


unesp  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

MATHEUS TAVARES DA SILVA DE LIMA

**PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E SEUS COMPONENTES**

Guaratinguetá
2013

MATHEUS TAVARES DA SILVA DE LIMA

PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E SEUS COMPONENTES

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli

Guaratinguetá
2013

L732p Lima, Matheus Tavares da Silva de
Planejamento e organização das atividades de manutenção em instalações elétricas prediais e seus componentes / Matheus Tavares da Silva de Lima – Guaratinguetá : [s.n], 2013.

155 f : il.

Bibliografia: f. 118-120

Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli

1. Instalações elétricas 2. Edifícios – Manutenção I. Título

CDU 621.316.17

**PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE
MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E SEUS
COMPONENTES.**

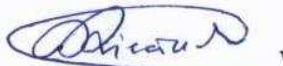
MATHEUS TAVARES DA SILVA DE LIMA

**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

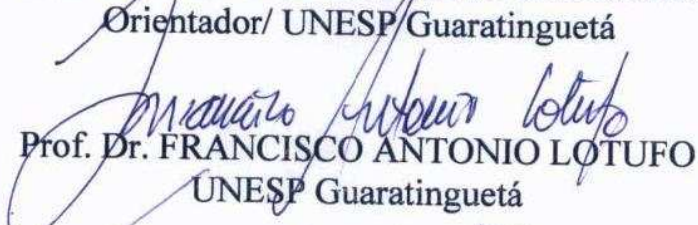
**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

Prof. Dr. Leonardo Mesquita
Coordenador


BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. DURVAL LUIZ SILVA RICCIULLI
Orientador/ UNESP/Guaratinguetá



Prof. Dr. FRANCISCO ANTONIO LOTUFO
UNESP Guaratinguetá



Prof. Dr. TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA
UNESP Guaratinguetá

Dezembro 2013

DEDICATÓRIA

À minha esposa Viviane que, mesmo nos momentos difíceis, sempre me apoiou, e ao meu filho Nicolas que por meio do seu sorriso me dizia: “te amo”.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus por sua misericórdia e compaixão sobre a minha vida e da minha família.

aos meus pais *Jonie e Irene*, que foram fontes de inspiração, e proporcionaram meios para o meu ingresso e manutenção nesta renomada e concorrida instituição de ensino.

ao meu orientador, *Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli* que, às vésperas de sua aposentadoria, disponibilizou seu tempo para me incentivar a concluir o curso e me deu o caminho das pedras.

ao *Prof. Dr. Francisco Antonio Lotufo* e a cada integrante do Conselho de Curso que entenderam minhas dificuldades pessoais e deram a oportunidade de realizar este sonho.

por fim, aos funcionários da Secretaria da Graduação que, sempre prestativos, me atenderam desde o dia de minha matrícula.

LIMA, M. T. S. **Planejamento e organização das atividades de manutenção em instalações elétricas prediais e seus componentes.** 2013. 155 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

São apresentados neste trabalho os conceitos de manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva, seguidos dos pré-requisitos para o planejamento e a implantação de um plano de manutenção. Há também a introdução teórica de alguns instrumentos de medição usados e as atividades necessárias e recomendáveis durante as rotinas de manutenção dos equipamentos elétricos de uma instalação elétrica predial. Por meio de estudo de caso é possível avaliar um plano de manutenção real aplicado a dois andares ocupados por áreas de escritório de uma instituição financeira. O desenvolvimento do estudo de caso consolida a efetividade dos conceitos apresentados na introdução teórica e mostra que o plano de manutenção atual pode ser melhorado para se obter melhores resultados na produtividade da empresa e confiabilidade dos equipamentos. Como conclusão, nota-se a importância de um plano de manutenção sólido e a necessidade de incluir este tema no curso de graduação de Engenharia Elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção de instalações elétricas prediais. Rotinas de manutenção. Manutenção corretiva. Manutenção preventiva. Manutenção preditiva. Planejamento e organização das atividades de manutenção.

LIMA, M. T. S. **Planning and organizing of electrical maintenance activities in building installations and its components.** 2013. 155 f. Graduation paper (Electrical Engineering Grad) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

Are presented on this paper, concepts of corrective, preventive and predictive maintenances, following the prerequisites for planning and implementation of a maintenance plan. You also find the theoretical introduction of some measurement instruments accompanied by the necessary and recommended activities during routine maintenances of the electrical equipments in a building installation. Using case study, it is possible to assess a real maintenance plan applied to two occupied floors in a financial institution. The developing of a case study consolidates the effectiveness of the present concepts on this theoretical introduction and shows that the current maintenance plan can be improved in order to obtain better results on company productivity and reliability of equipments. As a conclusion, we can notice the importance of a solid maintenance plan and the need of including this theme on the graduation in Electrical Engineering.

KEYWORDS: Maintenance in building installations. Routine maintenance. Corrective maintenance. Preventive maintenance. Predictive maintenance. Planning and organizing of maintenance activities.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Período entre as falhas na manutenção corretiva não planejada..... | 20 |
| Figura 2 - Processo de planejamento da manutenção corretiva planejada | 21 |
| Figura 3 - Aplicação da manutenção preditiva..... | 24 |
| Figura 4 - Modelo do documento de solicitação de serviço..... | 30 |
| Figura 5 – Modelo da frente do documento de solicitação de manutenção | 37 |
| Figura 6 – Modelo do verso documento de solicitação de manutenção..... | 38 |
| Figura 7 - Ilustração de um megôhmetro. | 43 |
| Figura 8 – Componentes da corrente em um teste de isolamento com corrente contínua. | 44 |
| Figura 9 - Ilustração de um <i>Hi-Pot</i> | 46 |
| Figura 10 - Ilustração de um micro-ohmímetro. | 47 |
| Figura 11 - Ilustração de um medidor de fator de potência..... | 48 |
| Figura 12 - Ilustração de um “ <i>TTR – Transformer Turn Ratio</i> ”. | 49 |
| Figura 13 – Exemplo de aplicação da inspeção termográfica em um quadro elétrico. | 51 |
| Figura 14 – Ilustração de uma inspeção termográfica: (a) imagem termográfica de um componente aquecido; (b) imagem real do componente. | 51 |
| Figura 15 – Exemplo de aplicação da inspeção por ultrassom em quadro elétrico..... | 52 |
| Figura 16 - Ilustração de um transformador seco e seus componentes. | 54 |
| Figura 17 - Ilustração de um transformador a óleo e seus componentes..... | 59 |
| Figura 18 – Modelos de termômetros de óleo (WEG, 2010). | 61 |
| Figura 19 – Modelos de termômetros de enrolamento..... | 62 |
| Figura 20 – Ilustração de um relé Buchholz..... | 64 |
| Figura 21 – Ilustração de um relé de pressão súbita..... | 64 |
| Figura 22 - Ilustração de um para-raios..... | 68 |
| Figura 23 - Ilustração de uma chave seccionadora com fusível limitador de corrente. | 70 |
| Figura 24 – Exemplo de disjuntor de média tensão a vácuo. | 73 |
| Figura 25 - Tipos de cabos elétricos de potência em baixa tensão..... | 76 |
| Figura 26 – Ilustração do efeito de arborescência no isolamento de um cabo | 77 |
| Figura 27 – Ilustração de capacitores banco de capacitores..... | 84 |
| Figura 28 – Esquema de ligação para o ensaio do isolamento entre terminais. | 86 |
| Figura 29 - Fotografia panorâmica do condomínio..... | 90 |
| Figura 30 - Ilustração do sistema de aterramento do local..... | 97 |
| Figura 31 – Esquema elétrico simplificado das instalações com indicação de criticidade. ... | 106 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|---|----|
| Fotografia 1 - Fotografia do pátio de geradores. | 92 |
| Fotografia 2 – Painel elétrico de média tensão na sala de elétrica do primeiro andar, bloco A. | 92 |
| Fotografia 3 – Transformador seco de potência na sala de elétrica do primeiro andar, bloco A. | 93 |
| Fotografia 4 - Painel elétrico de média tensão na sala de elétrica do sexto andar, bloco E. | 93 |
| Fotografia 5 - Transformador seco de potência na sala de elétrica do sexto andar, bloco E.... | 94 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Exemplo de abreviações para códigos de identificação de equipamentos elétricos. | 28 |
| Quadro 3 - Qualificação das condições do isolamento..... | 45 |
| Quadro 2 - Valores de resistência de isolação..... | 56 |
| Quadro 4 - Ações corretivas em caso de ocorrência no transformador seco..... | 57 |
| Quadro 5 - Temperaturas de trabalho de transformadores. | 61 |
| Quadro 6 - Relação entre a cor e o estado da sílica-gel do secador de ar..... | 63 |
| Quadro 7 - Ações corretivas em caso de ocorrência no transformador a óleo. | 67 |
| Quadro 8 - Possíveis defeitos em para-raios. | 70 |
| Quadro 9 - Tipos de condutores e suas características. | 76 |
| Quadro 10 - Valores de tensão aplicada para ensaio de cabos condutores..... | 78 |
| Quadro 11 - Níveis de tensão aplicada durante o ensaio de tensão aplicada..... | 86 |
| Quadro 12 - Possíveis defeitos em banco de capacitores. | 87 |
| Quadro 13 – Abreviações sugeridas para os códigos de identificação dos equipamentos..... | 99 |
| Quadro 14 – Abreviações sugeridas para os códigos de identificação dos blocos onde se localizam os equipamentos..... | 100 |
| Quadro 15 – Abreviações sugeridas para os códigos de identificação dos andares onde se localizam os equipamentos..... | 100 |
| Quadro 16 – Abreviações sugeridas para os códigos de identificação dos pontos de referência onde se localizam os equipamentos. | 100 |
| Quadro 17 – Periodicidade de manutenção dos equipamentos elétricos..... | 107 |
| Quadro 18 - Características técnicas do cubículo de medição e proteção e seus componentes. | 121 |
| Quadro 19 - Características técnicas do painel elétrico de média tensão do bloco E, e seus componentes..... | 122 |
| Quadro 20 - Características técnicas do painel elétrico de média tensão do bloco A, e seus componentes..... | 123 |
| Quadro 21 - Características técnicas do cubículo de seccionamento de média tensão do bloco E. | 123 |
| Quadro 22 - Características técnicas do cubículo de seccionamento de média tensão do bloco A..... | 124 |
| Quadro 23 - Características técnicas do transformador de potência seco do bloco E..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 24 - Características técnicas do transformador de potência a óleo do bloco E. | 126 |
| Quadro 25 - Características técnicas do autotransformador de entrada de <i>UPS</i> do bloco E.. | 126 |
| Quadro 26 - Características técnicas do autotransformador de saída de <i>UPS</i> do bloco E. | 127 |
| Quadro 27 - Características técnicas do transformador de potência seco do bloco A..... | 127 |
| Quadro 28 - Características técnicas do transformador de potência a óleo do bloco A..... | 128 |
| Quadro 29 - Características técnicas do autotransformador de entrada de <i>UPS</i> 1 do bloco A. | 128 |
| Quadro 30 - Características técnicas do autotransformador de entrada de <i>UPS</i> 2 do bloco A. | 129 |
| Quadro 31 - Características técnicas do autotransformador de saída de <i>UPS</i> do bloco A..... | 129 |
| Quadro 32 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-A do bloco E. | 130 |
| Quadro 33 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-B do bloco E. | 130 |
| Quadro 34 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-C do bloco E. | 130 |
| Quadro 35 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-D do bloco E. | 131 |
| Quadro 36 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-F do bloco E. | 131 |
| Quadro 37 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-G do bloco E. | 131 |
| Quadro 38 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-H do bloco E. | 131 |
| Quadro 39 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-1 do bloco E..... | 132 |
| Quadro 40 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-2 do bloco E..... | 132 |
| Quadro 41 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-A do bloco E.... | 132 |
| Quadro 42 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-B do bloco E. | 132 |
| Quadro 43 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-C do bloco E. | 133 |
| Quadro 44 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-D do bloco E.... | 133 |
| Quadro 45 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-E do bloco E. | 133 |
| Quadro 46 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-F do bloco E..... | 133 |
| Quadro 47 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-G do bloco E.... | 134 |
| Quadro 48 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-H do bloco E.... | 134 |
| Quadro 49 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-I do bloco E. | 134 |
| Quadro 50 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-J do bloco E. | 134 |
| Quadro 51 - Características técnicas do quadro elétrico geral QGBT do bloco E. | 135 |
| Quadro 52 - Características técnicas do quadro elétrico de força QDF-NB do bloco E. | 135 |
| Quadro 53 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-TI do bloco E. .. | 135 |
| Quadro 54 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-100 do bloco E. | 135 |
| Quadro 55 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QT-200 do bloco E..... | 136 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 56 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-COPA do bloco E. . | 136 |
| Quadro 57 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-AC do bloco E. | 136 |
| Quadro 58 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-1 do bloco A..... | 136 |
| Quadro 59 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-2 do bloco A..... | 137 |
| Quadro 60 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTU-101 do bloco A. .. | 137 |
| Quadro 61 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTU-102 do bloco A. .. | 137 |
| Quadro 62 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-TOMADAS do bloco A..... | 138 |
| Quadro 63 - Características técnicas do quadro elétrico geral QGBT do bloco A..... | 138 |
| Quadro 64 - Características técnicas do quadro elétrico geral QDF-NB do bloco A..... | 138 |
| Quadro 65 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-2 do bloco A. | 139 |
| Quadro 66 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-E do bloco A.... | 139 |
| Quadro 67 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-F do bloco A. | 139 |
| Quadro 68 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-G do bloco A. .. | 139 |
| Quadro 69 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-H do bloco A. .. | 140 |
| Quadro 70 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-J do bloco A..... | 140 |
| Quadro 71 – Características técnicas dos cabos de média tensão das instalações. | 141 |
| Quadro 72 – Características técnicas do grupo moto-gerador do bloco E. | 142 |
| Quadro 73 – Características técnicas do grupo moto-gerador do bloco A..... | 142 |
| Quadro 75 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> do comando do PMT do condomínio. | 143 |
| Quadro 76 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> do comando do PMT do bloco E. | 143 |
| Quadro 77 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> do comando do PMT do bloco A. | 144 |
| Quadro 78 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> do comando reserva. | 144 |
| Quadro 79 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> de tomadas do bloco E. | 145 |
| Quadro 80 – Características técnicas do sistema de <i>UPS</i> de tomadas do bloco A..... | 145 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 | CONCEITOS E COMPONENTES DO PLANO DE MANUTENÇÃO | 19 |
| 2.1 | MODALIDADES DE MANUTENÇÃO | 19 |
| 2.1.1 | Manutenção corretiva | 19 |
| 2.1.2 | Manutenção preventiva..... | 21 |
| 2.1.3 | Manutenção preditiva | 23 |
| 2.2 | PRÉ-REQUISITOS PARA O PLANEJAMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO | 25 |
| 2.2.1 | Levantamento dos equipamentos e suas características | 25 |
| 2.2.2 | Classificação do equipamento em relação ao processo produtivo | 26 |
| 2.2.3 | Identificação e cadastramento dos equipamentos | 27 |
| 2.3 | ORGANIZANDO AS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO..... | 29 |
| 2.3.1 | Definindo os fluxogramas de serviço | 29 |
| 2.3.1.1 | Solicitações de serviços | 29 |
| 2.3.1.2 | Ordem de serviço de manutenção corretiva não planejada | 31 |
| 2.3.1.3 | Ordem de serviço de manutenção preventiva..... | 32 |
| 2.3.1.4 | Ordem de serviço de manutenção corretiva planejada | 33 |
| 2.3.2 | O documento da ordem de serviço..... | 35 |
| 2.3.3 | Os planos de manutenção | 39 |
| 2.3.3.1 | Plano de inspeção visual..... | 39 |
| 2.3.3.2 | Plano de manutenção preventiva | 40 |
| 2.3.3.3 | Plano de manutenção preditiva..... | 41 |
| 3 | ROTINAS E ENSAIOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS..... | 42 |
| 3.1 | ENSAIOS GERAIS PARA COMPONENTES ELÉTRICOS | 42 |
| 3.1.1 | Ensaio da resistência de isolamento | 42 |
| 3.1.2 | Ensaio para medição dos índices de absorção e polarização:..... | 45 |
| 3.1.3 | Ensaio de corrente de fuga ou teste de tensão aplicada | 45 |
| 3.1.4 | Ensaio da resistência ôhmica | 46 |
| 3.1.5 | Ensaio do fator de potência ou perdas dielétricas | 47 |
| 3.1.6 | Ensaio da relação de transformação..... | 48 |
| 3.1.7 | Análise físico-química do óleo isolante | 49 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.1.8 | Análise de gases dissolvidos no óleo isolante ou cromatografia | 50 |
| 3.1.9 | Inspeção termográfica | 50 |
| 3.1.10 | Inspeção por ultrassom | 52 |
| 3.2 | EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E SUAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO..... | 53 |
| 3.2.1 | Transformadores de potência..... | 53 |
| 3.2.1.1 | Transformadores de potência secos | 53 |
| 3.2.1.1.1 | Inspeções rotineiras | 54 |
| 3.2.1.1.2 | Manutenções preventivas | 55 |
| 3.2.1.1.3 | Ensaio e manutenções preditivas | 55 |
| 3.2.1.1.4 | Manutenções corretivas | 57 |
| 3.2.1.2 | Transformadores de potência a óleo..... | 58 |
| 3.2.1.2.1 | Inspeções rotineiras | 58 |
| 3.2.1.2.2 | Manutenções preventivas | 59 |
| 3.2.1.2.3 | Ensaio e manutenções preditivas | 65 |
| 3.2.1.2.4 | Manutenções corretivas | 66 |
| 3.2.2 | Para-raios ou resistor não linear..... | 67 |
| 3.2.2.1 | Inspeções rotineiras | 68 |
| 3.2.2.2 | Manutenção preventiva..... | 68 |
| 3.2.2.3 | Ensaio e manutenção preditiva | 69 |
| 3.2.2.4 | Manutenção corretiva | 69 |
| 3.2.3 | Chave seccionadora | 70 |
| 3.2.3.1 | Manutenções preventivas | 71 |
| 3.2.3.2 | Ensaio e manutenções preditivas | 71 |
| 3.2.3.3 | Manutenções corretivas | 72 |
| 3.2.4 | Disjuntor..... | 72 |
| 3.2.4.1 | Inspeções rotineiras | 73 |
| 3.2.4.2 | Manutenções preventivas | 74 |
| 3.2.4.3 | Ensaio e manutenções preditivas | 74 |
| 3.2.4.4 | Manutenções corretivas | 75 |
| 3.2.5 | Condutores elétricos | 75 |
| 3.2.5.1 | Manutenções preventivas | 77 |
| 3.2.5.2 | Ensaio e manutenções preditivas | 77 |
| 3.2.5.3 | Manutenções corretivas | 79 |
| 3.2.6 | Cubículos e painéis elétricos | 79 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.2.6.1 | Inspeções rotineiras | 79 |
| 3.2.6.2 | Manutenções preventivas | 79 |
| 3.2.6.3 | Ensaio e manutenções preditivas | 80 |
| 3.2.6.4 | Manutenções corretivas | 80 |
| 3.2.7 | Sistema de proteção contra descargas atmosféricas..... | 81 |
| 3.2.7.1 | Manutenções preventivas | 81 |
| 3.2.7.2 | Ensaio e manutenções preditivas | 81 |
| 3.2.7.3 | Manutenções corretivas | 82 |
| 3.2.8 | Sistema de aterramento | 82 |
| 3.2.8.1 | Manutenções preventivas | 82 |
| 3.2.8.2 | Ensaio e manutenções preditivas | 83 |
| 3.2.8.3 | Manutenções corretivas | 83 |
| 3.2.9 | Banco de capacitores | 83 |
| 3.2.9.1 | Manutenções preventivas | 84 |
| 3.2.9.2 | Ensaio e manutenções preditivas | 85 |
| 3.2.9.3 | Manutenções corretivas | 87 |
| 3.2.10 | Fontes alternativas de energia..... | 87 |
| 3.2.10.1 | Grupo moto-gerador | 88 |
| 3.2.10.1.1 | Inspeções rotineiras | 88 |
| 3.2.10.2 | Sistemas de <i>Uninterruptible Power Supplies (UPS)</i> | 89 |
| 3.2.10.2.1 | Inspeções rotineiras | 89 |
| 4 | ESTUDO DE CASO | 90 |
| 4.1 | DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS..... | 91 |
| 4.2 | LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. | 94 |
| 4.2.1 | Cubículos e painéis elétricos de média tensão..... | 94 |
| 4.2.2 | Transformadores de potência..... | 95 |
| 4.2.3 | Quadros elétricos de baixa tensão..... | 95 |
| 4.2.4 | Cabos elétricos de média tensão | 95 |
| 4.2.5 | Grupos moto-geradores | 95 |
| 4.2.6 | Equipamentos de <i>UPS</i> | 96 |
| 4.2.7 | Sistema de aterramento | 96 |
| 4.2.8 | Sistema de proteção contra descargas atmosféricas..... | 97 |
| 4.2.9 | Banco de capacitores | 97 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 4.3 | AVALIAÇÃO DOS CÓDIGOS DE IDENTIFICAÇÃO E DO BANCO DE DADOS SOBRE OS EQUIPAMENTOS | 98 |
| 4.4 | AVALIAÇÃO DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS | 104 |
| 4.5 | AVALIAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO, AS ROTINAS DE MANUTENÇÃO E DOCUMENTO DE ORDEM DE SERVIÇO. | 107 |
| 4.5.1 | Rotinas de manutenção do gerador. | 107 |
| 4.5.2 | Rotinas de manutenção no tanque de combustível..... | 108 |
| 4.5.3 | Rotinas de manutenção no sistema <i>UPS</i>..... | 109 |
| 4.5.4 | Rotinas de manutenção no banco de baterias do sistema de <i>UPS</i>. | 110 |
| 4.5.5 | Rotinas de manutenção nos painéis e quadros elétricos. | 111 |
| 4.5.6 | Rotinas de manutenção nos transformadores..... | 112 |
| 4.5.7 | O documento da ordem de serviço..... | 114 |
| 4.6 | AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS E HISTÓRICO SOBRE OS EQUIPAMENTOS. | 115 |
| 4.7 | AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO PARA MANUTENÇÕES CORRETIVAS. | 115 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 116 |
| | REFERÊNCIAS | 118 |
| | APÊNDICES | 121 |
| | APÊNDICE A – QUADROS DESCRITIVOS DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS CUBÍCULOS E PAINÉIS ELÉTRICOS DE MÉDIA TENSÃO. | 121 |
| | APÊNDICE B – QUADROS DESCRITIVOS DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA..... | 125 |
| | APÊNDICE C – QUADROS DESCRITIVOS DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS QUADROS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO. | 130 |
| | APÊNDICE D – QUADRO DESCRITIVO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS CABOS ELÉTRICOS DE MÉDIA TENSÃO. | 141 |
| | APÊNDICE E – QUADRO DESCRITIVO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS GRUPOS MOTO-GERADORES. | 142 |
| | APÊNDICE F – QUADRO DESCRITIVO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS DE UPS. | 143 |
| | ANEXOS | 146 |
| | ANEXO A - DIAGRAMA UNIFILAR DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. | 146 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO B - LISTA DE EQUIPAMENTOS CADASTRADOS NO SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO..... | 147 |
| ANEXO C - RELATÓRIOS DE ENSAIOS ELÉTRICOS. | 148 |
| ANEXO D - MODELO DE ORDEM DE SERVIÇO PARA EXECUÇÃO DA ROTINA DE MANUTENÇÃO CONTIDA NO PLANO DE MANUTENÇÃO..... | 155 |

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, todas as atividades dentro de uma empresa contribuem para o aumento de sua competitividade no mercado ao qual ela está inserida. E a manutenção é uma das atividades que tem grande potencial de contribuição para incrementar a competitividade da empresa no mercado.

Este potencial da manutenção em contribuir com o processo produtivo fica evidente ao se relacionar a qualidade do produto final com a qualidade das rotinas de manutenção em uma máquina; ou ao manter os índices de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos dentro dos limites desejados pela a empresa; ou ainda garantindo a segurança das instalações, pessoas e meio ambiente, desonerando a empresa de processos judiciais trabalhistas, ambientais e desgaste da imagem na publicidade.

Como consequência desta importância dada à manutenção dentro do processo produtivo da empresa, esta atividade sofreu grandes alterações ao longo dos tempos, tais como: as novas técnicas manutenção, o aumento da automação, monitoramento e instrumentação das máquinas, e o surgimento de teorias e processos de gestão de manutenção.

Segundo Kardec e Nascif (2012); Lessa e de Souza (2010) e Viana (2012), ao longo da história pode-se notar que a evolução da manutenção se justificou com a necessidade de maior produtividade e competitividade das empresas. Inicialmente, a manutenção corretiva era suficiente para continuidade do processo produtivo em um mundo pouco competitivo, onde a demanda por produtos era maior que a oferta. Depois da revolução industrial e das guerras, a demanda por produtos cresceu tornando inviável que linhas de produção ficassem paradas, o que levou ao investimento em manutenção preventiva. Finalmente, a globalização dos mercados elevou a competitividade e abriu os mercados em um nível mundial. Este fenômeno acelerou o uso da manutenção preditiva e de modelos de planejamento e controle da manutenção.

Este trabalho apresenta um roteiro com os conceitos e componentes mínimos necessários para a implantação de um plano de manutenção com foco nos equipamentos elétricos de uma instalação predial.

O capítulo dois apresenta um breve relato da importância das atividades de manutenção dentro de uma empresa para se manter competitiva no mercado. Depois se apresenta as modalidades mais comuns de manutenção, corretiva, preventiva e preditiva, com suas características, objetivo, vantagens e desvantagens. A introdução dos pré-requisitos para o planejamento do plano de manutenção demonstra a necessidade de se conhecer as

características e localização dos equipamentos existentes, assim como classificar os equipamentos conforme a sua importância para o processo produtivo. Na sequência, estas informações devem ser padronizadas e organizadas para facilitar as atividades e a criação de um banco de dados.

Neste capítulo também são expostos alguns processos para registro e controle das atividades de manutenção: processo de solicitação de serviços pelo usuário, processo de ordem de serviço de manutenção corretiva não planejada, processo de ordem de serviço de manutenção preventiva e o processo de manutenção corretiva planejada. Também é apresentado um modelo para o documento da ordem de serviço com seus elementos e sua vida útil.

Por fim, são relatados os planos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e inspeção visual.

O capítulo três contém explicações sobre alguns ensaios elétricos aplicáveis em equipamentos elétricos de modo geral. Mas, também são apresentadas rotinas específicas a cada equipamento junto com uma descrição sucinta sobre eles, ajudando o leitor a tomar conhecimento do equipamento em questão.

O quarto capítulo é dedicado ao estudo de caso, onde são aplicados os conceitos apresentados na introdução. Neste capítulo são descritas as instalações elétricas existentes, assim como o resultado do levantamento dos equipamentos em campo. Além disso, sugere-se um novo padrão para o código de identificação dos equipamentos e são avaliadas as rotinas de manutenção existentes.

O último capítulo apresenta a conclusão do trabalho, onde é reafirmada a importância de um plano de manutenção eficiente para conservação dos equipamentos e competitividade da empresa.

2 CONCEITOS E COMPONENTES DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.” (NBR 5462, 1994, p. 7). Sendo que a modificação total ou parcial em um equipamento também é considerada manutenção. Na literatura são encontradas algumas modalidades de manutenção divididas segundo a forma como é conduzida a intervenção nos equipamentos.

Apresenta-se nesta seção os conceitos de três modalidades de manutenção, que são aceitas e difundidas pelos autores.

2.1 MODALIDADES DE MANUTENÇÃO

2.1.1 Manutenção corretiva

“Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” (NBR 5462, 1994, p. 7).

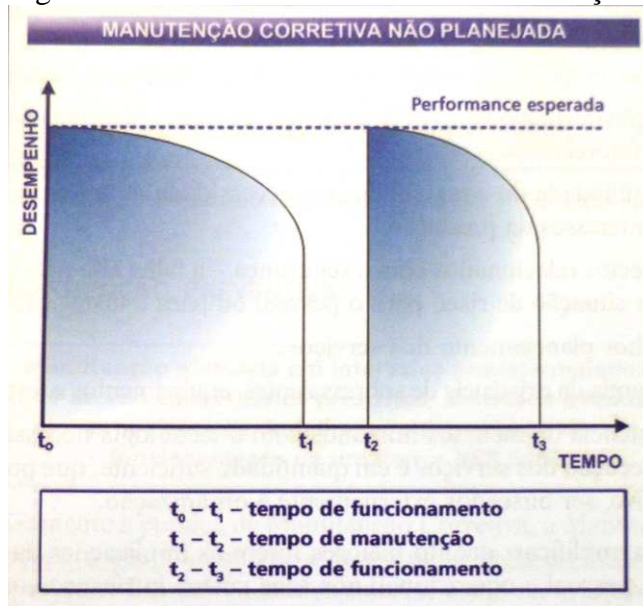
A principal característica deste tipo de manutenção é o momento em que ela ocorre, sempre após a falha. Esta característica pode levar ao erro de acreditar que toda manutenção corretiva não necessita de nenhum planejamento. Porém, este preconceito é desfeito quando se toma conhecimento de duas subdivisões para as manutenções do tipo corretiva, conforme apresentado por Kardec e Nascif (2012).

a) Manutenção corretiva não planejada ou emergencial: ocorre após uma falha não prevista, não havendo tempo para planejamento ou preparação do serviço.

Em geral, as perdas envolvidas são altas devido à parada da linha de produção e a perda da qualidade do produto, além dos impactos possíveis na segurança e no ambiente. Outra possibilidade de perda é a propagação do dano para outras partes da produção.

A Figura 1 ilustra o caráter aleatório do tempo entre as falhas de um equipamento mantido apenas por manutenção corretiva não planejada.

Figura 1 - Período entre as falhas na manutenção corretiva não planejada.



Fonte: (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 57).

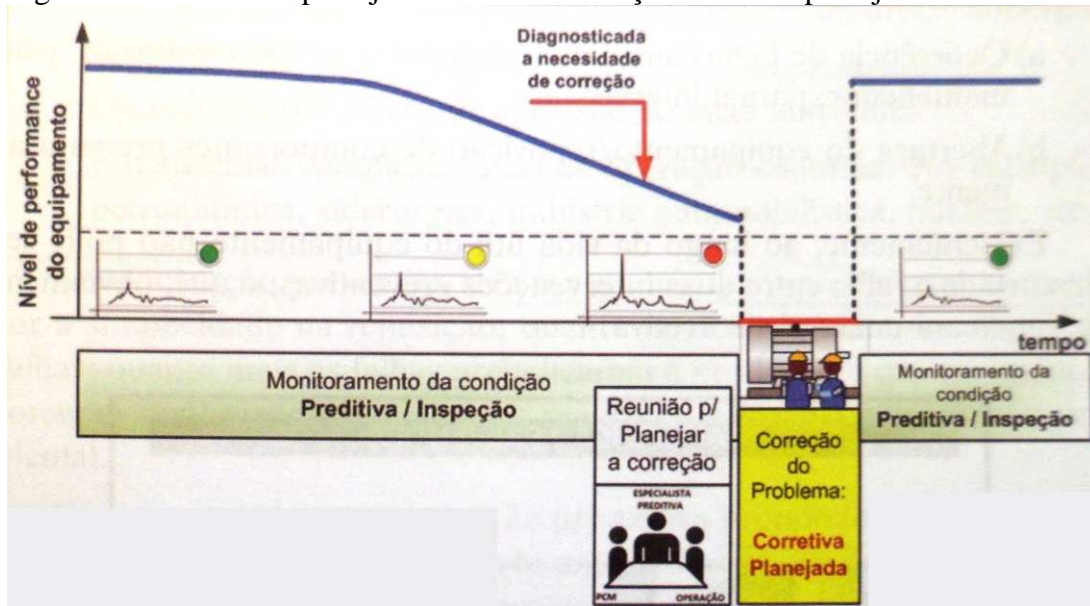
b) Manutenção corretiva planejada: é esperada de acordo com estudos estatísticos que comprovem a frequência das falhas ou quando detectado o estado de pane do equipamento durante inspeções, sendo possível programar uma nova intervenção.

Este planejamento prévio torna a manutenção corretiva mais barata, rápida e segura do que a manutenção corretiva emergencial. Uma vez que existirá equipe, ferramentas e peças reservas a disposição para o reparo.

Este tipo de corretiva está fortemente ligada ao trabalho prévio de manutenção preditiva, da boa qualidade das inspeções e dos estudos estatísticos da frequência de falhas, conforme ilustrado didaticamente pela Figura 2.

Entretanto, apesar das perdas possíveis, um plano de manutenção composto por intervenções corretivas pode ser uma escolha determinada basicamente por fatores econômicos. Já que costuma ser mais barata que a manutenção do tipo preventiva, desde que, sejam considerados apenas os gastos diretos da manutenção, desconsiderando todas as perdas possíveis, conforme citado anteriormente. Outros motivos para a escolha pela manutenção corretiva são: a inviabilidade técnica ou econômica de uma manutenção preventiva; se o impacto operacional por indisponibilidade do equipamento é baixo; ou se o tempo de manutenção for tão rápido que o impacto na produção seja contornável.

Figura 2 - Processo de planejamento da manutenção corretiva planejada



Fonte: (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 59).

Mas a manutenção corretiva exige uma logística para reduzir o tempo de reparo, um sistema de gestão de ordens de serviços, peças de reposição, equipe qualificada, ferramentas adequadas, além da organização prévia das condições para execução dos trabalhos. E posterior ao reparo o esforço para descobrir a causa do defeito e evitar a reincidência.

2.1.2 Manutenção preventiva

“Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.” (NBR 5462, 1994, p. 7).

A manutenção do tipo preventiva tem como principal objetivo reduzir a ocorrência de falhas de qualquer natureza por meio de rotinas e procedimentos previamente planejados e organizados de acordo com intervalos predeterminados ou critérios prescritos. Estes procedimentos e rotinas são realizados nos ativos mesmo que não estejam em falha, ou seja, em condições operacionais. Neste ponto, pode-se dividir a rotina de manutenção preventiva em dois tipos:

a) Manutenção preventiva sistemática: baseada no período de funcionamento do equipamento ou no tempo decorrido desde a última manutenção.

b) Manutenção preventiva condicional: baseada em diagnóstico da condição do equipamento, instalação ou sistema.

A execução da atividade deve obedecer rigorosamente às rotinas e procedimentos programados da manutenção preventiva. Pois é comum que o período reservado para essa atividade seja utilizado para manutenções corretivas, o que pode levar a novas falhas tendo em vista que o ativo é pontualmente avaliado e não conforme sua necessidade contida no plano de manutenção preventiva.

Comumente, as rotinas de manutenção preventiva são inspeções, limpeza, lubrificações, reapertos, ajustes, regulagens, pinturas, testes e substituição de peças.

A manutenção preventiva pode ser adotada nas seguintes situações segundo Kardec e Nascif (2012).

- a) Quando a falha não é totalmente aleatória, permitindo intervenções periódicas.
- b) Quando não é técnica e economicamente viável a manutenção preditiva.
- c) Quando existir leis e normas específicas.
- d) Quando houver risco ao meio ambiente.
- e) Quando houver oportunidade de fazer em equipamentos críticos de difícil liberação operacional ou operação contínua.

A implantação da manutenção preventiva deverá reduzir a probabilidade de falha e manutenções corretivas emergenciais, reduzindo o tempo médio entre as falhas e aumentando a confiabilidade e a disponibilidade do ativo, que ficará mais tempo em condição de uso e menos tempo em manutenção.

Isso não significa que está descartada a possibilidade de uma falha ocorrer entre duas manutenções preventivas. Pois, especialmente, durante a implantação do plano de manutenção preventiva, se não houver dados dos fabricantes sobre o plano de manutenção e dependendo dos fatores ambientais e operacionais, estas falhas podem ocorrer entre duas manutenções preventivas até o ajuste de tempo e rotinas. No outro extremo, a manutenção preventiva ocorrerá antes do necessário, o que não é vantajoso já que o equipamento teria sua disponibilidade reduzida e o seu custo de manutenção elevado, neste caso o tempo deverá ser ajustado também.

Enfim, se a manutenção preventiva for corretamente planejada e executada, os custos gerais serão mais baratos se comparados à manutenção corretiva, onde existem paradas inesperadas da produção, que acarretam em perdas que vão além dos custos da manutenção

apenas. Desta forma, mesmo a substituição de componentes antes do término da vida útil se torna economicamente viável.

2.1.3 Manutenção preditiva

“Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.” (NBR 5462, 1994, p. 7).

Os autores Kardec e Nascif (2012) definem a manutenção preditiva como um acompanhamento sistemático das modificações de parâmetros de condição ou desempenho do equipamento através de técnicas preditivas. E, por meio da análise dos dados coletados, decidir o tipo e o tempo da ação, que caracterizará uma manutenção corretiva planejada.

O acompanhamento destes parâmetros é feito através de medições, monitoramento ou controle estatístico visando prever a proximidade da ocorrência da falha e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade do ativo através das reduções de paradas inesperadas e intervenções de manutenção preventiva.

A manutenção preditiva necessita de um programa sistemático de acompanhamento, com excelente análise e diagnóstico preciso, para gerar ações corretivas eficientes. Para isso, o inspetor ou avaliador deve possuir grande conhecimento teórico e experiência para analisar os dados coletados, e as rotinas de manutenção preditiva devem estar inseridas no planejamento da manutenção preventiva por ser mais uma forma de inspecionar o ativo.

Outras condições devem existir para a implantação da manutenção preditiva, e são elas:

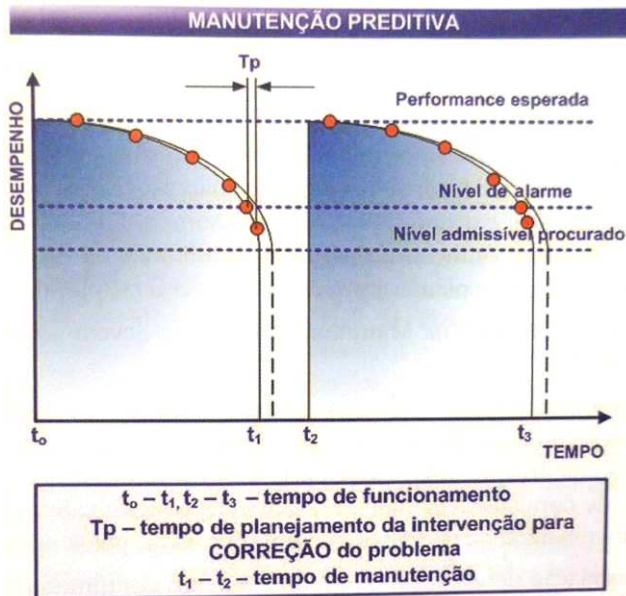
a) Existirem fatores ou parâmetros determinantes de falha como ruído, vibração, calor e outros.

b) O equipamento deve oferecer condições para a medição ou inspeção, por exemplo, uma janela de inspeção termográfica em um quadro elétrico.

Apesar de ainda ser vista como uma ciência avançada por alguns devido à necessidade de instrumentos com tecnologia diferenciada e os custos maiores, a manutenção preditiva e suas técnicas têm ganhado espaço. Pois apresentam melhores resultados para o processo produtivo da empresa, já que intervém o mínimo possível nas instalações.

A Figura 3 ilustra didaticamente as ocorrências de manutenção preditiva para acompanhamento do desempenho do equipamento com o objetivo de planejar a ação corretiva aproveitando ao máximo a vida útil do componente que irá falhar.

Figura 3 - Aplicação da manutenção preditiva



Fonte: (KARDEC; NASCIF, 2012, p.64).

Atualmente, as técnicas preditivas mais comuns são: ensaios por ultrassom, análise de vibrações mecânicas, análise de óleos e inspeções termográficas.

Como regra, as técnicas preditivas são executadas com o equipamento em uso e não são destrutivas, minimizando os impactos operacionais e elevando a disponibilidade do equipamento. Outra vantagem é o melhor aproveitamento da vida útil dos componentes monitorados, reduzindo custos, substituições prematuras e falha inesperadas.

Por outro lado, nem todo tipo de componente pode ser inspecionado por falta de tecnologia compatível, e em alguns casos as técnicas podem ser caras e sofisticadas, tornando-as inviáveis de serem usadas.

Apresentam-se alguns fatores para escolha da manutenção preditiva.

- a) Quando a manutenção preventiva é demasiadamente dispendiosa pelos custos ou por dificuldades operacionais.
- b) Garantir a segurança pessoal e operacional durante as inspeções e operação.
- c) Aumentar a confiabilidade do equipamento sem reduzir a disponibilidade do mesmo.

2.2 PRÉ-REQUISITOS PARA O PLANEJAMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Segundo Lessa e de Souza (2010) para implantação do programa de manutenção deve-se fazer uma avaliação técnica, financeira e política do que se espera das atividades de manutenção dentro da empresa. Além disso, deve-se tomar conhecimento dos fluxogramas da empresa para priorizar e atender com maior eficiência as necessidades reais da empresa. Porém, estas informações não são suficientes para criação do plano de manutenção.

Depois de situar a manutenção dentro da empresa, faz-se necessário conhecer com propriedade as instalações, os sistemas e os equipamentos através de um levantamento detalhado do que há no local. Este levantamento dará informações para se criar um modelo de código de identificação para todos os equipamentos e posterior classificação deles. A classificação dos equipamentos deve levar em consideração sua importância para o processo produtivo da empresa e a relação custo-benefício da manutenção no equipamento.

Com esses dados em mãos, será possível e necessário organizar um banco de dados dos equipamentos, definindo a criticidade, nomes, códigos de identificação, localização, dados técnicos e outras informações relevantes.

Após conhecer o parque de equipamentos, será possível confeccionar as rotinas de manutenção e estabelecer um plano de manutenção de acordo com as recomendações do fabricante, as leis vigentes de segurança do trabalho e meio ambiente, as necessidades da organização e as melhores práticas existentes no mercado.

Para finalizar, um arquivo deve ser criado para manter os históricos e registros das intervenções ocorridas, assim como os indicadores para avaliação de desempenho dos equipamentos. Este arquivo com as informações da manutenção pode ser em papel ou eletrônico em *softwares* de gerenciamento de manutenção.

2.2.1 Levantamento dos equipamentos e suas características

De acordo com Pereira (2011), conhecer os equipamentos existentes nas instalações é primordial para a decisão de implantação ou não do plano de manutenção preventiva. Este conhecimento dos equipamentos requer conhecer suas características técnicas e sua importância quanto ao processo produtivo.

O levantamento detalhado das informações sobre os equipamentos exige manuais, especificações de projeto, listar as principais peças de reposição e a visita ao local onde está

instalado o equipamento, para avaliar situações não apresentadas nos projetos e manuais, ou para detectar alterações sofridas pelo equipamento em intervenções de reparo e melhoria.

Conhecer as peças primordiais para o funcionamento e criar um estoque de reposição emergencial ajudará na redução do tempo de indisponibilidade do equipamento. Porém, o estoque deve ser muito bem pensado, catalogado, organizado, já que estocar materiais gera custo para as empresas.

2.2.2 Classificação do equipamento em relação ao processo produtivo

Classificar os equipamentos quanto a sua importância dentro do processo produtivo, permite definir qual o tipo de manutenção a ser utilizada e quais equipamentos terão prioridade no planejamento e execução dessas atividades de manutenção. Para Pereira (2011) pode-se classificar a importância dos equipamentos dentro do processo produtivo conforme:

a) Importância quanto à manutenção:

- Equipamentos Classe “A” são aqueles que parados interrompem o processo produtivo, podendo causar perdas de produção e faturamento.
- Equipamentos Classe “B” não interrompem a produção e nem causam perdas de faturamento.
- Equipamentos Classe “C” não participam do processo produtivo.

b) Importância quanto ao processo:

- Equipamentos Classe “A” fazem parte do processo produtivo de forma vital e única, ou seja, sem reserva. São nomeados informalmente como “gargalos”, pois sua parada acarretará perda da produção e do faturamento.
- Equipamentos Classe “B” são tão importantes no processo produtivo quanto os da Classe “A”, mas possuem equipamentos reservas.
- Equipamentos Classe “C” embora façam parte do processo produtivo, não causam impacto na produção.
- Equipamentos Classe “D” não fazem parte do processo produtivo.

c) Importância quanto à qualidade do produto:

- Equipamentos Classe “A” são aqueles que afetam diretamente a qualidade dos produtos.
- Equipamentos Classe “B” são os que não afetam a qualidade dos produtos.

Os equipamentos classificados como classe “A” devem receber atenção especial no momento de implantação da manutenção e terem prioridade sobre os demais.

2.2.3 Identificação e cadastramento dos equipamentos

Devido a complexidade das instalações, muitas vezes é necessário que a identificação seja setorizada para melhor controle. A estruturação desta identificação facilita o planejamento, a programação e controle das atividades de manutenção, e informa de forma sucinta o tipo do equipamento e o local de instalação para a equipe de manutenção e os gerenciadores da manutenção.

O código de identificação ou “TAG” é composto por campos numéricos e alfanuméricos de tamanho padronizado. Porém, não é recomendado que a identificação seja muito extensa, sendo até 12 caracteres um tamanho bom. No código de identificação do equipamento deve-se informar:

- a) O tipo do equipamento;
- b) O número sequencial do equipamento na localidade;
- c) O local de instalação deste equipamento;
- d) Uma referência para a localização do equipamento.

O Quadro 1 exemplifica abreviações para a criação de códigos de identificação de alguns tipos de equipamento em instalações elétricas.

Quadro 1 – Exemplo de abreviações para códigos de identificação de equipamentos elétricos.

| Tipo de painel | Abreviação |
|--|-------------------|
| Quadro Geral de Distribuição | QDG |
| Quadro Geral de Baixa Tensão | QGBT |
| Quadro de Distribuição de Força | QDF |
| Quadro de Distribuição de Luz | QDL |
| Quadro de Tomadas | QDT |
| Quadro de Iluminação e Força | QDFL |
| Quadro de Iluminação de Emergência | QIE |
| Quadro de Energia Estabilizada | QEE |
| Quadro de Transferência | QTR |
| Quadro de Transferência Automática | QTA |
| Quadro de Distribuição Geral – Cabine Primária | QDGP |
| Quadro de Força – No break | QFN |
| Quadro de Comando de Motores (Equipamentos) | QCM |
| Quadro Geral do PABX | QGP |
| Quadro de Transferência da Torre | QTT |
| Quadro de Transferência do Gerador | QTG |
| Gerador | GER |
| UPS | UPS |
| Estabilizador | EST |
| Transformador | TFR |
| Subestação | SUB |

Fonte: (MARANGONI, 2007).

Por exemplo, um edifício que tem dois quadros elétricos de distribuição de luz dentro do quinto andar, um alinhado com a face norte do edifício e outro alinhado com a face sul, pode ser identificado da seguinte forma:

- QDL001_05NO
- QDL002_05SU

Os *softwares* de gerenciamento de manutenção utilizam estes códigos de identificação como o registro de identidade de cada equipamento. Por isso, durante o cadastramento dos equipamentos e suas características técnicas, deve-se ter definido estes códigos de identificação.

O cadastramento dos equipamentos exige um trabalho de digitação para inserir os dados, mas Pereira (2011) recomenda que este cadastramento se inicie por alguém com conhecimento das instalações e autonomia nas decisões sobre o gerenciamento da manutenção, pois esta pessoa pode identificar e solucionar dificuldades, que não são solucionadas por pessoas de níveis hierárquicos inferiores.

2.3 ORGANIZANDO AS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Para organizar as atividades de manutenção é necessário definir fluxogramas de serviços que tornem eficientes as intervenções de manutenção necessárias e programadas nos equipamentos. Definidos os fluxogramas, deve-se criar documentos para registrar as atividades de manutenção a serem executadas. E por fim o plano de manutenção deve ser elaborado para as ações preventivas e preditivas.

2.3.1 Definindo os fluxogramas de serviço

Segundo Viana (2012), é possível definir quatro modalidades de fluxogramas de serviço, conforme são apresentados nesta seção.

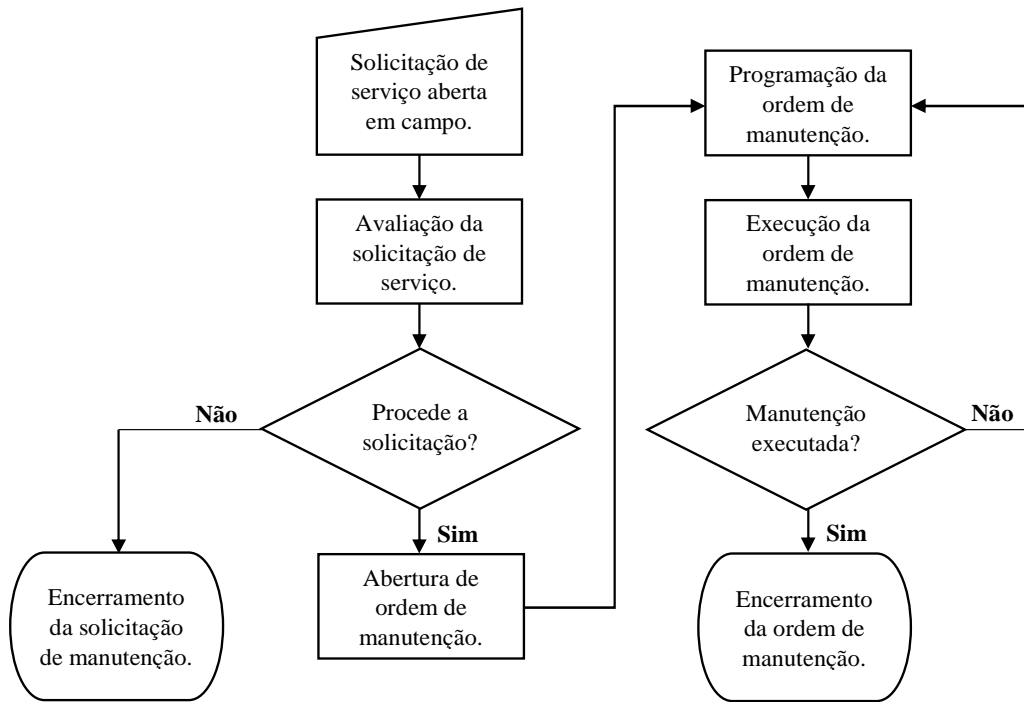
2.3.1.1 Solicitações de serviços

Neste fluxograma de serviço, o usuário ou operador do equipamento faz uma solicitação de manutenção para o equipamento. Este pedido é baseado em sua experiência com o equipamento, que através de observação e inspeção visual permite-o notar alguma alteração no equipamento em questão.

No momento da abertura da solicitação de serviço, dados como a identificação do equipamento e detalhes sobre o defeito são importantes, pois permitem o direcionamento correto da solicitação entre a equipe de manutenção.

Este direcionamento da solicitação dentro da equipe de manutenção deve ser feito por um líder ou supervisor da manutenção com uma visão ampla dos processos e das instalações para evitar duplicidade de solicitações, pedidos sem fundamentos ou uma demanda exagerada em momentos de implantação da manutenção ou em momentos de crise operacional. O Fluxograma 1, mostra o processo para solicitações de serviços pelo usuário.

Fluxograma 1 - Processo de solicitações de serviço.



Fonte: (VIANA, 2012).

A Figura 5 ilustra um modelo do documento de solicitação de serviço que permite o usuário comunicar para a equipe de manutenção algo de anormal em um equipamento.

Figura 4 - Modelo do documento de solicitação de serviço.

| SOLICITAÇÃO DE SERVIÇOS | | |
|--|---------------------|------------------|
| TAG: _____ | Requisitante: _____ | Data: __/__/____ |
| Descrição do Serviço e/ou Efeito Constatado | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Preenchimento do Planejamento ou Supervisor de Produção | | |
| Recebido: __/__/____ | Planejador: _____ | |
| Status: _____ | Nº da OM: _____ | |
| <i>Status: D - Em detalhamento; E - Eliminada; A - Aberta; C - Encerrada</i> | | |

Fonte: (VIANA, 2012, p. 33).

2.3.1.2 Ordem de serviço de manutenção corretiva não planejada

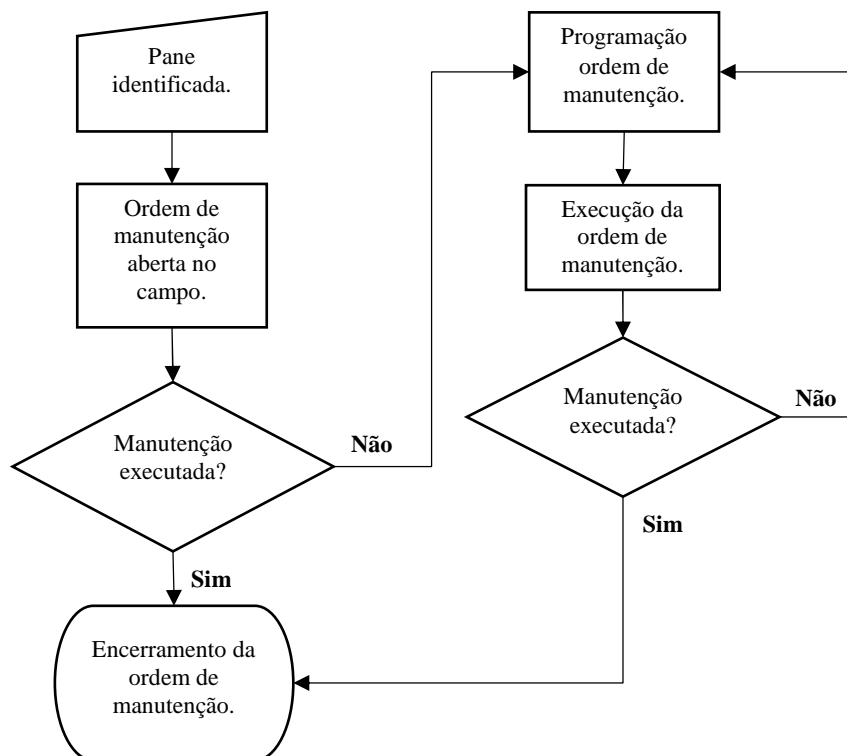
Este tipo de ordem de serviço é gerada pelo mantenedor quando for necessário um serviço emergencial, onde o planejamento prévio não é possível e a solução deve ser rápida.

Devido ao pouco tempo para atuação e à necessidade do mantenedor gerar a ordem de serviço, este membro da equipe de manutenção também necessita conhecer os procedimentos de cadastro, liberação, impressão, apontamento e encerramento da ordem de serviço, e possuir as autorizações necessárias previamente para tomar essas ações. Cabe também ao mantenedor registrar todo o histórico na ordem de serviço emergencial definindo a causa, o sintoma, a intervenção feita e os componentes usados.

Essas informações permitem criar um arquivo histórico completo do equipamento, e dá subsídios para melhorias no equipamento e no plano de manutenção.

O Fluxograma 2 apresenta o processo para ordem de serviço de manutenção corretiva não planejada.

Fluxograma 2 – Processo de ordem de serviço de manutenção corretiva não planejada.



Fonte: (VIANA, 2012).

2.3.1.3 Ordem de serviço de manutenção preventiva

As ordens de serviço provenientes do plano de manutenção preventiva têm por característica a geração automática conforme a data da última manutenção realizada e a periodicidade contida no plano de manutenção. Esta periodicidade pode ser definida de três formas:

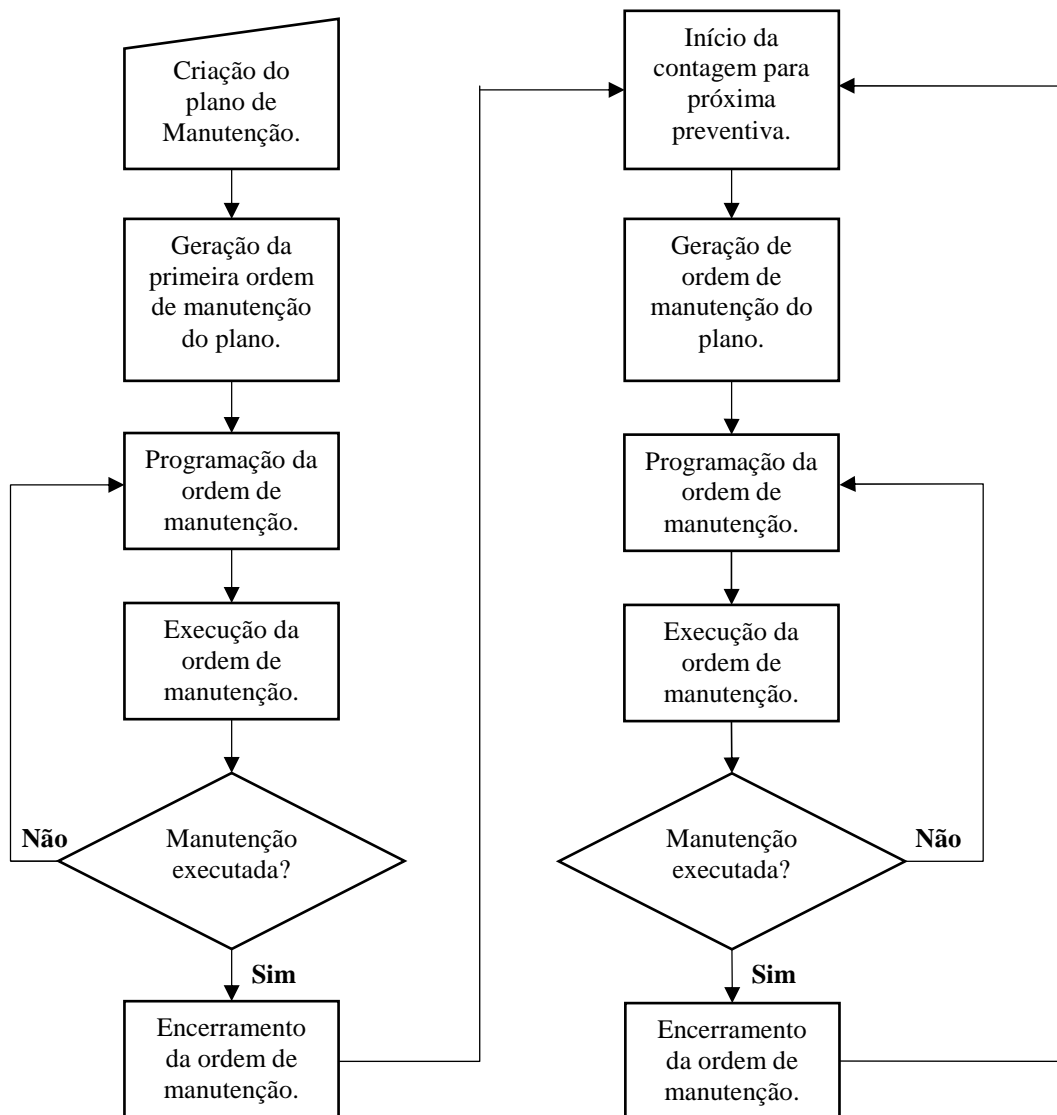
a) Faixa de tempo: que é o tempo decorrido desde a intervenção anterior em hora, dias, meses, ou outra unidade de tempo.

b) Faixa de utilização: que é a periodicidade definida de acordo com a utilização do equipamento, por exemplo, pelo número de acionamentos.

c) Ambos: onde a manutenção ocorre de acordo com a data mais próxima entre os dois casos anteriores, pelo tempo ou pela utilização.

O Fluxograma 3 apresenta o processo de ordem de serviço de manutenção preventiva, desde a primeira ordem gerada e depois o ciclo de repetição da geração de ordens enquanto o equipamento estiver ativo.

Fluxograma 3 - Processo de ordem de serviço de manutenção preventiva.



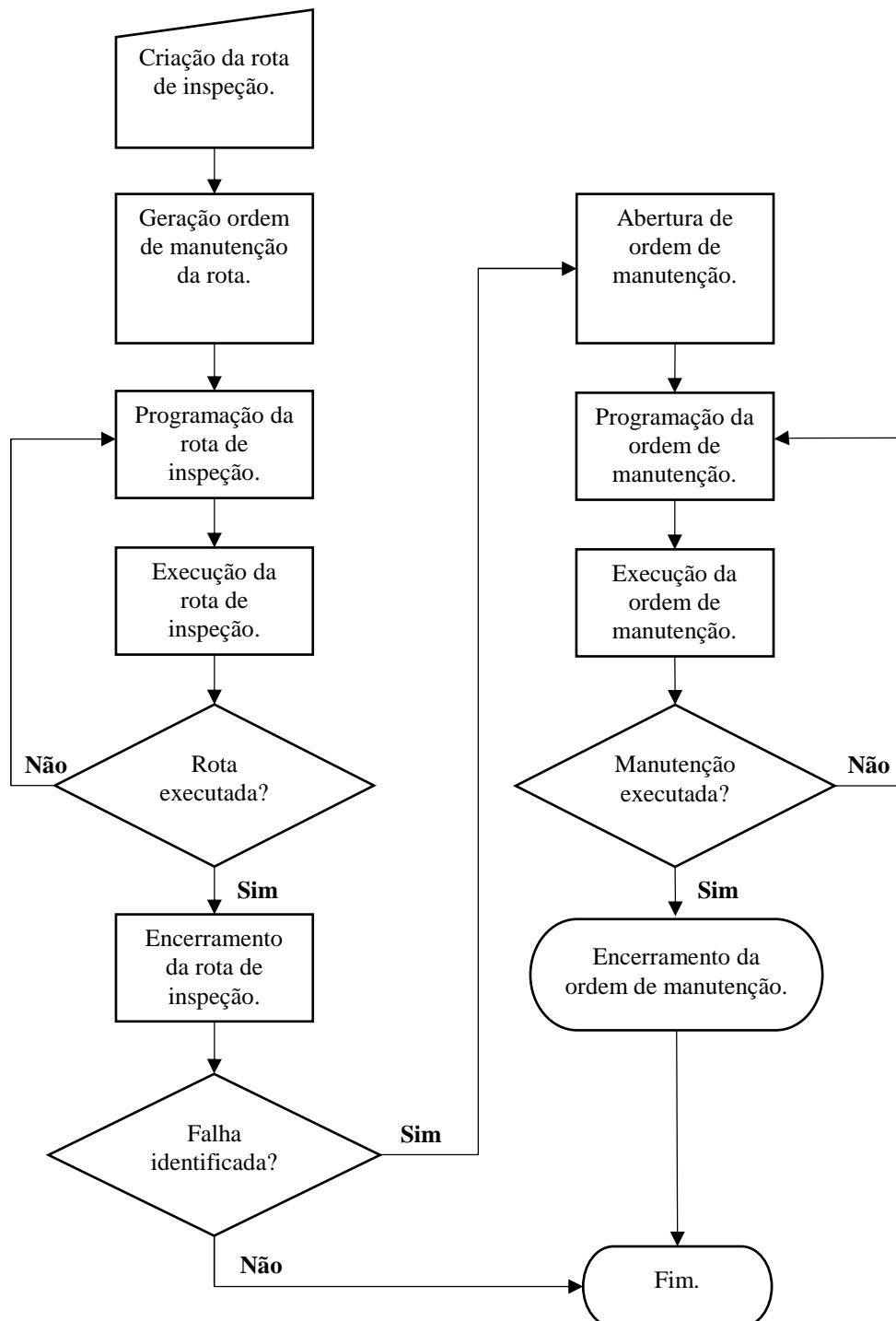
Fonte: (VIANA, 2012).

2.3.1.4 Ordem de serviço de manutenção corretiva planejada

A equipe de gerenciamento da manutenção deve periodicamente colocar em prática rotas para inspeção dos equipamentos. O executor da rota deve relatar as condições encontradas e, se necessário, uma ordem de serviço de manutenção corretiva planejada é gerada para eliminar uma inconformidade existente nos equipamentos.

O Fluxograma 4 mostra o processo de ordem de serviço de manutenção corretiva planejada com base em rota de inspeção de campo.

Fluxograma 4 - Processo de ordem de serviço de manutenção corretiva planejada.



Fonte: (VIANA, 2012).

2.3.2 O documento da ordem de serviço

A definição dos fluxogramas de serviços exige a criação de um documento para o registro das atividades, normalmente, este documento é conhecido por solicitação ou ordem de serviço.

A ordem de serviço para trabalhos com eletricidade é também uma exigência da Norma Regulamentadora – NR 10, pois serve como autorização formal para o trabalho e contém as informações necessárias por escrito para execução do trabalho.

O documento da ordem de serviço basicamente é composto por três partes principais: o cabeçalho, a descrição do trabalho e o histórico. Cada parte contém informações que permitem a execução dos serviços em conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa e fornecem dados que para as decisões gerenciais, produção de índices de controle da manutenção e futuras programações de serviços.

O cabeçalho concentra as informações cadastrais sobre o equipamento e o responsável, as datas e prazos, e o tipo de serviço, abaixo está uma lista de itens que podem existir neste campo:

- a) Número da ordem de serviço
- b) TAG do equipamento
- c) Codificação do equipamento
- d) Equipe responsável
- e) Nome do executante
- f) Tipo de manutenção
- g) Data de emissão
- h) Prazos de conclusão
- i) Centro de custo.

O campo de descrição do trabalho destina-se a nortear o executor do serviço sobre quais os procedimentos e os padrões esperados, tais como:

- a) Descrição da tarefa
- b) Procedimentos de execução
- c) Especialidade exigida do executante
- d) Tempo previsto para a tarefa
- e) Ferramentas necessárias

f) Equipamentos de proteção individual e coletiva exigidas

Na parte destinada ao histórico da ordem de serviço são registrados os fatos relevantes relacionados ao serviço executado. Este campo deve ser preenchido pelo executante do trabalho com os seguintes dados:

- a) Causa do problema
- b) Sintomas encontrados
- c) Ação tomada
- d) Horas trabalhadas
- e) Material utilizado

As Figura 5 e Figura 6 apresentam as páginas de frente e verso, respectivamente, de um modelo de ordem de manutenção contendo os campos indicados anteriormente.

d) Suspensa: caso seja necessária uma ação externa para a finalização da ordem de serviço tal como, compra de material, a ordem de serviço deve ser suspensa até que a ação externa ocorra. Esta etapa não está presente obrigatoriamente no ciclo de vida de toda ordem de serviço.

e) Encerrada: a ordem de serviço chega a esta etapa quando tem todos os campos para apontamentos preenchidos e com o trabalho executado sem nenhuma pendência.

2.3.3 Os planos de manutenção

“Os planos de manutenção são o conjunto de informações necessárias, para a orientação perfeita da atividade de manutenção preventiva.” (Viana, 2012, p. 87). Este conjunto de informações reflete a importância dada às atividades de manutenção preventiva já que, quanto maior a preocupação em manter as instalações em boas condições, maior a qualidade exigida dos serviços.

Com todas as informações técnicas dos equipamentos em mãos, é possível elaborar os planos de manutenção. Algo importante em um bom plano de manutenção é que todas as atividades tenham o propósito de manter o equipamento em boas condições de funcionamento, deixando de lado as atividades que não aumentam a disponibilidade do equipamento como sugerido por Pereira (2011).

Pode-se subdividir um plano de manutenção preventiva nas seguintes categorias para melhor aproveitamento dos recursos e incremento da confiabilidade dos equipamentos:

2.3.3.1 Plano de inspeção visual

A inspeção visual do equipamento deve ser rotineira e periódica. Pois isso cria um convívio com o equipamento, que propicia um conhecimento capaz de identificar falhas de fácil resolução e em estágio inicial, tais como, ruído, vibração, temperatura, condição de conservação e outras características, apenas por meio dos sentidos humanos.

O sucesso da inspeção visual está em sua periodicidade para acompanhar a vida útil do equipamento. E esta periodicidade pode ser controlada através da emissão de ordens de serviço para rotas de inspeção, que são roteiros pré-definidos para agrupar equipamentos com características comuns de tal forma que a inspeção seja eficiente e ocorra em um tempo pré-estabelecido.

2.3.3.2 Plano de manutenção preventiva

O plano de manutenção preventiva consiste em gerar e executar atividades periódicas para manter o equipamento em seu melhor estado operacional.

Para elaborar o plano de manutenção preventiva deve-se considerar os seguintes itens, de forma a facilitar a organização da confecção das ordens de manutenção, conforme Viana (2012).

a) Título do plano de manutenção: consiste em nomear um conjunto de atividades que serão associadas aos equipamentos.

b) Equipamento alvo: é a lista de equipamentos aos quais se destinam o plano de manutenção.

c) Periodicidade: consiste em definir o período de ocorrência do plano de manutenção. Pode-se determinar esta periodicidade por um intervalo de tempo fixo, ou conforme a utilização do equipamento, ou ainda o menor período entre a faixa de utilização do equipamento e os intervalos fixos de tempo, conforme apresenta a seção 2.3.1.3 deste trabalho. Independente, da forma de contagem do período entre as manutenções preventivas, uma nova contagem inicia-se apenas após ter sido encerrada a ordem de manutenção anterior para evitar o acúmulo de atividades e ordens de manutenção.

d) Unidade de tempo: define claramente como é contado o tempo entre as atividades de manutenção, por exemplo, dias úteis ou dias corridos.

e) Data de ativação: é a data de implantação do plano de manutenção, que permite conhecer o início das atividades deste plano e contar as ordens de manutenção.

f) Planejador: é o responsável pelo plano de manutenção e quem deve ser procurado se algo anormal surgir no plano de manutenção.

g) Equipe de manutenção: este item define os executantes do plano de manutenção.

h) Especialidades: define qual a capacitação profissional necessária para a execução dos serviços.

i) Material de consumo: são os itens necessários para a execução do plano de manutenção.

j) Equipamentos de proteção individual e coletiva: é a lista de itens de proteção necessária para garantir a segurança dos executantes e terceiros.

k) Ferramentas e equipamentos de apoio: é as listas de ferramentas e equipamentos necessárias para execução do serviço.

Elaborado o plano de manutenção preventivo, deve-se vincular o plano ao equipamento de forma que, independente de sua localização, a ordem de serviço é gerada.

2.3.3.3 Plano de manutenção preditiva

O plano de manutenção preditiva é similar ao plano de manutenção preventiva quanto a sua forma. Porém, o plano de manutenção preditiva difere do plano de manutenção quanto ao conteúdo das atividades, que consiste basicamente em monitorar características do equipamento e avaliar possíveis anormalidades.

Este conteúdo varia de acordo com a técnica preditiva aplicada e com as características dos equipamentos analisados.

3 ROTINAS E ENSAIOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Basicamente, uma instalação elétrica predial é composta por cabos elétricos que entregam a energia fornecida pela concessionária de energia em uma subestação consumidora ou centro de medição, dependendo do nível de tensão entregue. A subestação consumidora, que é um caso mais complexo para a manutenção devido à quantidade de equipamentos, é composta por disjuntores, seccionadoras, relés, transformadores de potência, transformadores de medição, para-raios e sistema de aterramento.

Esta subestação fornece energia para os painéis elétricos, que distribuem a energia para as cargas do prédio tais como, motores elétricos, iluminação e tomadas.

Atendendo a toda a instalação elétrica, existem ainda: o sistema de aterramento e sistema de proteção de descargas atmosférica. E, algumas instalações possuem ainda geração própria de energia através de grupos moto-geradores, sistemas ininterruptos de energia, em inglês, *Uninterruptible Power Supplies (UPS)*, que suportam cargas que não podem ser desligadas, e banco de capacitores para correção do fator de potência.

3.1 ENSAIOS GERAIS PARA COMPONENTES ELÉTRICOS

Nesta seção, estão descritos genericamente os ensaios de rotina mais comuns para os componentes de instalações elétricas prediais. Os componentes elétricos que apresentam alguma particularidade para um dado ensaio têm a explanação sobre esta particularidade junto com suas rotinas de manutenção nas seções subsequentes.

3.1.1 Ensaio da resistência de isolamento

A medição da resistência de isolamento de um componente elétrico pode ser feita indiretamente aplicando a lei de Ohm. Para isso, aplica-se uma tensão de corrente contínua no componente em prova e se mede o valor de corrente circulante. Os valores obtidos são aplicados na lei de Ohm, equação (1), que fornece o valor da resistência do isolamento.

$$R_I = \frac{U_{CC}}{I_{CC}} \quad (1)$$

Onde: R_I é a resistência de isolamento
 U_{CC} é a tensão em corrente contínua aplicada
 I_{CC} é a corrente contínua medida no teste

O instrumento para fazer as medições de resistência de isolamento é conhecido como megôhmetro, que faz medições com tensões de teste de 500 V até 10 kV, dependendo do nível de tensão suportável pelo componente.

Figura 7 - Megôhmetro.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

Este ensaio permite conhecer se o isolamento do componente está comprometido, ou se ainda está operacional, caso apresente um valor elevado de resistência de isolamento. Porém, a análise pontual do valor da resistência de isolamento não é suficiente para garantir a inexistência de imperfeições no isolamento.

Mas, se o teste é feito periodicamente, o histórico das medições dá informações mais precisas sobre a degradação e o fim da vida útil do isolamento. Recomenda-se aplicar o ensaio em componentes novos ou que ficaram desligados por longos períodos, antes que sejam colocados em funcionamento.

Pode-se aplicar o ensaio de resistência de isolamento em componentes como cabos elétricos, disjuntores, chaves seccionadoras, painéis elétricos, transformadores e motores elétricos.

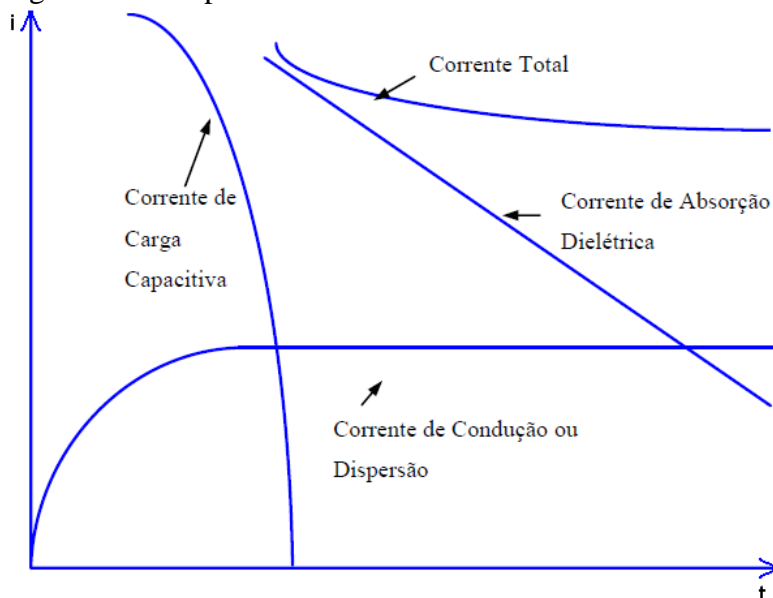
A corrente circulante durante o ensaio de resistência de isolamento é composta pela somatória de três tipos de corrente, de acordo com Barros e Gedra (2011).

a) Corrente de carga capacitiva: esta é a corrente que carrega a capacitância natural do material testado. Esta corrente se apresenta inicialmente elevada e chega a um valor desprezível em pouco tempo depois do início do ensaio.

b) Corrente de absorção dielétrica: esta corrente que circula através do componente testado, também varia com o decorrer do ensaio. Porém, esta variação é mais lenta, podendo levar horas para atingir valores desprezíveis.

c) Corrente de fuga: é a corrente que circula sobre ou através do isolante, e não varia com o tempo.

Figura 8 – Componentes da corrente em um teste de isolamento com corrente contínua.



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

Como o valor da resistência dos materiais elétricos varia com a temperatura, deve-se corrigir o valor da resistência medida no ensaio para o valor de resistência equivalente a uma dada temperatura padrão.

O megôhmetro possui um terminal chamado *Guard* que permite eliminar o efeito de correntes parasitas e indutivas que prejudicam os resultados dos testes. Os outros dois terminais, chamados de *Line* e *Earth*, servem, respectivamente, para aplicar a tensão de ensaio e receber a corrente medida.

3.1.2 Ensaio para medição dos índices de absorção e polarização:

Durante a realização do ensaio com o megôhmetro, pode ocorrer variação da resistência de isolamento, mas isso deve durar no máximo quatro minutos. Aproveitando o ensaio com o megôhmetro, pode-se calcular os índices de absorção e polarização, que permitem avaliar as condições do isolamento, conforme os valores apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Qualificação das condições do isolamento.

| Condições do isolamento | Índice de absorção | Índice de polarização |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Ruim | Menor que 1,10 | Menor 1,25 |
| Duvidoso | De 1,10 a 1,25 | De 1,25 a 2,00 |
| Satisfatório | De 1,25 a 1,40 | De 2,00 a 3,00 |
| Bom | De 1,40 a 1,60 | De 3,00 a 4,00 |
| Ótimo | Maior que 1,60 | Maior que 4,00 |

Fonte: (BARROS; GEDRA, 2011).

“Se o índice de polarização estiver muito elevado, em alguns casos pode ser indício de isolamento muito ressecado, necessitando de tratamento para restabelecimento do isolamento.” (BARROS; GEDRA, 2011, p. 149).

Para obter os valores dos índices de absorção e polarização é necessário anotar os valores de resistência correspondentes aos tempos de trintas segundos e a cada minuto. Se após dez minutos a resistência não estabilizar, para os cálculos, considera-se o valor medido ao décimo minuto.

O índice de absorção é obtido da relação entre os valores da resistência de isolamento medida a um minuto e a trinta segundo do início do teste.

O índice de polarização relaciona a resistência após a estabilização e o valor medido a um minuto do início do teste.

3.1.3 Ensaio de corrente de fuga ou teste de tensão aplicada

O ensaio de corrente de fuga também é conhecido como teste de tensão aplicada, pois consiste na aplicação de uma tensão elevada no componente testado por um período máximo de um minuto. E esta alta tensão pode ser em corrente contínua ou corrente alternada.

Naturalmente, os equipamentos elétricos permitem a fuga de uma corrente mínima conforme a sua classe de tensão e rigidez dielétrica. Porém, quando existem problemas no

isolamento do equipamento, essa corrente de fuga tem seu valor aumentado durante as medições e isso pode representar um risco a segurança dos usuários do equipamento, devido a possibilidade de choque elétricos por corrente de fuga.

Figura 9 – *Hi-Pot*.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

A Figura 9 apresenta um modelo do aparelho usado para o teste de isolamento. Este aparelho é conhecido por *Hi-Pot*, em referência a sua função de fornecer uma alta tensão.

Tendo em vista que o teste de tensão aplicada pode levar à ruptura do isolamento do equipamento, este teste é considerado destrutivo. E, por isso, é recomendável medir a resistência de isolamento do equipamento antes e depois do teste de tensão aplicada, garantido o nível de isolamento do equipamento.

3.1.4 Ensaio da resistência ôhmica

O ensaio de resistência ôhmica serve para medir com precisão o valor da resistência em componentes que precisam fornecer boa condução ou manter a continuidade do circuito, isso é necessário entre os contatos de entrada e saída dos disjuntores ou entre os contatos fixos e móveis das chaves seccionadoras, por exemplo. O ensaio também é usado para medir o valor da resistência dos enrolamentos de transformadores, permitindo avaliar se existem espiras em curto-circuito, ou se não há diferença entre as resistências de enrolamento das três fases.

Um valor elevado de resistência de contato pode ocasionar pontos quentes no equipamento e a diferença de resistência de enrolamento entre as fases de um transformador pode ocasionar o desequilíbrio de tensão nas fases.

A medição da resistência ôhmica é feita com um aparelho chamado micro-ohmímetro, Figura 10, que injeta um valor conhecido de corrente no enrolamento e mede a queda de tensão. Com a aplicação da lei de Ohm, pode-se determinar o valor da resistência do enrolamento.

Figura 10 – Micro-ohmímetro.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

A resistência ôhmica neste tipo de ensaio é medida em micro-Ôhm, variando de equipamento para equipamento os valores aceitáveis. Para este ensaio também é necessário corrigir a resistência medido para uma temperatura padrão.

3.1.5 Ensaio do fator de potência ou perdas dielétricas

Conforme CST Arcelor Brasil (2005), o fator de potência do isolamento é determinado pela relação entre a potência dissipada no material, em forma de calor, e a potência aparente do material.

A ação conjunta do calor dissipado e outros fatores como a umidade, por exemplo, deterioram a isolação sólida do equipamento.

Para a medição do fator de potência do isolamento usa-se o aparelho conhecido por medidor de fator de potência.

Figura 11 – Medidor de fator de potência.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

O teste do fator de potência, feito aplicando-se diferentes níveis de tensão, permite detectar a existência de ionização do dielétrico. Já que, em condições normais, as perdas dielétricas variam aproximadamente com o quadrado da tensão aplicada. Mas, se o dielétrico tiver iniciado o processo de ionização, as perdas variam com a tensão elevada a uma potência maior que dois segundo CST Arcelor Brasil (2005).

Novamente, faz-se necessário a correção do valor medido em relação à temperatura. Além da influência da umidade sobre os resultados.

3.1.6 Ensaio da relação de transformação

Com este ensaio é possível avaliar a relação de transformação entre o enrolamento primário e o enrolamento secundário de cada fase. Situações como curto-circuito entre as espiras, espiras abertas nas bobinas, posicionamento incorreto do TAP e polaridade do transformador também são detectáveis com este ensaio.

Neste ensaio o aparelho usado é medidor de relação de espiras *Transformer Turn Ratio (TTR)*, a Figura 12, necessita-se também desligar o transformador, desconectar os cabos de

todos os terminais, incluindo o terminal de terra X0, ter em mãos dados de placa do transformador para comparar com os resultados obtidos durante o ensaio.

Figura 12 – TTR – *Transformer Turn Ratio*.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

3.1.7 Análise físico-química do óleo isolante

Através de ensaios físico-químicos em amostra do óleo é possível avaliar a presença de agentes estranhos e deteriorantes, tais como: umidade; partículas metálicas, ácidos e lodo. Para isso, são feitos os seguintes testes:

a) Rigidez dielétrica: este teste determina a capacidade do óleo resistir à tensão elétrica sob condições especificadas. A diminuição da rigidez dielétrica, expressa em kV, é resultado da suspensão de água livre e partículas sólidas no óleo isolante.

b) Acidez: medindo-se a quantidade de produto básico, hidróxido de potássio (KOH), necessário para neutralizar um grama de amostra do óleo, pode-se determinar a acidez do óleo

c) Tensão interfacial: os produtos de deteriorização do óleo e os contaminantes provenientes da decomposição de partes do transformador que o óleo entra em contato, provocam a diminuição da tensão interfacial do óleo. Esta diminuição é o primeiro indicador do início da deteriorização do óleo.

d) Teor de água: este ensaio auxilia na determinação da quantidade de água existente no interior do transformador, que pode reduzir a rigidez dielétrica do óleo isolante. Esta água

pode ter origem na admissão de ar úmido do exterior, ser um resíduo dos processos de fabricação do transformador e das rotinas de manutenção, ou ser um produto de reações químicas no interior do transformador.

e) Perdas dielétricas ou fator de potência: este teste serve para indicar a presença de contaminantes solúveis no óleo.

f) Coloração: por comparação, a amostra de óleo tem a cor avaliada para se obter informações sobre o estado de oxidação do óleo.

g) Densidade: a avaliação da densidade do óleo permite verificar grandes mudanças na composição do óleo isolante.

3.1.8 Análise de gases dissolvidos no óleo isolante ou cromatografia

Este tipo de análise avalia os gases presentes no transformador, permitindo detectar falhas que estão em fase inicial e acompanhar o envelhecimento da isolação. Pode-se tirar conclusões sobre a ocorrência de arcos-elétricos, descargas parciais e envelhecimento da isolação dependendo do tipo de gás e quantidade existente.

3.1.9 Inspeção termográfica

A inspeção termográfica é um método não destrutivo e sem contato para medição da temperatura de superfície de equipamentos. Esta temperatura pode ser detectada com base na radiação infravermelha emitida pelos corpos aquecidos que é recebida pelo aparelho de medição.

A presença de pontos aquecidos fora do normal pode indicar problemas de mau contato, que aumentam o valor da resistência de contato, ou descargas elétricas, que liberaram calor. A detecção prematura desses pontos de aquecimento que transmitem de calor para outros componentes, e degradam os dielétricos e os isolamentos, permite preservar as instalações e evitar paradas inesperadas.

Considerações como a temperatura ambiente, a temperatura máxima admissível pelo componente, as correções das temperaturas e a corrente circulante no componente são envolvidas durante a avaliação dos valores de temperatura medidos. Por isso, durante as inspeções é necessário o uso de um termômetro adequado para as medições das condições ambientais e um alicate amperímetro. Deve-se também relacionar a imagem termográfica do

ponto aquecido com a imagem real tirando-se uma fotografia do ponto aquecido, pois isso facilita a localização para a correção.

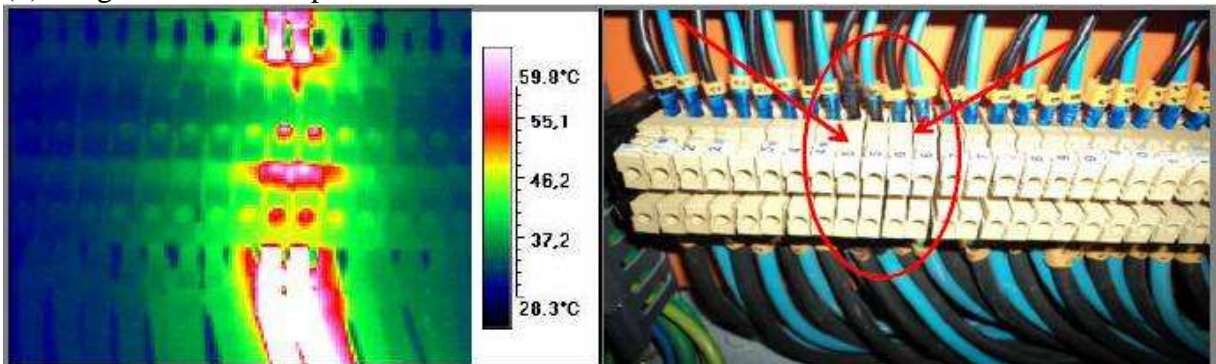
Figura 13 – Inspeção termográfica em um quadro elétrico.



Fonte: (VÓRTEX).

Dependendo do nível de aquecimento do equipamento, deve-se tomar ações que vão desde o monitoramento da temperatura, passam pela necessidade de limpeza e reaperto das conexões, até ao ponto de substituir o equipamento.

Figura 14 – Imagens termográficas: (a) imagem termográfica de um componente aquecido; (b) imagem real do componente.



Fonte: (MARK BUILDING, 2011).

3.1.10 Inspeção por ultrassom

Uma das formas de inspecionar equipamentos elétricos é por meio de aparelhos de medição de ultrassom, segundo Pereira (2011, p. 130). Este tipo de inspeção é largamente usado na área mecânica para avaliação da qualidade de materiais como tubos, por exemplo.

Em equipamentos elétricos, o aparelho de ultrassom permite identificar ruídos, em níveis ultrassônicos e imperceptíveis ao ouvido humano, que podem originar-se em falhas em estágio inicial como, arco elétrico, descargas parciais, correntes de fuga e efeito Corona.

Para a execução da inspeção é necessário que o equipamento esteja ligado, o que não aumenta o tempo de disponibilidade do equipamento. Porém, em caso de anormalidade, deve-se aproximar o aparelho medidor, sem a necessidade de contato, para buscar a fonte emissora do ruído, já que quanto mais próxima da fonte, maior é a intensidade do ruído. Além disso, a inspeção por ultrassom pode ser usada como uma prévia da inspeção termográfica, contribuindo e substituindo esta inspeção, já que é capaz de detectar descargas parciais antes de começarem a gerar pontos quentes detectáveis na inspeção termográfica.

O cuidado a ser tomado neste tipo de inspeção é a má interpretação do ruído por influência da alta umidade relativa do ar.

Figura 15 – Inspeção por ultrassom em quadro elétrico.



Fonte: (ENGEPOWER).

Esta inspeção pode ser aplicada em transformadores, painéis elétricos, motores, geradores, cabos, terminações, isoladores, barramentos, relés, disjuntores, e qualquer outro equipamento elétrico que não se deseja descargas elétricas, efeito Corona e correntes de fuga.

3.2 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E SUAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO

São descritas algumas técnicas e rotinas de manutenção em componentes elétricos comumente encontrados nas instalações elétricas prediais. A apresentação dessas técnicas e rotinas, junto com os exemplos de documentação preliminar e os relatórios, ajuda na elaboração do plano de manutenção.

3.2.1 Transformadores de potência

O transformador é uma máquina elétrica estacionária com a finalidade de alterar o nível da tensão ou corrente recebida, elevando ou reduzindo estas grandezas, ou ainda isolar os circuitos elétricos, primário e secundário. O correto funcionamento do transformador contribuiu para o fornecimento de uma energia de boa qualidade nas instalações, por isso este componente da instalação tem um papel importante e merece atenção em suas manutenções.

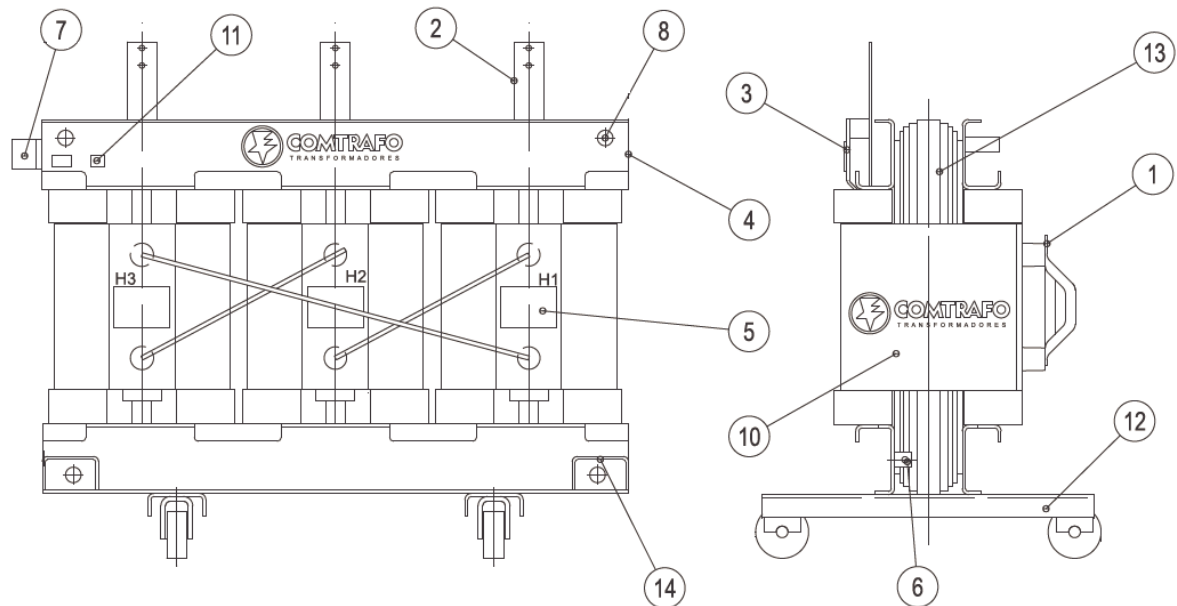
Os transformadores de potência podem ser classificados em dois tipos para a criação do plano de manutenção: o transformador de potência seco e o transformador de potência a óleo. Isso porque algumas diferenças são encontradas nos planos e rotinas de manutenção dependendo do tipo de transformador.

3.2.1.1 Transformadores de potência secos

Este tipo de transformador tem a vantagem de exigir pouca manutenção, sendo necessário, segundo alguns fabricantes, um acompanhamento constante para evitar o acúmulo de poeira, deformações da estrutura e afrouxamento das conexões. Segue uma figura de um transformador de potência seco.

A Figura 16 apresenta um transformador de potência seco e seus componentes: (1) terminal de alta tensão; (2) terminal de baixa tensão; (3) terminal de neutro; (4) placa de identificação; (5) painel de comutação de alta tensão; (6) terminal para aterramento; (7) termômetro; (8) meio para suspensão; (9) rodas bidirecionais; (10) bobinas; (11) régua de bornes; (12) base para apoio ou rodas; (13) núcleo; (14) apoio para macaco.

Figura 16 - Transformador seco e seus componentes.



Fonte: (COMTRAFO S.A. **Catálogo:** Transformadores a seco. 2013).

3.2.1.1.1 Inspeções rotineiras

Apresenta-se as verificações com a frequência diária, conforme indicado pela WEG Equipamentos Elétricos S/A (2010), e, preferencialmente, nos períodos de maior demanda do equipamento, para certificar-se que os valores nominais não estão sendo ultrapassados.

- Registrar as temperaturas de operação do transformador e do ambiente.
- Verificar o funcionamento da ventilação forçada, quando existir.
- Registrar o valor da carga ligada ao transformador e garantir que estão dentro dos valores nominais.
- Registrar as tensões de entrada e saída do transformador, se houver instrumentos para isso. Neste caso, vale efetuar medições também em horários de baixa utilização do transformador para avaliar se as tensões estão elevadas.
- Observar a existência de ruídos anormais.
- Registrar as ocorrências as ocorrências na rede ou nas instalações que afetem o transformador.
- Aspectos visuais e de conservação: observar o aparecimento de pontos escurecidos no isolamento, amassados, poeira, descargas elétricas nos pontos condutores, pontos de oxidação ou fatores externos como água.
- Limpar a subestação periodicamente, conforme a necessidade.

3.2.1.1.2 Manutenções preventivas

Apresenta-se as verificações que são feitas periodicamente nas rotinas de manutenção sempre que o transformador for desligado ou quando as inspeções apontarem a necessidade.

- Limpar todo o transformador.
- Limpar o sistema de refrigeração.
- Testar o acionamento e funcionamento dos ventiladores.
- Verificar a pressão dos contatos dos terminais de alta e baixa tensão.
- Verificar a conexão do aterramento.
- Verificar o sistema de comutação.
- Testar o funcionamento da proteção térmica.
- Verificar se não houve sobreaquecimento nos terminais de ligação.

3.2.1.1.3 Ensaios e manutenções preditivas

Os ensaios elencados nesta seção são feitos periodicamente, considerando o tipo do transformador e sua importância dentro da instalação. Sendo normal um período de seis meses entre os ensaios.

- Ensaio de relação de transformação.
- Ensaio do fator de potência.

Ensaio de resistência de isolamento: nos transformadores, o ensaio permite diagnosticar falhas na isolação entre o enrolamento de alta e a massa, entre o enrolamento de baixa e a massa, e entre o enrolamento de alta e o enrolamento de baixa, através da aplicação de uma tensão ente os pontos ensaiados. Assim como no ensaio da relação de transformação, o ensaio da resistência de isolação exige desconectar todos os cabos e barramentos e os afastar dos terminais do transformador, porém estes terminais de alta são curto-circuitados entre si, assim como os terminais de baixa. O Quadro 3 demonstra valores recomendáveis para as resistências de isolação.

Quadro 3 - Valores de resistência de isolamento.

| Tensão nominal do enrolamento | Resistência de isolamento (MΩ) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|
| | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C |
| Maior ou igual a 66 kV | 1.200 | 600 | 300 | 150 | 75 |
| De 22 kV a 44 kV | 1.000 | 500 | 250 | 125 | 65 |
| De 6,6 kV a 10 kV | 800 | 400 | 200 | 100 | 50 |
| Abaixo de 6,6 kV | 400 | 200 | 100 | 50 | 25 |

Fonte: (BARROS; GEDRA, 2011).

- Medição dos índices de absorção e polarização: é feita para melhor avaliação das condições do isolamento.

- Ensaio de resistência Ôhmica dos enrolamentos: os valores de resistência dos enrolamentos do transformador ensaiados são comparados com os valores de fábrica para avaliar a existência de espiras em curto-circuito e conexões ou contatos em condições ruins de condução.

Além disso, é importante calcular o desequilíbrio percentual das resistências entre as três fases em relação à média das resistências e garantir que o desequilíbrio não passe de 1%, para evitar o desequilíbrio de tensão do transformador, conforme sugerido por CST Arcelor Brasil (2005).

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \quad (2)$$

$$R_n = \frac{R_n - R_m}{R_m} \times 100\% \quad (3)$$

Onde: R_m é a média das resistências nas três fases

R_n é a resistência em cada uma das três fases

n é a indicação da fase

- Inspeção termográfica: faz-se este tipo de inspeção em busca de pontos de aquecimento anormal no transformador e suas conexões.

- Inspeção por ultrassom: este ensaio permite ouvir ruídos provenientes de descargas parciais em fase inicial.

3.2.1.1.4 Manutenções corretivas

Se durante as inspeções ou a manutenção preventiva algo de anormal é detectado, deve-se adotar ações corretivas. O Quadro 4 mostra as causas de defeitos e correções possíveis conforme recomendação da WEG (2010).

Quadro 4 - Ações corretivas em caso de ocorrência no transformador seco.

| ANORMALIDADE | CAUSA PROVÁVEL | CORREÇÃO |
|--|---|---|
| Sobreaquecimento nos terminais AT, BT e pontos de conexão e painel de comutação. | Mau contato. | Limpeza de áreas de contatos. Reapertar porcas e parafusos. |
| Sobreaquecimento do transformador | Sobrecarga acima do previsto. | Diminuir carga. Aumentar a refrigeração. |
| | Circulação de ar de refrigeração insuficiente. | Limpar canais de ar de refrigeração do transformador. Verificar dutos e aberturas para circulação de ar de refrigeração quanto ao dimensionamento e às obstruções. |
| | Temperatura do ar de refrigeração acima da temperatura prevista. | Diminuir carga. Aumentar a circulação de ar da refrigeração. |
| Atuação do relé de proteção (alarme e/ou desligamento) | Sobreaquecimento do transformador. | Conforme o item 2 desta tabela. |
| | Falta de tensão de alimentação do relé. | Verificar a tensão de alimentação no relé. Verificar funcionamento correto do relé e fiação. |
| Descargas entre terminais de alta tensão. Descargas entre o(s) terminal(ais) de alta tensão e a massa. | Redução da resistividade superficial do material isolante por existência de corpos estranhos. | Limpeza geral, com remoção dos corpos estranhos depositados na superfície. |
| Descargas entre os terminais de alta e baixa tensão. Descarga entre o(s) terminal(ais) de baixa tensão e a massa. | Destruição do material isolante devido à sobretensões, sobreaquecimento ou esforços mecânicos acima do previsto. | Substituição ou reparo da peça danificada. |
| Ruído excessivo | Tensão mais elevada que a prevista. Assentamento não uniforme da base do transformador. Ressonância com superfície ao redor do equipamento. | Verificar a tensão correta e ajustar ao TAP mais adequado. Verificar a existência de superfícies metálicas (painéis, armários, dutos, portas, etc.) soltas com possibilidade de vibrações. |
| | Ressonâncias transmitidas pelas ligações. | Instalação de elementos flexíveis entre os terminais do transformador e os condutores da instalação. |

Fonte: (Manual - Transformadores seco, WEG, 2010).

3.2.1.2 Transformadores de potência a óleo

Este tipo de transformador exige basicamente as mesmas rotinas de manutenção que o modelo de transformador seco. Mas, os equipamentos de médio e grande porte possuem alguns componentes e acessórios para proteção e indicação que dão confiabilidade ao sistema.

A certificação do funcionamento desses os componentes e acessórios acarreta em mais rotinas de manutenção e alguns outros ensaios, desnecessários para o transformador seco.

A Figura 17 mostra um transformador de potência a óleo e seus componentes: (1) buchas de alta tensão; (2) buchas de baixa tensão e neutro; (3) tampa de inspeção; (4) gancho para suspensão do transformador; (6) placa de identificação; (7) caixa de ligação de acessórios; (8) terminal de aterramento; (9) indicador de nível de óleo; (10) indicador de temperatura de óleo; (11) válvula para ligação de filtro prensa; (12) acionamento externo do comutador; (13) radiadores; (14) rodas bidirecionais lisas; (15) válvula de alívio de pressão; (16) relé de gás Buchholz; (17) secador de ar; (19) conservador; (20) válvula de drenagem de filtro e amostra; (21) apoio para macaco.

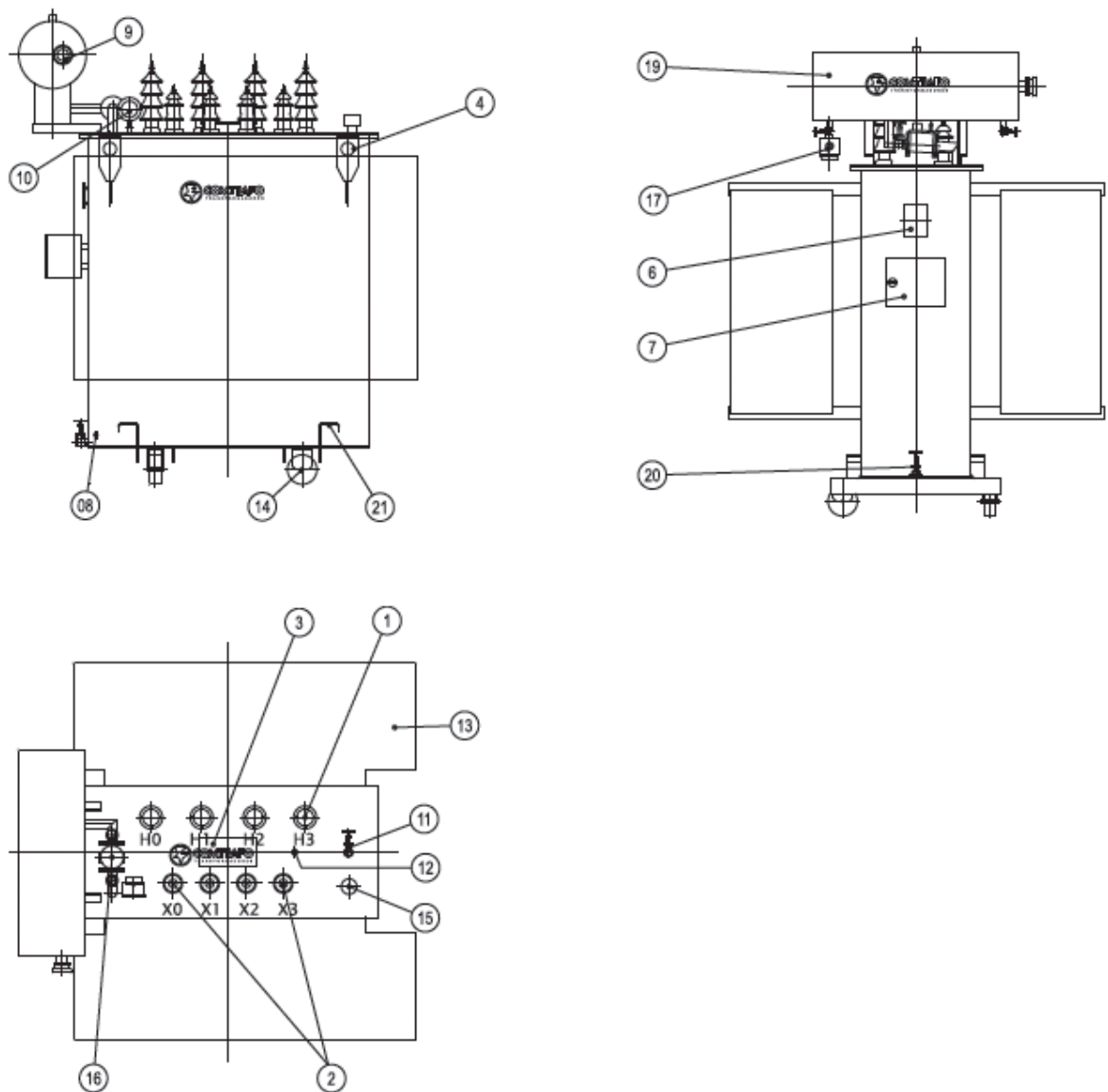
3.2.1.2.1 Inspeções rotineiras

Deve-se repetir diariamente as mesmas inspeções e registros feitos para o transformador de potência seco e acrescentar as duas verificações abaixo.

- Registrar a temperatura do óleo isolante.
- Registrar nível de óleo isolante no tanque do transformador.

Assim como no transformador seco, preferencialmente, deve-se fazer estas inspeções nos períodos de maior demanda do equipamento, para certificar-se que os valores nominais não estão sendo ultrapassados.

Figura 17 - Transformador a óleo e seus componentes



Fonte: (COMTRAFO S.A. **Catálogo:** Transformadores de distribuição. 2013).

3.2.1.2.2 Manutenções preventivas

Todos os ensaios aplicados aos transformadores secos também são aplicados aos transformadores a óleo, e deve-se acrescentar as rotinas de manutenção para os acessórios e componentes dos transformadores a óleo, conforme apresenta-se nesta seção.

a) Buchas: permitem a conexão dos condutores elétricos externos com o interior do transformador, mas impedem o contato com a carcaça do tanque.

- Semestralmente deve-se: buscar por vazamentos e verificar o nível do óleo isolante.

- Trienalmente deve-se: buscar por trincas ou partes quebradas, inclusive no visor do óleo; verificar a fixação; verificar as condições e alinhamento dos centelhadores; verificar o aperto e conexão de conectores, cabos e barramentos e limpar as porcelanas.

b) Tanque e radiadores: o tanque contém as partes vivas do transformador e serve de recipiente para o óleo isolante, que também é usado para refrigerar as partes vivas. Cabe aos radiadores ajudar na troca de calor do óleo com ambiente, aumentando a superfície de contato entre os fluídos interno e externo.

- Semestralmente deve-se: verificar a existência de vibração do tanque e das aletas dos radiadores; buscar por vazamentos na tampa, nos radiadores, no comutador de derivações, nos registros e bujões de drenagem; avaliar o estado da pintura quanto a eventuais pontos de oxidação; verificar o estado dos indicadores de pressão (para transformadores selados); avaliar as condições das bases quanto ao nivelamento e possíveis trincas e conferir a correta posição das válvulas dos radiadores.

- Trienalmente deve-se verificar todas as conexões de aterramento (tanque, neutro, etc.).

c) Conservador: é um tanque usado para compensar as variações de volume do óleo no tanque do transformador decorrentes das oscilações de temperatura e pressão. O conservador fica instalado a uma altura suficiente para garantir a presença de óleo nos componentes internos do transformador que necessitem deste fluído.

Este acessório possui conexões de outros acessórios como o indicador de óleo, o secador de ar, o relé de gás e válvulas de enchimento e drenagem. Um acessório opcional para o conservador de óleo é a bolsa de borracha, que evita o contato direto do óleo com o ar atmosférico através do secador de ar com sílica-gel.

- Semestralmente deve-se: verificar a existência de vazamento e verificar o nível do óleo isolante.

- Trienalmente deve-se: confirmar a abertura total dos registros entre o conservador e o tanque e verificar se o conservador está fixo.

d) Termômetros de óleo e enrolamento: o termômetro de óleo permite medir a temperatura instantânea do óleo do transformador no ponto mais quente, logo abaixo da tampa, pode também registrar a temperatura máxima alcançada e acionar um ventilador para

ventilação forçada num primeiro nível de temperatura, depois um alarme se a temperatura se elevar, e, finalmente, acionar o desligamento em último caso.

Figura 18 – Modelos de termômetros de óleo.



Fonte: (WEG, **Manual de instalação e manutenção para transformadores a óleo**, 2010).

O Quadro 5 ilustra temperaturas de trabalho para um transformador a óleo da marca WEG, conforme o catálogo do fabricante.

Quadro 5 - Temperaturas de trabalho de transformadores.

| Elevação da temperatura admissível (°C) | Temperatura de acionamento da ventilação forçada (°C) | Temperatura de alarme (°C) | Temperatura de desligamento (°C) |
|---|---|----------------------------|----------------------------------|
| 55 | 75 | 85 | 95 |
| 65 | 85 | 95 | 105 |

Fonte: (WEG. **Manual de instalação e manutenção para transformadores a óleo**, 2010).

Já o termômetro de enrolamento permite a medição indireta da temperatura do enrolamento do transformador, que é o ponto mais quente desta máquina elétrica. Um transformador de corrente, ligado no secundário do transformador de potência, fornece corrente para uma resistência de aquecimento. Esta resistência aquece o óleo já aquecido pelo óleo do transformador, ou seja, o termômetro indica a soma da temperatura do óleo e do enrolamento do transformador.

Figura 19 – Modelos de termômetros de enrolamento.



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

- Semestralmente deve-se: verificar o funcionamento dos indicadores de temperatura; anotar os valores de temperatura e verificar o estado da pintura e possíveis pontos de oxidação.

- Trienalmente deve-se: verificar os estados dos tubos capilares dos termômetros; verificar o nível de óleo na bolsa e calibrar e aferir os termômetros.

e) Sistema de ventilação: ajuda na troca de calor do óleo isolante, forçando um maior fluxo de ar com temperatura inferior que a do óleo sobre os radiadores.

- Semestralmente deve-se: também verificar a existência de aquecimento, vibração ou ruído anormal no sistema de ventilação; verificar a vedação a intempéries, verificar se está corretamente fixado; avaliar as condições da pintura e oxidação dos ventiladores; acionar manualmente o sistema; verificar os circuitos de alimentação e verificar as condições de conservação das pás e grades de proteção.

f) Sistema de circulação de óleo: serve para forçar a circulação do óleo no interior do transformador auxiliando na troca de calor com o exterior.

- Semestralmente deve-se: verificar a existência de aquecimento, vibração ou ruído anormal do sistema de circulação de óleo; buscar por vazamentos na bomba de circulação

forçada do óleo; verificar os circuitos de comando, controle e alimentação; verificar os indicadores de fluxo e pressão.

g) Secador de ar: durante o aumento da carga ligada ao transformador ou com o aumento da temperatura ambiente, o óleo isolante expande-se expulsando o ar do conservador de óleo. Em condições contrárias, quando a carga diminui ou a temperatura ambiente cai, o óleo reduz de volume e permite a entrada de ar atmosférico no conservador devido à diferença de pressão entre o ambiente e interior do conservador. Para manter as propriedades dielétricas do óleo, o agente secador existente no secador de ar absorve a umidade do ar admitido. Este agente secador é um composto de sílica-gel e um indicador laranja (em alguns modelos) que aponta a necessidade de intervenção de acordo com a coloração que apresenta, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Relação entre a cor e o estado da sílica-gel do secador de ar.

| Coloração | Estado da sílica | Ação |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Laranja | Seca | Nenhuma |
| Amarelo | 20% de umidade absorvida | Processo de secagem em estufa |
| Amarelo claro | 100% de umidade absorvida (Saturada) | Substituição da sílica-gel |

Fonte: (SENAI SC, 2007).

- Semestralmente deve-se: verificar o estado de conservação, o nível de óleo da cuba; o estado das juntas e vedação, limpar o secador e avaliar as condições da sílica-gel.

h) Dispositivo de alívio de pressão: serve para impedir a ruptura ou deformação do tanque do transformador em caso de pressões internas elevadas.

- Trienalmente deve-se: verificar as condições da membrana, o funcionamento da micro-chave.

i) Relé Buchholz ou de gás: este acessório de proteção é o responsável por detectar a formação de gases originados por defeitos no interior do tanque, por exemplo, as descargas elétricas entre as partes vivas e a massa. O volume dos gases é proporcional à intensidade das descargas elétricas, e pode gerar um alarme ou ocasionar o desligamento dos disjuntores do transformador se alcançar o relé.

Recomenda-se que qualquer acionamento deste dispositivo seja investigado cuidadosamente, pois pode significar sérios problemas no transformador.

Figura 20 – Relé Buchholz.



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

- Semestralmente deve-se: verificar a presença de gás no visor e buscar por vazamento de óleo em juntas.

- Trienalmente deve-se: limpar o visor; verificar a fiação e testar o alarme de desligamento.

j) Relé de pressão súbita: usado em transformadores selados, tem o objetivo de detectar variações rápidas de pressão no centro do tanque, independentemente da pressão de operação do transformador, conforme SENAI SC (2007).

Figura 21 – Relé de pressão súbita.



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

- Semestralmente deve-se: buscar por vazamento e verificar as juntas, como apresentado para o relé Buchholz.

- Trienalmente deve-se: verificar os contadores no modelo tipo plugue e a fiação.

k) Comutadores de derivações: servem para ajustar as tensões fornecidas pelo transformador.

- Semestralmente, com o equipamento em carga, deve-se: verificar o nível de óleo do compartimento do comutador; avaliar as condições da caixa de acionamento motorizado quanto à limpeza, umidade, juntas de vedação, trincos e maçanetas, aquecimento interno, etc.; verificar a fiação, o motor e o circuito de alimentação.

- Trienalmente, com o equipamento sem tensão, deve-se: verificar o estado geral e as condições de funcionamento.

l) Caixa de terminais da fiação de controle e proteção: onde são feitas conexões elétricas dos componentes do transformador.

- Semestralmente deve-se: efetuar a limpeza; verificar o estado da fiação, blocos terminais, as juntas de vedação, trincos, maçanetas, o resistor de aquecimento, a iluminação interna e a fixação; buscar por sinais de corrosão e verificar os orifícios para aeração.

- Trienalmente deve-se: verificar os contadores, fusíveis, relés, chaves, a isolação da fiação e o aterramento do secundário dos transformadores de corrente, régua de bornes, identificação da fiação e componentes.

m) Ligações externas:

- Semestralmente deve-se verificar os circuitos de alimentação externos.

- Trienalmente deve-se verificar o aterramento.

Lembrando que, as rotinas semestrais que exigem o desligamento do transformador para execução, podem ser dispensadas.

3.2.1.2.3 Ensaios e manutenções preditivas

- Inspeção termográfica: periodicamente, deve-se fazer este tipo de inspeção em busca de pontos de aquecimento anormal no transformador e suas conexões.

Anualmente, deve-se fazer os seguintes ensaios no óleo isolante.

- Análise físico-química do óleo isolante.
- Análise de gases dissolvidos no óleo isolante ou cromatografia.

E, trienalmente, os seguintes ensaios, são feitos.

- Ensaiar o fator de potência do transformador.
- Ensaiar o fator de potência e capacitância das buchas, se providas de derivações capacitivas.
- Testar o isolamento com corrente contínua do transformador.
- Ensaiar a relação de transformação.
- Testar a resistência elétrica dos isolamentos.

A periodicidade dos ensaios pode ser alterada em função do tipo de construção do transformador e o local de instalação.

3.2.1.2.4 Manutenções corretivas

Se durante a inspeção de rotina detectar-se alguma das ocorrências listadas no Quadro 7, deve-se agir conforme sugerido no mesmo quadro.

Quadro 7 - Ações corretivas em caso de ocorrência no transformador a óleo.

| ANORMALIDADE | AÇÃO |
|---|--|
| Ruído interno anormal. | Desligar imediatamente. |
| Vazamento significativo de óleo. | |
| Aquecimento excessivo dos conectores, observando os critérios estabelecidos pela inspeção termográfica. | |
| Relé de gás atuado. | |
| Sobreaquecimento de óleo ou dos enrolamentos detectados através dos termômetros e imagens térmicas. | |
| Vazamento de óleo que não oferece risco imediato de abaixamento perigoso do nível. | Programar o desligamento para correção. |
| Aquecimento nos conectores, observando os critérios estabelecidos pela inspeção termográfica. | |
| Desnívelamento da base. | |
| Anormalidades constatadas nos ensaios de óleo, obedecendo aos limites fixados na NBR 5356. | |
| Trinca ou quebra do diafragma de válvula de segurança. | |
| Defeitos nos acessórios de proteção e sinalização. | Bloquear a operação do comutador e programar o desligamento para correção. |
| Irregularidades no funcionamento do comutador de derivações em carga. | |

Fonte: (WEG, Manual – Transformador a óleo até 4.000 kVA, 2010).

3.2.2 Para-raios ou resistor não linear

Os para-raios são dispositivos que protegem as instalações contra surtos de tensão elevada, que têm origem nas descargas atmosféricas e manobras da rede, limitando a sobretensão a níveis suportáveis pela instalação elétrica. Normalmente, os para-raios são montados na primeira estrutura a montante do transformador de entrada, protegendo a instalação logo na entrada.

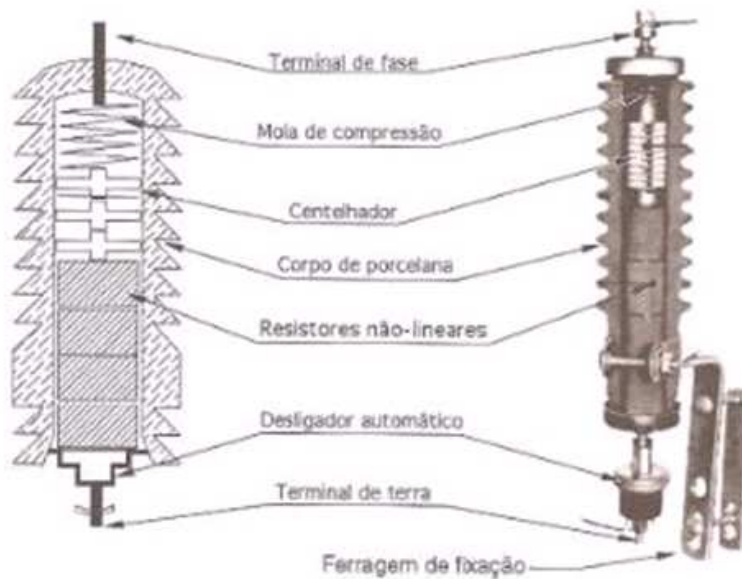
A proteção dos equipamentos elétricos contra as descargas atmosféricas é obtida através de para-raios que utilizam as propriedades de não-linearidade dos elementos de que são fabricados para conduzir as correntes de descargas associadas às tensões induzidas nas redes e em seguida interromper as correntes subsequentes (MAMEDE FILHO, 2005, p. 1).

Ou seja, os elementos de fabricação dos para-raios permitem a passagem de corrente para o condutor de aterramento quando certo nível de tensão, superior ao nível de tensão nominal do sistema, é alcançado.

Comumente, encontram-se dois tipos de para-raios:

- a) Para-raios de Carboneto de Silício
- b) Para-raios de Óxido de Zinco

Figura 22 - Para-raios.



Fonte: (MAMEDE FILHO, 2005).

3.2.2.1 Inspeções rotineiras

Diariamente, deve-se: verificar se o dispositivo desligador automático foi acionado e verificar a existência de ruído anormal, que indiquem o efeito Corona.

3.2.2.2 Manutenção preventiva

Anualmente, deve-se: verificar as condições dos isoladores de porcelana, se não existem trincas ou rachaduras; buscar por sinais de corrosão na membrana de alívio de sobrepressão e nos suportes de fixação; reapertar as conexões de fase e terra; buscar por pontos aquecidos nas conexões e limpar o corpo do para-raios.

Estas atividades são feitas se a distância da rede elétrica a montante do para-raios permitir ou se a rede elétrica estiver desligada.

3.2.2.3 Ensaio e manutenção preditiva

- Inspeção termográfica: periodicamente, faz-se este tipo de inspeção em busca de pontos de aquecimento anormal no para-raios e suas conexões.

Periodicamente, deve-se fazer os ensaios abaixo também. Sob a condição de se ter condições seguras para a atividade, pois o terminal de fase está ligado à rede da concessionária que pode estar energizada.

- Ensaio de resistência de isolamento: é realizado com o megôhmetro, com tensão mínima de 2.500 V, em busca de correntes de fuga. Os resultados são comparados com resultados anteriores para detecção de penetração de umidade e carbonização da porcelana. O ensaio de resistência de isolamento é feito entre os terminais de entrada e de aterramento de cada elemento que compõe o para-raios e sobre o conjunto formado pelos diversos elementos, quando for o caso.

- Ensaio de perdas dielétricas: é feito individualmente nos elementos do para-raios com a intenção de facilitar o reconhecimento de falhas e permitir a comparação entre os resultados de cada elemento.

Como os valores de perdas dielétricas dependem do tipo de para-raios e do fabricante, a melhor forma de analisar os resultados dos testes é a comparação com os resultados de testes anteriores. Se em um ano as perdas dielétricas se elevarem em 20% ou mais, deve-se aumentar a frequência do teste para trimestralmente, confirmando-se o aumento anormal das perdas dielétricas, reparos são feitos.

- Inspeção por ultrassom: este ensaio permite ouvir ruídos provenientes de descargas parciais em fase inicial.

3.2.2.4 Manutenção corretiva

O Quadro 8 apresenta alguns defeitos e algumas ações possíveis, em caso de anormalidade durante as inspeções ou ensaios.

Quadro 8 - Possíveis defeitos em para-raios.

| Defeito | Causa provável | Ação |
|---------------------------------------|---|--|
| Elevação das perdas dielétricas. | Sujeira interna ou externa no para-raios. | Efetuar a limpeza. |
| | Oxidação nos terminais. | Eliminar os pontos de oxidação. |
| | Rachadura e fissuras na porcelana. | Efetuar o reparo se possível ou substituir a peça. |
| Elevação da temperatura nos terminais | Mau contato entre as partes. | Reapertar as conexões. |

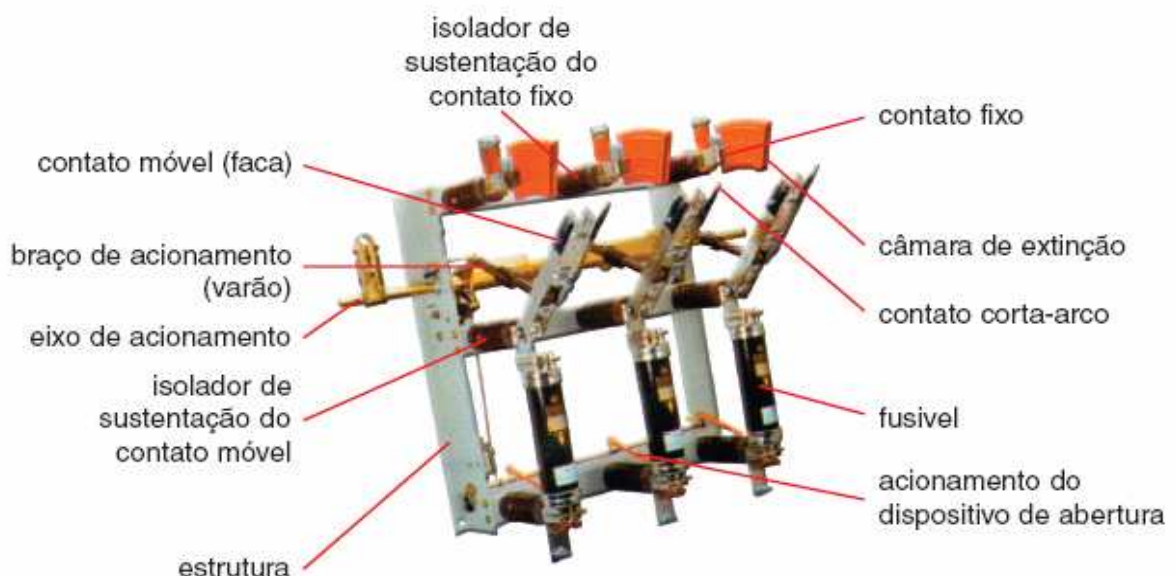
Fonte: Adaptado de (SENAI SC, 2007).

3.2.3 Chave seccionadora

As chaves seccionadoras têm a finalidade de seccionar e isolar o circuito elétrico. Além disso, o fusível protege o circuito contra sobrecorrentes, sendo este um componente fundamental de uma instalação elétrica.

Existem modelos de chaves seccionadoras para operação sem carga, que possibilitam a manobra de circuito somente com a corrente de magnetização do transformador, e outros modelos para operação em cargas limitadas, para isso a chave possui uma câmara de extinção de arco, conforme Figura 23.

Figura 23 - Ilustração de uma chave seccionadora com fusível limitador de corrente.



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

3.2.3.1 Manutenções preventivas

As manutenções preventivas das chaves seccionadoras exigem uma cuidadosa avaliação preliminar de risco, da mesma forma que os para-raios exigem, já que as chaves seccionadoras podem também estar com os contatos fixos energizados.

Mas se as condições de segurança são satisfatórias, deve-se:

- Verificar a abertura e o fechamento da chave seccionadora.
- Verificar a simultaneidade da abertura e fechamento das fases.
- Verificar o estado de conservação e pontos de oxidação em todos os componentes da chave seccionadora.
 - Efetuar a limpeza de toda a seccionadora.
 - Reapertar as conexões elétricas e componentes mecânicos, como varão, articulações e partes rotativas.
 - Lubrificar as partes móveis da chave seccionadora.
 - Buscar trincas e rachaduras nos isoladores e garantir sua fixação.
 - Verificar se os elos fusíveis condizem com o projeto.
 - Para os modelos de seccionadoras motorizadas, incluem-se as seguintes rotinas:
 - Limpar a caixa de comando.
 - Lubrificar as engrenagens.
 - Reapertar os parafusos dos bornes.
 - Verificar o funcionamento das chaves fim de curso.

3.2.3.2 Ensaios e manutenções preditivas

Os ensaios aplicáveis às chaves seccionadoras são:

- Ensaio de resistência de isolamento: permite verificar se há fuga de corrente nos bastões de acionamento e isoladores em relação à carcaça do equipamento. Com a chave seccionadora fechada, deve-se conectar o megôhmetro entre os contatos e a carcaça da chave seccionadora para as três fases.

- Ensaio de resistência de contato: permite monitorar se os contatos da chave seccionadora não estão com valores de resistência elevados, impedindo uma boa condução de

corrente. Neste ensaio, com o aparelho microhmímetro, aplica-se uma corrente de 100 A entre os terminais de entrada e saída de cada fase, para registro da resistência.

- Inspeção termográfica: feita com a chave seccionadora fechada, permite avaliar pontos de aquecimento decorrentes de mau contato por oxidação e má fixação nos contatos elétricos. Este ensaio pode também antecipar a detecção de elevação na resistência dos contatos.

- Inspeção por ultrassom: este ensaio permite ouvir ruídos provenientes de descargas parciais em fase inicial.

3.2.3.3 Manutenções corretivas

Quando há uma anormalidade detectada nas inspeções ou rotinas de manutenção preventiva, deve-se corrigir o defeito antes de recolocar o equipamento em funcionamento. Algumas falhas neste equipamento são de caráter mecânico, tais como atraso ou adiantamento na abertura ou fechamento em uma das fases, ou emperramento do mecanismo de abertura e fechamento, podem exigir apenas ajustes.

E em outros casos como elos fusíveis danificados, será necessária a substituição do componente.

3.2.4 Disjuntor

Entre as funções do disjuntor na instalação está a condução e a interrupção das correntes nominal e de curto-circuito, sendo que neste caso a condução é por tempo limitado. Durante a manobra, principalmente de abertura do disjuntor, um arco elétrico é formado liberando uma grande energia térmica que pode danificar os componentes do disjuntor. Para evitar tais danos, os disjuntores são providos de um sistema de extinção de arco elétrico. A tecnologia associada a este sistema dá nome ao modelo do disjuntor.

Os tipos de disjuntores mais comuns são:

- Disjuntor de grande volume de óleo (GVO)
- Disjuntor de pequeno volume de óleo (PVO)
- Disjuntor a sopro magnético
- Disjuntor a ar comprimido
- Disjuntor a vácuo
- Disjuntor a gás

Como o disjuntor pode ser exigido a interromper correntes de curto-circuito, ele está sujeito a grandes esforços elétricos, térmicos e mecânicos, e por isso sua manutenção deve ser cuidadosa.

Além disso, é recomendável que a periodicidade das inspeções seja conforme as recomendações do fabricante do disjuntor, ou anuais, ou a cada mil operações. Porém, se em seis meses não houver manobra do disjuntor, é recomendável fazer a manobra de desligar e religar manualmente para movimentação das partes mecânicas.

Figura 24 – Exemplo de disjuntor de média tensão a vácuo.



Fonte: (ABB, 2010).

3.2.4.1 Inspeções rotineiras

As inspeções de rotina nos disjuntores são as seguintes:

- Registrar o número de operação do disjuntor, quando existir, para avaliar se houve alguma manobra desde a última inspeção.
- Verificar se o indicador de posição do disjuntor está na posição correta.
- Verificar, através do sinalizador, se as molas estão carregadas para atuarem se solicitadas.
- Verificar as indicações e sinalizações dos relés.

3.2.4.2 Manutenções preventivas

Quanto às manutenções preventivas, deve-se atender os seguintes itens:

- Verificar o funcionamento, a lubrificação e a estanqueidade mecanismo de operação e comando mecânico.

- Verificar as condições dos contatos principais.
- Verificar o funcionamento e as condições do motor de carregamento das molas.
- Verificar a integridade dos circuitos de fechamento e abertura.
- Verificar as gaxetas e buchas quanto a vazamentos.
- Verificar o nível de óleo ou pressão de gás, mensalmente.
- Verificar trincas ou ressecamento dos isoladores e buchas.
- Verificar as conexões externas.
- Efetuar a limpeza geral do disjuntor.
- Verificar o alinhamento do sistema de inserção do disjuntor.

3.2.4.3 Ensaaios e manutenções preditivas

Anualmente, recomenda-se que:

- Ensaiar a resistência de isolamento.
- Ensaiar a resistência dos contatos.
- Ensaiar a rigidez dielétrica do óleo, para disjuntores isolados a óleo.
- Testar o tempo de abertura e fechamento dos contatos.
- Testar a simultaneidade dos contatos.
- Medir a tensão de comando de abertura e fechamento.
- Verificar o sistema de proteção primária com a injeção de corrente no circuito primário.
- Verificar as curvas de funcionamento dos relés.
- Provocar a atuação do disjuntor através da simulação de atuação dos relés.
- Medir o isolamento das hastes de acionamento, câmaras e isoladores, contra terra.

E com uma periodicidade inferior, fazer inspeção termográfica em busca de pontos de aquecimento.

3.2.4.4 Manutenções corretivas

Além da correção imediata em caso de uma anormalidade detectada, deve-se considerar as seguintes ações corretivas em disjuntores.

- Em caso de atuação do disjuntor por curto-circuito, deve-se testar a resistência de isolamento e a resistência de contato antes de religá-lo.
- Se o óleo isolante estiver com a rigidez dielétrica comprometida, o óleo deve ser substituído para disjuntores de grande volume de óleo. E para disjuntores de pequeno volume de óleo, deve-se substituir o óleo isolante conforme a recomendação do fabricante ou após seis desligamentos por curto-circuito.
- Em caso de dano nos contatos principais, recomenda-se a substituição ao invés de fazer reparos.

3.2.5 Condutores elétricos

Os fios e cabos para condução elétrica têm a vida útil e a confiabilidade influenciadas pela qualidade no processo produtivo, os materiais usados na cobertura e isolamento dos condutores, e fatores de serviço.

Os cabos elétricos são basicamente compostos por um ou mais condutores, sobrepostos individualmente pela camada de isolamento. E em alguns modelos de cabos elétricos, o conjunto de condutores isolados são protegidos pela cobertura.

O condutor é normalmente feito de cobre ou alumínio, sendo que as principais diferenças entre os materiais são a condutividade elétrica, o peso e os tipos de conexões elétricas.

Outra característica importante do condutor é sua constituição que vai de um fio maciço a vários fios mais fios agrupados. Quanto mais fios, maior o grau de flexibilidade do condutor, ou classe de encordoamento. O Quadro 9 apresenta os tipos de condutores:

Figura 25 - Tipos de cabos elétricos de potência em baixa tensão.



Quadro 9 - Tipos de condutores e suas características.

| Nome | Composição | Características | Ilustração |
|-------------------------------|--|--|------------|
| Fio | Um único elemento condutor. | Mais barato; Flexibilidade reduzida. Pequenas seções transversais. | |
| Condutor encordado | Uma série de fios elementares, reunidos e torcidos entre si. | Grande flexibilidade. | |
| Condutor encordado compactado | Uma série de fios elementares, reunidos e com os espaços entre si reduzidos. | Menor diâmetro que o condutor encordado. Menos flexível. | |
| Condutor flexível | Reúne um grande número de fios elementares com diâmetro reduzido. | Mais flexível que o condutor encordado. | |

Fonte: Adaptado de (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

A isolação do condutor está sujeita ao campo elétrico, que é confinado no cabo pela isolação e por isso influencia na determinação da espessura da isolação. A dissipação de calor por efeito Joule no condutor em regime permanente de trabalho, em regime de sobrecarga ou em regime de curto-circuito, também afeta a isolação.

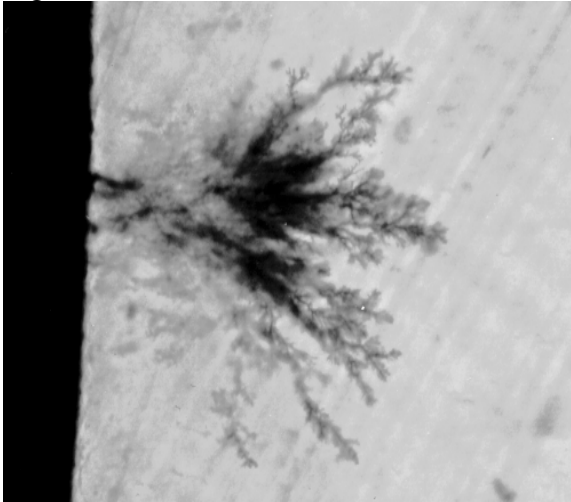
A temperatura pode degradar o isolamento através de uma fonte pontual de calor, por exemplo, um mau contato em uma conexão ou emenda. Ou, pelo calor gerado ao longo do cabo, devido à circulação de corrente ou à baixa troca de calor do cabo com o ambiente por excesso de cabos agrupados na mesma calha.

Os cabos, unipolares ou multipolares, têm uma cobertura para proteção da isolação contra danos e agentes externos, como: cortes, agentes químicos, impactos, abrasão, etc. Durante a instalação, danos como esforços excessivos, raios de curvatura reduzidos, danos no isolamento e emendas ou conexões mal feitas, podem reduzir a vida útil ou inutilizar o cabo.

Assim como, a combinação de água e campo elétrico pode causar o fenômeno de arborescência no material isolante extrudado.

A degradação por arborescência é detectada através de testes uma vez que reduz a rigidez elétrica e aumenta o fator de dissipação, a corrente de fuga e as descargas parciais.

Figura 26 – Efeito de arborescência no isolamento de um cabo



Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

3.2.5.1 Manutenções preventivas

As inspeções nos cabos elétricos isolados são compostas por:

- Inspeção visual das emendas e terminações.
- Prevenir e combater a presença de roedores.
- Medir a corrente de trabalho.
- Medir a tensão de trabalho.
- Buscar por tensões mecânicas no cabo.

3.2.5.2 Ensaios e manutenções preditivas

Periodicamente, deve-se:

- Inspeção termográfica: buscando por pontos aquecidos nas conexões e ao longo do cabo.
- Teste de resistência de isolamento.

• Ensaio de tensão aplicada: este teste demonstra a integridade do cabo e seus acessórios e pode ser feito com tensão contínua ou alternada. Como os equipamentos em tensão contínua são mais baratos e mais fáceis de manusear, dá-se preferência a este tipo de tensão.

O Quadro 10 apresenta os valores de tensão em corrente contínua utilizada para ensaios.

Quadro 10 - Valores de tensão aplicada para ensaio de cabos condutores.

| Tensão nominal (kV) | Na data do teste | | | |
|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | Cabo em garantia | | Cabo fora da garantia | |
| | Tensão de teste (kV) | Tempo de teste (min) | Tensão de teste (kV) | Tempo de teste (min) |
| 0,6 / 1,0 | 5,5 | 5,0 | 1,4 | 5,0 |
| 1,8 / 3,0 | 10,0 | | 4,3 | |
| 3,6 / 6,0 | 17,2 | | 8,6 | |
| 6,0 / 10,0 | 23,4 | | 14,4 | |
| 8,7 / 15,0 | 34,4 | | 20,8 | |
| 12,0 / 20,0 | 46,8 | | 28,8 | |
| 15,0 / 25,0 | 58,5 | | 36,0 | |
| 20,0 / 35,0 | 78,0 | | 48,0 | |

Fonte: (CST ARCELOR BRASIL, 2005).

Estas tensões são aplicadas entre cada condutor e sua blindagem para cabos com vias blindadas individualmente e entre o cada condutor e os demais condutores em cabos multipolares sem blindagem. E a aplicação da tensão deve ocorrer gradativamente até o valor de ensaio no intervalo de 10 a 60 segundos, e ser mantida durante o tempo especificado.

Devido aos valores elevados de tensão, nem todos aceitam a execução deste tipo de ensaio, pois pode acelerar a degradação do isolamento do condutor que já tiver indícios do fenômeno de arborescência, e por não oferecer informações da evolução da degradação do isolamento. Se não ocorrer a perfuração em qualquer nível do dielétrico o cabo é considerado aprovado.

Como alternativa, pode-se realizar o teste de tensão elétrica aplicando-se degraus de tensão e se monitorando a corrente de fuga, para evitar a ruptura do dielétrico e o fim da vida útil do cabo. Além de permitir um melhor monitoramento das condições do cabo.

Usando o mesmo aparelho de teste de tensão contínua convencional, deve-se dividir o valor da tensão de ensaio no mínimo por cinco e no máximo por dez degraus, e incrementar cada degrau a cada um minuto, registrando o valor da corrente de fuga com um minuto do degrau de tensão aplicado. Quando for atingido o valor da tensão de ensaio, esta tensão deve ser mantida pelo tempo determinado no Quadro 10.

Se em algum momento a corrente de fuga se elevar rapidamente, o teste deve ser interrompido, pois isso pode indicar o rompimento do dielétrico do cabo.

- Inspeção por ultrassom: este ensaio permite ouvir ruídos provenientes de descargas parciais em fase inicial.

3.2.5.3 Manutenções corretivas

Os tipos de manutenções corretivas aplicáveis a cabos elétricos são:

- Eliminar a presença de água no leito onde está depositado o cabo.
- Apertar ou substituir as conexões aquecidas.
- Substituir os cabos com o isolamento danificado.

3.2.6 Cubículos e painéis elétricos

Este componente é vital na instalação elétrica predial, pois concentra os dispositivos responsáveis pela proteção, seccionamento, distribuição, controle e medição da energia para as unidades da instalação.

A variedade de modelos, aplicações e custo destes painéis é grande. Mas os painéis elétricos normalmente são compostos por chapas de aço, fechando por todos os lados os acessos as partes vivas.

O objetivo da manutenção nestes painéis é afastar a poeira e a umidade dos componentes internos, para garantir o perfeito funcionamento dos mesmos.

3.2.6.1 Inspeções rotineiras

As inspeções de rotina para este tipo de equipamento consistem em:

- Registrar os valores das grandezas mostradas nos instrumentos de medição.
- Limpar as partes externas e desernegizadas.
- Verificar as identificações do painel e seus componentes.

3.2.6.2 Manutenções preventivas

As rotinas de manutenção de um painel elétrico são:

- Limpeza interna e externa.
- Reaperto das conexões.
- Verificar o funcionamento dos instrumentos de medição.
- Verificar o funcionamento da sinalização.
- Verificar a estanqueidade do painel contra poeira e umidade.
- Buscar por pontos aquecidos ou oxidados.
- Verificar a fixação dos acessos às partes internas tais como, portas.
- Verificar os isoladores se não estão sujos ou trincados.
- Verificar se os condutores de terra estão firmemente conectados à barra de terra.
- Verificar as condições e o posicionamento dos barramentos e cabos.
- Verificar os mecanismos de inserção e extração dos componentes.
- Observar a existência de odores como ozônio.
- Observar a existência de descargas superficiais.

3.2.6.3 Ensaios e manutenções preditivas

Apresenta-se nesta seção os ensaios aplicáveis em painéis elétricos e cubículos.

• Inspeção termográfica: deve-se fazer periodicamente para buscar pontos de aquecimento que indicam a necessidade de intervenção.

• Teste de isolamento: deve-se fazer para avaliar a possibilidade de arcos voltaicos e fugas de corrente por causa do baixo isolamento. Para isso, aplica-se um ou mais métodos: ensaio de resistência de isolamento; ensaio de corrente de fuga, sob o risco de acelerar a degradação do isolante; ensaio do fator de potência.

• Inspeção por ultrassom: este ensaio permite ouvir ruídos provenientes de descargas parciais em fase inicial.

3.2.6.4 Manutenções corretivas

As correções neste tipo de componente da instalação elétrica, basicamente, consistem em corrigir falhas e defeitos em seus componentes internos tais como, substituição de disjuntor, fixação da identificação dos circuitos, reapertar as conexões frouxas e limpeza.

3.2.7 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) também é um componente indispensável para a proteção da instalação predial, principalmente, pelos valores elevados das correntes envolvidas e a grande incidência dessas descargas no território brasileiro.

O grande objetivo da manutenção no SPDA é manter a boa condução da corrente proveniente das descargas atmosféricas.

3.2.7.1 Manutenções preventivas

O procedimento de manutenção do SPDA é basicamente inspecionar as condições dos componentes do SPDA com uma frequência anual. Segundo a NBR 5419, deve-se avaliar os seguintes itens:

- Verificar se o SPDA está de acordo com o projeto.
- Verificar se os componentes do SPDA estão em boas condições, sem oxidação ou corrosão.
- Verificar se não existem pontos abertos no circuito.
- Verificar a fixação e conexão dos componentes.
- Verificar se os cabos estão esticados.
- Verificar existe pontos das instalações que não estão protegidos pelo SPDA.
- Verificar se os condutores de descida estão realmente em contato com a edificação.
- Verificar se as derivações estão ligadas diretamente à malha, e não em outra derivação.
- Verifica se os condutores não estão dobrados ou com o raio de curvatura menor que necessário.
- Verificar o aterramento de eletrodutos de proteção em ferro.

3.2.7.2 Ensaios e manutenções preditivas

Os ensaios assim como as inspeções são feitos periodicamente, porém a periodicidade é determinada pelo tipo de ocupação do prédio e sua localização, compondo uma inspeção completa.

- “a) 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;
- b) 3 anos, para estruturas destinadas a grandes concentrações públicas (por exemplo: hospitais, escolas, teatros, cinemas, estádios de esporte, centros comerciais e pavilhões), indústrias contendo áreas com risco de explosão, conforme a NBR 9518, e depósitos de material inflamável;
- c) 1 ano, para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.).” (NBR 5419, 2001, p. 17)

Os ensaios feitos na inspeção completa são:

- Medir o valor da resistência de aterramento conforme o arranjo e dimensões do sistema e a resistividade do solo.
- Testar a continuidade de armaduras de um edifício que use a estrutura como parte integrante do SDPA.

Além dos itens acima, necessita-se arquivar dados como o relatório de verificação de necessidade do SPDA e de seleção do respectivo nível de proteção, desenhos em escala, os dados sobre a natureza e a resistividade do solo, e um registro de valores medidos de resistência de aterramento a ser atualizado nas inspeções periódicas.

3.2.7.3 Manutenções corretivas

Deve-se corrigir imediatamente qualquer defeito encontrado, e uma nova inspeção completa é feita em decorrência dos reparos ou se ocorrer uma descarga atmosférica no sistema.

3.2.8 Sistema de aterramento

No sistema de aterramento, o objetivo da manutenção é garantir que todas as interligações e a malha de terra conduzem a corrente da falta para o eletrodo de terra, garantindo os níveis seguros de tensões de passo e toque.

3.2.8.1 Manutenções preventivas

Durante uma manutenção preventiva deve-se:

- Verificar se as estruturas metálicas estão corretamente conectadas à malha de terra.
 - Verificar se as carcaças dos equipamentos elétricos estão aterradas.
 - Verificar se não existem curvas acentuadas nos condutores de aterramento.
 - Reapertar as conexões ligadas à malha e à barra de terra, inclusive nos painéis.
 - Verificar se as portas e as estruturas metálicas dos painéis estão aterradas.
 - Verificar a conexão dos condutores de aterramento do centro da ligação em estrela de transformadores e geradores.
- Inspecionar a resistência e reatância de aterramento para garantir as boas condições dos isoladores e buscar sinais de deterioração dos elementos resistivos e reativos.

3.2.8.2 Ensaios e manutenções preditivas

Mede-se a resistência de aterramento e a resistência de isolamento do resistor de aterramento, quando este existir.

3.2.8.3 Manutenções corretivas

Em caso de dúvida sobre a integridade da malha de terra, deve-se injetar corrente no condutor e calcular a resistência ôhmica do condutor. Mas se persistir a dúvida, deve-se instalar uma nova malha junto à malha antiga.

3.2.9 Banco de capacitores

A finalidade do banco de capacitores dentro das instalações elétricas é corrigir o fator de potência para atender as exigências da concessionária de energia e dos órgãos regulamentadores. A correção do fator de potência permite a economia de valores gastos com multas impostas pela concessionária, reduz perdas na instalação elétrica devido a dissipação de calor pela passagem da corrente reativa, reduz a queda de tensão em horários de ponta e evita a subutilização do sistema.

Para a manutenção neste tipo de componente, deve-se tomar um cuidado especial com a segurança. Pois mesmo desligado, o capacitor permanece com energia acumulada por um período.

Figura 27 – Capacitores e banco de capacitores.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

3.2.9.1 Manutenções preventivas

As rotinas de manutenção dos bancos de capacitores são feitas com duas periodicidades diferentes:

a) Mensais

- Verificar se a proteção interna não atuou, deformando a carcaça do capacitor.
- Verificar se existem fusíveis queimados.
- Verificar o funcionamento adequado dos contatores.
- Medir a temperatura interna do painel.
- Verificar o funcionamento do sistema de ventilação forçada do painel.
- Medir a tensão e corrente dos componentes do banco de capacitores.
- Verificar o aperto das conexões dos capacitores.
- Verificar a existência de pontos de oxidação.
- Verificar as conexões de aterramento.
- Verificar as chaves de desligamento e aterramento do banco.

b) Semestrais

- Repetir os itens da manutenção preventiva mensal.
- Limpar completamente o painel que contém os capacitores.

- Reapertar todas as conexões e ligações existentes.
- Medir a temperatura dos cabos.
- Verificar o estado de conservação das vedações do painel.
- Verificar o funcionamento do controlador, conforme indicação do fabricante.

3.2.9.2 Ensaios e manutenções preditivas

• Teste de integridade do capacitor: compara a potência do calculada no teste com a potência nominal, para avaliar a existência de problemas no componente.

Deve-se aplicar uma tensão reduzida nos terminais do capacitor e medir a corrente, os valores obtidos são usados nas fórmulas 4 e 5.

Para circuitos monofásicos:

$$P_N = V_N^2 \times \frac{I_T}{V_T} \quad (4)$$

Para circuitos trifásicos:

$$P_N = \sqrt{3} \times V_N^2 \times \frac{I_T}{V_T} \quad (5)$$

Onde: P_N é a potência nominal

I_T é a corrente medida no teste

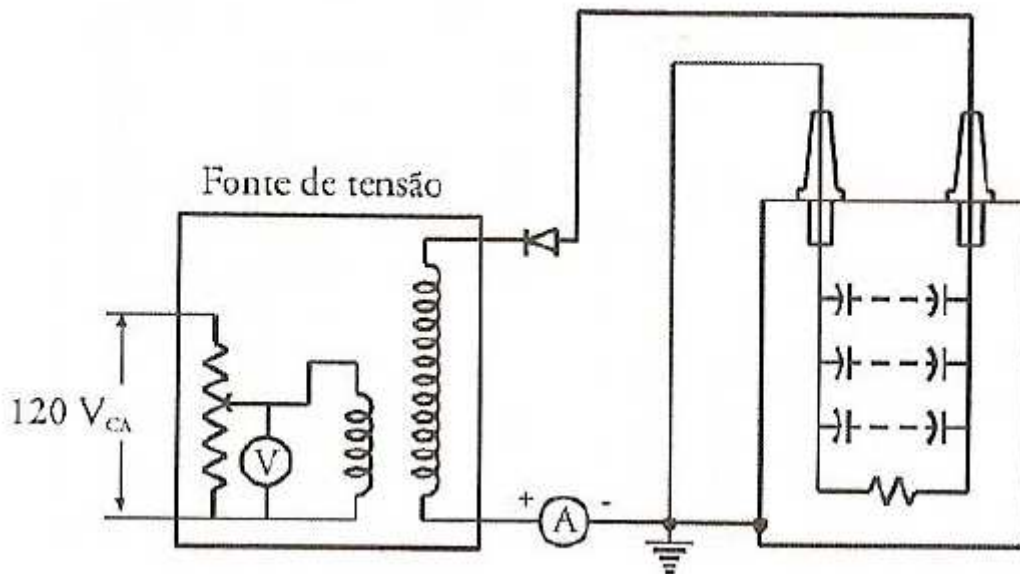
V_T é a tensão reduzida de teste

V_N é a tensão nominal

Deve-se garantir que a diferença entre as potências nominal e ensaiada não é superior a cinco por cento.

• Teste de isolamento entre terminais: é possível medir a resistência de descarga interna do capacitor. Porém, aconselha-se usar um circuito como o apresentado na Figura 28, pois o megôhmetro pode não atender as necessidades do teste, que exige correntes elevadas devido às capacidades dos capacitores. Deve-se limitar a um ampère a corrente de fuga, segundo SENAI SC (2007).

Figura 28 – Esquema de ligação para o ensaio do isolamento entre terminais.



Fonte: (SENAI SC, 2007).

- Teste de isolamento entre os terminais e a carcaça: este teste é feito com o megôhmetro e permite medir a resistência de isolamento entre as partes vivas e a carcaça do capacitor.

- Teste de tensão aplicada entre os terminais e a carcaça: indica as condições do dielétrico contra a carcaça. Pode-se fazer este teste com tensão de corrente contínua ou alternada, e em ambos os casos aplica-se gradativamente a tensão sem ultrapassar o tempo total de um minuto. Veja no Quadro 11 as tensões aplicadas nos testes, segundo o SENAI SC (2007).

Quadro 11 - Níveis de tensão aplicada durante o ensaio de tensão aplicada.

| Nível de isolamento (kV) | Tensão de teste em 60 Hz (kVca) | Tensão de teste em corrente contínua (kVcc) |
|--------------------------|---------------------------------|---|
| 0,6 | 3,00 | 15,00 |
| 1,2 | 7,50 | 28,50 |
| 5,0 | 14,25 | 28,50 |
| 8,7 | 19,50 | 39,00 |
| 15,0 | 25,50 | 39,00 |

Fonte: (SENAI SC, 2007).

- Teste de vazamento: em caso de suspeita de vazamento, deve-se limpar o ponto suspeito e o posicionar para baixo dentro de uma estufa. Mantem-se o capacitor na estufa

durante quatro horas a temperatura máxima recomendada pelo fabricante ou a 100 °C, para evitar a explosão do capacitor.

Após o aquecimento, deve-se reavaliar o ponto suspeito de vazamento.

3.2.9.3 Manutenções corretivas

Apresenta-se o Quadro 12 com alguns defeitos e as ações possíveis que são adotadas para cada defeito.

Quadro 12 - Possíveis defeitos em banco de capacitores.

| ANORMALIDADE | CAUSA PROVÁVEL | CORREÇÃO |
|-----------------------------------|--|--|
| Expansão da carcaça do capacitor. | Repique no contator. Temperatura elevada. Tensão elevada. Corrente de surto elevada. Descargas atmosféricas. Chaveamento do capacitor antes o tempo para descarga. Fim da vida útil. | Verificar o funcionamento do controlador. Verificar o funcionamento do sistema de ventilação forçada. Verificar a tensão de trabalho. Verificar as proteções do banco de capacitores. Substituir o componente. |
| Queima de fusível | Presença de harmônicas na rede. Desequilíbrio de tensão. Fusíveis ultra-rápidos. Tensão aplicada sobre o capacitor carregado. | Investigar a qualidade da energia. Medir as tensão nas fases. Substituir por fusível retardado. Verificar o funcionamento do controlador. |
| Corrente abaixo do nominal. | Tensão aplicada abaixo do nominal. Células expandidas. | Corrigir a tensão. Substituir o capacitor com as células expandidas. |
| Aquecimento nos terminais | Mau contato nos terminais. | Garantir a conexão do terminal. |
| Tensão acima da nominal | Existência de ressonância. | Analisar a qualidade da energia. |
| Corrente acima da nominal | Existência de ressonância. | Analisar a qualidade da energia. |

Fonte: Adaptado de (CST ARCELOR BRASIL, 2005; SENAI SC, 2007).

3.2.10 Fontes alternativas de energia

As fontes alternativas de energia elétrica mais comuns em instalações prediais são grupos moto-geradores e sistemas de *UPS*, que através da transformação de energia fornecem energia elétrica para as instalações.

Estes equipamentos, caros, são instalados com o objetivo de garantir a disponibilidade de energia elétrica na instalação. E esta expectativa de disponibilidade é ainda maior quando o equipamento em questão é o sistema de *UPS*, que impede a interrupção de energia mesmo para períodos de tempo da ordem de milissegundos.

3.2.10.1 Grupo moto-gerador

O grupo moto-gerador é instalado com a finalidade de fornecer energia apenas em caso de falta da concessionária para garantir o funcionamento das instalações, em horário de ponta para reduzir os gastos com energia comprada da concessionária, ou durante todo o dia, completando ou substituindo totalmente a concessionária de energia. Em todos os casos, deve-se garantir a disponibilidade e confiabilidade do equipamento, e para isso um plano de manutenção deve ser elaborado e cumprido.

Normalmente, as manutenções preventivas, corretivas e preditivas são executadas pelos fabricantes ou equipes especializadas devido à multidisciplinaridade do equipamento, que exige técnicos em mecânicas para o motor ou turbina, elétrica para o gerador, e eletrônica para o controle e automação. Desta forma a equipe de manutenção responsável pela infraestrutura elétrica encarrega-se apenas a operação o equipamento e inspeções rotineiras. Por esse motivo, apresenta-se abaixo apenas as inspeções visuais recomendadas, ficando a cargo do fabricante ou seu representante o plano e rotinas de manutenção preventiva.

3.2.10.1.1 Inspeções rotineiras

Diariamente, deve-se fazer as seguintes verificações.

- Buscar por vazamentos nos sistemas de lubrificação e combustível.
- Verificar o nível de óleo lubrificante.
- Buscar por trincas na tubulação de combustível.
- Verificar a existência de água ou sedimentos no tanque e filtro de combustível.
- Verificar a limpeza do filtro de ar.
- Verificar se existe obstrução das entradas de ar.
- Verificar o nível de fluido refrigerante do sistema de arrefecimento.
- Verificar sinalizações de alarme.
- Observar a existência de ruído anormal durante o funcionamento.

Semanalmente, deve-se fazer as seguintes verificações.

- Verificar o nível de eletrólito na bateria.
- Verificar as conexões dos cabos nos pólos da bateria de partida.
- Medir a tensão da bateria.
- Confirmar o funcionamento do sistema de pré-aquecimento do óleo.
- Verificar as conexões elétricas do quadro de comando e transferência automática.

3.2.10.2 Sistemas de *Uninterruptible Power Supplies (UPS)*

Semelhantemente ao grupo moto-gerador, mantém-se o sistema *UPS* pela assistência técnica do fabricante ou um representante, pois a eletrônica e a informática envolvidas para o bom funcionamento deste equipamento são ainda maiores. Além de serem tidos como segredos industriais dos fabricantes os esquemas eletroeletrônicos, o que dificulta ainda mais treinar um técnico próprio para manutenção.

Novamente, cabe à equipe de manutenção das instalações elétricas operar e inspecionar visualmente o sistema conforme indicação do fabricante.

3.2.10.2.1 Inspeções rotineiras

Diariamente, deve-se fazer as seguintes verificações.

- Verificar a existência de alarme no equipamento.
- Verificar a limpeza das entradas de ar e filtros.
- Buscar por vazamentos nas baterias.
- Verificar o nível de eletrólito das baterias.
- Registrar as leituras dos instrumentos de medição do equipamento.
- Verificar se existem capacitores danificados.
- Buscar por pontos com sinais de sobreaquecimento nos componentes elétricos e eletrônicos do equipamento.

4 ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo deste trabalho está localizado em um condomínio comercial composto por sete blocos na capital de São Paulo. Os andares são ocupados por empresas de ramos de atividades diferentes, ficando a cargo da administração do condomínio a manutenção das áreas comuns e alguns serviços para os locatários tais como: limpeza, portaria, segurança, fornecimento de água potável, climatização do ar do ambiente e energia elétrica. As instalações internas nos andares ou de uso exclusivo de um locatário são de responsabilidade do próprio locatário.

Figura 29 – Vista panorâmica do condomínio.



Fonte: (CENTRO EMPRESARIAL SÃO PAULO, 2013).

Analisa-se neste trabalho as instalações elétricas que atendem a dois andares, localizados em dois blocos diferentes, ocupados por equipes operacionais de uma instituição financeira internacional com filial no Brasil. Um dos andares é ocupado por uma área de suporte e desenvolvimento de aplicativos de informática para as operações da instituição e o outro andar serve de área reserva para ocupação exclusivamente em caso de indisponibilidade de outro escritório da instituição.

Como a instituição financeira tem por objetivo alcançar esta disponibilidade operacional, investiu-se em adequações e melhorias nas instalações elétricas, que leva a um plano de manutenção para estes componentes, independente dos serviços prestados pelo condomínio. Este capítulo avalia este plano de manutenção.

4.1 DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A análise do diagrama unifilar no Anexo A, permite conhecer melhor as instalações elétricas alvo do estudo. O Anexo A possui um sistema de coordenadas nas bordas do desenho, que permitem referenciar a localização dos componentes no desenho para as explicações nesta seção.

Conforme indica o Anexo A, nas coordenadas (4;H), a concessionária de energia elétrica disponibiliza dois circuitos elétricos em 13,8 kV através de uma subestação elétrica sob responsabilidade do condomínio. Sendo que um, ou outro está ligado por vez, e a transferência entre os circuitos é automática nas instalações do condomínio.

O circuito elétrico em uso é disponibilizado no cubículo de medição e proteção, instalado na subestação do condomínio. A tensão neste cubículo ainda em 13,8 kV com isolamento a gás SF₆, conforme a área indicada pelas coordenadas (5;G) do Anexo A.

Cabos elétricos de média tensão com seção transversal de 25 mm² conduzem a energia para um painel de média tensão na sala elétrica do 1º andar, bloco A, que é um dos dois andares ocupados pela instituição financeira, conforme a área indicada pelas coordenadas (2;G) do Anexo A.

Este painel possui duas entradas e duas saídas para distribuição da energia entre as cargas instaladas. Uma das entradas é energizada pelo cubículo de medição e proteção, e a outra entrada é energizada por um grupo moto-gerador de 500 kVA, conforme a área indicada pelas coordenadas (1;H) do Anexo A. O grupo moto-gerador entra em funcionamento apenas em caso de falha da concessionária.

Fotografia 1 – Pátio de geradores.



Fonte: Autoria própria.

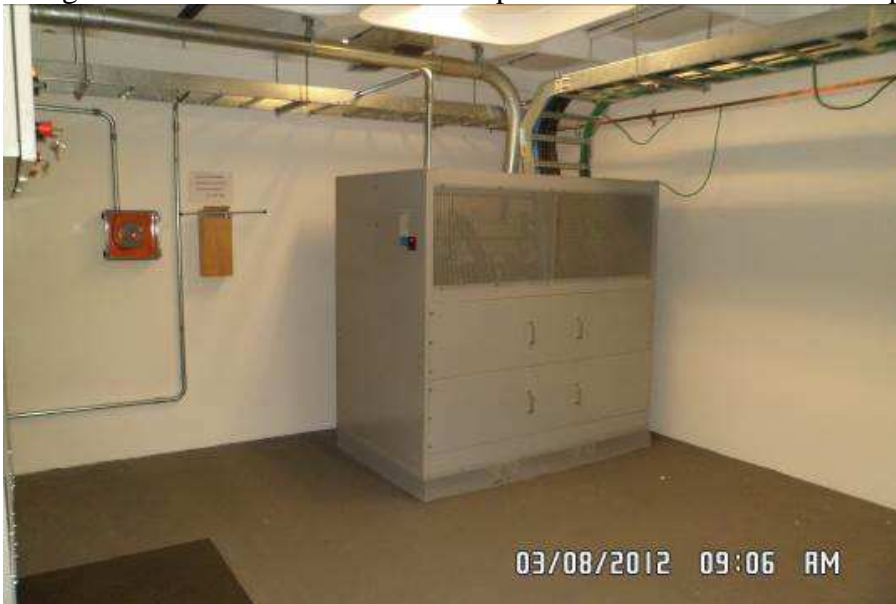
A energia da rede pública ou do moto-gerador é distribuída entre um transformador seco de 500 kVA, que rebaixa a tensão de 13,8 kV para 220/127 V, suprindo as instalações do 1º andar, bloco A, conforme a área indicada pelas coordenadas (2;E) do Anexo A. E, a outra saída do painel energiza um segundo painel de média tensão, localizado no 6º andar, bloco E, conforme a área indicada pelas coordenadas (7;G) do Anexo A.

Fotografia 2 – Painel elétrico de média tensão na sala de elétrica do primeiro andar, bloco A.



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 3 – Transformador seco de potência na sala de elétrica do primeiro andar, bloco A.



Fonte: Autoria própria.

Este painel de média tensão no 6º andar do bloco E, também, é energizado por um grupo moto-gerador de 500 kVA, conforme a área indicada pelas coordenadas (8;H) do Anexo A, e energiza um transformador seco de 500 kVA, conforme a área indicada pelas coordenadas (7;F) do Anexo A, que rebaixa a tensão de 13,8 kV para 220/127 V, energizando as instalações elétricas do 6º andar, bloco E, conforme a área indicada pelas coordenadas (8;E) do Anexo A.

Fotografia 4 - Painel elétrico de média tensão na sala de elétrica do sexto andar, bloco E.



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 5 - Transformador seco de potência na sala de elétrica do sexto andar, bloco E.



Fonte: A autoria própria.

O tipo de carga instalada nos dois andares é: iluminação com lâmpadas tubulares fluorescente, máquinas de ar condicionado, equipamentos de *UPS*, computadores e estantes de equipamentos de informática.

Um histórico interessante desta instalação é que anteriormente existia apenas a infraestrutura do 6º andar, bloco E. Mas, por uma necessidade da empresa, ocupou-se o 1º andar, bloco A, e por isso criou-se um novo painel elétrico de média tensão entre a subestação do condomínio e sala elétrica do bloco E.

4.2 LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Conforme sugere-se no capítulo dois, para o planejamento das atividades de manutenção é necessário conhecer qualitativamente e quantitativamente os componentes existentes na instalação predial. Por isso, são apresentados, nos Apêndices, 63 quadros indicando os principais componentes existentes nas instalações elétricas do estudo de caso.

4.2.1 Cubículos e painéis elétricos de média tensão

Apresenta-se no Apêndice A os quadros contendo as características dos cubículos de medição e proteção da entrada de energia que vem da subestação elétrica do condômino, os

cubículos de seccionamento de média tensão existentes após os transformadores de potência na saída dos dois moto-geradores e os painéis elétricos de média tensão existentes nas salas de elétrica do bloco A e do bloco E.

4.2.2 Transformadores de potência

O Apêndice B apresenta os quadros contendo as características dos transformadores de potência existentes, independente da forma construtiva, a óleo ou seco, e finalidade, elevação ou redução de tensão.

4.2.3 Quadros elétricos de baixa tensão

Embora os quadros elétricos de baixa tensão apresentem-se em grande quantidade, deve-se levantar seus dados técnicos tendo em vista que, estes componentes, praticamente, fazem a interface com as cargas elétricas instaladas no prédio e tomam grande parte do tempo da equipe de manutenção, pela quantidade existente.

O Apêndice C mostra os quadros com algumas características técnicas dos quadros elétricos de baixa tensão conforme levantou-se em campo e nos registros das instalações.

4.2.4 Cabos elétricos de média tensão

Apresenta-se no Apêndice D um único quadro com as características técnicas dos cabos elétricos de média tensão, pois o tipo de cabo usado é o mesmo em toda a instalação para esta finalidade de condução de energia em média tensão. O quadro apresenta um campo chamado trecho, onde são apontadas as informações de origem e destino dos cabos.

4.2.5 Grupos moto-geradores

Mostra-se no Apêndice E algumas características dos dois grupos moto-geradores que existem no local e servem de fonte de energia em caso de falha da concessionária.

4.2.6 Equipamentos de UPS

Apresenta-se no Apêndice F as características dos equipamentos de UPS do local. Os equipamentos servem como fonte momentânea de energia alternativa em caso de falha da rede tanto para as tomadas que ligam os computadores, quanto para os circuitos de comando e proteção dos painéis de média tensão.

O fornecimento de energia principalmente para o comando e proteção dos painéis de média é importantíssimo, pois sem isso as manobras de transferência entre a rede pública e o gerador são impedidas de acontecer.

4.2.7 Sistema de aterramento

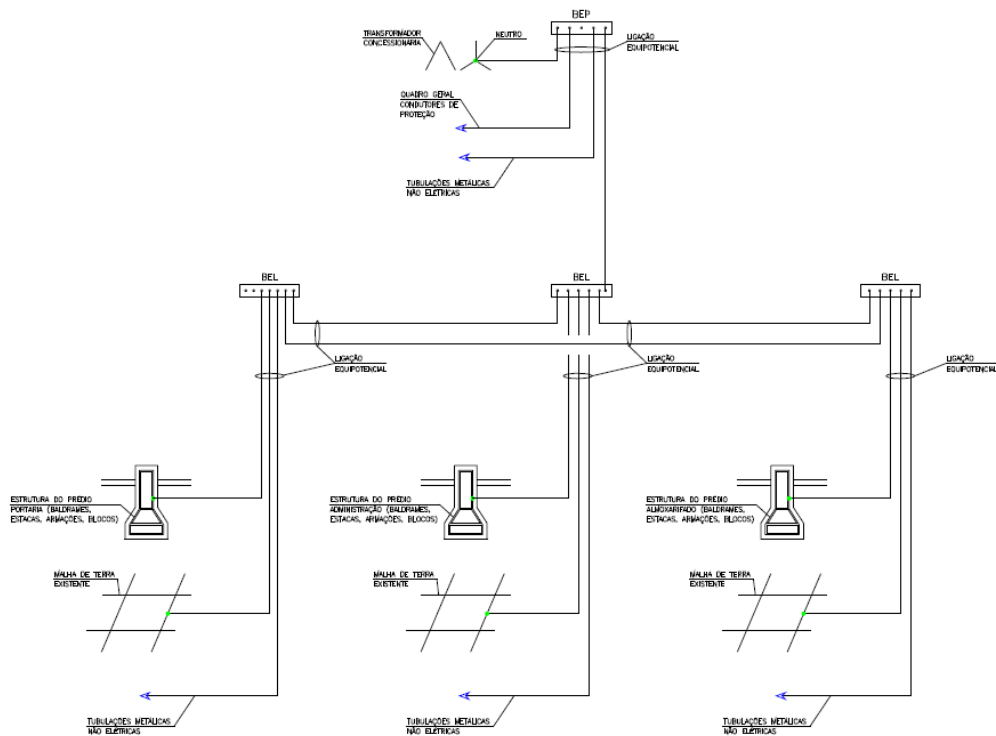
O sistema de aterramento no local adota o esquema TN-S, que se caracteriza pela existência de condutores separados para as funções de neutro e proteção

As estruturas metálicas de apoio do piso elevado são interligadas entre si por cabos de cobre nu, com seção transversal de 16 mm², que são conectadas a uma barra de equipotencialização existente nas salas de elétrica dos dois andares. Ao longo das salas de elétrica, existe uma barra de cobre nu para ligação das partes metálicas dos equipamentos, calhas e eletrodutos metálicos. As barras de equipotencialização das salas elétricas permitem também a ligação do centro da ligação em estrela dos transformadores de potência.

No pátio dos geradores existe uma malha de terra à qual todos os componentes metálicos são ligados.

Tanto as barras de equipotencialização das salas de elétrica, quanto a malha de terra do pátio dos geradores estão conectadas ao sistema de aterramento do condomínio, que se interliga na barra de equipotencialização na subestação principal do condomínio. A Figura 30 ilustra o sistema de aterramento do local.

Figura 30 – Sistema de aterramento do local.



Fonte: (CPTF PROJETOS E CONSULTORIA, 2011).

4.2.8 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas existe no local, entretanto a manutenção desse sistema não está sob responsabilidade da equipe de manutenção da instituição, e sim sob a responsabilidade dos administradores do condomínio. Por isso, não se avalia o plano de manutenção deste componente da instalação elétrica neste trabalho.

4.2.9 Banco de capacitores

Devido ao fator de potência total das cargas instaladas estar acima de 0,92, não existe um banco de capacitores para correção do fator de potência.

Dessa forma este item também não é considerado na avaliação do plano de manutenção do estudo de caso.

4.3 AVALIAÇÃO DOS CÓDIGOS DE IDENTIFICAÇÃO E DO BANCO DE DADOS SOBRE OS EQUIPAMENTOS

A equipe de gerenciamento de manutenção já possui um *software* para gerenciamento das atividades de manutenção. Porém, ao comparar as listas de equipamentos existentes no *software*, conforme o Anexo B, com o levantamento em campo, conforme a seção 4.2 deste trabalho, nota-se que muitos equipamentos não estão cadastrados e outros estão desativados após a reestruturação da infraestrutura.

Outro ponto negativo do banco de dados que existe no *software* de gerenciamento é a qualidade das informações cadastradas, pois são compostas basicamente pelo nome do equipamento e o fabricante.

Tomando por base os dados levantados na seção 4.2, deve-se completar os cadastros dos equipamentos já existentes no *software* de gerenciamento, inserir os dados técnicos dos novos equipamentos e excluir os equipamentos desativados ou fora de uso. Com estas ações facilita-se consultas sobre os equipamentos e se permite o planejamento das atividades de manutenção em todos os equipamentos, sem que um ou outro seja esquecido no plano de manutenção.

Sugere-se um novo código de identificação dos equipamentos, uma vez que os códigos de identificação existentes misturam mais de um modelo.

O primeiro campo do novo código de identificação é composto por três caracteres, que representam a abreviação do tipo de equipamento. O Quadro 13 mostra as abreviações para os equipamentos encontrados nas instalações elétricas predial.

Quadro 13 – Abreviações sugeridas para os códigos de identificação dos equipamentos.

| Tipo de equipamento | Abreviação |
|--|-------------------|
| Cubículo de medição e proteção | SUB |
| Cubículo de seccionamento de média tensão | SEC |
| Painel elétrico de média tensão | PMT |
| Transformador de potência seco | TPS |
| Transformador de potência a óleo | TPO |
| Autotransformador de potência | TPA |
| Equipamento de <i>UPS</i> para sala elétrica | NBS |
| Equipamento de <i>UPS</i> para tomadas | NBT |
| Quadro de paralelismo de <i>UPS</i> | QPU |
| Grupo moto-gerador | GMG |
| Quadro de comando da transferência automática | QTA |
| Quadro elétrico geral de baixa tensão comum | QGC |
| Quadro elétrico geral de baixa tensão de <i>UPS</i> | QGU |
| Quadro elétrico de distribuição de tomadas comuns | QTC |
| Quadro elétrico de distribuição de tomadas do <i>UPS</i> | QTU |
| Quadro elétrico de distribuição de tomadas específicas | QTE |
| Quadro elétrico de distribuição de iluminação | QIL |
| Cabo elétrico de média tensão | CAB |

Fonte: Autoria própria.

O próximo campo é composto por dois algarismos numéricos para contagem sequencial e discriminação dos equipamentos de mesmo tipo. A sequência deve ter início em um e terminar em 99, possibilitando o cadastro de 99 equipamentos do mesmo tipo. Segue um exemplo para dois quadros elétricos de distribuição de iluminação.

- QIL01: Quadro de distribuição de iluminação 01
- QIL02: Quadro de distribuição de iluminação 02

Antecedido de um hífen, o próximo campo indica o bloco, através de um caractere, e o andar, através de dois caracteres, onde se localiza do equipamento. O Quadro 14 mostra as abreviações que indicam os blocos e o Quadro 15 mostra as abreviações que indicam os andares.

Quadro 14 – Abreviações para os códigos de identificação dos blocos.

| Bloco | Abreviação |
|--------------------------|-------------------|
| A | A |
| B | B |
| C | C |
| D | D |
| E | E |
| F | F |
| G | G |
| Pátio dos geradores | P |
| Subestação do condomínio | S |

Fonte: Autoria própria.

Quadro 15 – Abreviações para os códigos de identificação dos andares.

| Andar | Abreviação |
|--------------|-------------------|
| 8° | 08 |
| 7° | 07 |
| 6° | 06 |
| 5° | 05 |
| 4° | 04 |
| 3° | 03 |
| 2° | 02 |
| 1° | 01 |
| Jardim | JD |
| Shopping | SH |
| Técnico | TC |

Fonte: Autoria própria.

Para os quadros elétricos localizados no sexto andar do bloco E, os códigos de identificação parciais são: QIL01-E06 e QIL02-E06.

Finalizando, o código de identificação indica a localização dos equipamentos dentro de cada andar. Isso é feito com um campo composto por três caracteres, precedidos de um hífen, indicando a abreviação do ponto de referência dentro do andar. O Quadro 16 mostra as abreviações para os pontos de referência existentes.

Quadro 16 – Abreviações para os códigos de identificação dos pontos de referência.

| Ponto de referência | Abreviação |
|----------------------------|-------------------|
| Piso técnico superior | SP |
| Piso técnico inferior | IF |
| Sala de elétrica | SE |
| Sala do <i>UPS</i> | SU |
| Área de escritório | ES |
| Área externa | EX |
| Hall dos elevadores | EL |

Fonte: Autoria própria.

Se os quadros estão no piso técnico superior, os códigos de identificação são: QIL01-E06-SP e QIL02-E06-SP.

Baseado neste novo padrão do código de identificação e no levantamento dos equipamentos, seguem abaixo a lista com os novos códigos de identificações dos equipamentos.

- SUB01-STC-SE: Antigo CUBÍCULO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO da subestação do condomínio.

- PMT01-A01-SE: Antigo PAINEL ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A

- PMT02-E06-SE: Antigo PAINEL ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO E na sala de elétrica, 6º andar, bloco E

- SEC01-PTC-EX: Antigo CUBÍCULO DE SECCIONAMENTO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO A no pátio dos geradores.

- SEC02-PTC-EX: Antigo CUBÍCULO DE SECCIONAMENTO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO E no pátio dos geradores.

- TPS01-A01-SE: Antigo TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA SECO – BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A

- TPS02-E06-SE: Antigo TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA SECO – BLOCO E na sala de elétrica, 6º andar, bloco E

- TPO01-PTC-EX: Antigo TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA A ÓLEO – BLOCO A no pátio dos geradores

- TPO02-PTC-EX: Antigo TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA A ÓLEO – BLOCO E no pátio dos geradores

- TPA01-A01-SU: Antigo AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS 1 – BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A

- TPA02-A01-SU: Antigo AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS 2 – BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A

- TPA03-A01-SU: Antigo AUTOTRANSFORMADOR DE SAÍDA DE UPS – BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A

- TPA04-E06-SU: Antigo AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS – BLOCO E na sala de elétrica, 6º andar, bloco E

- TPA05-E06-SU: Antigo AUTOTRANSFORMADOR DE SAÍDA DE UPS – BLOCO E na sala de elétrica, 6º andar, bloco E

- CAB01-STC-SE: Antigo trecho de cabo SUBESTAÇÃO DO CONDOMÍNIO – PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A com origem na subestação do condomínio
- CAB02-A01-SE: Antigo trecho de cabo PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A – PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E com origem na sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- CAB03-A01-SE: Antigo trecho de cabo PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A – TRANSFORMADOR DO BLOCO A com origem na sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- CAB04-E06-SE: Antigo trecho de cabo PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E – TRANSFORMADOR DO BLOCO E com origem na sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- CAB05-PTC-EX: Antigo trecho de cabo GERADOR DO BLOCO A - PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A com origem no pátio de geradores
- CAB06-PTC-EX: Antigo trecho de cabo GERADOR DO BLOCO E - PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E com origem no pátio de geradores
- GMG01-PTC-EX: Antigo GERADOR – BLOCO A no pátio de geradores
- GMG02-PTC-EX: Antigo GERADOR – BLOCO E no pátio de geradores
- QTA01-A01-SE: Antigo QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTA01-E06-SE: Antigo QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- NBC01-STC-SE: Antigo UPS – COMANDO DA SUBESTAÇÃO CONDOMÍNIO na subestação do condomínio
- NBC02-A01-SE: Antigo UPS – COMANDO DO PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A na sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- NBC03-E06-SE: Antigo UPS – COMANDO DO PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E na sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- NBC04-A01-SE: Antigo UPS – RESERVA na sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- NBT01-A01-SU: Antigo equipamento 1 UPS – BLOCO A na sala de *UPS*, 1º andar, bloco A
- NBT02-A01-SU: Antigo equipamento 2 UPS – BLOCO A na sala de *UPS*, 1º andar, bloco A
- NBT03-E06-SU: Antigo UPS – BLOCO E na sala de *UPS*, 6º andar, bloco E
- QPU01-A01-SU: Antigo QUADRO DE PARALELISMO na sala de *UPS*, 1º andar, bloco A

- QGC01-A01-SE: Antigo QGBT da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QGC02-A01-SP: Antigo QG-2 do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QGC03-E06-SE: Antigo QGBT da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QGC04-E06-SP: Antigo QG-1 do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QGC05-E06-SP: Antigo QG-2 do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QGU01-A01-SU: Antigo QDF-NB da sala de *UPS*, 1º andar, bloco A
- QGU02-E06-SE: Antigo QDF-NB da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QTU01-A01-SE: Antigo QTNB-1 da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTU02-A01-SE: Antigo QTNB-2 da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTU03-A01-SE: Antigo QTU-101 da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTU04-A01-SE: Antigo QTU-102 da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTU05-E06-IF: Antigo Q-TOM-A do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU06-E06-IF: Antigo Q-TOM-B do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU07-E06-IF: Antigo Q-TOM-C do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU08-E06-IF: Antigo Q-TOM-F do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU09-E06-IF: Antigo Q-TOM-G do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU10-E06-IF: Antigo Q-TOM-H do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTU11-E06-SE: Antigo QTNB-TI da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QTU12-E06-SE: Antigo QTNB-100 da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QTC01-A01-SE: Antigo QF-TOMADAS da sala de elétrica, 1º andar, bloco A
- QTC02-E06-IF: Antigo Q-TOM-D do piso técnico inferior, 6º andar, bloco E
- QTC03-E06-SE: Antigo QT-200 da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QTE01-E06-SE: Antigo QF-COPA da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QTE02-E06-SU: Antigo QF-AC da sala de elétrica, 6º andar, bloco E
- QIL01-A01-SP: Antigo QL-E do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QIL02-A01-SP: Antigo QL-F do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QIL03-A01-SP: Antigo QL-G do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QIL04-A01-SP: Antigo QL-H do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QIL05-A01-SP: Antigo QL-J do piso técnico superior, 1º andar, bloco A
- QIL06-E06-SP: Antigo QL-A do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL07-E06-SP: Antigo QL-B do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL08-E06-SP: Antigo QL-C do piso técnico superior, 6º andar, bloco E

- QIL09-E06-SP: Antigo QL-D do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL10-E06-SP: Antigo QL-E do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL11-E06-SP: Antigo QL-F do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL12-E06-SP: Antigo QL-G do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL13-E06-SP: Antigo QL-H do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL14-E06-SP: Antigo QL-I do piso técnico superior, 6º andar, bloco E
- QIL15-E06-SP: Antigo QL-J do piso técnico superior, 6º andar, bloco E

4.4 AVALIAÇÃO DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Analisando-se o departamento que é suportado pelas instalações elétricas em questão, é possível identificar dois tipos de serviços finais. O primeiro serviço é a disponibilidade ininterrupta de uma área reserva de escritório para uso em um momento de crise em outro escritório da instituição. O segundo serviço é o suporte de informática aos usuários internos da instituição, para isso são necessários computadores energizados e ligados aos servidores.

Em ambos os serviços, as cargas mais críticas são os *racks* do sistema de informática, pois sem eles não há acesso aos *softwares* necessários para continuidade dos processos produtivos, mesmo com o sistema de telefonia funcionando.

Depois dos *racks* do sistema de informática, os computadores ligados no sistema de *UPS* estão no segundo lugar como cargas mais críticas para o processo produtivo, pois estes computadores são destinados a elementos cruciais da equipe de produção. Já os computadores e equipamentos que não estão ligados no sistema de *UPS* têm a função de garantir o nível de produção, embora não paralysam a produção. Desta forma, estes computadores estão em um terceiro nível de criticidade em relação às cargas.

Considerando-se estas informações sobre a importância das cargas para o processo produtivo, apresenta-se um esquema elétrico simplificado das instalações, Figura 31, onde os equipamentos são classificados por cores conforme sua criticidade.

- Equipamentos críticos: destacados em vermelho, são os equipamentos que não têm reserva ou substitutos, e em caso de falha afetam os *racks* do sistema de informática e computadores ligados ao sistema de *UPS*. São eles, conforme o código de identificação sugerido: PMT01-A01-SE; PMT02-E06-SE; TPS01-A01-SE; TPS02-E06-SE; TPA03-A01-SU; TPA04-E06-SU; TPA05-E06-SU; CAB03-A01-SE; CAB04-E06-SE; NBC01-STC-SE; NBC02-A01-SE; NBC03-E06-SE; NBT03-E06-SU; QPU01-A01-SU; QGC01-A01-SE;

QGC03-E06-SE; QGU01-A01-SU; QGU02-E06-SE; QTU01-A01-SE; QTU02-A01-SE; QTU03-A01-SE; QTU04-A01-SE; QTU05-E06-IF; QTU06-E06-IF; QTU07-E06-IF; QTU08-E06-IF; QTU09-E06-IF; QTU10-E06-IF; QTU11-E06-SE; QTU12-E06-SE.

- Equipamentos importantes: destacados em azul, são os equipamentos que em caso de falha, por terem reserva ou substitutos, não afetam a produção. São eles, conforme o código de identificação sugerido: SUB01-STC-SE; SEC01-PTC-EX; SEC02-PTC-EX; TPO01-PTC-EX; TPO02-PTC-EX; TPA01-A01-SU; TPA02-A01-SU; CAB01-STC-SE; CAB02-A01-SE; CAB05-PTC-EX; CAB06-PTC-EX; GMG01-PTC-EX; GMG02-PTC-EX; QTA01-A01-SE; QTA02-E06-SE; NBT01-A01-SU; NBT02-A01-SU.

- Equipamentos normais: destacados em verde, são os equipamentos que não afetam a entrega do produto, mas limita a capacidade produtiva, tais como multifuncionais e computadores que dão volume a produção. São eles, conforme o código de identificação sugerido: QTE02-E06-SU; QIL01-A01-SP; QIL02-A01-SP; QIL03-A01-SP; QIL04-A01-SP; QIL05-A01-SP; QIL06-E06-SP; QIL07-E06-SP; QIL08-E06-SP; QIL09-E06-SP; QIL10-E06-SP; QIL11-E06-SP; QIL12-E06-SP; QIL13-E06-SP; QIL14-E06-SP; QIL15-E06-SP; QTC01-A01-SE; QTC02-E06-IF; QGC02-A01-SP.

- Equipamentos irrelevantes: destacados em preto, suportam áreas que não fazem parte do processo produtivo. São eles, conforme o código de identificação sugerido: NBC04-A01-SE; QGC04-E06-SP; QGC05-E06-SP; QTC03-E06-SE; QTE01-E06-SE.

4.5 AVALIAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO, AS ROTINAS DE MANUTENÇÃO E DOCUMENTO DE ORDEM DE SERVIÇO.

O Quadro 17 demonstra a periodicidade de manutenção conforme o plano de manutenção existente neste estudo de caso. Alguns equipamentos apresentam simultaneamente periodicidade mensal, trimestral, semestral e anual, pois as rotinas de manutenção são diferentes. Ou seja, a rotina de manutenção trimestral é composta pelas atividades executadas mensalmente e outras atividades que são executadas trimestralmente, e assim sucessivamente para as atividades semestrais e anuais.

Quadro 17 – Periodicidade de manutenção dos equipamentos elétricos.

| Equipamento | Periodicidade | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------|------------|-----------|-------|
| | Mensal | Bimestral | Trimestral | Semestral | Anual |
| Gerador | X | | | | |
| Tanque de combustível | X | | X | X | X |
| UPS | | X | | | |
| Banco de baterias | X | | X | X | X |
| Quadro elétrico | X | | X | X | X |
| Transformador | X | | X | X | X |

Fonte: Autoria própria.

As listas desta seção apresentam as rotinas de manutenção que são aplicadas nos equipamentos elétricos do estudo de caso.

4.5.1 Rotinas de manutenção do gerador.

As atividades da rotina de manutenção mensal, segundo o plano de manutenção, são:

- Verificar com os operadores e funcionários se existe alguma falha ou anomalia no equipamento ou durante seu funcionamento.
- Verificar e anotar o nível de combustível, completar caso necessário.
- Verificar o nível de óleo lubrificante do motor, completar caso necessário.
- Verificar se a bateria está carregada e o nível de água, completar caso necessário.
- Verificar se existe corrosão nos terminais, remover caso necessário.
- Verificar o funcionamento do retificador de baterias.
- Verificar o filtro de ar do motor, tanque de combustível e outros dispositivos.
- Verificar a presença de vazamentos no radiador, cárter, tanques e dispositivos.

- Verificar guarnições e respiro do tanque de combustível.
- Posicionar a mão sob o cárter e verificar o funcionamento da resistência de aquecimento.
- Verificar a condição das correias e se a tensão está apropriada, ajustar se necessário.
- Verificar a fiação, conexões, chaves, etc., organizar ou corrigir eventuais problemas.
- Realizar um teste de funcionamento com carga de 35 minutos (simulação de falta de energia).
- Limpar a poeira e sujeira presente no gerador.
- Limpar a área ao redor do gerador.
- Anotar quaisquer anomalias verificadas durante os testes e demais informações relevantes.

4.5.2 Rotinas de manutenção no tanque de combustível.

As atividades da rotina de manutenção mensal, segundo o plano de manutenção, são:

- Verificar o nível de óleo.
- Verificar a limpeza dos tanques de óleo.
- Verificar a pintura externa.
- Verificar conexões de entrada e saída.
- Averiguar do estado da mangueira de nível.
- Executar drenagem no bujão do tanque para retirada de água.

No plano de manutenção existem ordens de serviços geradas com periodicidade trimestral e semestral, porém nenhuma atividade no roteiro de manutenção está descrita. De forma que o documento gerado quando é enviado para o campo, não exige nenhuma ação da equipe técnica.

Nestes casos deve-se eliminar este tipo de ordem de serviço ou criar atividades de manutenção adequadas aos períodos trimestrais e semestrais.

Já as rotinas de manutenção anual são:

- Inspecionar o tanque exterior e verificar se há sinais de vazamento ou corrosão.
- Verificar se há vazamentos ou danos nas válvulas, conexões, drenos e controles.
- Concluir os formulários de lista de verificação/*feedback* de manutenção e relate as deficiências.

- Inspeccionar todas as aberturas de ventilação do tanque.
- Inspeccionar o aterramento elétrico do tanque.
- Inspeccionar e limpar elementos sensíveis a vazamentos/sifões.
- Inspeccionar e verificar se há sinais de vazamento na tubulação de combustível do tanque.
- Preencher a lista de verificações de manutenção.
- Inspeccionar a caixa de enchimento e verificar se há derrames, entrada de água e segurança.

4.5.3 Rotinas de manutenção no sistema *UPS*.

Considerando-se apenas o equipamento e não o banco de baterias, as rotinas de manutenção existentes são apenas bimestrais e conforme abaixo.

- Imprimir histórico de alarmes e os analisar.
- Vistoriar a unidade.
- Vistoriar as conexões elétricas, barramentos e bornes de saída.
- Reapertar as conexões mecânicas da unidade.
- Fazer a medição termográfica nos bornes de entrada e saída.
- Limpar o equipamento.
- Vistoriar as fontes lógicas.
- Verificar ventiladores, disjuntores e demais peças mecânicas, e substituir se necessário.
- Medir níveis de referência de lógica.
- Verificar o bom funcionamento de sinalização e painel.
- Medir níveis de saída de corrente contínua.
- Medir níveis de saída para o consumidor.
- Inspeccionar conexões das baterias.
- Ler a tensão em todas as baterias, e comparar com os valor nominal fornecido pelo fabricante.
- Ler a tensão total das baterias.

4.5.4 Rotinas de manutenção no banco de baterias do sistema de *UPS*.

Assim como ocorre nas ordens de serviço trimestrais e semestrais do gerador, as ordens de serviço para manutenções mensais e semestrais no banco de baterias do sistema *UPS* não têm a descrição das atividades. Novamente, isso gera um volume de documentos e atividades sem finalidade.

Já as rotinas trimestrais são:

- Inspecionar o sistema de baterias. Anotar as condições anormais.
- Procurar por sinais de vazamentos, rachadura e infiltrações no terminal. Remover qualquer sinal de ácido na parte superior ou nas laterais das celas com um pano seco utilizando uma solução suave de bicarbonato de sódio. Anotar os números das celas e as anomalias.
 - Inspecionar e verificar se há sinais de rastreamento para aterramento. Limpar qualquer trilha que possa existir. Anotar os números das celas com anormalidades.
 - Inspecionar todos os terminais da bateria para verificar se há sinais de corrosão. Anotar quaisquer condições anormais por número da cela.
 - Inspecionar o nível do eletrólito em todas as celas. Adicionar água, se necessário. Somente usar água destilada ou desmineralizada. Registrar os números das celas que requerem adição de água.
 - Registrar a densidade específica, tensão e temperatura de todas as celas-piloto do sistema de bateria.
 - Registrar a densidade específica de todas as celas. Gravar por número de cela.
 - Registrar a tensão de cada cela, por número de cela.
 - Registrar a tensão total do sistema de bateria na posição da bateria.
 - Medir a temperatura do eletrólito em uma cela por bando. Não a cela piloto.
 - Fazer uma leitura aleatória de 10% da resistência entre celas. Anotar o número da cela e as anomalias.
 - Reapertar, com chave de torção, todos os parafusos da bateria de acordo com a especificação. Não apertar acima do especificado.
 - Ler a resistência em micro-Ohm em todas as celas: de cela para cela e de cela para terminal. Registrar por número de cela.
 - Registrar todos os dados no programa de manutenção da bateria.

- Preencher a folha de trabalho e relatar as discrepâncias.

As rotinas de manutenção preventiva anual contêm todas as atividades com periodicidade trimestral e um teste de descarga parcial para determinar a capacidade das baterias.

4.5.5 Rotinas de manutenção nos painéis e quadros elétricos.

As atividades da rotina de manutenção mensal, segundo o plano de manutenção, são:

- Inspeccionar visualmente o quadro quanto ao seu estado geral.
- Verificar e anotar na planilha de medições a tensão e corrente de entrada, reportar com urgência se a voltagem ultrapassar os limites: tensão máxima 133/241 V e tensão mínima 108/201 V.
- Verificar e anotar na planilha de medição a tensão e corrente de saída de cada circuito.
- Verificar a temperatura dos disjuntores, cabos, alimentadores e barramentos.
- Verificar a fixação e o estado dos terminais elétricos.
- Analisar medidores de tensão, corrente e executar a calibração.
- Apertar conexões de linha e parafusos dos terminais.
- Testar e acionar de chaves seccionadoras.
- Limpar e aspirar as partes internas e externas do painel.
- Limpar espelhos e botões.
- Limpar externamente com benzina.
- Reapertar conexões, bornes, parafusos, barramentos e terminais.
- Verificar a operação e tempo dos intertravamentos e chaves.
- Verificar a operação e o tempo de retardo sobre as transferências.
- Verificar o fusível, base, anel, parafuso de ajuste.
- Verificar o funcionamento das chaves seccionadoras, disjuntores e contadores.
- Verificar ruídos e vibrações anormais.
- Verificar a atuação de relé de falta de fase.
- Verificar o funcionamento do programador horário.
- Verificar o funcionamento dos fechos ou chaves.
- Anotar na planilha de medições os materiais utilizados.

- Anotar na planilha de medições o homem-hora de serviço.

A manutenção preventiva trimestral é composta pelas atividades existentes na manutenção preventiva mensal e as atividades abaixo:

- Analisar a calibração dos relés de proteção.
- Limpar os contatos das chaves seccionadoras e disjuntores.
- Limpar os terminais oxidados.
- Verificar as identificações do quadro e circuitos.
- Medir o aterramento.
- Testar o isolamento geral do quadro.
- Verificar o aspecto de agrupamento e fixação dos cabos e componentes.
- Verificar conexões e estado dos transformadores.
- Verificar e calibrar regulagem dos relés de sobrecarga.
- Verificar e limpar contatos das contadoras.

A manutenção preventiva semestral é composta pelas atividades existentes na manutenção preventiva mensal, trimestral e as atividades abaixo:

- Desfazer as conexões, poli-las e reconetá-las.
- Eliminar pontos de ferrugem do quadro.
- Lubrificar articulações dos disjuntores.
- Lubrificar as dobradiças das portas.
- Efetuar análise termográfica.

A manutenção preventiva anual é composta pelas atividades existentes na manutenção preventiva mensal, trimestral, semestral e as atividades abaixo:

- Efetuar testes de resistência de isolamento.
- Verificar a corrente x diâmetro dos cabos de alimentação dos quadros.
- Verificar o aterramento e proteção.
- Verificar o nível básico de isolamento (1000 V).

4.5.6 Rotinas de manutenção nos transformadores.

As atividades da rotina de manutenção mensal, segundo o plano de manutenção, são:

- Inspecionar o equipamento quanto a seu estado geral (vibrações, ruídos e temperatura).

- Verificar o sistema de exaustão do ambiente.

As manutenções preventivas trimestrais e semestrais são compostas pelas atividades existentes na manutenção preventiva mensal e as atividades abaixo. Porém não existe diferença entre as duas.

- Verificar a existência de vazamentos de óleo, quando aplicável.
- Limpar a área onde não há ponto energizado.
- Verificar a temperatura do óleo, quando aplicável.
- Verificar visualmente ressecamento excessivo ou carbonização dos condutores.
- Verificar o sistema de aterramento.
- Limpar o equipamento com produto indicado pelo fabricante.
- Verificar e eliminar pontos de oxidação no equipamento ou painéis de proteção (tela).
- Verificar o funcionamento e o fechamento das portas e tampas.
- Verificar os relés de proteção (temperatura e pressão).

Considerando-se que as rotinas trimestrais e semestrais são as mesmas, aconselha-se executar as rotinas com uma periodicidade semestral apenas.

A manutenção preventiva anual é composta pelas atividades existentes na manutenção preventiva mensal, trimestral, semestral e as atividades abaixo:

- Verificar a tensão.
- Verificar a manobra das chaves facas bem como a limpeza dos condutores.
- Limpar os barramentos e dos terminais de alta e baixa tensão.
- Verificar, limpar e reapertar os terminais e isolantes.
- Análisar e trocar o líquido isolante.

Sugere-se revisar a periodicidade das rotinas de manutenção preventiva de forma que atividades com a necessidade de desligamento do equipamento sejam feitas anualmente. Já as atividades que exigem medição em funcionamento ou inspeção visual podem ser feitas com maior frequência. Essas ações evitam o excesso de intervenções nos equipamentos, que ocupam desnecessariamente a equipe de manutenção e aumentam o risco de uma falha por imperícia ou acidente.

Seguindo a sugestão anterior e o que apresenta-se na seção três deste trabalho, são suficientes manutenções preventivas semestrais e anuais. Já as atividades de inspeção, medição e limpeza são necessárias apenas feitas mensalmente com a emissão de ordens de inspeção.

Além disso, deve-se excluir algumas atividades do sistema de UPS e banco de baterias das rotinas da equipe de manutenção, pois devido a criticidade do equipamento estas atividades são executadas por equipe especializada. Evitando a perda de garantia dada pelo fabricante.

Outros pontos de melhoria no plano de manutenção são: cria-se rotinas separadas para transformadores secos e a óleo, e quadro elétricos de média tensão e baixa tensão; e se criar rotinas para o sistema de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas, disjuntores de média tensão, cabos de média tensão, para-raios e chaves seccionadoras; cria-se documentos de ordem de serviço para roteiros de inspeção.

Essas ações facilitam a leitura das rotinas de manutenção pela equipe executante durante a atividade, reduzem a possibilidade de dúvidas sobre o preenchimento e a execução, e organizam as atividades em manutenção preventiva e roteiros de inspeção.

Nota-se também que a atividades de ensaios elétricos de resistência de isolamento, resistência ôhmica, medição de corrente de fuga, perdas dielétricas ou fator de potência e relação de transformação, não aparecem nas rotinas de atividades de manutenção, embora existem documentos comprovando a execução de alguns destes ensaios elétricos conforme o Anexo C.

4.5.7 O documento da ordem de serviço.

Analisando-se apenas o documento da ordem de serviço conforme o modelo do Anexo D, pode-se verificar que o cabeçalho apresenta informações suficientes para sobre a ordem de serviço tais como: número de controle; datas de abertura e conclusão; condição atual da ordem de serviço; local; código de identificação do equipamento; nomes do solicitante e gerente da ordem de serviço.

No campo de descrição do trabalho, existem informações do tipo de manutenção, as roteiro de atividades, o plano de segurança, especificações sobre o equipamento, ferramentas e materiais necessários para a manutenção.

Porém, as especificações dos equipamentos refletem os dados cadastrados no *software* de gerenciamento de informação, que dados incompletos. Soma-se a isso, o plano de segurança, a lista de ferramentas e materiais necessários descritos em língua estrangeira, o que dificulta o entendimento da equipe executante. E, por último, as atividades da rotina não estão organizadas de forma cronológica, o que leva o executante a desenvolver intervenções

parciais no mesmo componente do equipamento em diferentes momentos e torna a atividade mais demorada.

O campo de histórico, ações tomadas e materiais usados são reduzidos o que desestimula o apontamento detalhado das atividades. Isso resulta em informações que não ajudam na criação de um histórico sobre o equipamento, e impedem a melhoria no planejamento de atividades futuras.

4.6 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS E HISTÓRICO SOBRE OS EQUIPAMENTOS.

Como se apresenta na seção anterior, como o documento da ordem de serviço tem um campo limitado para preenchimento do histórico, as informações coletadas são pobres e não são inseridas no *software* de gerenciamento de manutenção. O Anexo D mostra um caso de ordem de serviço finalizada no *software*. E, é possível notar que as informações são limitadas à: “M.P executada por...”.

Por outro lado, a biblioteca técnica dos equipamentos e instalações é completa com manuais, projetos e desenhos, notas fiscais de compra e ensaios elétricos de manutenção.

4.7 AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO PARA MANUTENÇÕES CORRETIVAS.

No local é possível encontrar cópias de desenhos e projetos das instalações, assim como manuais operacionais dos equipamentos fornecidos pelos fabricantes e os contatos dos fornecedores e responsáveis pelos equipamentos ou instalações. Essas informações e canais de contato permitem reduzir o tempo de ação de uma manutenção corretiva não planejada, desde que não exija a substituição de componentes específicos dos equipamentos elétricos.

Esta condição para redução do tempo de resposta existe porque não há um almoxarifado com peças de reposição imediata para os equipamentos, mesmo para os equipamentos considerados críticos. Este é um ponto de grande atenção para um bom atendimento.

Quanto às manutenções corretivas planejadas, os responsáveis pelos equipamentos são bem definidos e têm uma forte relação comercial com a instituição financeira, possibilitando o rápido atendimento.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que o plano de manutenção do estudo de caso deste trabalho não está completamente organizado e as atividades de manutenção não são eficientes. Pois, conforme se encontra na literatura, um plano de manutenção organizado exige conhecer, organizar e registrar os equipamentos e o histórico de cada ação que se faz sobre estes equipamentos. Além disso, a atividade de manutenção eficiente atua sobre os equipamentos sem exagero, nem deficiência. Mas, com a frequência necessária e com ações que trazem ganho na vida útil, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

A deficiência na organização é clara quando analisa-se o banco de dados e cadastro dos equipamentos existentes na instalação. Pode-se notar que quantidade de equipamentos instalados supera a quantidade de equipamentos cadastrados, e isso resulta na falta de ordem de serviço para as atividades de manutenção, na falta de registro histórico sobre o equipamento e na falta de cronograma de manutenção preventiva e preditiva.

A ausência desses três componentes, ordem de serviço, registro histórico e cronograma de manutenção, evidencia que o plano de manutenção neste caso é gerenciado de forma irracional já que, a ordem de serviço permite criar um padrão na atividade de manutenção e gerar o histórico do equipamento para auxiliar no monitoramento do desempenho dos equipamentos. Como os equipamentos não estão cadastrados no *software* de gerenciamento de manutenção, as atividades de manutenção não estão inclusas formalmente no cronograma, o que permite falha na programação da atividade.

Quanto à eficiência das rotinas de manutenção, pode-se evidenciar que as rotinas do plano de manutenção possuem atividades que não são executadas com a frequência proposta, pois as condições de trabalho oferecidas não permitem a execução ou o período entre as ações está menor que as recomendações literárias. A revisão da periodicidade e das atividades de manutenção proporcionam o ganho de tempo e qualidade na execução da atividade de manutenção, o que resulta em maior disponibilidade e confiabilidade do equipamento.

Entretanto, todos estes pontos falhos são fáceis de resolver uma vez que, o plano de manutenção da empresa já existe aplicado em outras instalações, bastando adequar à instalação do estudo de caso.

Além de servir como roteiro de implantação de um plano de manutenção, o trabalho conscientiza sobre a necessidade das atividades de manutenção e apresenta aos estudantes de engenharia mais um campo de atuação disponível para o engenheiro eletricista, que pouco é explorado no curso de graduação de Engenharia.

Sugere-se o aprimorar o tema sobre a eficiência da inspeção por ultrassom em equipamentos elétricos. Pois esta é uma técnica de manutenção preditiva ainda pouco explorada na literatura e se apresentar parâmetros quantitativos para avaliação dos equipamentos elétricos.

Os conceitos presentes neste trabalho permitem discussões assertivas com outros profissionais que atuam neste ramo ou com pessoas que ainda não entendem a manutenção como uma oportunidade de aumentar a competitividade da empresa.

REFERÊNCIAS

ABB. ABB Product Guide: Disjuntor de média tensão a vácuo com comando mecânico. 2010. Disponível em:

<[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/a313f9e7d537136dc1257749002ce7fb/\\$file/le_vd4\(pt\)c_1vcp000186-1006a.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/a313f9e7d537136dc1257749002ce7fb/$file/le_vd4(pt)c_1vcp000186-1006a.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7037**: Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência em óleo isolante mineral. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13297**: Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1995.

MARK BUILDING. **Relatório de inspeção termográfica**: Citibank CEAB. São Paulo, 2011.

COMTRAFO Transformadores. **Catálogo de transformadores de distribuição a óleo**. Cornélio Procópio, 2006. Disponível em: <<http://www.comtrafo.com.br/comtrafo/upload/produto/Manual%20TransOleo.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

COMTRAFO Transformadores. **Manual de instruções**: Transformador a seco. Cornélio Procópio, 2010. Disponível em: <<http://www.comtrafo.com.br/comtrafo/upload/produto/Manual%20Transformador%20a%20Seco.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

COMTRAFO Transformadores. **Manual de instruções**: Transformador imerso em líquido isolante. Cornélio Procópio, 2006. Disponível em: <<http://www.comtrafo.com.br/comtrafo/upload/produto/Manual%20TransOleo.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

COMTRAFO Transformadores. **Transformador a óleo – força**: manual de instruções. Cornélio Procópio, 2011. Disponível em: <<http://www.comtrafo.com.br/comtrafo/upload/produto/Manual%20Transformador%20de%20Forca.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

CPTF Projetos e Consultoria. **Memorial descritivo:** Citibank CENESP. São Paulo, 2011.

CST Arcelor Brasil. **Apostila do Programa de certificação operacional CST:** técnicas de inspeção e procedimentos de teste. 2005. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/sidebar/bibliotecas-e-publicacoes/apostilas-artigos-boletins-e-trabalhos-tecnicos/apostilas/apostilas-inspecao-eletrica>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

DE BARROS, Benjamim Ferreira; GEDRA, Ricardo Luis. **Cabine primária:** subestações de alta tensão de consumidor. 2. ed. São Paulo: Érica, 2011.

DE SIQUEIRA, Ailton Pessoa et al. **Inspeção predial:** Check-up predial, guia da boa manutenção. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2009.

ENGEPOWER Engenharia e Comércio. **Apresentação:** Inspeção por Ultrassom. Disponível em: <http://www.engepower.com/dow/inspecao_outrassom.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2013.

CENTRO EMPRESARIAL SÃO PAULO. **Apresentação do Centro Empresarial São Paulo.** São Paulo, 2013. Apresentação das fotografias do condomínio empresarial. Disponível em: <<http://www.centroempresarial.com.br/pt-br/o-complexo/condominio.asp>>. Acesso em: 02 out. 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função estratégica.** 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. 440 p.

LESSA, Ana Karina Marques da Cunha; DE SOUZA, Herbert Lopes. **Gestão da manutenção predial:** uma aplicação prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010. 144 p.

MAMEDE FILHO, João. **Manual de equipamentos elétricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

MARANGONI, Patrícia. **Atribuição de TAG's.** São Paulo: Cushman & Wakefield, 2007.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de manutenção:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

SENAI SC. **Manutenção elétrica industrial.** Itajaí: SENAI/SC, 2007. 230 p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle de manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. 192 p.

VÓRTEX Equipamentos Ltda. **Notas de aplicação: Monitorando sistemas elétricos**. Belo Horizonte. Disponível em: < <http://www.vortex.com.br/notas/electr1.PDF>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

WEG Equipamentos Elétricos S.A. **Manual: Transformador a óleo até 4000 kVA**. 2010. Disponível em: < <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-transformadores-a-oleo-instalacao-e-emanutencao-10000892317-12.10-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

WEG Equipamentos Elétricos S.A. **Manual: Transformador secos**. 2010. Disponível em: < <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-manual-de-transformadores-secos-10000647758-09.10-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippus. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004. 310 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Quadros descritivos das características técnicas dos cubículos e painéis elétricos de média tensão.

Quadro 18 - Características técnicas do cubículo de medição e proteção e seus componentes.

| | | | | |
|--|--|-------|-----|-------|
| Equipamento | CUBÍCULO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO | | | |
| Local | SUBESTAÇÃO DO CONDOMÍNIO | | | |
| Fabricante | MERLIN GERIN | | | |
| Tensão máxima | 17,5 kV | | | |
| Tensão de operação | 13,8 kV | | | |
| Corrente nominal | 630 A | | | |
| Corrente de curto-circuito | 20 kA/1s | | | |
| Composição | Quatro módulos: 1. ENTRADA DE CABOS – GAM2; 2. MEDIÇÃO DE CORRENTE E TENSÃO – GBC-1; 3. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL PARA REDE COM NEUTRO ATERRADO – CM; 4. DISJUNTOR SIMPLES SECCIONAMENTO E SAÍDA POR CABOS – DM1-A. | | | |
| COMPONENTES | MÓDULOS | | | |
| | GAM2 | GBC-1 | CM | DM1-A |
| Barras tripolares para 630 A | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Para-raios | Sim | | | Sim |
| Seccionadora tripolar a gás SF6 | | Sim | Sim | Sim |
| Seccionadora de terra | | Sim | Sim | |
| Transformadores de potencial | | Sim | Sim | |
| Transformadores de corrente | | Sim | | Sim |
| Sinalização mecânica de fusão de fusíveis | | | Sim | |
| Resistência de aquecimento | | | Sim | Sim |
| Indicação de tensão | | Sim | | Sim |
| Fusível HH 17,5 kV; 33 kA; In=0,5A | | | Sim | |
| Disjuntor tripolar 630 A; A vácuo | | | | Sim |
| Relé de mínima e máxima tensão e sequência de fase | | | | Sim |
| Relé de proteção Sepam 1000+ S20 (Funções: 50/51 e 50/51N) | | | | Sim |
| Disjuntores para proteção do comando | | Sim | | Sim |

Quadro 19 - Características técnicas do painel elétrico de média tensão do bloco E, e seus componentes.

| | | | |
|--|--|-------|------|
| Equipamento | PAINEL ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO E | | |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E | | |
| Fabricante | MERLIN GERIN | | |
| Tensão máxima | 17,5 kV | | |
| Tensão de operação | 13,8 kV | | |
| Corrente nominal | 630 A | | |
| Corrente de curto-circuito | 20 kA/1s | | |
| Composição | Três módulos: 1. DISJUNTOR, SECCIONAMENTO E ENTRADA DE CABOS – DM1-A; 2. DISJUNTOR, SECCIONAMENTO E ENTRADA DE CABOS – DM1-A; 3. SAÍDA DE CABOS – GAM2. | | |
| COMPONENTES | MÓDULOS | | |
| | DM1-A | DM1-A | GAM2 |
| Barras tripolares para 630 A | Sim | Sim | Sim |
| Seccionadora tripolar a gás SF6 | Sim | Sim | |
| Transformadores de potencial | Sim | Sim | |
| Transformadores de corrente | Sim | Sim | |
| Resistência de aquecimento | Sim | Sim | |
| Indicação de tensão | Sim | Sim | Sim |
| Disjuntor tripolar 630 A; A vácuo | Sim | Sim | |
| Relé de proteção Sepam 1000+ S20 (Funções: 50/51 e 50/51N) | Sim | Sim | |
| Disjuntores para proteção do comando | Sim | Sim | |

Quadro 20 - Características técnicas do painel elétrico de média tensão do bloco A, e seus componentes.

| | | | | |
|---|---|------|---------|---------|
| Equipamento | PAINEL ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO A | | | |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A | | | |
| Fabricante | GRUPO GAZQUEZ | | | |
| Tensão máxima | 15,0 kV | | | |
| Tensão de operação | 13,8 kV | | | |
| Corrente nominal | 600 A | | | |
| Corrente de curto-circuito | 16 kA/1s | | | |
| Composição | Quatro módulos: 1. DISJUNTOR, SECCIONAMENTO E ENTRADA DE CABOS - GERADOR; 2. DISJUNTOR, SECCIONAMENTO E ENTRADA DE CABOS – REDE; 3. DISJUNTOR, SECCIONAMENTO E SAÍDA DE CABOS – CARGA 1; 4. SECCIONAMENTO E SAÍDA DE CABOS – CARGA 2. | | | |
| COMPONENTES | MÓDULOS | | | |
| | GERADOR | REDE | CARGA 1 | CARGA 2 |
| Barras tripolares para 600 A | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Seccionadora tripolar a gás SF6 | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Seccionadora de terra | | | Sim | Sim |
| Transformadores de potencial | Sim | Sim | Sim | |
| Transformadores de corrente | Sim | Sim | Sim | |
| Disjuntor tripolar 630 A; A vácuo | Sim | Sim | Sim | |
| Fusível HH 15,0 kV | | | | Sim |
| Relé de proteção Sepam 10 (Funções: 50/51 e 50/51N) | Sim | Sim | Sim | |
| Para-raios | | | Sim | Sim |
| Disjuntores para proteção do comando | Sim | Sim | Sim | |

Quadro 21 - Características técnicas do cubículo de seccionamento de média tensão do bloco E.

| | | | | |
|----------------------------|---|--|--|--|
| Equipamento | CUBÍCULO DE SECCIONAMENTO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO E | | | |
| Local | PÁTIO DE GERADORES | | | |
| Fabricante | CELLTA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS | | | |
| Modelo | GV-03 | | | |
| Tensão nominal | 17,5 kV | | | |
| Tensão de operação | 13,8 kV | | | |
| Corrente nominal | 630 A | | | |
| Corrente de curto-circuito | 16 kA/1s | | | |
| Componentes internos | Fusível HH; 25 A; 15,0 kV | | | |
| | Barras tripolares | | | |
| | Chave seccionadora tripolar com abertura em carga | | | |
| | Bloqueio mecânico | | | |

Quadro 22 - Características técnicas do cubículo de seccionamento de média tensão do bloco A.

| | |
|----------------------------|---|
| Equipamento | CUBÍCULO DE SECCIONAMENTO DE MÉDIA TENSÃO – BLOCO A |
| Local | PÁTIO DE GERADORES |
| Fabricante | BEGHIM |
| Modelo | HR |
| Tensão nominal | 17,5 kV |
| Tensão de operação | 13,8 kV |
| Corrente nominal | 400 A |
| Corrente de curto-circuito | 15 kA/1s |
| Componentes internos | Fusível HH; 50 A; 15,0 kV |
| | Barras tripolares |
| | Chave seccionadora tripolar com abertura em carga |
| | Bloqueio mecânico |

APÊNDICE B – Quadros descritivos das características técnicas dos transformadores de potência.

Quadro 23 - Características técnicas do transformador de potência seco do bloco E.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Equipamento | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA SECO – BLOCO E |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Modelo | RESIMOLD (SECO) |
| Fabricante | WALTEC |
| Potência | 500 kVA |
| Tensão nominal primária | 13,8 kV |
| Tensão nominal secundária | 220/127 V |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tensão de alta | 11,4 kV; 12,0 kV; 12,6 kV; 13,2 kV; 13,8 kV |
| Corrente nominal de alta | 25,32 A; 24,05 A; 22,91 A; 21,87 A; 20,92 A |
| Tensão de baixa | 220/127 V |
| Corrente nominal de baixa | 1.312,16 A |
| Impedância a 115 °C em 13,8 Kv | 5,38 % |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura | 105 °C |
| Grupo de ligação | Dyn-1 |
| Nível básico de isolamento | 95 kV |
| Classe de isolamento baixa tensão | 0,6 kV |
| Classe de isolamento média tensão | 15,0 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

Quadro 24 - Características técnicas do transformador de potência a óleo do bloco E.

| | |
|--|---|
| Equipamento | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA A ÓLEO – BLOCO E |
| Local | PÁTIO DOS GERADORES |
| Modelo | ÓLEO |
| Fabricante | WEG |
| Potência | 500 kVA |
| Tensão nominal primária | 220/127 V |
| Tensão nominal secundária | 13,8 kV |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tensão de alta | 10,2 kV; 10,8 kV; 11,4 kV; 12,0 kV; 12,6 kV; 13,2 kV; 13,8 kV |
| Corrente nominal de alta | 28,30 A; 26,73 A; 25,32 A; 24,06 A; 22,91 A; 21,87 A; 20,92 A |
| Tensão de baixa | 220/127 V |
| Corrente nominal de baixa | 1.312,16 A |
| Impedância a 75 °C em 13,8 kV | 4,50 % |
| Tipo de refrigeração | ONAN |
| Elevação de temperatura no enrolamento | 65 °C |
| Elevação de temperatura no óleo | 60 °C |
| Tipo de óleo isolante | ÓLEO MINERAL TIPO B |
| Volume de óleo | 330 l |
| Grupo de ligação | Dyn-1 |
| Nível básico de isolamento | 95 kV |

Quadro 25 - Características técnicas do autotransformador de entrada de UPS do bloco E.

| | |
|---------------------------------|---|
| Equipamento | AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS – BLOCO E |
| Local | SALA DE UPS, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Modelo | TTA |
| Fabricante | OPUS SISTEMAS DE ENERGIA |
| Potência | 180 kVA |
| Tensão de entrada | 220/127 V |
| Tensão de saída | 400/230 V |
| Corrente de entrada | 472 A |
| Corrente de saída | 260 A |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Grupo de ligação | Yn0 |
| Classe de isolamento | 0,6 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

Quadro 26 - Características técnicas do autotransformador de saída de *UPS* do bloco E.

| | |
|---------------------------------|---|
| Equipamento | AUTOTRANSFORMADOR DE SAÍDA DE UPS – BLOCO E |
| Local | SALA DE UPS, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Modelo | TTA |
| Fabricante | OPUS SISTEMAS DE ENERGIA |
| Potência | 160 kVA |
| Tensão de entrada | 400/230 V |
| Tensão de saída | 208/120 V |
| Corrente de entrada | 231 A |
| Corrente de saída | 444 A |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Grupo de ligação | Yn0 |
| Classe de isolamento | 0,6 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

Quadro 27 - Características técnicas do transformador de potência seco do bloco A.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Equipamento | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA SECO – BLOCO A |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Modelo | SECO |
| Fabricante | TRANSFORMADORES UNIÃO |
| Potência | 500 kVA |
| Tensão nominal primária | 13,8 kV |
| Tensão nominal secundária | 220/127 V |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tensão de alta | 6,3 kV; 6,6 kV; 6,9 kV; 12,6 kV; 13,2 kV; 13,8 kV |
| Corrente nominal de alta | 45,8 A; 43,3 A; 41,8 A; 22,9 A; 21,8 A; 20,9 A |
| Tensão de baixa | 220/127 V |
| Corrente nominal de baixa | 1.312,16 A |
| Impedância a 115 °C em 13,8 kV | 5,0 % |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Grupo de ligação | Dyn-1 |
| Nível básico de isolamento | 95 kV |
| Classe de isolamento baixa tensão | 1,2 kV |
| Classe de isolamento média tensão | 15,0 kV |
| Grau de proteção | IP – 31 |

Quadro 28 - Características técnicas do transformador de potência a óleo do bloco A.

| | |
|--|--|
| Equipamento | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA A ÓLEO – BLOCO A |
| Local | PÁTIO DOS GERADORES |
| Modelo | TFO – ÓLEO |
| Fabricante | TECAP |
| Potência | 500 kVA |
| Tensão nominal primária | 220/127 V |
| Tensão nominal secundária | 13,8 kV |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tensão de alta | 12,6 kV; 13,2 kV; 13,8 kV |
| Corrente nominal de alta | 22,91 A; 21,87 A; 20,92 A |
| Tensão de baixa | 220/127 V |
| Corrente nominal de baixa | 1.312,16 A |
| Impedância a 75 °C em 13,8 kV | 4,80 % |
| Tipo de refrigeração | ONAN |
| Elevação de temperatura no enrolamento | 55 °C |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Tipo de óleo isolante | ÓLEO MINERAL |
| Volume de óleo | 450 l |
| Grupo de ligação | Dyn-1 |
| Nível básico de isolamento | 95 kV |

Quadro 29 - Características técnicas do autotransformador de entrada de UPS 1 do bloco A.

| | |
|---------------------------------|---|
| Equipamento | AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS 1 – BLOCO A |
| Local | SALA DE UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Modelo | TTA |
| Fabricante | OPUS SISTEMAS DE ENERGIA |
| Potência | 180 kVA |
| Tensão de entrada | 220/127 V |
| Tensão de saída | 400/230 V |
| Corrente de entrada | 472 A |
| Corrente de saída | 260 A |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Grupo de ligação | Yn0 |
| Classe de isolamento | 0,6 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

Quadro 30 - Características técnicas do autotransformador de entrada de *UPS 2* do bloco A.

| | |
|---------------------------------|---|
| Equipamento | AUTOTRANSFORMADOR DE ENTRADA DE UPS 2 – BLOCO A |
| Local | SALA DE UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Modelo | TTA |
| Fabricante | OPUS SISTEMAS DE ENERGIA |
| Potência | 180 kVA |
| Tensão de entrada | 220/127 V |
| Tensão de saída | 400/230 V |
| Corrente de entrada | 472 A |
| Corrente de saída | 260 A |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Grupo de ligação | Yn0 |
| Classe de isolamento | 0,6 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

Quadro 31 - Características técnicas do autotransformador de saída de *UPS* do bloco A.

| | |
|---------------------------------|---|
| Equipamento | AUTOTRANSFORMADOR DE SAÍDA DE UPS – BLOCO A |
| Local | SALA DE UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Modelo | TTA |
| Fabricante | OPUS SISTEMAS DE ENERGIA |
| Potência | 160 kVA |
| Tensão de entrada | 400/230 V |
| Tensão de saída | 208/120 V |
| Corrente de entrada | 231 A |
| Corrente de saída | 444 A |
| Número de fases | 3 |
| Frequência | 60 Hz |
| Tipo de refrigeração | Natural |
| Temperatura | Classe F |
| Elevação de temperatura no óleo | 50 °C |
| Grupo de ligação | Yn0 |
| Classe de isolamento | 0,6 kV |
| Grau de proteção | IP – 21 |

APÊNDICE C – Quadros descritivos das características técnicas dos quadros elétricos de baixa tensão.

Quadro 32 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-A do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-A |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 18.540 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 26 |

Quadro 33 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-B do bloco E

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-B |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 13.860 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 20 |

Quadro 34 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-C do bloco E

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-C |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 9.300 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 18 |

Quadro 35 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-D do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-D |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 6.850 W |
| Disjuntor geral | 125 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N +T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 36 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-F do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-F |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 17.590 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N +T |
| Quantidade de circuitos | 29 |

Quadro 37 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-G do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-G |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 14.520 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N +T |
| Quantidade de circuitos | 29 |

Quadro 38 - Características técnicas do quadro elétrico de tomadas Q-TOM-H do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | Q-TOM-H |
| Local | INTERPISO INFERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 14.520 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 29 |

Quadro 39 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-1 do bloco E.

| | |
|-------------------------|--|
| Equipamento | QG-1 |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 4X 240 mm ² – EVA 90° + 1 X 150 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 128 kW |
| Disjuntor geral | -- A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | -- |

Quadro 40 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-2 do bloco E.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QG-2 |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 8X 185 mm ² – EVA 90° + 1 X 95 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 128 kW |
| Disjuntor geral | -- A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | -- |

Quadro 41 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-A do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-A |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-1 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 42 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-B do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-B |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-1 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 6.800 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 10 |

Quadro 43 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-C do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-C |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-1 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 44 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-D do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-D |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-1 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 10.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 18 |

Quadro 45 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-E do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-E |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 10.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 18 |

Quadro 46 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-F do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-F |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 47 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-G do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-G |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 6.800 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 10 |

Quadro 48 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-H do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-H |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 49 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-I do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-I |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-1 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.000 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

Quadro 50 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-J do bloco E.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-J |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.000 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

Quadro 51 - Características técnicas do quadro elétrico geral QGBT do bloco E.

| | |
|-------------------------|--|
| Equipamento | QGBT |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | TRANSFORMADOR SECO, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Cabo alimentador | 16 X 185 mm ² – EVA 90° + 4 X 120 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 400 Kw |
| Disjuntor geral | 1.440 A (DISJUNTOR DE 1.600 A, AJUSTÁVEL) |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 14 |

Quadro 52 - Características técnicas do quadro elétrico de força QDF-NB do bloco E.

| | |
|-------------------------|--|
| Equipamento | QDF-NB |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Cabo alimentador | 8 X 120 mm ² – EVA 90° + 2 X 70 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 128 kW |
| Disjuntor geral | 400 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 8 |

Quadro 53 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-TI do bloco E.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QTNB-TI |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 4 X 25 mm ² – EVA 90° + 1 X 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 24.000 W |
| Disjuntor geral | 80 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 27 |

Quadro 54 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-100 do bloco E.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QTNB-100 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 4 X 25 mm ² – EVA 90° + 1 X 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 23.130 W |
| Disjuntor geral | 125 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 30 |

Quadro 55 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QT-200 do bloco E.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QT-200 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 4 X 35 mm ² – EVA 90° + 1 X 25 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 39.150 W |
| Disjuntor geral | 125 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 30 |

Quadro 56 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-COPA do bloco E.

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Equipamento | QF-COPA |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 21.760 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 13 |

Quadro 57 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-AC do bloco E.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QF-AC |
| Local | SALA DA UPS, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 4 X 50 mm ² – EVA 90° + 1 X 35 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | -- |
| Disjuntor geral | 100 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 7 |

Quadro 58 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-1 do bloco A.

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Equipamento | QTNB-1 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 14.770 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

Quadro 59 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTNB-2 do bloco A.

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Equipamento | QTNB-2 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90 |
| Carga instalada | 14.770 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

Quadro 60 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTU-101 do bloco A.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QTU-101 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 3 X 70 mm ² – EVA 90° + 1 X 120 mm ² – EVA 90° + 35 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 62.500 W |
| Disjuntor geral | 250 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 60 |

Quadro 61 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QTU-102 do bloco A.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QTU-102 |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QDF-NB |
| Cabo alimentador | 3 X 70 mm ² – EVA 90° + 1 X 120 mm ² – EVA 90° + 35 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 63.920 W |
| Disjuntor geral | 250 A |
| Tensão | 208/120 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 60 |

Quadro 62 - Características técnicas do quadro elétrico de tomada QF-TOMADAS do bloco A.

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Equipamento | QF-TOMADAS |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 16 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | -- |
| Disjuntor geral | 80 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

Quadro 63 - Características técnicas do quadro elétrico geral QGBT do bloco A.

| | |
|-------------------------|--|
| Equipamento | QGBT |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | TRANSFORMADOR SECO, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Cabo alimentador | 16 X 185 mm ² – EVA 90° + 4 X 120 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 400 kW |
| Disjuntor geral | 1.440 A (DISJUNTOR DE 1.600 A, AJUSTÁVEL) |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 14 |

Quadro 64 - Características técnicas do quadro elétrico geral QDF-NB do bloco A.

| | |
|-------------------------|---|
| Equipamento | QDF-NB |
| Local | SALA DA UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | MÓDULO DE PARALELISMO DO UPS, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Cabo alimentador | 6 X 95 mm ² – EVA 90° + 1 X 185 mm ² – EVA 90° + 6 X 95 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 128 kW |
| Disjuntor geral | 630 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 8 |

Quadro 65 - Características técnicas do quadro elétrico geral QG-2 do bloco A.

| | |
|-------------------------|--|
| Equipamento | QG-2 |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QGBT |
| Cabo alimentador | 4X 70 mm ² – EVA 90° + 1 X 75 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 44 kW |
| Disjuntor geral | -- A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | -- |

Quadro 66 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-E do bloco A.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-E |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 67 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-F do bloco A.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-F |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 6.800 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 10 |

Quadro 68 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-G do bloco A.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-G |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 16 |

Quadro 69 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-H do bloco A.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-H |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 10.500 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 18 |

Quadro 70 - Características técnicas do quadro elétrico de iluminação QL-J do bloco A.

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Equipamento | QL-J |
| Local | INTERPISO SUPERIOR, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fonte de energia | QG-2 |
| Cabo alimentador | 10 mm ² – EVA 90° |
| Carga instalada | 7.000 W |
| Disjuntor geral | 63 A |
| Tensão | 220/127 V |
| Tipo de ligação | 3F + N + T |
| Quantidade de circuitos | 12 |

APÊNDICE D – Quadro descritivo das características técnicas dos cabos elétricos de média tensão.

Quadro 71 – Características técnicas dos cabos de média tensão das instalações.

| | |
|-------------------|---|
| Equipamento | CABOS DE MÉDIA TENSÃO |
| Modelo | EPROTENAX |
| Seção transversal | 25 mm ² |
| Tensão nominal | 8,7/15 kV |
| Isolamento | HEPR |
| Trecho | SUBESTAÇÃO DO CONDOMÍNIO – PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A |
| | PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A – PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E |
| | PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E – GERADOR DO BLOCO E |
| | PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E – TRANSFORMADOR DO BLOCO E |
| | PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A – GERADOR DO BLOCO A |
| | PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A – TRANSFORMADOR DO BLOCO A |

APÊNDICE E – Quadro descritivo das características técnicas dos grupos moto-geradores.

Quadro 72 – Características técnicas do grupo moto-gerador do bloco E.

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Equipamento | GERADOR – BLOCO E |
| Local | PÁTIO DOS GERADORES |
| Fabricante | STEMAC GRUPO GERADORES |
| Motor | SCANIA – DC1241A |
| Gerador | WEG – GTA |
| Potência | 450/405 kVA |
| Tensão | 220 V |
| Corrente | 1.066 A |
| Frequência | 60 Hz |
| Fator de potência | 0,8 |
| Rotação | 1.800 rpm |
| Regime de trabalho | <i>STAND BY/PRIME</i> |
| Combustível | DIESEL |
| Componente | QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA |
| | BATERIAS DE COMANDO E PARTIDA |

Quadro 73 – Características técnicas do grupo moto-gerador do bloco A.

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Equipamento | GERADOR – BLOCO A |
| Local | PÁTIO DOS GERADORES |
| Fabricante | STEMAC GRUPO GERADORES |
| Motor | SCANIA – DC1253A |
| Gerador | WEG – GTA |
| Potência | 500/456 kVA |
| Tensão | 220 V |
| Corrente | 1.314 A |
| Frequência | 60 Hz |
| Fator de potência | 0,8 |
| Rotação | 1.800 rpm |
| Regime de trabalho | <i>STAND BY/PRIME</i> |
| Combustível | DIESEL |
| Componente | QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA |
| | BATERIAS DE COMANDO E PARTIDA |

APÊNDICE F – Quadro descritivo das características técnicas dos equipamentos de UPS.

Quadro 74 – Características técnicas do sistema de *UPS* do comando do PMT do condomínio.

| | |
|-----------------------------|---|
| Equipamento | <i>UPS</i> – COMANDO DA SUBESTAÇÃO CONDOMÍNIO |
| Local | SUBESTAÇÃO DO CONDOMÍNIO |
| Fabricante | SMS NO-BREAKS |
| Modelo | NET 4+ |
| Potência | 1.400 VA |
| Tensão de entrada | 127/220 V |
| Tensão de saída | 115 V |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Fator de potência | 0,7 |
| Tensão do banco de baterias | 12 Vcc |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 2 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vcc |
| Capacidade da bateria | 7 Ah |

Quadro 75 – Características técnicas do sistema de *UPS* do comando do PMT do bloco E.

| | |
|-----------------------------|---|
| Equipamento | <i>UPS</i> – COMANDO DO PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO E |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fabricante | EQUISUL |
| Modelo | THOR WORLD 3,75 kVA |
| Potência | 3,75 kVA |
| Tensão de entrada | 220 V |
| Tensão de saída | 110/110 V |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Tensão do banco de baterias | 48 Vcc |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 4 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vdc |
| Capacidade da bateria | 40 Ah |

Quadro 76 – Características técnicas do sistema de *UPS* do comando do PMT do bloco A.

| | |
|-----------------------------|---|
| Equipamento | <i>UPS</i> – COMANDO DO PAINEL DE MÉDIA TENSÃO DO BLOCO A |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fabricante | EQUISUL |
| Modelo | THOR WORLD 3,75 kVA |
| Potência | 3,75 kVA |
| Tensão de entrada | 220 V |
| Tensão de saída | 110/110 V |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Tensão do banco de baterias | 48 Vcc |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 4 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vdc |
| Capacidade da bateria | 40 Ah |

Quadro 77 – Características técnicas do sistema de *UPS* do comando reserva.

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Equipamento | <i>UPS</i> – RESERVA |
| Local | SALA DE ELÉTRICA, 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fabricante | SMS NO-BREAKS |
| Modelo | NET 4+ |
| Potência | 1.400 VA |
| Tensão de entrada | 127/220 V |
| Tensão de saída | 115 V |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Fator de potência | 0,7 |
| Tensão do banco de baterias | 12 Vcc |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 2 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vcc |
| Capacidade da bateria | 7 Ah |

Quadro 78 – Características técnicas do sistema de *UPS* de tomadas do bloco E.

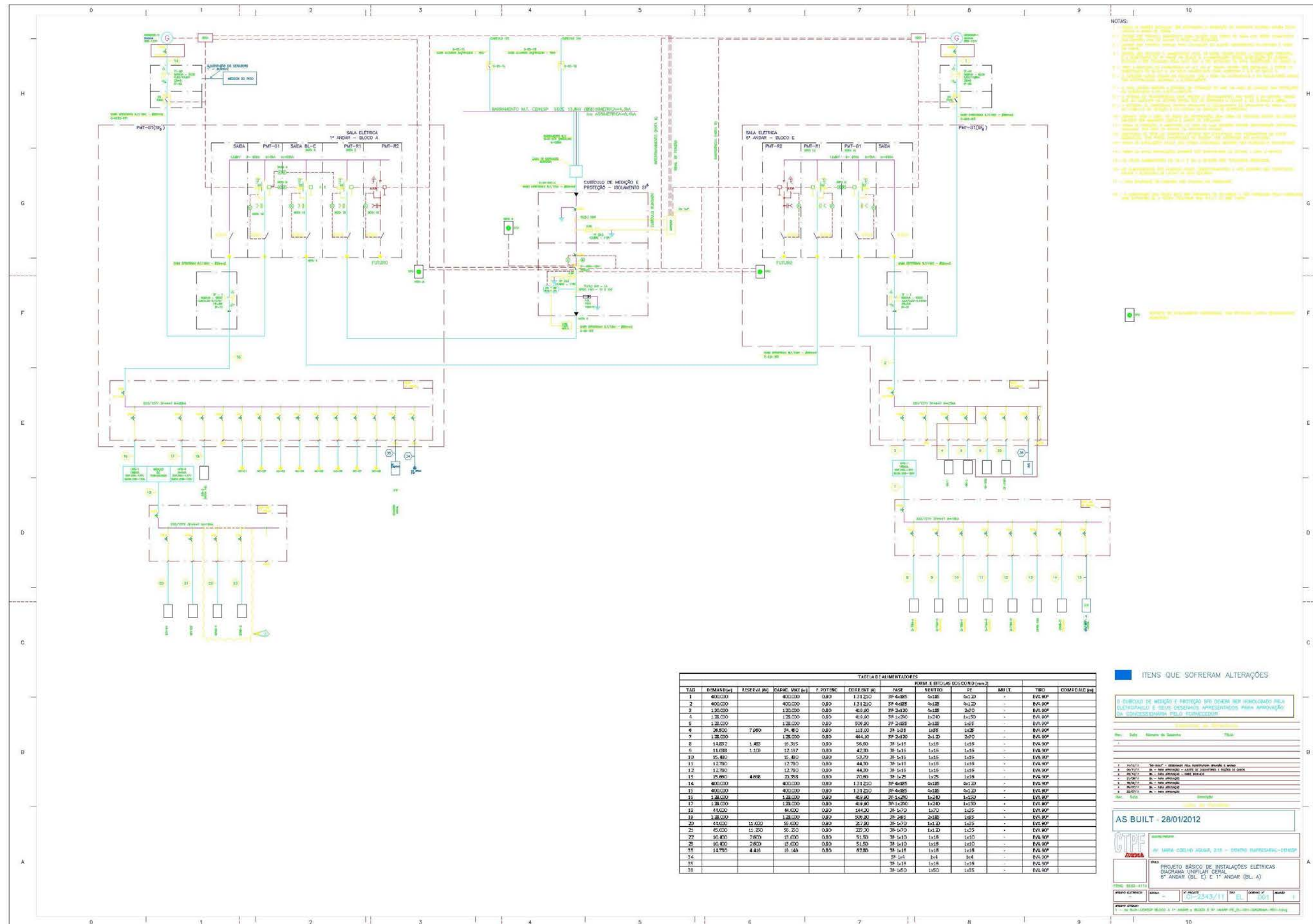
| | |
|-----------------------------|--|
| Equipamento | <i>UPS</i> – BLOCO E |
| Local | SALA DE <i>UPS</i> , 6º ANDAR, BLOCO E |
| Fabricante | SOCOMEK |
| Modelo | DELPHYS GP |
| Potência | 160 kVA |
| Tipo de sistema | SISTEMA SINGELO |
| Tensão de entrada | 400 V |
| Ligação elétrica na entrada | 3 FASES |
| Tensão de saída | 400/230 V |
| Ligação elétrica na saída | 3 FASES + 1 NEUTRO |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 39 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vdc |
| Capacidade da bateria | 200 Ah |
| Componentes | UM EQUIPAMENTO DE 160 kVA |
| | UM BANCO DE BATERIAS |
| | UM AUTOTRANSFORMADOR, 180 kVA |
| | UM AUTOTRANSFORMADOR, 160 kVA |

Quadro 79 – Características técnicas do sistema de *UPS* de tomadas do bloco A.

| | |
|-----------------------------|--|
| Equipamento | <i>UPS</i> – BLOCO A |
| Local | SALA DE <i>UPS</i> , 1º ANDAR, BLOCO A |
| Fabricante | SOCOMEK |
| Modelo | DELPHYS GP |
| Potência | 160 kVA |
| Tipo de sistema | SISTEMA PARALELO REDUNDANTE |
| Tensão de entrada | 400 V |
| Ligação elétrica na entrada | 3 FASES |
| Tensão de saída | 400/230 V |
| Ligação elétrica na saída | 3 FASES + 1 NEUTRO |
| Frequência de saída | 60 Hz |
| Tipo de bateria | SELADA |
| Quantidade de baterias | 39 + 39 UNIDADES |
| Tensão da bateria | 12 Vdc |
| Capacidade da bateria | 80 Ah |
| Componentes | DOIS EQUIPAMENTOS DE 160 kVA |
| | UM PAINEL DE PARALELISMO |
| | DOIS BANCOS DE BATERIAS |
| | DOIS AUTOTRANSFORMADORES, 180 kVA |
| | UM AUTOTRANSFORMADOR, 160 kVA |

ANEXOS

ANEXO A - Diagrama unifilar das instalações elétricas.



NOTAS:

- 1 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 2 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 3 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 4 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 5 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 6 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 7 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 8 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 9 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.
- 10 - O sistema de distribuição elétrica foi projetado de acordo com o projeto básico de instalações elétricas aprovado pelo Conselho Municipal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (COMCEAU) em 15/03/2012.

TABELA DE ALIMENTADORES

| TÃO | DIMENSÃO (m) | ÁREA (m²) | CAPAC. MÁX (kVA) | F. POT/IBR | COD. DEB. (m) | TADE | REATOR | PF | MULTI | TPO | COMERCIAL (kg) |
|-----|--------------|-----------|------------------|------------|---------------|----------|--------|-------|-------|---------|----------------|
| 1 | 400,000 | 400,000 | 400,000 | 0,80 | 1,31,210 | 3F-4-800 | 5x120 | 5x120 | - | EVA 90° | |
| 2 | 400,000 | 400,000 | 400,000 | 0,80 | 1,31,210 | 3F-4-800 | 5x120 | 5x120 | - | EVA 90° | |
| 3 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 4 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 5 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 6 | 20,500 | 7,950 | 34,810 | 0,80 | 117,00 | 3F-3x5 | 1x85 | 1x25 | - | EVA 90° | |
| 7 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 8 | 14,822 | 1,482 | 35,315 | 0,80 | 35,80 | 3F-1x16 | 1x15 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 9 | 14,822 | 1,482 | 35,315 | 0,80 | 35,80 | 3F-1x16 | 1x15 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 10 | 15,480 | 15,480 | 35,480 | 0,80 | 32,00 | 3F-1x16 | 1x15 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 11 | 12,780 | 12,780 | 35,480 | 0,80 | 44,30 | 3F-1x16 | 1x15 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 12 | 12,780 | 12,780 | 35,480 | 0,80 | 44,30 | 3F-1x16 | 1x15 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 13 | 19,880 | 4,880 | 23,918 | 0,80 | 20,80 | 3F-1x25 | 1x25 | 1x15 | - | EVA 90° | |
| 14 | 400,000 | 400,000 | 400,000 | 0,80 | 1,31,210 | 3F-4-800 | 5x120 | 5x120 | - | EVA 90° | |
| 15 | 400,000 | 400,000 | 400,000 | 0,80 | 1,31,210 | 3F-4-800 | 5x120 | 5x120 | - | EVA 90° | |
| 16 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 17 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 410,80 | 3F-2x420 | 5x120 | 3x20 | - | EVA 90° | |
| 18 | 14,000 | 14,000 | 35,480 | 0,80 | 34,80 | 3F-1x20 | 1x20 | 1x25 | - | EVA 90° | |
| 19 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,80 | 39,80 | 3F-3x5 | 2x18 | 1x25 | - | EVA 90° | |
| 20 | 55,000 | 11,000 | 55,000 | 0,80 | 27,80 | 3F-1x20 | 1x12 | 1x25 | - | EVA 90° | |
| 21 | 45,000 | 11,200 | 56,200 | 0,80 | 27,20 | 3F-1x20 | 1x12 | 1x25 | - | EVA 90° | |
| 22 | 16,870 | 7,870 | 15,070 | 0,80 | 51,90 | 3F-1x10 | 1x15 | 1x10 | - | EVA 90° | |
| 23 | 16,870 | 7,870 | 15,070 | 0,80 | 51,90 | 3F-1x10 | 1x15 | 1x10 | - | EVA 90° | |
| 24 | 14,750 | 4,410 | 15,160 | 0,80 | 87,80 | 3F-1x18 | 1x18 | 1x18 | - | EVA 90° | |
| 25 | | | | | | 3F-1x4 | 1x4 | 1x4 | - | EVA 90° | |
| 26 | | | | | | 3F-1x18 | 1x18 | 1x18 | - | EVA 90° | |
| 27 | | | | | | 3F-1x50 | 1x50 | 1x55 | - | EVA 90° | |

ITENS QUE SOFRERAM ALTERAÇÕES

O CABINETE DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO SF6 DEVERÁ SER REALIZADO PELA CENTRALIZADA E SEUS CESSANTES APRESENTADOS PARA APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE FOMENTO ESPORTE.

AS BUILT - 28/01/2012

GTPE

PROJETO BÁSICO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
DIAGRAMA UNIFILAR GERAL
5º ANDAR (BL. C) E 1º ANDAR (BL. A)

DATA: 01-25-11

PROJETO: 01-25-11

BL: 001

ANDAR: 1

ANEXO B - Lista de equipamentos cadastrados no software de gerenciamento de manutenção.

| Lista de Equipamentos | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|----------|-----------|-------|-------------|-------------------|------------|---|
| Cod. Equipamento | Nome Alternativo do Ativo | Descrição | Edifício | Descrição | Local | Fabricante | Numero do Modelo | Fornecedor | Especificações |
| 1100000-1361 | GMG-01-CENESP | Grupo Gerador 450 KVA UPS #1 CENESP CM COMANDOS 30 KVA | CENESP | | | STEMAC | T229-6 | | CARGA CRITICA ATUAL 4,9 KVA. Tensão de entrada: 400V Tensão de saída: 400V |
| 3700400-1581 | UPS #1 CENESP | UPS #2 CENESP - 5 KVA | CENESP | | | CM COMANDOS | SENTRY.HPS - HT30 | | CARGA CRITICA ATUAL 1,55 KVA. Tensão de entrada: 208V Tensão de saída: 208/120V |
| 3700400-1582 | UPS #2 CENESP | ELECTRICAL PANEL | CENESP | | | CM COMANDOS | CONCEPTION 5000 | | |
| 3800100-4134 | OIG-CENESP - Quadro Geral de Força | ELECTRICAL PANEL | CENESP | 06 | | Padrao | | | Quadro Geral de Força |
| 3800100-4135 | QFNB-01-CENESP - Quadro de Força NBK nº 01 Site | ELECTRICAL PANEL | CENESP | 06 | | Padrao | | | Quadro de Força NBK nº 01 Site |
| 3800100-4136 | QFNB-02-CENESP - Quadro de Força NBK nº 02 Site | ELECTRICAL PANEL | CENESP | 06 | | Padrao | | | Quadro de Força NBK nº 02 Site |
| 3800100-4137 | QFAC-CENESP - Quadro de Força Ar Condicionado | ELECTRICAL PANEL | CENESP | 06 | | Padrao | | | Quadro de Força Ar Condicionado |

ANEXO C - Relatórios de ensaios elétricos.

Exemplo do relatório dos ensaios elétricos nos cabos de média tensão.

EMPRESA: **CITIBANK - CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO**
 SETOR: **MANUTENÇÃO**
 AT.: **SR. MATHEUS**
 ENDEREÇO: **AV. MARIA COELHO AGUIAR, 215 - BLOCO E - 6º ANDAR**
 FONE: **(11) 9-9301-1188**

CABOS DE MÉDIA TENSÃO (MT)

Data de Execução: **18/08/13**
 Data do Relatório: **21/08/13**

Técnico: **DANIEL / LUCAS**Identificação: **SUBESTAÇÃO GERADOR**Lance: **SUB. GERADOR x SUB 1º ANDAR.**

Bitola (mm²): -
 V. Nominal (KV): **8,7 / 15**

Teste No.1: Resistência Ohmica de isolamento

Tensão de Teste (Vcc) = 10.000
 R. Satisfatória (Megaohm) > 80

| Índice de Absorção (I.a) | | | |
|--------------------------|------|------|--------------|
| ENTRE | 0 | 1 | PERIGOSO |
| ENTRE | 1 | 1,1 | POBRE |
| ENTRE | 1,1 | 1,25 | QUESTIONÁVEL |
| ENTRE | 1,25 | 1,4 | CONFIÁVEL |
| ENTRE | 1,4 | 1,6 | BOM |
| MAIOR QUE | 1,6 | - | EXCELENTE |

Este teste é realizado para determinar e detectar quais os níveis de umidade, poeira e contaminação estão no condutor. Quando realizados periodicamente, servem, também, para comparar a gradual deterioração do material isolante, comparando-se os resultados das diversas medições realizadas ao longo do tempo.

| Índice de Polarização (I.p) | | | |
|-----------------------------|-----|-----|--------------|
| ENTRE | 0 | 1 | PERIGOSO |
| ENTRE | 1 | 1,5 | POBRE |
| ENTRE | 1,5 | 2 | QUESTIONÁVEL |
| ENTRE | 2 | 3 | CONFIÁVEL |
| ENTRE | 3 | 4 | BOM |
| MAIOR QUE | 4 | - | EXCELENTE |

Este teste é realizado para determinar o grau em que essa contaminação já se deu nos materiais isolantes do condutor. Através dos resultados deste índice você pode avaliar qual o nível de segurança em que se encontra o condutor.

SEM RESULTADOS ANTERIORES

| Ensaio | 30 SEG. | 1MIN. | 10MIN. | I.a | I.p |
|---------|--------------|-------|--------|-----|-----|
| A-MASSA | 3.000 | - | - | - | - |
| B-MASSA | 3.500 | - | - | - | - |
| C-MASSA | 3.700 | - | - | - | - |

RESULTADOS ATUAIS

| Ensaio | 30 SEG. | 1MIN. | 10MIN. | I.a | I.p |
|---------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| A-MASSA | 3.000 | 5.000 | 7.500 | 1,67 | 1,50 |
| B-MASSA | 3.600 | 5.000 | 7.600 | 1,39 | 1,52 |
| C-MASSA | 3.600 | 5.500 | 7.400 | 1,53 | 1,35 |

Obs./ Sugest: O equipamento encontra-se em condições normais de funcionamento.
 Sugere-se realizar nova inspeção em 12 meses.

Exemplo do relatório dos ensaios elétricos na seccionadora de média tensão.

EMPRESA: **CITIBANK - CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO**
 SETOR: **MANUTENÇÃO**
 AT.: **SR. MATHEUS**
 ENDEREÇO : **AV. MARIA COELHO AGUIAR, 215 - BLOCO E - 6º ANDAR**
 FONE: **(11) 9-9301-1188**

CHAVE SECCIONADORA DE MÉDIA TENSÃO (MT)

Data de Execução: **18/08/13**
 Data do Relatório: **21/08/13**

Técnico: **DANIEL / LUCAS**

Identificação: **GERADOR**

Cub.: **DERIVAÇÃO GERADOR x 1º ANDAR**

Fabricante: **BEGHIM**
 No. Série: -
 Tipo: **HRBTL**
 In (FUSIVEL): **50A**

V. Nominal (KV): **17,5**
 I. Nominal (A): **400**
 U.R.A (%): **78**
 T.amb. (oC): **16**

Teste No.1: Resistência Ohmica de contato

R. Satisfatória (Microohm) < = 500

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| Fase | Cor da barra | R (Microohm) |
|-------------|-----------------|--------------|
| A - Massa = | VERMELHO | 264 |
| B - Massa = | BRANCO | 296 |
| C - Massa = | MARROM | 302 |

Resultados atuais

| Fase | Cor da barra | R (Microohm) |
|------|-----------------|--------------|
| A = | VERMELHO | 258 |
| B = | BRANCO | 192 |
| C = | MARROM | 109 |

Teste No.1: Resistência Ohmica de isolamento

R. Satisfatória (Megaohm) > = 80

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| | | | | | |
|----------|--------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| A - A' = | 3.500 | A - Massa = | 3.800 | A - B' = | 4.000 |
| B - B' = | 3.600 | B - Massa = | 3.800 | B - C' = | 4.000 |
| C - C' = | 3.500 | C - Massa = | 4.000 | A - C' = | 4.000 |

Resultados atuais

| | | | | | |
|----------|--------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| A - A' = | 4.000 | A - Massa = | 4.000 | A - B' = | 6.000 |
| B - B' = | 4.000 | B - Massa = | 4.500 | B - C' = | 6.000 |
| C - C' = | 4.500 | C - Massa = | 5.500 | A - C' = | 6.700 |

A - Em Ordem
 B - Com Problemas
 C - Não tem
 D - Não Inspeccionado
 E - Sim
 F - Não

| | | | |
|--------------------------|----------|-------------------|----------|
| Intertravamento Elétrico | D | Motorizado | F |
| Corrosão | C | Contatos | A |
| Mecanismo de Acionamento | A | Aterramento | A |
| Bloqueio Mecânico | A | Limpeza | A |
| Contatos Auxiliares | A | Pintura | A |
| Isoladores | A | Com Fusíveis | E |
| Conexões | A | Abertura em Carga | E |

Obs./ Sugest: O equipamento encontra-se em condições normais de funcionamento.
 Sugere-se uma nova medição em 12 meses.

Exemplo do relatório dos ensaios elétricos no transformador de potência de média tensão.

EMPRESA: **CITIBANK - CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO**
 SETOR: **MANUTENÇÃO**
 AT.: **SR. MATHEUS**
 ENDEREÇO: **AV. MARIA COELHO AGUIAR, 215 - BLOCO E - 6º ANDAR**
 FONE: **(11) 9-9301-1188**

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA DE MT

Data de Execução: **18/08/2013**

Técnico: **DANIEL / LUCAS**

Data do Relatório: **21/08/2013**

Identificação: **GERADOR**

Cub.: **TRANSFORMAÇÃO**

Fabricante: **TECAP**

V.Nominal.Prim.(KV): **13,8**

No. Série: **1.796**

V.Nominal.Sec. (V): **220**

Tipo: **TFO**

Pot.Nominal (KVA): **500**

Tipo de Isolação: **ÓLEO MINERAL**

T.Óleo (o.C): **26**

Vol. Óleo (Lts.): **450**

U.R.A (%): **78**

Ano de Fabricação: **2011**

T.amb. (oC): **17**

Resistência ôhmica dos enrolamentos (miliohm):

Discrepância Satisfatória (%) < 3

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| Enrolamento | Leitura | R. à 75 o.C | Enrolamento | Leitura | R à 75 o.C |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| H1 - H2 | 4,765 | 5,661 | X1 - X2 | 0,919 | 1,092 |
| H1 - H3 | 4,750 | 5,643 | X1 - X3 | 0,933 | 1,108 |
| H2 - H3 | 4,747 | 5,640 | X2 - X3 | 0,958 | 1,138 |
| Discrepância. (%) | | 0,02 | Discrepância. (%) | | 2,30 |

Resultados atuais

| Enrolamento | Leitura | R. à 75 o.C | Enrolamento | Leitura | R à 75 o.C |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| H1 - H2 | 4.539 | 5.393 | X1 - X2 | 0,920 | 1,093 |
| H1 - H3 | 4.541 | 5.395 | X1 - X3 | 0,960 | 1,141 |
| H2 - H3 | 4.548 | 5.403 | X2 - X3 | 0,946 | 1,124 |
| Discrepância. (%) | | 0,12 | Discrepância. (%) | | 2,34 |

Teste No.2: Resistência ôhmica da isolação (megaohm):

R. Satisfatória Prim/Sec (Megaohm) > = 80/5

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| Ensaio | 1 Minuto | 10 Minutos | I.a | I.p |
|-------------------------|--------------|------------|-----|-----|
| Primário - Massa : | 2.000 | | | |
| Primária - Secundário : | 2.300 | | | |
| Secundário - Massa : | 2.200 | | | |

Resultados atuais

| Ensaio | 1 Minuto | 10 Minutos | I.a | I.p |
|-------------------------|--------------|------------|-----|-----|
| Primário - Massa : | 4.000 | | | |
| Primária - Secundário : | 1.500 | | | |
| Secundário - Massa : | 500 | | | |

A - Em Ordem
 B - Com Problemas
 C - Não tem
 D - Não Inspeccionado
 E - Sim
 F - Não

| | | | |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|
| Caixa de Comando | C | Termômetro | A |
| Relé de Gás Bucholz | C | Conexões | A |
| Isoladores (Buchas) | A | Nível de Óleo | D |
| Desumidificador | C | Pintura | A |
| Radiador | A | Corrosão | C |
| Cabo de Aterramento | A | Vazamento | C |
| Comutador de Tap | D | Relé de Pressão Súbta | C |
| Ventiladores | C | Indic. de Nível de Óleo | C |
| Válvula de Aliv. Pressão | C | | |

Obs./ Sugest: O equipamento encontra-se em condições normais de funcionamento.
 Sugere-se novos ensaios em 12 meses.

EMPRESA: **CITIBANK - CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO**
 SETOR: **MANUTENÇÃO**
 AT.: **SR. MATHEUS**
 ENDEREÇO : **AV. MARIA COELHO AGUIAR, 215 - BLOCO E - 6º ANDAR**
 FONE: **(11) 9-9301-1188**

PÁRA-RAIOS DE MÉDIA TENSÃO (M.T)

Data de Execução: **18/08/13**
 Data do Relatório: **21/08/13**

Técnico: **DAVID / EDUARDO**

Identificação: **SUB. 1º ANDAR - BLOCO A**

Cub.: **PROTEÇÃO DERIVAÇÃO BLOCO E**

Fabricante: **KEE** V. Nominal (KV): **12**
 No. elemen./fase: **1** I. Nominal (A): **10**
 Tipo: **POLIMÉRICO** U.R.A (%): **70**
 No. Série: T.amb. (oC): **19**
 A: -
 B: -
 C: -

Teste No.1: Resistência Ohmica de isolamento

Tensão de Teste (Vcc) = **10000**

R. Satisfatória (Megaohm) > **80**

Resultados anteriores em: **26/11/2012**

| Fase | Cor Barra | R (Megaohm) |
|-------------|-----------------|---------------|
| A - Massa = | MARROM | - |
| B - Massa = | BRANCO | - |
| C - Massa = | VERMELHO | - |

Teste No.1: Resistência Ohmica de isolamento

Tensão de Teste (Vcc) = **10.000**

R. Satisfatória (Megaohm) > **80**

Resultados atuais

| Fase | Cor Barra | R (Megaohm) |
|-------------|-----------------|---------------|
| A - Massa = | MARROM | 6.000 |
| B - Massa = | BRANCO | 6.000 |
| C - Massa = | VERMELHO | 6.000 |

A - Em Ordem
 B - Com Problemas
 C - Não tem
 D - Não Inspeccionado
 E - Sim
 F - Não

| | | | |
|---------------|----------|-----------------------|----------|
| Limpeza | A | Aterramento | A |
| Isolador | A | Anel Equalizador | C |
| Base Isolante | A | Conexões | A |
| Estrutura | A | Contador de Operações | C |

Obs./ Sugest: O equipamento encontra-se em condições normais de funcionamento.
 Sugere-se uma nova medição em 12 meses.

Exemplo do relatório dos ensaios elétricos no disjuntor de média tensão.

EMPRESA: **CITIBANK - CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO**
 SETOR: **MANUTENÇÃO**
 AT.: **SR. MATHEUS**
 ENDEREÇO : **AV. MARIA COELHO AGUIAR, 215 - BLOCO E - 6º ANDAR**
 FONE: **(11) 9-9301-1188**

DISJUNTOR DE MÉDIA TENSÃO (MT)

Data de Execução: **18/08/2013** Técnico: **DAVID / EDUARDO**
 Data do Relatório: **21/08/2013**
 Identificação: **SUB. 1º ANDAR - BLOCO A** Cub.: **PROTEÇÃO DERIVAÇÃO BLOCO E**

Fabricante: **ABB** V. Nominal (KV): **17,5**
 No. Série: - I. Nominal (A): **630**
 Tipo: **VD 4** Relê -Aj.(A): **INDIRETO - SEPAM**
 Meio de extinção: **A VÁCUO** Cap.Int.(MVA): -
 Motor (V): **220** U.R.A (%): **70**
 Bob. abert. (V): **220** T.amb. (oC): **19**
 Bob. Fech. (V): **220**
 Bob. Min. (V): **220**

Teste No.1: Resistência Ohmica de contato

R. Satisfatória (Microohm) < = 200

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| Fase | Cor da barra | R (Microohm) |
|---------|-----------------|--------------|
| A - A = | MARROM | - |
| B - B = | BRANCO | - |
| C - C = | VERMELHO | - |

Resultados atuais

| Fase | Cor da barra | R (Microohm) |
|---------|-----------------|--------------|
| A - A = | MARROM | 86 |
| B - B = | BRANCO | 75 |
| C - C = | VERMELHO | 81 |

Teste No.2: Resistência Ohmica de isolamento

R. Satisfatória (Megaohm) > = 80

Resultados anteriores em: **28/10/2012**

| | | | | | |
|----------|---|-------------|---|----------|---|
| A - A' = | - | A - Massa = | - | A - B' = | - |
| B - B' = | - | B - Massa = | - | B - C' = | - |
| C - C' = | - | C - Massa = | - | A - C' = | - |

Resultados atuais

| | | | | | |
|----------|--------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| A - A' = | 2.000 | A - Massa = | 2.000 | A - B' = | 1.400 |
| B - B' = | 1.800 | B - Massa = | 1.800 | B - C' = | 1.600 |
| C - C' = | 1.500 | C - Massa = | 1.500 | A - C' = | 1.500 |

| | | | | | |
|------------|-------------------|---------------------------|----------|--------------------------|----------|
| A - | Em Ordem | Limpeza | A | Bobinas | A |
| B - | Com Problemas | Lubrificação do Mecanismo | A | Placas de Identificação: | A |
| C - | Não tem | Corrosão | C | Ind. Nível de Óleo | C |
| D - | Não Inspeccionado | Isoladores | A | Tulipas | D |
| E - | Sim | Hastes de Acionamento | A | Câmaras de Extinção | D |
| F - | Não | Conexões | A | Motor | A |
| | | Mecanismo de Acionamento | A | Plugue de Comando | A |
| | | Mecanismo de Extração | C | Contatos | A |

Obs./ Sugest: O disjuntor encontra-se em condições normais de funcionamento.
 Sugere-se novos ensaios em 12 meses.

Exemplo do relatório do ensaio físico-químico do óleo isolante no transformador de potência.

Relatório de Ensaio Físico-Químico em Óleo Mineral Isolante

| DADOS DO EQUIPAMENTO | | | |
|--|--|---|----------------------------------|
| Cliente CITIBANK – CONDOMÍNIO EMRESARIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO | | Solicitante Sr. MATHEUS / DEPTO. MANUTENÇÃO | |
| Número de Série 261722 | Identificação CABINE GERADOR BLOCO B | | Fabricante WEG |
| Potência (kVA) 500 | Tensão (kV) 13,8 | Tensão Sec. (V) - | Ano de Fabricação 2008 |
| Data da Amostragem 18/08/2013 | Pedido 366 | Data do Ensaio 26/08/2013 | Volume (litros) 330 |
| Temp. do Óleo (°C) 45 | Temp. Trafo (°C) 35 | Temp. Ambiente (°C) 20 | U.R.A. (%) 85 |

| MOTIVO DA ANÁLISE | | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Periódico | Após Tratamento | Após Substituição | Verificar Tendências |

| RESULTADOS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA | | | | |
|--------------------------------------|----------|---------------|------------------------|------------------|
| ENSAIO | UNIDADE | MÉTODO | VALOR ESPECIFICADO (1) | RESULTADO OBTIDO |
| Cor (2) | - | NBR-14483 | - | 0,5 |
| Densidade a 20/4 °C (3) | - | NBR-7148 | - | 0,853 |
| Fator de Potência a 100°C | % | NBR-12133 | Máx. 20 | 1,36 |
| Índice de Neutralização | mg KOH/g | NBR-14248 | Máx. 0,20 | 0,01 |
| Rigidez Dielétrica | kV | NBR-IEC-60156 | Min. 40 | 35 |
| Tensão Interfacial, a 25°C | mN/m | NBR-6234 | Min. 20 | 41 |
| Teor de Água | PPM | NBR-10710 | Máx. 10 | 9 |

Notas:

- (1) – Valores de referência baseados na norma NBR – 10576 – Set/2012.
- (2) – Resultados obtidos pelo método colorimétrico, baseado em uma escala comparativa padrão (0,5 até 8,0). Serve de referência para a verificação do grau de deterioração do óleo.
- (3) – Utilizado para identificar o tipo de óleo (óleo de base parafínica: máx 0,860/ óleo de base naftênica: entre 0,861 e 0,900).

| DIAGNÓSTICO |
|---------------------------|
| Rigidez dielétrica baixa. |

| RECOMENDAÇÕES |
|------------------------------------|
| Sugere-se tratamento termo- vácuo. |

| OBSERVAÇÕES |
|-------------|
| |

Exemplo do relatório do ensaio cromatográfico do óleo isolante no transformador de potência.

Relatório de Ensaio Cromatográfico em Óleo Mineral Isolante

| DADOS DO EQUIPAMENTO | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
| Cliente CITIBANK – CONDOMÍNIO EMRESARIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO | | Solicitante Sr. MATHEUS / DEPTO. MANUTENÇÃO | |
| Número de Série 261722 | Identificação CABINE GERADOR BLOCO B | | Fabricante WEG |
| Potência (kVA) 500 | Tensão (kV) 13,8 | Tensão Sec. (V) - | Ano de Fabricação 2008 |
| Data da Amostragem 18/08/2013 | Pedido 366 | Data do Ensaio 26/08/2013 | Volume (litros) 330 |

| RESULTADO DA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA | | NORMAS NBR – 7070 / NBR - 7274 | |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------------|--|
| Gás | Conc. (ppm) | | |
| Hidrogênio H2 | 2 | | |
| Oxigênio O2 | 26.300 | | |
| Nitrogênio N2 | 52.100 | | |
| Metano CH4 | ND | | |
| Monóxido de carbono CO | 2 | | |
| Dióxido de Carbono CO2 | 767 | | |
| Etileno C2H4 | ND | | |
| Etano C2H6 | ND | | |
| Acetileno C2H2 | ND | | |

DIAGNÓSTICO

De acordo com a NBR-7274, os resultados indicam envelhecimento normal do óleo isolante e da celulose.

RECOMENDAÇÕES

Sugere-se novo ensaio em 12 meses.

OBSERVAÇÕES

ANEXO D - Modelo de ordem de serviço para execução da rotina de manutenção contida no plano de manutenção.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Nº. da Requisição : 8584395 | Pedido de Trabalho: 31431473 |
| Data de Solicitação: 3/06/2013 18:47 | Data de Conclusão Estimada: 18/06/2013 14:00 |
| Designado: | Programado: 17/06/2013 |
| Data de Resposta: | Data da Resposta da Data de Conclusão Estimada: |
| Concluído : 18/06/2013 09:10 | Data da Resposta: |
| Fechado: | Status: COMPLETO |
| Motivo do Adiamento: | |

| Detalhes da Solicitação de Trabalho | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|
| Relatado por: | KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS | Nome do Solicitante: | KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS |
| Telefone: | | Telefone: | |
| Correio eletrônico: | | Correio eletrônico: | |
| Edifício: | 27008 - CENTRO EMPRESARIAL AGUA BRANCA | Tipo de Trabalho: | Gerenciamento de Manutenção |
| Endereço do Edifício 1: | AVENIDA FRANCISCO MATARAZZO, 1400 | Tipo de Subtrabalho: | Manutenção Preventiva |
| Endereço do Edifício 2: | | Prioridade: | 6-80hrs(Resposta em 20hs) |
| Country: | BRAZIL | Andar: | |
| Estado Província: | NONE | Local: | |
| Cidade: | SAO PAULO | ID da Fatura: | |
| PEP: | 05001-903 | Cost Center (optional): | |
| | | Razão Geral: | |

Equipamento:
3500100-506-TR-1-UPS-A-Transformador de entrada nº 01 UPS-A - (1SS) 500kVA
Prestador de Serviço: CEAB - Mark Building -

| Descrição |
|--|
| [Somente Informações] |
| MP MENSAL DE TRANSFORMADOR DA AGUA BRANCA ED. MILANO - MONTHLY DRY TRANSFORMER INSPECTION/MAINTAIN |
| KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS 3/06/2013 18:47 |
| [Somente Informações] |
| Especificações: TR-1-UPS-A |
| Etapas: 1. INSPEÇÃO DO EQUIPAMENTO QUANTO A SEU ESTADO GERAL (VIBRAÇÕES, RUÍDOS E TEMPERATURA) 2. VERIFICAÇÕES DO SISTEMA DE EXAUSTÃO DO AMBIENTE |
| KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS 3/06/2013 18:47 |
| [Somente Informações] Status da Ordem de Trabalho definido. KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS 18/06/2013 15:48 |
| [Solicitação de Trabalho Concluída] Status: ABERTO --> COMPLETO Agent Entering Completion: [VAZIO] --> KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS Tipo da Causa: [VAZIO] --> Padrão Descrição de Reparos: [VAZIO] --> M.P executada por Cícero. KAIQUE NAZARIO DOS SANTOS 18/06/2013 15:48 |

| INFORMAÇÕES SOBRE A CONCLUSÃO | | | | |
|--|----------------|--|--|--|
| Cod. Equipamento _____ | (Se aplicável) | | | |
| Feedback de Reparo (Materiais Necessários etc) | | | | |
| _____ | | | | |
| _____ | | | | |

| Nome | Início (Data e Hora) | Concluir (Data e Hora) | Horas Diretas | Horas Excedentes |
|------|----------------------|------------------------|---------------|------------------|
| | | | | |
| | | | | |

Registre horas adicionais no verso da página
Uso de Materiais e Outros Custos (Registre despesas adicionais no verso da página)

| Tipo (Materiais/Especial) | Custo | Fornecedor | Data |
|---------------------------|-------|------------|------|
| | | | |
| | | | |

Nº. da Requisição :8584395