramento (PE).

## Tomadas - Característica para tomadas em locais de grupo I e II

### Iluminação

Em cada posto de tratamento de paciente, como, por exemplo, as cabeceiras de leitos, as tomadas de corrente aí providas devem ser alimentadas por no mínimo dois circuitos distintos ou então todas elas devem ser protegidas individualmente contra sobrecorrentes.

Quando no local servido pelo esquema IT médico existirem também tomadas de corrente alimentadas por circuitos outros que não os do esquema IT médico (ou seja, em esquema TN-S ou TT), as tomadas de corrente servidas pelo esquema IT médico devem ser marcadas claramente e de maneira permanente. (A marcação pode ser efetuada, por exemplo, selecionando-se uma cor exclusiva para as tomadas do esquema IT e aplicando-se, adicionalmente, uma plaqueta de advertência com a inscrição "Apenas equipamentos eletromédicos". )

Circuitos dedicados que existirem no local e forem dotados de tomadas de corrente devem ser providos de um tipo de tomada de corrente não-intercambiável com a do esquema IT médico.

## Geração de emergência

Em caso de falha da rede, uma fonte de segurança deve garantir, dentro de um tempo de comutação não superior a 15 s, a iluminância mínima necessária em:

Rotas de fuga;

Iluminação dos sinais indicativos das saídas de emergência;

Locais em que se situam os quadros de comando do(s) grupo(s) gerador(es) e os quadros de distribuição principais da alimentação normal e da alimentação de segurança;

Locais que acomodam serviços essenciais.

(Cada um destes locais deve ter uma luminária, no mínimo atendida pela alimentação de segurança)

<p>Em caso de falha da rede, uma fonte de segurança deve garantir, dentro de um tempo de comutação não superior a 15 s, a iluminância mínima necessária em locais do grupo 1. Cada um destes locais deve ter uma luminária, no mínimo atendida pela alimentação de segurança.</p>
<p>Em caso de falha da rede, uma fonte de segurança deve garantir, dentro de um tempo de comutação não superior a 15 s, a iluminância mínima necessária em locais do grupo 2. Cada um destes locais deve ter 50 % das luminárias, no mínimo atendidas pela alimentação de segurança.</p>
<p>Quando um equipamento ou invólucro contiver partes vivas associadas a mais de uma alimentação, deve ser afixado um aviso que alerte, em caso de acesso às partes vivas, sobre a necessidade de seccionar as diferentes alimentações, a menos que exista um Inter travamento que assegure o seccionamento simultâneo de todas elas.</p>
<p>Ocorrendo, no quadro de distribuição, falta de tensão em um ou mais condutores, uma fonte de segurança especial deve restabelecer, em 0,5 s no máximo, a alimentação dos focos cirúrgicos e outras fontes de luz essenciais, e deve ser capaz de manter essa alimentação por 3 h no mínimo.</p>
<p>Ocorrendo, em um ou mais condutores do quadro de distribuição principal dos serviços de segurança, uma queda de tensão superior a 10 % da tensão nominal, por um tempo superior a 3 s, os equipamentos relacionados classificados em tempo de comutação admissível &lt;15s, devem ter sua alimentação restabelecida por uma fonte de segurança em até 15 s no máximo, sendo que esta fonte deve ser capaz de manter a alimentação por 24 h no mínimo. (Admite-se que a duração de 24 h seja reduzida a um mínimo de 3 h, se as exigências médicas, o uso do local, incluindo qualquer tratamento, e o abandono completo da edificação puderem ser concluídos corretamente em menos de 24 h)</p>
<p>Outros equipamentos, que não aqueles citados nas outras classes ( 0,5 ou &lt;15s) e necessários a continuidade dos serviços do estabelecimento assistencial de saúde, podem ser conectados manual ou automaticamente a uma fonte de segurança capaz de manter sua alimentação elétrica por um período mínimo de 24 h. Podem ser mencionados como exemplos: - equipamentos de esterilização; - instalações técnicas da edificação, em particular sistemas de ar-condicionado, aquecimento, ventilação, outros serviços prediais e sistemas de eliminação de resíduos; -equipamentos de refrigeração; - equipamentos de cozinha; - carregadores de bateria.</p>
<p>Existe linhas de alimentação alternativa, provenientes da rede pública de distribuição.</p>
<p>As tomadas de corrente atendidas pela alimentação de segurança devem ser facilmente identificáveis.</p>
<p>Além da iluminação, há outros serviços que requerem alimentação de segurança com tempo de comutação não superior a 15 S. São exemplos de tais serviços: - elevadores para brigada de incêndio e bombeiros; - sistemas de exaustão de fumaça; - sistemas de chamada de busca de pessoas; - equipamentos eletromédicos usados em locais do grupo 2 e destinados a cirurgias ou outros procedimentos vitais, cabendo a equipe responsável definir os que se enquadram nesta condição; - equipamento elétrico de suprimento de gases medicinais, incluindo ar comprimido, vácuo e exaustão de gases anestésicos, bem como seus dispositivos de monitoração e alarme; - instalações de detecção, alarme e extinção de incêndio.</p>
<p>A carga de acumuladores portáteis ou móveis deve ser efetuada em locais onde respingos do eletrólito e o contato com seus vapores não sejam prejudiciais. Devem ser asseguradas uma ventilação suficiente e a inexistência de chama nas proximidades.</p>

Os acumuladores fixos devem ser instalados em locais de serviço elétrico ou em cubículos fechados, cujo acesso seja autorizado apenas ao pessoal de operação e manutenção.
Quando a tensão nominal das baterias de acumuladores for superior a 150 V, deve ser previsto um piso de serviço não-derrapante, isolado do solo e concebido de forma que não seja possível tocar simultaneamente o solo, ou um elemento condutivo ligado ao solo, e um dos elementos da bateria.
Os isolantes utilizados nas proximidades imediatas das baterias devem ser não-hidrófilos por natureza ou por tratamento.
Os componentes devem ser dispostos de modo a facilitar a inspeção periódica, os ensaios e a manutenção.
As fontes de segurança devem ser acessíveis apenas às pessoas advertidas ou qualificadas (BA4 ou BA5)
Na instalação das fontes de segurança devem ser garantidas exaustão e ventilação adequadas, de modo a impedir que eventuais gases ou fumaça delas emanados venham a penetrar áreas ocupadas por pessoas.
Os circuitos dos serviços de segurança devem ser independentes de outros circuitos. (Isso significa que nenhuma falta, intervenção ou modificação em circuito não pertencente aos serviços de segurança deve afetar o funcionamento do(s) circuito(s) dos serviços de segurança. Para tanto, pode ser necessário separar os circuitos dos serviços de segurança dos demais circuitos, mediante materiais resistentes ao fogo, condutos e/ou percursos distintos. No caso de equipamentos alimentados individualmente por baterias autônomas, a alimentação para carga da bateria autônoma não precisa ser independente da alimentação de outros circuitos. Entende-se por "bateria autônoma" o conjunto constituído de bateria isenta de manutenção, carregador e dispositivo de teste.)

## Aterramento e equipotenciação geral

Esquemas de aterramento O esquema TN-C não é admitido em estabelecimentos assistenciais de saúde a jusante do quadro de distribuição principal.
<p>Proteção contra choques elétricos é assegurada, no mínimo, pelo provimento conjunto de proteção básica e de proteção supletiva, mediante combinação de meios independentes ou mediante aplicação de uma medida capaz de prover ambas as proteções, simultaneamente.</p> <p>Exemplos de proteção básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>isolação básica ou separação básica;</li> <li>uso de barreira ou invólucro;</li> <li>limitação da tensão;</li> </ul> <p>Exemplos de proteção supletiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>equipotencialização e seccionamento automático da alimentação;</li> <li>isolação suplementar;</li> <li>separação elétrica.</li> </ul>
Os circuitos de tomadas que sirvam locais do grupo 1 devem ser protegidos por dispositivos diferenciais-residuais (dispositivos DR) com corrente diferencial-residual nominal de atuação de no máximo 30 mA (proteção adicional).

Em locais do grupo 2, a proteção por seccionamento automático da alimentação usando dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal de no máximo 30 mA deve se restringir aos circuitos:

- circuitos de alimentação de mesas cirúrgicas;
- circuitos para equipamentos de raios X; (O requisitos se refere essencialmente a equipamentos de raios X móveis utilizados em locais do grupo 2. )
- circuitos para equipamentos de maior porte, com potência nominal superior a 5 kVA;
- circuitos para equipamentos elétricos não-críticos (não associados a sustentação de vida).

Todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção.

Todas as massas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar vinculadas à equipotencialização principal da edificação e, dessa forma, a um mesmo e único eletrodo de aterramento. Isso sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas simultaneamente acessíveis devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Massas protegidas contra choques elétricos por um mesmo dispositivo, dentro das regras da proteção por seccionamento automático da alimentação, devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão.

## Aterramento TN

os tempos de seccionamento máximos admissíveis são respeitados

Em locais do grupo 2, a proteção por seccionamento automático da alimentação usando dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal de no máximo 30 mA deve se restringir aos:

- \* circuitos de alimentação de mesas cirúrgicas;
- \* circuitos para equipamentos de raios X;
- \* circuitos para equipamentos de maior porte, com potência nominal superior a 5 kVA;
- \* circuitos para equipamentos elétricos não-críticos (não associados a sustentação de vida).

Recomenda-se que sejam providos de supervisão do isolamento, abrangendo todos os condutores vivos.

Em locais dos grupos 1 e 2, quando forem utilizados ou exigidos dispositivos DR, conforme descrito acima, eles devem ser tipo A ou tipo B. (Dispositivos DR tipo A são aqueles aptos a detectar correntes residuais contínuas pulsantes, além de correntes de falta alternadas. Os do tipo B são dispositivos aptos a detectar correntes residuais contínuas, lisas e pulsantes, além de correntes de falta alternadas.)

Recomenda-se que sejam providos de supervisão do isolamento, abrangendo todos os condutores vivos.

## Aterramento locais médicos grupo I

A tensão de contato limite UL é de 25 V (UL '25 V c.a.), qualquer que seja o esquema de aterramento (TN, TT ou IT)

Deve ser realizada uma equipotencialização suplementar envolvendo as seguintes partes situadas no ambiente do paciente:

- condutores de proteção (PE); - elementos condutivos;
- blindagens contra interferências eletromagnéticas, se existentes;
- conexões dos pisos condutivos, se existentes;
- blindagem eletrostática do transformador de separação, se existente.

(EXEMPLO Também devem ser incluídas na equipotencialização suplementar as peças de mobiliário que sejam fixas e condutivas, mesmo quando não elétricas, como pode ser o caso de mesas cirúrgicas, poltronas de fisioterapia e cadeiras odontológicas, salvo se forem intencionalmente isoladas da terra.)

## Aterramento locais médicos grupo II

A tensão de contato limite UL é de 25 V (UL '25 V c.a.), qualquer que seja o esquema de aterramento (TN, TT ou IT)

Deve ser realizada uma equipotencialização suplementar envolvendo as seguintes partes situadas no ambiente do paciente:

- condutores de proteção (PE);
- elementos condutivos;
- blindagens contra interferências eletromagnéticas, se existentes;
- conexões dos pisos condutivos, se existentes;
- blindagem eletrostática do transformador de separação, se existente.

(EXEMPLO Também devem ser incluídas na equipotencialização suplementar as peças de mobiliário que sejam fixas e condutivas, mesmo quando não elétricas, como pode ser o caso de mesas cirúrgicas, poltronas de fisioterapia e cadeiras odontológicas, salvo se forem intencionalmente isoladas da terra.)

Nos locais do grupo 2, a resistência medida entre o barramento de equipotencialização, de um lado, e o terminal PE de qualquer tomada de corrente, o terminal PE de qualquer equipamento fixo, ou qualquer elemento condutivo, de outro lado, não deve ser superior a 0,2 R, incluída a resistência das conexões.

Nos locais do grupo 2, o esquema IT médico deve ser usado para circuitos que alimentam equipamentos eletromédicos, sistemas de sustentação da vida e aplicações cirúrgicas, bem como os demais equipamentos elétricos dispostos no ambiente do paciente.

Cada sala cirúrgica seja provida de um esquema IT médico exclusivo. No caso de UTI, um esquema IT médico pode alimentar mais de um leito, observado o limite de potência do transformador

Cada conjunto de locais destinados a mesma função deve ser provido ao menos de um esquema IT médico exclusivo.

## Chuveiros e área molhada

Os equipamentos de aquecimento fixos devem ser instalados de forma a assegurar que o fluxo de calor por eles fornecido se escoe como previsto no projeto;
Os equipamentos de aquecimento que comportam elementos incandescentes abertos ou expostos não devem ser instalados em locais que apresentem riscos de explosão. O uso de tais equipamentos só é admitido se forem tomadas todas as precauções para evitar que substâncias inflamáveis, inclusive vapores e gases, venham a entrar em contato com os elementos incandescentes;
Os equipamentos de aquecimento que, por sua natureza, processem materiais combustíveis, tais como estufas e secadores, devem ser dotados de limitador de temperatura que interrompa ou reduza o aquecimento antes que uma temperatura perigosa seja atingida, ou então devem ser construídos de forma a não causar perigo para as pessoas, ou danos para objetos próximos, em caso de sobreaquecimento dos materiais combustíveis contidos no equipamento;
Nas instalações de aquecimento a ar forçado (geradores de ar quente), os elementos aquecedores só devem poder ser energizados após estabelecido o fluxo de ar previsto e devem ser automaticamente desenergizados quando o fluxo de ar for interrompido. Além disso, a instalação deve incluir dois limitadores de temperatura independentes, que impeçam que a temperatura nos condutos de ar ultrapasse os limites admissíveis.
As linhas devem ser limitadas às necessárias à alimentação de equipamentos situados nesses volumes
As únicas caixas de derivação admitidas são aquelas destinadas às ligações dos equipamentos contidos nestes volumes.
Nenhum dispositivo de proteção, seccionamento ou comando pode ser instalado
São admitidos somente equipamentos especialmente previstos para uso em banheira.
As linhas devem ser limitadas às necessárias à alimentação de equipamentos situados nesses volumes
As únicas caixas de derivação admitidas são aquelas destinadas às ligações dos equipamentos contidos nestes volumes.
Nenhum dispositivo de proteção, seccionamento ou comando pode ser instalado. (são admitidos cordões isolantes de interruptores acionados a cordão, desde que atendam aos requisitos da IEC 60669-1, bem como elementos de comando (circuitos auxiliares) alimentados em SELV ou funcionando por radiofrequência, infravermelho ou outro meio que ofereça grau de segurança equivalente.)
Somente podem ser instalados aquecedores de água elétricos classe I ou II.
As linhas devem ser limitadas às necessárias à alimentação de equipamentos situados nesses volumes

As únicas caixas de derivação admitidas são aquelas destinadas às ligações dos equipamentos contidos nestes volumes.
Nenhum dispositivo de proteção, seccionamento ou comando pode ser instalado. (são admitidos cordões isolantes de interruptores acionados a cordão, desde que atendam aos requisitos da IEC 60669-1, bem como elementos de comando (circuitos auxiliares) alimentados em SELV ou funcionando por radiofrequência, infravermelho ou outro meio que ofereça grau de segurança equivalente.)
Somente podem ser instalados luminárias classe II e aquecedores de água elétricos classe I ou II
Chuveiros elétricos apresentam circuito dedicado
Instalação das tomadas de alimentação dos chuveiros elétricos apresentam instalação adequada

## Ensaio de verificação - Aspectos Gerais Ensaio

A instalação, bem como, toda ampliação ou reforma de instalação existente deve ser inspecionada e ensaiada, durante a execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições desta Norma.
As verificações foram realizadas por profissionais qualificados, com experiência e competência em inspeções.
As verificações e seus resultados foram documentados em um relatório.
As datas e os resultados de cada verificação foram registrados
Foi abordado ensaio funcional dos dispositivos supervisores de isolamento (DSI) de esquemas IT médicos e dos sistemas de alarme acústico etou visual;
Foi abordado medições para verificar a equipotencialização suplementar
Foi abordado verificação da conformidade da equipotencializaçãosuplementar
Foi abordado verificação relativa aos serviços de segurança
Foi abordado medições da corrente de fuga no circuito secundário e no invólucro dos transformadores do esquema IT médico.

## Ensaio de verificação - Inspeção Visual

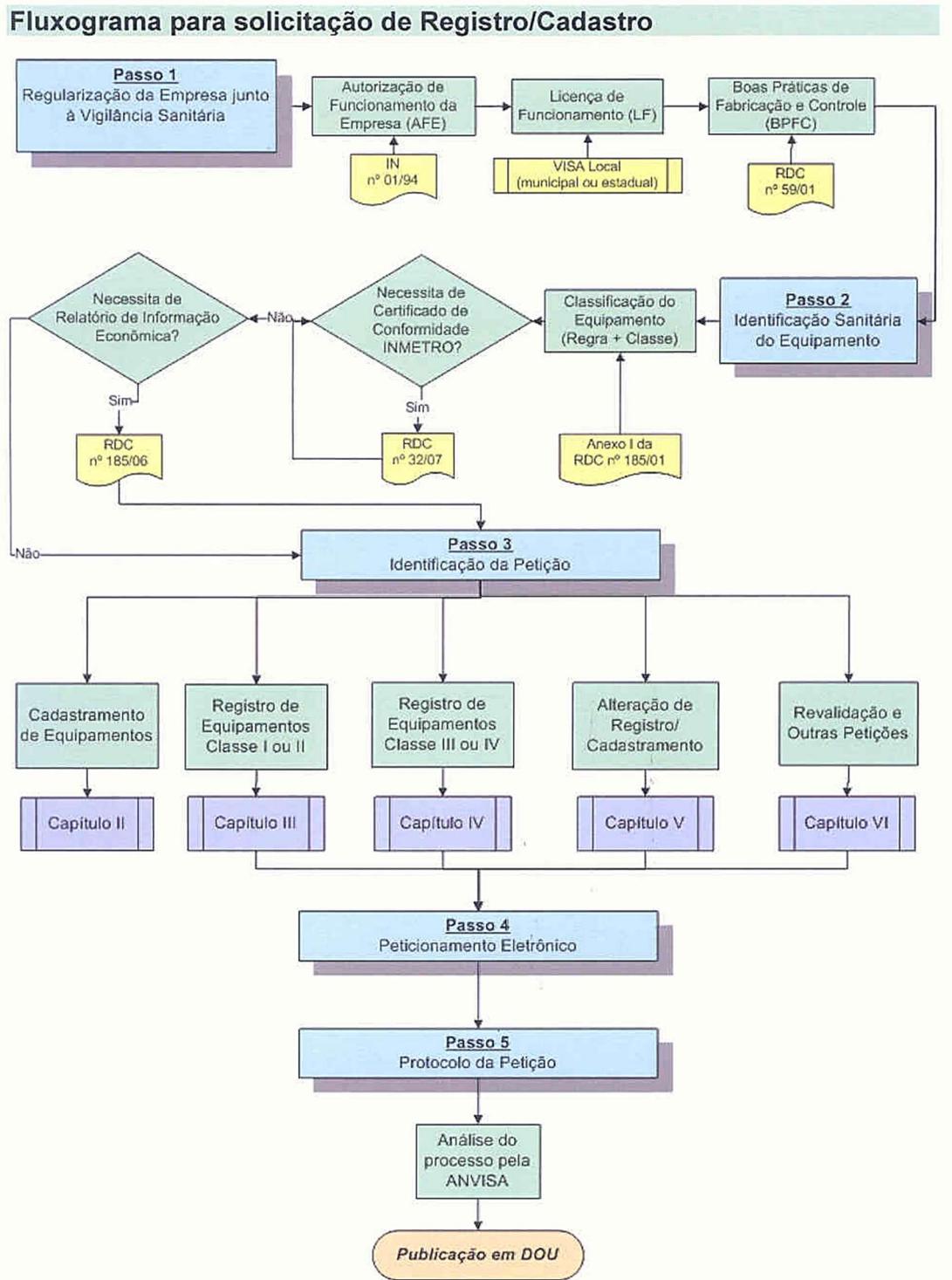
Medidas de proteção contra choques elétricos;
Medidas de proteção contra efeitos térmicos;
Seleção e instalação das linhas elétricas;
Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção;
Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização;
Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes;
Identificações dos componentes;
Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas;

Execução das conexões;
Acessibilidade.

## **Ensaio de verificação - Ensaio**

Continuidade dos condutores de proteção e das equipotencializações principal e suplementares
Resistência de isolamento da instalação elétrica
Resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica
Seccionamento automático da alimentação
Ensaio de tensão aplicada
Ensaio de funcionamento

## Anexo A - Fluxograma completo para solicitação de Registro/Cadastro de equipamentos eletromédicos



Fonte: ABDI (2010).

## **Anexo B – Descrição das regras de classificação de equipamentos eletromédicos**

Observações iniciais:

- A aplicação das regras de classificação deve ser regida pela finalidade prevista dos produtos médicos.
- Se um produto médico se destina a ser usado em combinação com outro produto médico, as regras de classificação serão aplicadas a cada um dos produtos médicos separadamente. Os acessórios serão classificados por si mesmos, separadamente dos produtos médicos com os quais são utilizados.
- Os suportes lógicos (software) que comandam um produto médico ou que tenham influência em seu uso, se enquadrarão automaticamente na mesma classe.
- Se um produto médico não se destina a ser utilizado exclusiva ou principalmente em uma parte específica do corpo, deverá ser considerado para sua classificação seu uso mais crítico.
- Se a um mesmo produto médico são aplicáveis várias regras, considerando o desempenho atribuído pelo fabricante, se aplicarão as regras que conduzam a classificação mais elevada.

Regras

➤ **Produtos Médicos Não-Invasivos:**

- **Regra 1**

Todos produtos médicos não invasivos estão na classe I, exceto aqueles aos quais se aplicam as regras a seguir.

- **Regra 2**

Todos produtos médicos não-invasivos destinados ao armazenamento ou condução de sangue, fluidos ou tecidos corporais, líquidos ou gases destinados a perfusão, administração ou introdução no corpo, estão na Classe II:

- a) se puderem ser conectados a um produto médico ativo da Classe II ou de uma Classe superior;
- b) se forem destinados a condução, armazenamento ou transporte de sangue ou de outros fluidos corporais ou armazenamento de órgãos, partes de órgãos ou tecidos do corpo; em todos outros casos pertencem à Classe I.

- **Regra 3**

Todos produtos médicos não-invasivos destinados a modificar a composição química ou biológica do sangue, de outros fluidos corporais ou de outros líquidos destinados a introdução no corpo, estão na Classe III, exceto se o tratamento consiste de filtração, centrifugação ou trocas de gases ou de calor, nestes casos pertencem à Classe II.

- Regra 4

Todos produtos médicos não-invasivos que entrem em contato com a pele lesada:

- a) enquadram-se na Classe I se estão destinados a ser usados como barreira mecânica, para compressão ou para absorção de exsudados;
- b) enquadram-se na Classe III se estão destinados a ser usados principalmente em feridas que tenham produzido ruptura da derme e que somente podem cicatrizar por segunda intenção;
- c) enquadram-se na Classe II em todos outros casos, incluindo os produtos médicos destinados principalmente a atuar no micro-entorno de uma ferida.

#### Produtos Médicos Invasivos

- Regra 5

Todos produtos médicos invasivos aplicáveis aos orifícios do corpo, exceto os produtos médicos invasivos cirurgicamente, que não sejam destinados a conexão com um produto médico ativo:

- a) enquadram-se na Classe I se forem destinados a uso transitório;
- b) enquadram-se na Classe II se forem destinados a uso de curto prazo, exceto se forem usados na cavidade oral até a faringe, no conduto auditivo externo até o tímpano ou na cavidade nasal, nestes casos enquadram-se na Classe I;
- c) enquadram-se na Classe III se forem destinados a uso de longo prazo, exceto se forem usados na cavidade oral até a faringe, no conduto auditivo externo até o tímpano ou na cavidade nasal e não forem absorvíveis pela membrana mucosa, nestes casos enquadram-se na Classe II.

Todos produtos médicos invasivos aplicáveis aos orifícios do corpo, exceto os produtos médicos invasivos cirurgicamente, que se destinem a conexão com um produto médico ativo da Classe II ou de uma Classe superior, enquadram-se na Classe II.

- Regra 6

Todos produtos médicos invasivos cirurgicamente de uso transitório enquadram-se na Classe II, exceto se:

- a) se destinarem especificamente ao diagnóstico, monitoração ou correção de disfunção cardíaca ou do sistema circulatório central, através de contato direto com estas partes do corpo, nestes casos enquadram-se na Classe IV;
- b) forem instrumentos cirúrgicos reutilizáveis, nestes casos enquadram-se na Classe I;
- c) se destinarem a fornecer energia na forma de radiações ionizantes, caso em que se enquadram na Classe III;
- d) se destinarem a exercer efeito biológico ou a ser totalmente ou em grande parte absorvidos, nestes casos pertencem à Classe III;
- e) se destinarem a administração de medicamentos por meio de um sistema de infusão, quando realizado de forma potencialmente perigosa, considerando o modo de aplicação, neste caso enquadram-se na Classe III.

- Regra 7

Todos produtos médicos invasivos cirurgicamente de uso a curto prazo enquadram-se na Classe II, exceto no caso em que se destinem:

- a) especificamente ao diagnóstico, monitoração ou correção de disfunção cardíaca ou do sistema circulatório central, através de contato direto com estas partes do corpo, nestes casos enquadram-se na Classe IV; ou
- b) especificamente a ser utilizados em contato direto com o sistema nervoso central, neste caso enquadram-se na Classe IV; ou
- c) a administrar energia na forma de radiações ionizantes, neste caso enquadram-se na Classe III; ou
- d) a exercer efeito biológico ou a ser totalmente ou em grande parte absorvidos, nestes casos enquadram-se na Classe IV; ou
- e) a sofrer alterações químicas no organismo ou para administrar medicamentos, excluindo-se os produtos médicos destinados a ser colocados dentro dos dentes, neste caso pertencem à Classe III.

- Regra 8

Todos produtos médicos implantáveis e os produtos médicos invasivos cirurgicamente de uso a longo prazo enquadram-se na Classe III, exceto no caso de se destinarem:

- a) a ser colocados nos dentes, neste caso pertencem á Classe II;
- b) a ser utilizados em contato direto com o coração, sistema circulatório central ou sistema nervoso central, neste caso pertencem á Classe IV;
- c) a produzir um efeito biológico ou a ser absorvidos, totalmente ou em grande parte, neste caso pertencem á Classe IV;
- d) a sofrer uma transformação química no corpo ou administrar medicamentos, exceto se forem destinados a ser colocados nos dentes, nestes casos pertencem à Classe IV.

➤ Regras Adicionais Aplicáveis a Produtos Médicos Ativos

- Regra 9

Todos produtos médicos ativos para terapia destinados a administrar ou trocar energia enquadram-se na Classe II, exceto se suas características são tais que possam administrar ou trocar energia com o corpo humano de forma potencialmente perigosa, considerando-se a natureza, a densidade e o local de aplicação da energia, neste caso enquadram-se na Classe III.

Todos produtos ativos destinados a controlar ou monitorar o funcionamento de produtos médicos ativos para terapia enquadrados na Classe III ou destinados a influenciar diretamente no funcionamento destes produtos, enquadram-se na Classe III.

- Regra 10

Os produtos médicos ativos para diagnóstico ou monitoração estão na Classe II:

- a) caso se destinem a administrar energia a ser absorvida pelo corpo humano, exceto os produtos médicos cuja função seja iluminar o corpo do paciente no espectro visível;
- b) caso se destinem a produzir imagens “in-vivo” da distribuição de radiofármacos;
- c) caso se destinem ao diagnóstico direto ou a monitoração de processos fisiológicos vitais, a não ser que se destinem especificamente à monitoração de parâmetros fisiológicos vitais, cujas variações possam resultar em risco imediato à vida do paciente, tais como variações no funcionamento cardíaco, da respiração ou da atividade do sistema nervoso central, neste caso pertencem à Classe III.

Os produtos médicos ativos destinados a emitir radiações ionizantes, para fins radiodiagnósticos ou radioterapêuticos, incluindo os produtos destinados a controlar ou monitorar tais produtos médicos ou que influenciam diretamente no funcionamento destes produtos, enquadram-se na Classe III.

- Regra 11

Todos produtos médicos ativos destinados a administrar medicamentos, fluidos corporais ou outras substâncias do organismo ou a extraí-los deste, enquadram-se na Classe II, a não ser que isto seja realizado de forma potencialmente perigosa, considerando a natureza das substâncias, a parte do corpo envolvida e o modo de aplicação, neste caso enquadram-se na Classe III.

- Regra 12

Todos os demais produtos médicos ativos enquadram-se na Classe I.

➤ Regras Especiais

- Regra 13

Todos produtos médicos que incorporem como parte integrante uma substância, que utilizada separadamente possa ser considerada um medicamento, e que possa exercer sobre o corpo humano uma ação complementar à destes produtos, enquadram-se na Classe IV.

- Regra 14

Todos produtos médicos utilizados na contracepção ou para prevenção da transmissão de doenças sexualmente transmissíveis, enquadram-se na Classe III, a não ser que se trate de produtos médicos implantáveis ou de produtos médicos invasivos destinados a uso de longo prazo, neste caso pertencem à classe IV.

- Regra 15

Todos produtos médicos destinados especificamente a desinfetar, limpar, lavar e, se necessário, hidratar lentes de contato, enquadram-se na Classe III. Todos produtos médicos destinados especificamente a desinfetar outros produtos médicos, enquadram-

se na Classe II. Esta regra não se aplica aos produtos destinados à limpeza de produtos médicos, que não sejam lentes de contato, por meio de ação física.

- Regra 16

Os produtos médicos não-ativos destinados especificamente para o registro de imagens radiográficas para diagnóstico, enquadram-se na Classe II.

- Regra 17

Todos produtos médicos que utilizam tecidos de origem animal ou seus derivados tornados inertes, enquadram-se na Classe IV, exceto quando tais produtos estejam destinados unicamente a entrar em contato com a pele intacta.

- Regra 18

Não obstante o disposto nas outras regras, as bolsas de sangue enquadram-se na Classe II

## Anexo C - Definições

- Equipamento eletromédico: equipamento elétrico dotado de não mais que um recurso de conexão a uma determinada rede de alimentação elétrica e destinado a diagnóstico, tratamento ou monitoração do paciente sob supervisão médica, que estabelece contato físico ou elétrico com o paciente e/ou fornece energia para o paciente, ou recebe a que dele provém, elou detecta esta transferência de energia. O equipamento inclui os acessórios, definidos pelo fabricante, necessários ao seu uso normal.
- Sistema eletromédico: combinação de dois ou mais equipamentos, sendo um deles no mínimo um equipamento eletromédico, interligados por conexão funcional ou pelo uso de tomada múltipla móvel. O sistema inclui os acessórios necessários ao seu funcionamento e assim especificados pelo fabricante.
- Procedimento intracardíaco: procedimento no qual um condutor elétrico é colocado em contato ou é suscetível de entrar em contato com o coração ou com o sistema circulatório central, sendo tal condutor acessível externamente ao corpo do paciente. O significado de "condutor elétrico", no contexto, inclui fios isolados, como os eletrodos de marca-passos ou eletrodos de ECG intracardíacos e tubos isolados contendo fluidos condutivos.
- Procedimento de sustentação de vida: Toda providência sem a qual o estado do paciente fatalmente evoluiria para óbito, em curto prazo.
- Parte aplicada: parte do equipamento eletromédico que, em uso normal entra necessariamente em contato físico com o paciente, para que o equipamento possa cumprir sua função, pode vir a entrar em contato com o paciente, ou precisa ser tocada pelo paciente.
- Ambiente do paciente: espaço no qual pode ocorrer, intencionalmente ou não, contato entre o paciente e partes de um sistema eletromédico ou entre o paciente e outras pessoas que toquem partes do sistema. Esta definição é aplicável quando a

posição do paciente for predeterminada, caso contrário, todas as posições possíveis do paciente devem ser consideradas.

- Estabelecimento assistencial de saúde (EAS): denominação dada a qualquer edificação destinada a prestação de assistência a saúde a população, que demande o acesso de pacientes, em regime de internação ou não, qualquer que seja o seu nível de complexidade.
- Local médico: local destinado a realização de procedimento de diagnóstico, terapêutico (incluindo os tratamentos estéticos), cirúrgico, de monitoração e de assistência a saúde de pacientes. Nestes locais para garantir a proteção de pacientes contra riscos elétricos, é necessário aplicar medidas adicionais de proteção nos estabelecimentos. O tipo e a descrição desses riscos podem variar em função do procedimento realizado. A diversidade de atividades realizadas em um estabelecimento leva a necessidade de classificar os locais em "grupos", de acordo com os procedimentos realizados em cada local.

## Anexo D – Divisão de locais médicos por grupos

DESCRIÇÃO	GRUPO	OBSERVAÇÕES
AMBULATÓRIO		
ENFERMAGEM		
SALA DE REIDRATAÇÃO (ORAL E INTRAVENOSA)	1	
INTERNAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO		
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	0	
DEMAIS SALAS	1	
ATENDIMENTO IMEDIATO		
ATENDIMENTOS DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA		
URGÊNCIAS (BAIXO E MÉDIO RISCO)		
SALA DE INALAÇÃO, REIDRATAÇÃO	1	
SALA PARA EXAME INDIFERENCIADO, OTORRINOLARINGOLOGIA, ORTOPEDIA, ODONTOLÓGICO INDIVIDUAL	1	
DEMAIS SALAS	0	
URGÊNCIA (ALTA COMPLEXIDADE) E EMERGÊNCIA		
SALA DE PROCEDIMENTOS INVASIVOS	2	
SALA DE EMERGÊNCIA ( POLITRAUMATISMO, PARA CARDÍACA)	2	
SALA DE ISOLAMENTO	1	
SALA COLETIVA DE OBSERVAÇÃO	1	
SALA PARA MANUTENÇÃO DE PACIENTE COM MORTE CEREBRAL	1	
INTERNAÇÃO		
INTERNAÇÃO GERAL		
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	0	
SALA DE SERVIÇO	0	
SALA DE EXAMES E CURATIVOS	0	
ÁREA DE RECREAÇÃO	0	
DEMAIS SALAS	1	
INTERNAÇÃO GERAL DE RECÉM-NASCIDOS (NEONATOLOGIA)	1	
INTERNAÇÃO INETNSIVA – UTI		
ÁREA PARA PRESCRIÇÕES MÉDICAS	0	

SALA DE SERVIÇO	0	
SALAS DE APOIO	0	
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	1 E 2*	Caso haja equipamentos do tipo estação central de monitoração no posto de enfermagem, é necessário que a classificação seja do mesmo tipo que as demais salas onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos
ÁREAS E QUARTOS DE PACIENTES	2	
INTERNAÇÃO PARA TRATAMENTO DE QUEIMADOS – UTQ	1	
IMAGENOLOGIA (TOMOGRAFIA, ULTRA-SONOGRAFIA, RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, ENDOSCOPIA) E MÉTODOS GRÁFICOS		
TODAS AS SALAS DE EXAMES	1	
HEMODINÂMICA	2	
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTÉSICA	1	
POSTO DE ENFERMAGEM	1	
APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
MEDICINA NUCLEAR		
SALA DE EXAMES	1	
CENTRO CIRÚRGICO		
SALA DE INDUÇÃO ANESTÉSICA	2	
SALA DE CIRURGIA (NÃO IMPORTANDO O PORTE)	2	
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTÉSICA	1 E 2*	Considera-se grupo 2 caso o local possua equipamentos de sustentação de vida
DEMAIS SALAS	1 E 2*	Caso haja equipamentos do tipo estação central de monitoração no posto de enfermagem, é necessário que a classificação seja do mesmo tipo que as demais salas onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos
CENTRO OBSTÉTRICO CIRÚRGICO		
SALA DE PRÉ-PARTO, PARTO NORMAL E AMIU	1	
SALA DE INDUÇÃO ANESTÉSICA (SE NÃO APLICADO GÁS ANESTÉSICO)	1	
SALA DE PARTO CIRÚRGICO	2	
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTÉSICA E ASSISTÊNCIA AO RN	1 E 2*	Considera-se grupo 2 caso o local possua equipamentos de sustentação de vida
DEMAIS SALAS	1 E 2*	Caso haja equipamentos do tipo estação central de monitoração no posto de enfermagem, é necessário que a classificação seja do mesmo tipo que as demais salas onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos

HEMOTERAPIA		
SALA DE COLETA DE SANGUE	1	
SALA DE RECUPERAÇÃO DE DOADORES	1	
SALA DE TRANSFUSÃO E POSTO DE ENFERMAGEM	1	
RADIOTERAPIA		
SALA DE EXAMES	1	
DIÁLISE		
SALA DE DIÁLISE/HEMODIÁLISE	1	
SALA DE RECUPERAÇÃO DE PACIENTES	1	
POSTO DE ENFERMAGEM	1	
OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA		
SALA DE TERAPIA	1	
SALA DE MÁQUINAS	1	

## Anexo E - Divisão de locais médicos por classes

DESCRIÇÃO	CLASSE	OBSERVAÇÕES
AMBULATÓRIO		
ENFERMAGEM		
SALA DE REIDRATAÇÃO (ORAL E INTRAVENOSA)	15	
INTERNAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO		
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	>15	
DEMAIS SALAS	15	
ATENDIMENTO IMEDIATO		
ATENDIMENTOS DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA		
URGÊNCIAS (BAIXO E MÉDIO RISCO)		
SALA DE INALAÇÃO, REIDRATAÇÃO	15	
SALA PARA EXAME INDIFERENCIADO, OTORRINOLARINGOLOGIA, ORTOPEDIA, ODONTOLÓGICO INDIVIDUAL	15	
DEMAIS SALAS	>15	
URGÊNCIA (ALTA COMPLEXIDADE) E EMERGÊNCIA		
SALA DE PROCEDIMENTOS INVASIVOS	0,5*	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE EMERGÊNCIA ( POLITRAUMATISMO, PARA CARDÍACA)	0,5*	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE ISOLAMENTO	15	
SALA COLETIVA DE OBSERVAÇÃO	15	
SALA PARA MANUTENÇÃO DE PACIENTE COM MORTE CEREBRAL	15	
INTERNAÇÃO		
INTERNAÇÃO GERAL		
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	>15	
SALA DE SERVIÇO	>15	
SALA DE EXAMES E CURATIVOS	>15	
ÁREA DE RECREAÇÃO	>15	
DEMAIS SALAS	15	
INTERNAÇÃO GERAL DE RECÉM-NASCIDOS (NEONATOLOGIA)	15	

INTERNAÇÃO INETNSIVA – UTI		
ÁREA PARA PRESCRIÇÕES MÉDICAS	>15	
SALA DE SERVIÇO	>15	
SALAS DE APOIO	>15	
POSTO DE ENFERMAGEM E SERVIÇOS	15	
ÁREAS E QUARTOS DE PACIENTES	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
INTERNAÇÃO PARA TRATAMENTO DE QUEIMADOS - UTQ	15	
APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
PATOLOGIA CLÍNICA		
LABORATÓRIO E SALA DE LAUDOS	>15	
IMAGENOLOGIA (TOMOGRAFIA, ULTRA-SONOGRAFIA, RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, ENDOSCOPIA) E MÉTODOS GRÁFICOS		
TODAS AS SALAS DE EXAMES	15	
HEMODINÂMICA	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTESICA	15	
POSTO DE ENFERMAGEM	15	
APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
ANATOMIA PATOLOGICA		
CÂMERA FRIGORÍFICA PARA GUARDA DE CADÁVERES	>15	
MEDICINA NUCLEAR		
SALA DE EXAMES	15	
CENTRO CIRÚRGICO		
SALA DE INDUÇÃO ANESTÉSICA	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE CIRURGIA (NÃO IMPORTANDO O PORTE)	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTESICA	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
DEMAIS SALAS	15	
CENTRO OBSTÉTRICO CIRÚRGICO		
SALA DE PRÉ-PARTO, PARTO NORMAL E AMIU	15	

SALA DE INDUÇÃO ANESTÉSICA (SE NÃO APLICADO GÁS ANESTÉSICO)	15	
SALA DE PARTO CIRÚRGICO	0,5* e 15	Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação estabelecida em até 0,5s
SALA DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTÉSICA E ASSISTÊNCIA AO RN	15	
DEMAIS SALAS	15	
CENTRO DE PARTO NORMAL		
SALA DE PARTO E ASSISTÊNCIA AO RN	>15	
HEMOTERAPIA		
SALA DE PROCESSAMENTO DE SANGUE E GUARDA DE HEMOCOMPONENTES	>15	
SALA DE COLETA DE SANGUE	15	
SALA DE RECUPERAÇÃO DE DOADORES	15	
SALA DE TRANSFUSÃO E POSTO DE ENFERMAGEM	15	
RADIOTERAPIA		
SALA DE EXAMES	15	
QUIMIOTERAPIA		
SALA DE APLICAÇÃO	>15	
DIÁLISE		
SALA DE DIÁLISE/HEMODIÁLISE	15	
SALA DE RECUPERAÇÃO DE PACIENTES	15	
POSTO DE ENFERMAGEM	15	
BANCO DE LEITE		
SALA DE PROCESSAMENTO	>15	
SALA DE ESTOCAGEM	>15	
SALA DE DISTRIBUIÇÃO	>15	
OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA		
SALA DE TERAPIA	15	
SALA DE MÁQUINAS	15	
APOIO TÉCNICO		
NUTRIÇÃO E DIETÉTICA		
DESPENSA DE ALIMENTOS CLIMATIZADA	>15	
FARMÁCIA		
ÁREA DE IMUNOBÍÓTICOS	>15	
APOIO LOGÍSTICO		

INFRA-ESTRUTURA PREDIAL		
CENTRAIS DE GASES E VÁCUO	>15	
CENTRAL DE AR-CONDICIONADO	>15	
SALA PARA GRUPO GERADOR	>15	
SUBESTAÇÃO ELÉTRICA	>15	
CASA DE BOMBAS	>15	