

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Roberto Rennó Sinohara da Silva Sousa**

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS EM  
EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS**

**Taubaté – SP**

**2014**

**Roberto Rennó Sinohara da Silva Sousa**

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS  
EM EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS**

Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de Pós-graduação  
em Engenharia Mecânica do Departamento de  
Engenharia Mecânica da Universidade de  
Taubaté.

Área de Concentração: Produção Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Luiz Octávio Mattos dos  
Reis.

**Taubaté – SP**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada por DIVISÃO TÉCNICA DE  
BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNITAU - Taubaté

Sousa, Roberto Rennó Sinohara da Silva

Implantação de melhorias na gestão da manutenção de  
subestações elétricas em empresa do ramo de bebidas/ Roberto  
Rennó Sinohara da Silva Sousa – Taubaté: Unitau, 2014.

85f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté,  
Departamento de Engenharia Mecânica, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Octávio Mattos dos Reis,  
Departamento de mecânica, 2014.

1. Gestão da Manutenção. 2. Manutenção do sistema  
elétrico. 3. Padronização. 4. Indisponibilidade. I – Título.

**ROBERTO RENNÓ SINOHARA DA SILVA SOUSA**

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS  
EM EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS**

Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de Pós-graduação  
em Engenharia Mecânica do Departamento de  
Engenharia Mecânica da Universidade de  
Taubaté.

Área de Concentração: Produção Mecânica

Data: 02/09/2014

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Luiz Octávio Mattos dos Reis

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Wendell de Queiróz Lamas

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
(EEL – USP)

Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão pelo seu apoio e ensinamentos desde os primórdios de minha educação.

Dedico esse trabalho à Priscila pelo apoio e incentivo nos momentos certos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo, a Deus por guiar meu caminho e me prover de força para superar os momentos difíceis de minha caminhada.

Ao meu pai por todas as valiosas orientações e longas discussões para a elaboração deste trabalho e durante todo o curso de mestrado e graduação.

Ao meu irmão e amigo pelo apoio, correções e revisões do trabalho.

Aos engenheiros Carlos Alberto Simão e Gianfranco Riva pelas oportunidades e ensinamentos que me deram condições, conhecimentos e apoio para a execução deste trabalho.

Ao professor Doutor Luiz Octávio Mattos dos Reis, orientador deste trabalho por sua atenção, orientação, suporte científico, por sua amizade e pelo convívio durante o período de orientação deste trabalho.

Aos professores Aluisio Pinto da Silva, Carlos Alberto Chaves e Wendell de Queiróz Lamas pela participação e disponibilidade na composição da banca examinadora como avaliadores internos e externo e pelas valiosas contribuições na revisão desse trabalho.

## RESUMO

Nesta dissertação é apresentada a análise, desenvolvimento e aplicação de ferramentas para melhoria no sistema de gestão da manutenção de subestações do sistema elétrico de uma empresa do ramo de bebidas composta por algumas dezenas de plantas que trabalham em regime ininterrupto. O sistema de gestão da manutenção aplicado nesta empresa é condizente com o que sugere a literatura e apresenta resultados satisfatórios em vários setores. No entanto, pode-se constatar algumas dificuldades e fatores negativos na gestão do sistema elétrico da empresa, que funciona em três turnos. As limitações impostas ao sistema de gestão da manutenção comprometem sua eficiência gerando um nível indesejado de indisponibilidade por energia elétrica. A manutenção preventiva é realizada em paradas de fabricas de tempo reduzido. A localização geográfica bem como a extensão do sistema elétrico das plantas impõe que sejam contratadas diversas empresas para realizar estas manutenções. Esta diversidade traz grande dificuldade no tratamento dos dados de ensaios e de anomalias detectadas e apresentados nos relatórios de manutenção.

O objetivo principal desta dissertação é apresentar uma análise crítica do sistema atual de gestão da manutenção das subestações do setor elétrico e uma proposta para melhorar este sistema de gestão quanto à sua aplicação no setor elétrico. Esta proposta se baseia na correção das distorções no índice de indisponibilidade e em uma ferramenta para aperfeiçoar o tratamento das informações resultantes da manutenção preventiva para sua utilização tanto no monitoramento do sistema quanto para embasar o processo decisório de priorização das manutenções corretivas e de investimento.

O trabalho apresenta ainda o emprego dos conceitos que fundamentam a ferramenta proposta antes da aplicação da mesma e os impactos em indisponibilidade resultantes da aplicação destes conceitos.

**Palavras-chave:** Gestão da Manutenção. Manutenção do Sistema elétrico. Padronização. Indisponibilidade.

## **ABSTRACT**

*This work presents the analysis, development and application of tools to improve the electrical substations maintenance management system of a beverage company composed of dozens of plants working continuously. The maintenance management system used in this company is consistent with what the literature suggests and provides satisfactory results in various sectors. However, we can notice some difficulties and negative factors in managing the electrical system of the company, which operates in three shifts. The limitations imposed on the maintenance management system compromise their efficiency generating an undesirable level of electrical power unavailability. Preventive maintenance is carried out in short time factory interruptions. The geographical location and the extent of the electrical system of the plants requires several companies to be hired to perform these maintenances. This diversity brings great difficulty in the treatment of tests and deficiencies data presented in the reports.*

*The main objective of this dissertation is to present a critical analysis of the current substations maintenance management system in the electrical sector and a proposal to improve the management system in its application in the electrical sector. This proposal is based on correcting the distortions in the unavailability index and a tool to enhance the processing of information resulting from preventive maintenance to be used both for monitoring the system and to support the decision making process of prioritization of corrective maintenance and investment.*

*The paper also describes the use of the concepts on which the proposed tool is based before implementation and impact on unavailability resulting from the application of these concepts.*

**Keywords:** *Maintenance Management. Maintenance of the electric system. Standardization. Unavailability*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O ciclo PDCA .....	17
Figura 2 – Distribuição de horas.....	32
Figura 3 – Tela para preenchimento de informações no relatório digital.....	45
Figura 4 – Banco de dados do Consolidador.....	47
Figura 5 – Gráfico Análise da indisponibilidade Jan 2010 a Mai 2014. ....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABB – Companhia resultante da fusão entre Asea e Brown Boveri

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI – *American National Standards Institute*

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

HH – Homem Hora

HSMO – Horas Sem Mão de Obra

HT – Horas Totais

HU – Horas Utilizadas

IEC – *International engineering Consortium*

MC – Manutenção Corretiva

MES – *Manufacturing Execution System*

MP – Manutenção Preventiva

NBR – Norma Brasileira

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

PDCA – *Plan, Do, Check and Act.*

PTR – Permissão de Trabalho de Risco

RCM – Manutenção centrada em confiabilidade do inglês *Reliability Centered Maintenance*

SAP – *Systems Application and Products Processing*

TC – Transformador de Corrente

TI – Tecnologia da Informação

TP – Transformador de Potencial

UDM – *Utility Disturbance Management*

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Motivação para o trabalho .....	11
1.2	Materiais e Métodos .....	12
1.3	Objetivo .....	13
1.4	Organização do trabalho .....	13
2	EMBASAMENTO TEÓRICO .....	15
2.1	Gestão da Manutenção .....	15
2.2	Descrição dos equipamentos elétricos .....	20
2.2.1	Cabos .....	20
2.2.2	Chave Seccionadora .....	21
2.2.3	Disjuntores e relés de proteção .....	21
2.2.4	Para-raios .....	22
2.2.5	Resistor de aterramento .....	23
2.2.6	Transformador de Corrente (TC) .....	23
2.2.7	Transformador de Tensão (TP) .....	24
2.2.8	Transformador de força ou distribuição .....	25
2.3	Formação da estrutura de dados .....	26
3	GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA EMPRESA .....	28
3.1	Visão geral da gestão da manutenção utilizada na empresa .....	28
3.1.1	Identificação dos equipamentos .....	28
3.1.2	Criticidade dos equipamentos .....	28
3.1.3	Manutenção preventiva .....	29
3.1.4	Planejamento de longo e médio prazo .....	30
3.1.5	Programação e ordens de serviço .....	30
3.1.6	Histórico dos equipamentos, revisão e melhoria contínua .....	30
3.1.7	Manutenção autônoma e manutenções preditivas .....	31
3.2	Índice de indisponibilidade .....	31
3.3	Aplicação do modelo de gestão da manutenção no setor elétrico .....	33
4	ANÁLISE CRÍTICA DO MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO .....	35

4.1	Análise para constatação de problemas no modelo .....	35
4.2	Análise quanto aos setores e às atribuições .....	38
4.3	Exemplos de indisponibilidades evitáveis .....	39
5	PROPOSTA, DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MELHORIAS.....	40
5.1	Distorções do índice de indisponibilidade .....	41
5.2	Falta de sistema de informação adequado para tratamento dos dados .....	42
5.2.1	Estado e criticidade de anomalia .....	43
5.2.2	A ferramenta para sistematização da geração do plano de ação.....	44
5.2.3	Utilização da ferramenta.....	48
5.3	Custo da manutenção corretiva.....	49
6	RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	50
7	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS .....	54
7.1	Conclusão .....	54
7.2	Perspectivas e sugestões .....	54
	REFERÊNCIAS .....	56
	ANEXO A .....	58
1.	OBJETIVO .....	58
3.	ESCOPO DETALHADO:.....	59
	ANEXO B .....	72
1.	OBJETIVO .....	72
3.	ESCOPO DETALHADO:.....	73

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação para o trabalho

A competitividade industrial da atualidade é, sem dúvida, um grande desafio que obriga as indústrias dos mais variados ramos e portes a se modernizarem e a se inserirem no modelo de produção global. Esse modelo requer que os processos produtivos atinjam altíssimos níveis de eficiência. Nesse contexto, fica evidente a necessidade da busca pela produção contínua e ininterrupta para que as linhas de produção consigam atingir a eficiência requerida pela competitividade industrial contemporânea. Ainda, na indústria moderna, existe uma grande preocupação com a qualidade de vida dos funcionários das empresas e com as implicações do ambiente de trabalho na vida pessoal do trabalhador.

A indisponibilidade de qualquer utilidade dentro de uma indústria impacta negativa e significativamente nos seus resultados. A indisponibilidade de energia elétrica, enquanto componente da indisponibilidade por utilidades, é um elemento que influencia diretamente na eficiência da indústria como um todo e, portanto, na indústria do ramo de bebidas a que se refere este trabalho. Sob a óptica de segurança do trabalho sempre se relacionam as falhas no sistema de distribuição de energia elétrica ao aumento de risco à saúde ocupacional dos trabalhadores que atuam ou que estão nas proximidades. Seja pelo aumento do número de manobras no sistema elétrico ou seja pelo risco decorrente da falha de um equipamento componente do sistema de distribuição de energia elétrica.

A empresa do ramo de bebidas abordada neste trabalho se compõe por algumas dezenas de plantas fabris. Essas plantas, por motivos de favorecimento à logística adotada, situam-se em localizações geográficas distribuídas por todo o Brasil. Embora o sistema de gestão da manutenção utilizado nesta empresa e suas ferramentas sejam bastante reconhecidos e eficientes, os índices de indisponibilidades decorrentes de problemas em subestações indicam que ainda existem lacunas a se preencher para a melhoria dos resultados e da competitividade da empresa. Esse índice apresentava uma taxa de crescimento de 4,69 % no ano 2010 e representa o principal problema que esta pesquisa aplicada pretende solucionar.

Tendo em vista a busca para atingir níveis reduzidos de indisponibilidade e para maximizar a segurança das instalações e das pessoas realizam-se manutenções preditiva, preventiva e corretiva nas suas subestações.

No setor elétrico, usualmente, pratica-se a manutenção preventiva com o intuito de diminuir as indisponibilidades por meio do mapeamento das anomalias e geração das ordens de serviços que exigem intervenção corretiva antes da falha no sistema.

Para viabilizar a manutenção em termos de custo e de logística, normalmente, utilizam-se fornecedores de mão de obra disponíveis nas proximidades de cada planta da empresa. Isso acarreta uma grande diversidade de fornecedores devido à localização das plantas no país. Naturalmente, cada fornecedor tende a apresentar relatórios das manutenções preventivas em formatos distintos, o que dificulta o seu processamento para a tomada de decisão e para a geração, pelo setor de planejamento da manutenção da empresa, de ordens de serviço com vistas à realização da manutenção corretiva.

A redução da indisponibilidade por energia elétrica depende do entendimento das causas fundamentais dos problemas que geram a indisponibilidade. Portanto, é necessário diagnosticar corretamente tais causas e assegurar o tratamento das anomalias encontradas.

## **1.2 Materiais e Métodos**

Para o desenvolvimento desse trabalho realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica a respeito dos conceitos básicos de tecnologia da informação, de manutenção e especificação de equipamentos elétricos e de gestão da manutenção. Verificou-se que a utilização desses conceitos promove as melhorias em termos de controle e redução na indisponibilidade devido à energia elétrica e, conseqüentemente, melhoria da confiabilidade do sistema elétrico e na segurança ocupacional dos trabalhadores envolvidos.

Realizou-se uma pesquisa prática, de campo, com abordagem qualitativa em tempo longitudinal, explicativa e de natureza resumo de assunto.

Os principais materiais empregados para a realização do levantamento de dados, processamento e desenvolvimento da ferramenta proposta foram: *softwares* SAP (*Systems Application and products Processing*), Microsoft Excel, Microsoft Visual Basic e MES (*Manufacturing Execution System*).

### **1.3 Objetivo**

O objetivo principal deste trabalho é, a partir de um embasamento teórico sobre o tema e do modelo de gestão utilizado na empresa, implantar melhorias visando a estabilização e, se possível, redução do índice de indisponibilidade elétrica cuja média apresenta taxa de crescimento de 4,69 % ao ano e dos riscos à segurança dos trabalhadores da empresa a partir da redução dos eventos no sistema elétrico.

Tem-se como objetivos específicos a necessidade de determinar quais são as etapas da manutenção que não são corretamente aplicadas, identificar oportunidades de melhorias, a formação de um banco de dados do estado dos equipamentos e desenvolver ferramentas para solucionar os problemas encontrados. Secundariamente, o trabalho possibilitará a identificação de oportunidades de contratação de manutenções corretivas em escala, ou seja, uma única contratação de serviços semelhantes para mais de uma unidade fabril, possibilitando a redução de custos e o aumento de qualidade.

### **1.4 Organização do trabalho**

No Capítulo 2, embasamento teórico, apresenta a fundamentação teórica para o desenvolvimento deste trabalho. Este Capítulo se subdividirá em seções que apresentam as fundamentações teóricas para:

- a) Gestão da manutenção;
- b) Descrição dos equipamentos elétricos; e
- c) Formação de estrutura de dados.

No Capítulo 3, estudo do modelo de gestão da manutenção, apresenta-se o modelo de gestão da manutenção aplicado na empresa de uma forma geral e quais as particularidades na forma de aplicação desse modelo de gestão da manutenção para o sistema elétrico e o índice de indisponibilidade. Neste Capítulo também se discutem algumas particularidades do emprego da mão de obra própria e de terceiros para as manutenções preventivas, preditivas e corretivas do sistema elétrico.

No Capítulo 4, analisou-se os aspectos referentes à aplicação atual do modelo de gestão da manutenção da empresa relatando suas qualidades e explicitando as oportunidades de melhorias identificadas durante o trabalho.

No Capítulo 5, apresenta-se a proposta, o desenvolvimento e a validação de melhorias no modelo de gestão da manutenção, descrevendo as ações empregadas para atingir a melhoria do modelo de gestão da manutenção descrito no Capítulo 3 e propõe ferramentas para atingir a sustentabilidade de resultados e sistematizar o seu emprego.

No Capítulo 6 apresenta-se os resultados e a análise dos resultados quantitativos e qualitativos da aplicação das soluções propostas e implantadas ao longo do trabalho.

Finalmente, no Capítulo 7, apresenta-se as conclusões e perspectivas para trabalhos futuros.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Gestão da Manutenção

Moubray (1997) aborda, em seu livro, a manutenção centrada em confiabilidade (RCM2 – *Reliability Centered Maintenance- 2*) e expõe a aplicação deste conceito de forma prática resumindo as experiências adquiridas durante a implantação do RCM2 em diversas plantas industriais. J Moubray, neste contexto, descreve que as falhas em equipamentos podem e devem ser evitadas e que a melhoria dos materiais pode ser obtida através da manutenção e portanto a manutenção deve se adaptar para aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

Os conceitos descritos em Moubray (1997) são empregados neste trabalho para justificar que a produtividade da empresa pode ser aumentada através da redução da indisponibilidade e que tal redução é possível com a utilização da manutenção preventiva.

O artigo de Pereira (1998) sobre o planejamento de produção aborda a evolução do planejamento da produção, o perfil dos gerentes de produção e o papel da tecnologia da informação para apoiar este planejamento. Assim, Pereira afirma que o controle estatístico de processo é uma ferramenta muito difundida na indústria por apresentar resultados satisfatórios na análise de índices de processos e que através do tratamento estatístico de dados históricos é possível se determinar a probabilidade de ocorrência de falhas e assim, se torna viável um melhor controle de estoque, registrar as trocas de peças e estabelecer um plano de manutenção.

O conceito apresentado por Pereira foi empregado no presente trabalho para embasar a análise do modelo de gestão da manutenção e para a proposição da ferramenta de sistematização da geração do plano de ação. Dessa forma a ferramenta viabiliza a formação do histórico de equipamentos para, futuramente, ser utilizado no tratamento estatístico como mencionado por Pereira.

Em uma abordagem teórica, Levine (2000) trata diversos aspectos da estatística, iniciando pela coleta de dados, distribuições de probabilidades e distribuições normais, passando por testes, regreções lineares e múltiplas, correlação e concluindo com previsões com séries temporais e tomadas de decisão. O livro ainda apresenta diversas aplicações para os conceitos abordados.

Neste contexto, Levine (2000) expõe o conceito de média móvel exponencial, ou exponencialmente ponderada. Segundo o autor, para uma série temporal  $Y_i$ , o valor ajustado exponencialmente  $E_i$  pode ser calculado em função do valor ajustado exponencialmente anterior  $E_{i-1}$  e o prazo  $L$  segundo a formula:

$$E_i = W \times Y_i + (1 - W) \times E_{i-1} \quad (1)$$

Onde,

$$W = \frac{2}{L+1} \quad (2)$$

Este conceito foi utilizado neste trabalho para calcular os resultados da indisponibilidade disposto na Figura 6 denominada gráfico de análise da indisponibilidade.

Em seu livro, Falconi (2004a) trata do gerenciamento da manutenção produtiva utilizada para eliminar as falhas em equipamentos e melhorar os resultados. O livro apresenta orientações práticas para atingir o aumento da confiabilidade operacional dos sistemas de produção através de métodos para melhorar os resultados das atividades de manutenção.

Neste livro, Falconi menciona que a produtividade é um conceito muito difundido para medir a eficiência de uma empresa. Ela pode ser descrita como taxa de valor agregado e pode ser calculada como o quociente do valor produzido pela empresa pelo valor consumido. A melhoria da produtividade, desconsiderando as influências externas, só pode ser obtida pela melhoria dos equipamentos e materiais ou pelo aporte de conhecimento ao processo.

No livro TQC – Controle da qualidade total no estilo Japonês, Falconi (2004b), analisa os métodos de controle da qualidade total aplicada no Japão e apresenta os conceitos de gerenciamento de empresas.

Neste livro, Falconi ressalta que a manutenção dos equipamentos está na linha de frente do processo produtivo devido ao requisito de desempenho destes equipamentos para a obtenção da qualidade e que é necessário estruturar um sistema de manutenção de equipamentos e seguir o PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) para atingir as metas relacionadas aos equipamentos e que faz-se necessário identificar quais são os tipos de falhas e quantas vezes acontecem para que se possa selecionar aquelas cujo impacto for mais representativo, estratificá-las e minimizar os riscos de falha. Falconi ressalta ainda que a abordagem, conhecida por método de análise de Pareto, permite resolver um problema complexo através de um número maior de problemas menos complexos e ainda focar a solução nos pontos chaves que solucionam a maior parte do problema com esforço e custo reduzidos ao mínimo.

Este procedimento de seleção de pontos-chaves se baseia no princípio de Pareto e prioriza os itens do problema quantitativamente

Para a melhoria de resultados, o primeiro passo dentro da etapa de planejamento do ciclo PDCA é identificar o problema. Isto pode ser observado na Figura 1.

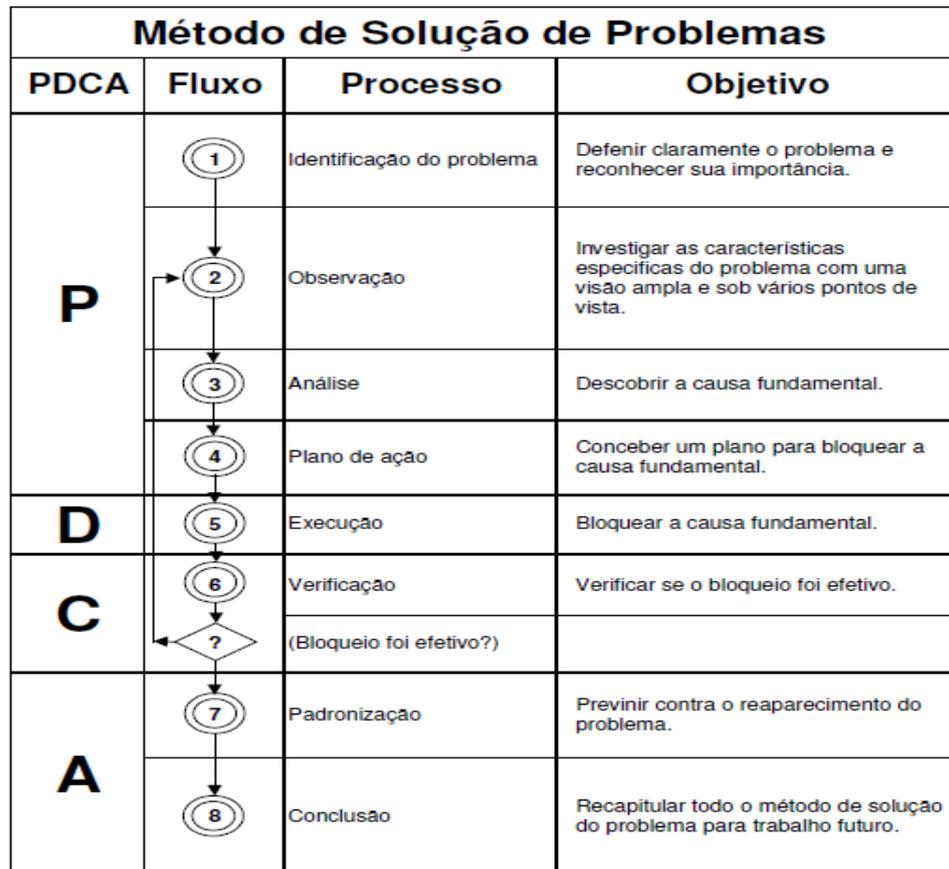


Figura 1 – O ciclo PDCA (Falconi, 2004)

Cunha (2007), aborda intensamente em sua dissertação de mestrado os conceitos das manutenções aplicadas ao sistema elétrico de empresas de distribuição de energia e o emprego de ferramentas computacionais para estruturar, fortalecer e auxiliar nestas manutenções. Em seu trabalho Cunha define a manutenção preventiva (MP) como um importante componente da atividade de manutenção utilizada para manter equipamentos e instalações em estado operacional satisfatório. Segundo o autor, dentro de uma organização, a MP contabiliza a maior parte do total dos esforços da manutenção e uma vez que se conhece minuciosamente o sistema, aplicando o controle estatístico sobre as variáveis corretas, é possível reduzir o custo da manutenção, reduzir a indisponibilidade e melhorar a eficiência produtiva do sistema.

Cunha ainda ressalta que manutenções corretivas (MC) são importantes dentro da atividade de manutenção. A manutenção corretiva pode ser definida como uma ação remediadora realizada, devido à falha ocorrida ou deficiências descobertas durante uma MP, para reparar um equipamento ou item para seu estado normal de operação e usualmente é uma ação de manutenção não programada e estas ações requerem atenção urgente e têm que ser adicionadas, integradas com, ou em substituição aos serviços programados previamente.

Devido à grande proximidade dos dois trabalhos, a dissertação de Cunha(2007) proveu conceitos importantes e embasamento para a elaboração deste trabalho. Os conceitos de manutenção preventiva e corretiva são exemplos claros. O escopo de manutenção preventiva abordado neste trabalho refere-se à manutenção dos equipamentos elétricos e pode ser verificado no Anexo A.

Branco Filho (2008) aborda o planejamento e controle da manutenção sob a óptica do gerenciamento e dos custos de manutenção detalhando a forma como a manutenção deve estar organizada e quais suas atribuições e responsabilidades. Ainda, são abordadas as capacitações e requisitos para cada papel dentro da manutenção e as formas para se realizar cada tipo de manutenção.

Neste trabalho, utilizamos o conceito salientado por Branco Filho (2008) de que para se obter um bom planejamento e controle da manutenção é necessário que se sabia quais são os equipamentos a serem mantidos.

A abordagem da utilização da manutenção centrada em confiabilidade em linhas de transmissão feita por Barbosa (2009) explora os impactos da indisponibilidade causada por falhas em linhas de transmissão do sistema elétrico e quais são os tipos mais frequentes de falhas nestas linhas. Ainda, Barbosa faz uma análise da viabilidade financeira para implementação da RCM em concessionárias avaliando o custo de implementação contra os impactos financeiros do não atendimento dos clientes devido às indisponibilidades.

No âmbito deste trabalho, foram empregados os conceitos genéricos empregados por Barbosa de que a indisponibilidade está diretamente relacionada às falhas em equipamentos e de que é necessário se conhecer minuciosamente todo o sistema para que se possa prevenir as falhas ou, em último caso, reduzir ao máximo sua duração. Estes conceitos fundamentam a análise feita neste trabalho de que o adequado registro de equipamentos e de suas condições de operação é primordial para a manutenção do sistema elétrico.

O trabalho de Lindholm (2011) estuda as utilidades aplicadas nas empresas, os efeitos de distúrbios nestas utilidades sobre a disponibilidade de plantas industriais e as origens

destes distúrbios. Neste contexto, Lindholm define que as utilidades são processos de suporte que são utilizados pela produção mas que não compõem o produto final e podem ser divididas, entre outras, em vapor, água, eletricidade, ar comprimido, sistema de vácuo e sistemas de refrigeração. Segundo o autor, o indicador de disponibilidade é a razão entre o tempo de produção real pelo tempo de produção planejado sendo que paradas programadas não devem ser levadas em conta no tempo planejado para produção. Adicionalmente, sempre que existir uma utilidade dependente de outra utilidade há interdependência entre as utilidades ou seja, para a geração de uma utilidade existe a necessidade de outra. Sempre que essa interdependência existir, a falha deve ser sempre atribuída à causa raiz do problema ou seja deverá ser considerada a falha na utilidade não dependente. Em outras palavras, se houver falta de vapor devido à falta do abastecimento de água, deverá ser considerado falha no abastecimento de água e não no abastecimento de vapor.

Em seu sistema de gestão de distúrbios nas utilidades (UDM – Utility Disturbance Management), Lindholm define os dois primeiros passos como sendo a coleta dos dados das instalações das utilidades e a medição dos distúrbios por utilidade.

Neste trabalho, empregamos os conceitos propostos por Lindholm citados acima na análise crítica do sistema de gestão da manutenção da empresa para a compreensão dos conceitos de indisponibilidade e no desenvolvimento do trabalho, na correção dos apontamentos para a causa fundamental que gerou a indisponibilidade e na elaboração da ferramenta proposta na seção 5.2.1.

A norma SAE (2011) é um guia para a aplicação dos conceitos de manutenção centrada em confiabilidade. Essa norma estipula que falhas são decorrentes do desgaste natural ou forçado de um sistema. Sendo assim, no mínimo, qualquer sistema organizado exposto à ação do tempo irá se deteriorar. O objetivo da manutenção é assegurar que esta deterioração não ultrapasse o limite no qual o ativo deixa de desempenhar satisfatoriamente.

Neste trabalho, este conceito foi aplicado no sentido de justificar que a correta execução da manutenção irá garantir que não haja redução de desempenho ou interrupção de fornecimento dos produtos de cada equipamento.

Sousa (SOUSA, 2012), em seu trabalho a respeito da melhoria na gestão da manutenção elétrica através da análise, desenvolvimento e implantação de controle de variáveis críticas, propõe uma ferramenta para monitoramento de variáveis críticas do sistema elétrico. Neste contexto, Sousa cita a complexidade do problema da falta de informações a respeito do estado dos equipamentos e ressalta os três motivos principais: porque o estado dos

equipamentos varia continuamente ao longo do tempo, porque o número de equipamentos de uma empresa tende a ser muito grande e, finalmente, devido à determinação do estado de cada equipamento ser qualitativa e ser necessário o estabelecimento de parâmetros a fim de que se definam quais equipamentos estão em condições de operação ou, operam sem anomalias.

Neste trabalho, o embasamento teórico e análise do sistema de gestão levou ao conhecimento da complexidade a respeito da determinação do estado dos equipamentos e foi fundamental para estruturar a ferramenta para sistematização da geração do plano de ação. Com base neste conhecimento, foram identificadas necessidades de detalhamento das informações na ferramenta proposta na seção 5.2 como por exemplo a definição dos conceitos de criticidade das anomalias encontradas em campo nos equipamentos elétricos.

## **2.2 Descrição dos equipamentos elétricos**

A seguir serão apresentadas as considerações teóricas a respeito dos equipamentos elétricos com ênfase nas informações mais relevantes para a manutenção do sistema de distribuição. Os conceitos apresentados foram amplamente empregados no desenvolvimento da ferramenta para sistematização da geração do plano de ação para compor às características principais de cada equipamento e assim formar o banco de dados com informações relevantes que também possibilitem a substituição do equipamento para os casos em que a manutenção corretiva se tornar inviável ou impossível.

### **2.2.1 Cabos**

O intuito do livro de Bayliss (2007) é prover aos engenheiros projetista um guia para especificar corretamente os equipamentos com referências às normas. Neste contexto, Bayliss esclarece que as informações mais relevantes para a especificação de um cabo são a classe de tensão em que o cabo irá operar, a capacidade de corrente do cabo e a queda de tensão. A capacidade de corrente pode ser relacionada a seção transversal do cabo e a queda de tensão ao comprimento do cabo.

### **2.2.2 Chave Seccionadora**

Em sua tese de doutorado, Peelo (2004) aborda a interrupção de correntes em chaves seccionadoras de alta tensão, mais especificamente, as correntes indutivas de magnetização de transformadores e a interrupção de correntes capacitivas. Em seu texto, a respeito das características das chaves seccionadoras, Peelo afirma que, para garantir a isolação, uma chave seccionadora deve apresentar uma capacidade de isolação de tensão maior na abertura da chave do que entre a fase e a terra, sempre que o sistema for de natureza indutiva.

Souza (2002) aborda, em sua dissertação de mestrado, o monitoramento das condições operacionais de chaves seccionadoras de alta tensão em função das correntes do motor de acionamento. Para a classificação das chaves, Souza considera o número de polos (unipolar, bipolar, tripolar, etc.), a função do circuito (isoladora, de desvio, seletora de barramento e de aterramento), o acionamento (manual ou motorizado) e, por fim, a forma de operação (direta ou indireta, por polo ou simultânea).

Por fim, Fulchiron (2009) descreve em seu artigo sobre chaves seccionadoras de média tensão os conceitos de segurança relacionados a estes equipamentos. Nesse contexto, Fulchiron estabelece que as condições de aterramento são cruciais quando se busca a independência dos dois lados da chave seccionadora.

Neste trabalho foram consideradas a tensão nominal entre fase e terra, a capacidade de condução de corrente da chave seccionadora, e o seu acionamento (manual ou motorizado) tanto para a lamina principal quanto para a lamina de terra (caso exista) como características relevantes para compor o banco de dados. Os demais fatores não foram considerados pois, na empresa abordada neste trabalho são empregadas apenas chaves seccionadoras tripolares e isoladoras.

### **2.2.3 Disjuntores e relés de proteção**

Willis (2006) aborda os conceitos e aplicações dos relés de proteção para os sistemas de proteção do sistema elétrico. Willis define que relés de proteção são dispositivos eletro-eletrônicos dotados de certa inteligência que detectam os problemas na rede elétrica mas que, por serem dispositivos de baixa potência, são inaptos para isolar o problema seccionando o

circuito. Para este fim, são utilizados os disjuntores. Assim, relés de proteção e disjuntores trabalham em conjunto para interromper falhas no sistema elétrico.

O quinto livro de Legrand (2009) se aplica a disjuntores e dispositivos de proteção e analisa a seleção destes dispositivos levando em consideração a segurança, a seletividade e a coordenação das proteções. Legrand define que as características principais para a especificação de um disjuntor são: a tensão nominal do equipamento, a tensão máxima de isolamento, a tensão de impulso, categoria de utilização (Categoria A – sem atraso para desarme; Categoria B – com atraso para desarme), a corrente nominal e as correntes de interrupção (inclusive a corrente máxima de interrupção).

Neste trabalho, foram considerados como essenciais a tensão nominal, a corrente nominal e a máxima corrente de interrupção além de algumas características construtivas, tensão de comando (bobinas de abertura e fechamento) e o tipo de isolamento (óleo, vácuo ou SF6). A tensão máxima de isolamento e tensão de impulso não está sendo considerada por ser uma informação ligada à tensão nominal do equipamento e que é atendida para a aplicação na empresa em questão para todos os projetos comerciais.

Para os relés de proteção é importante definir quais os tipos de proteção eles estarão aptos a atuar. Para este fim, foi consultada a tabela ANSI de proteção de relés. Esta tabela estabelece um código para cada tipo de proteção existente e serve como referência para a padronização da nomenclatura das proteções de relés de proteção.

As proteções mais comumente utilizadas no sistema elétrico da empresa, ou seja, as funções: 50 (sobrecorrente instantânea), 50N (sobrecorrente instantânea de neutro), 51 (sobrecorrente temporizado), 51N (sobrecorrente temporizado de neutro), 50BF (proteção contra falha de disjuntor), 51GS (sobrecorrente temporizado de terra), 27 (subtensão), 67 (direcional de sobrecorrente), 83 (seleção/transferência automática), 86 (auxiliar de bloqueio) e 87 (proteção diferencial) foram inclusas como característica dos relés de proteção para a formação do banco de dados.

#### **2.2.4 Para-raios**

O sétimo livro de Legrand (2009) estuda as descargas elétricas atmosféricas e as proteções contra seus efeitos. Segundo o autor, a proteção do sistema elétrico por meio de

fusíveis e disjuntores é muito lenta para impedir os danos que podem ser causados por descargas atmosféricas. Para este fim, é necessária a instalação de para-raios.

O livro de Bayliss (2007) utilizado como referência para os para-raios é o mesmo que o utilizado para os cabos e orienta a especificação correta de equipamentos com referências às normas. Bayliss resume as características para a especificação de para raios à tensão de trabalho contínuo do para raio e à corrente nominal de descarga. Estas são as duas únicas características elétricas consideradas neste trabalho para a especificação do para raio.

### **2.2.5 Resistor de aterramento**

O guia técnico da Post Glover (2013) orienta a respeito de proteções em casa de falta contra a terra e a conversão de sistemas sem aterramento para sistemas com alta resistência de terra. Segundo este guia técnico da Post Glover, curtos-circuitos fase contra terra geram um grande risco à segurança e saúde de funcionários pois podem ocasionar o mal funcionamento de equipamentos, princípios de incêndios e choque elétrico. A função do resistor de aterramento no sistema elétrico é a de reduzir a corrente de curto circuito protegendo assim o transformador de potência e reduzindo os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores no caso de uma falta fase contra terra. O valor da corrente de curto circuito é função do valor da tensão entre as fases do sistema e da resistência de aterramento.

Portanto, para a composição das características dos resistores de aterramento, foram consideradas a tensão nominal, a corrente nominal e o valor ôhmico do resistor de aterramento.

### **2.2.6 Transformador de Corrente (TC)**

O caderno técnico número 194 da Schneider (SCHNEIDER, 2000) estuda os transformadores de corrente e como devem ser especificados. Segundo Schneider, são equipamentos componentes do sistema de proteção e/ou medição do sistema elétrico cuja especificação incorreta pode ocasionar mal funcionamento das proteções do sistema ou risco à saúde e segurança dos trabalhadores e cujas informações necessárias para a especificação são: o nível de isolamento, a corrente de curto circuito e sua duração, a corrente nominal primária, o

número de núcleos e, para cada núcleo, qual o tipo (medição ou proteção), potência máxima, exatidão e corrente nominal (tipicamente 1 Ampère ou 5 Ampères).

A NBR 6856, ABNT (1992a), visa normatizar as características de desempenho de transformadores de corrente de medição e de proteção. Segundo a norma, o tipo de núcleo secundário (medição ou proteção), a potência e a exatidão são especificados na placa de identificação do equipamento em um único campo, o de exatidão do equipamento. Por exemplo no caso do transformador de corrente para medição, 0,3C2,5 (onde 0,3% é a exatidão, a classe de temperatura dos materiais isolantes, neste caso C – acima de 180°C, e 2,5 é a máxima potência entregue na qual a classe de exatidão é garantida) e, por exemplo no caso do transformador de corrente para proteção, 10B400 (onde 10 é a classe de exatidão, B indica que o equipamento é da classe de baixa impedância com tensão máxima no secundário de 400V

Os conceitos descritos acima foram importantes para se definir quais as informações eram relevantes para compor o banco de dados de equipamentos e qual o formato destas informações. Assim, definiu-se que os TCs deveriam ter as características de tensão nominal, e para cada núcleo (máximo de 5 núcleos), a relação de transformação e exatidão (composta conforme norma NBR 6856 – e.g. 0,3C50 ou 10B100).

### **2.2.7 Transformador de Tensão (TP)**

O Guia de Aplicação da ABB (2009) para transformadores para instrumentação descreve os princípios gerais para medição de tensão/corrente e também como os transformadores para instrumentos devem ser especificados, Assim, a ABB define que a função de um transformador de tensão (ou potencial) é reduzir os níveis de tensões para valores suportáveis por relés de proteção e instrumentos de medição, isolar os circuitos de medição do circuito primário em alta tensão. Desta forma, viabiliza-se a padronização dos relés de proteção e instrumentos de medição a determinados níveis de tensão. O TP opera, idealmente, com o secundário em vazio e sem correntes secundárias, pois seu propósito é a medição das tensões primárias. Na especificação destes equipamentos, se deve ter especial atenção ao nível de isolamento, nível de tensão primária, nível de tensão secundária, fator térmico, número de núcleos e, para cada núcleo, a capacidade de potência mantendo a exatidão.

A norma NBR 6855, ABNT (1992) se aplica aos TPs e define que a placa de identificação dos TPs possuirá um campo exatidão no qual deverão constar a potência e a exatidão do equipamento sob a forma  $0,3P75$  onde 0,3 é a classe de exatidão e 75 é a potência em Volt Ampère na qual esta exatidão está garantida. As características dos TPs consideradas para o banco de dados são: o grupo de ligação, a máxima potência secundária, a classe de isolamento e, para cada núcleo (máximo de 5 núcleos), a relação e a exatidão no formato especificado pela NBR 6855.

### **2.2.8 Transformador de força ou distribuição**

A IEC (2007) trata da eficiência energética na transmissão e distribuição de energia elétrica e neste contexto aborda diversos equipamentos destes sistemas. Entre eles, a IEC se refere aos transformadores de potência ou distribuição como equipamentos utilizados para alterar os níveis de tensão e correntes de um sistema elétrico, pois as perdas na transmissão de energia podem ser reduzidas através do aumento do nível de tensão com o uso transformadores para elevar as tensões antes das linhas de transmissão e de transformadores para reduzir novamente a tensão nos pontos de distribuição.

Reclamation (2005) provê informações básicas a respeito dos transformadores de força, revisa os procedimentos de manutenção e diagnósticos destes equipamentos e complementa a informação da IEC (2007) informando que além de alterarem as correntes e tensão entre o circuito primário e secundário, os transformadores conservam a potência constante em ambos os lados.

Em seu trabalho de graduação, Martins Junior (2008) estudou as condições para realizar o paralelismo entre transformadores e concluiu que para que seja considerado o paralelismo de transformadores, é necessário que a relação de transformação, os defasamentos fasoriais, a sequência e a potência sejam os mesmos e que as impedâncias percentuais devem ser as mais próximas possíveis.

Com base nestas informações, este trabalho estabeleceu os dados que deveriam compor o banco de dados de equipamentos: a tensão nominal do primário, a tensão nominal do secundário, a potência, a impedância percentual, o volume de óleo e se o transformador possui ventilação forçada.

## 2.3 Formação da estrutura de dados

Como mencionado na seção sobre a gestão da manutenção Branco Filho (2008) aborda o planejamento e controle da manutenção sob a óptica do gerenciamento e dos custos de manutenção detalhando a forma como a manutenção deve estar organizada e quais suas atribuições e responsabilidades. Ainda, trata das capacitações e os requisitos para cada papel dentro da manutenção e as formas para se realizar cada tipo de manutenção. Segundo Branco Filho na gestão da manutenção preventiva se faz necessário definir qual será a formatação, quais informações deverão compor os relatórios e também se estes relatórios serão digitais ou físicos e; além disso, quais escalões terão acesso às informações.

No contexto deste trabalho, visando a manutenção preventiva no setor elétrico que é realizada por empresas terceirizadas, a identificação de problemas nos equipamentos é evidenciada nos relatórios apresentados por estas empresas.

Em sua tese de doutorado, Fuentes (2006) aborda uma metodologia para inovação da gestão da manutenção industrial visando obter a redução da indisponibilidade e, conseqüentemente, o aumento da produtividade através da melhoria na manutenção. Segundo Fuentes, o uso da informação é um complemento fundamental à gestão da manutenção, mas deve ser usada na sua quantidade e qualidade adequada visando a melhoria na tomada de decisões.

Hassanain (2001), em seu artigo sobre a manutenção de sistemas elétricos e mecânicos descreve as condições de operação destes sistemas durante a vida útil da construção civil. Ele detalha o problema da quantidade de objetos a serem mantidos e faz uso de gerenciamento de dados. Segundo esse autor, há uma proliferação das ferramentas de tecnologia da informação (TI) para suprir às necessidades das mais diversas áreas dentro da indústria. Entretanto, esse conjunto de ferramentas de TI têm formado grande volume de dados fracamente estruturados e baixa interoperabilidade cuja integração requer padronização na sua forma de representação.

Em Sousa (2014), descreve-se a estruturação das informações coletadas das manutenções preventivas como um desafio a ser superado para atingir maiores níveis de qualidade da gestão da manutenção.

CUNHA (2007), mostra que sistemas de informação corporativos já são utilizados por empresas de distribuição de energia elétrica, como a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), com o intuito de auxiliar a manutenção dos sistemas elétricos. O sistema

citado foi implantado em 1992 inicialmente apenas para os equipamentos de proteção e em seguida expandido para os equipamentos de manobra e transformação em 1994. Em 2001, a plataforma ainda sofreu modernização e atualmente abrange praticamente todos os equipamentos da CEMIG. Tais sistemas têm como objetivo principal a gestão da “explosão” de dados e informações disponível para a tomada de decisões.

Os conceitos apresentados acima, bem como a definição das características de cada equipamento elétrico nas seções anteriores são a base para a estruturação da ferramenta que visa gerar um banco de dados conciso porém com todas as informações pertinentes para tomada de decisão relacionada à manutenção dos equipamentos elétricos em subestação. Esta ferramenta faz uso de formulários de entrada de dados para padronização das informações e o processamento do banco de dados através de um consolidador conforme também sugerido por Hassanain.

## **3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA EMPRESA**

Nesta seção se estudará o modelo de gestão da manutenção utilizado na empresa, as influências deste modelo na indisponibilidade e também se apresentará uma visão ampliada deste sistema de gestão aplicado ao setor elétrico da empresa.

### **3.1 Visão geral da gestão da manutenção utilizada na empresa**

A seguir se apresenta todo o fluxo da gestão da manutenção utilizado na empresa desde a identificação dos equipamentos em manutenção até alguns aspectos da melhoria contínua aplicados à gestão da manutenção

#### **3.1.1 Identificação dos equipamentos**

O modelo de gestão aplicado atualmente na empresa utiliza a identificação dos equipamentos disponíveis por etiquetas (do inglês - *tag*) para assim mapeá-los. O sistema de “tagueamento”, registrado por meio da ferramenta SAP (SAP – *Systems Applications and products in data Processing*), divide-se em quatro níveis. O primeiro nível indica qual a unidade fabril, o segundo, em qual área da fábrica se instalou o equipamento, o terceiro nível indica o fluxo e por fim, o quarto nível refere-se ao subconjunto ao qual pertence o equipamento.

#### **3.1.2 Criticidade dos equipamentos**

Determina-se a criticidade de cada equipamento em função de oito critérios:

1. Risco de saúde e segurança dos funcionários, riscos ambientais e/ou segurança do patrimônio;
2. Impacto na capacidade de produção;
3. Impacto na qualidade do produto;
4. Impacto nos indicadores de custo;
5. Existência de equipamento *backup*;

6. Fator de utilização;
7. Frequência de falhas; e
8. Tempo médio de reparo.

Classificam-se os equipamentos em críticos A, B ou C com base nos critérios descritos acima. Em cada equipamento realizar-se-ão os tipos de manutenções de acordo com a classificação estabelecida como demonstrado na Tabela 1. A manutenção periódica refere-se às manutenções preventivas baseadas no tempo. As inspeções compõem as manutenções preventivas baseadas nas condições dos equipamentos. A manutenção preditiva baseia-se em análises científicas que envolvem estatística. Por fim, a última coluna da tabela refere-se à manutenção autônoma, do tipo CIL (Do Inglês, *Cleaning, Inspection and Lubrication*), praticada pelo próprio operador da máquina.

Tabela 1 – Tipo de manutenção por criticidade de equipamento

Tipo	Manutenção Periódica	Inspeções	Manutenção Preditiva	Manutenção Autônoma
Crítico A	Obrigatória	Obrigatória	Obrigatório conforme equipamento	Obrigatória
Crítico B	Opcional	Obrigatória	Obrigatório conforme equipamento	Obrigatória
Crítico C	Não Utilizada	Obrigatória	Obrigatório conforme equipamento	Obrigatória

### 3.1.3 Manutenção preventiva

Se estabelecem os planos de manutenção a partir da ferramenta SAP e aplicam-se por cada unidade fabril aos locais de instalação condizentes com o plano. Os planos de manutenção estabelecem quais atividades de manutenção realizar-se-ão em cada equipamento. Os planos de manutenção se relacionam aos procedimentos de manutenção e geram demandas para a manutenção autônoma, contratação de serviços externos e rotinas de manutenções preditivas. Ainda, são base de informação para o custo de manutenção e para o gerenciamento de peças em estoque.

### **3.1.4 Planejamento de longo e médio prazo**

Uma vez definidas quais atividades de manutenção se realizarão para cada equipamento, distribuem-se as mesmas ao longo do ano. Para essa distribuição leva-se em conta o regime de operação, os recursos disponíveis de mão de obra e financeiro e quais os recursos necessários para cada atividade. Tal planejamento sofre um ajuste mensal de acordo com a realização ao longo dos meses e com as condições atuais dos recursos disponíveis.

### **3.1.5 Programação e ordens de serviço**

Com as visões de longo e médio prazo estabelecidas, realiza-se a programação no curto prazo. Nessa programação, com visão semanal e diária, estabelece-se quem e quando se realizará cada atividade de manutenção. A ferramenta SAP sinaliza ao PCM (planejamento e controle da manutenção) as ordens de manutenção sugeridas pelo plano de manutenção. O PCM, por sua vez, atribui as ordens de acordo com a disponibilidade de HH (homem hora), gera as ordens de serviço para a realização e as disponibiliza para o operador ou técnico que executará a ordem. As ordens de serviço já contêm o procedimento de manutenção, bem como o material que se utilizará em cada manutenção. Essa programação ocorre diariamente.

### **3.1.6 Histórico dos equipamentos, revisão e melhoria contínua**

Após concluir a ordem de manutenção, cada executante registra os serviços que realizou formando-se assim o histórico dos equipamentos. Cada executante ainda confere a conformidade do procedimento, tempo previsto para a realização da atividade, materiais e ferramentas necessários e relata todas as anomalias que encontrou. Esse procedimento garante a revisão dos procedimentos e planejamentos de curto, médio e longo prazo e permite a melhoria contínua condizente com o ciclo PDCA.

### 3.1.7 Manutenção autônoma e manutenções preditivas

A manutenção autônoma, executada periodicamente pelo operador de cada máquina, alimenta o processo de manutenção com informações atualizadas das condições dos equipamentos. Registra-se toda anomalia encontrada pelo operador da máquina no sistema SAP e a mesma alimenta a programação de curto prazo. Em geral, não se emprega esse tipo de manutenção ao sistema elétrico, pois o sistema não é um sistema operado.

Empresas terceirizadas realizam as manutenções preditivas, constituídas de inspeções preditivas, análise de vibração, termografia, ferrografia e ultrassom. Também se registram os levantamentos das manutenções preditivas no sistema SAP e os mesmos alimentam a programação de curto prazo.

## 3.2 Índice de indisponibilidade

Uma das formas de mensurar a eficiência da gestão da manutenção no setor de utilidades é por meio do índice de indisponibilidade que, diferentemente do indicador de disponibilidade, se representa pela razão entre o tempo em que a produção ficou parada devido à falta de utilidade pelo tempo de produção planejado.

$$\text{Indisponibilidade} = \frac{\text{Horas de parada de produção}}{\text{Horas disponíveis para produzir}} \quad (3)$$

A disponibilidade de utilidades é um indicador que mede quanto do tempo que se tem disponível é efetivamente utilizado para produzir. O indicador indisponibilidade de utilidades, pelo contrário, mede quanto do tempo disponível para produzir o produto final se deixou de utilizar devido à falta de alguma utilidade. Esse indicador se subdivide entre cada tipo de indisponibilidade, ou seja, água, frio, vapor, CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), ar comprimido, energia elétrica interna, energia elétrica da concessionária ou manutenção predial.

Como sugerido por Lindholm (2011), atribui-se indisponibilidade para a utilidade que for a causa fundamental da parada. Por exemplo, no caso de uma parada da linha de produção ocasionada pela falta de vapor, há de se verificar se a falta de vapor não foi por sua

vez gerada por falta de água nas caldeiras. Caso a causa fundamental seja a falta de água a utilidade que se indicará é a água e não o vapor.

A empresa do ramo de bebidas em questão trabalha em regime contínuo, ou seja, 24h por dia e 7 dias por semana. Contudo, o volume de produção não é regular ao longo do tempo. É de conhecimento, por exemplo, que no terceiro turno e aos domingos, a produção trabalha em ritmo inferior ao apresentado no primeiro e no segundo turno durante a semana. A produção de uma empresa de bebidas também sofre com a sazonalidade. Durante os períodos que antecedem o verão e durante o mesmo, o volume de produção atingem os seus picos máximos e durante o inverno, seus valores mínimos.

A responsabilidade por relatar a parada das linhas de envase de bebidas e indicar qual o motivo da parada, seja para utilidades, seja para o processo de fabricação das bebidas, seja por falta de algum insumo ou seja para a logística como falta de armazém, ou outros, é do setor de envase. Geralmente os operadores da máquina na linha de envase na qual ocorreu a falha realizam essa tarefa. Assim se contabilizam todos os eventos que paralisam o setor de envase no índice de indisponibilidade da empresa.

Considerando todas essas particularidades, estabeleceu-se que, do tempo total (HT – horas totais), se desconsideram o tempo em que não houve mão de obra disponível (HSMO – horas sem mão de obra) e o tempo para execução das manutenções programadas para totalizar o número de horas disponíveis para produzir. Isso se vê na Figura 2.

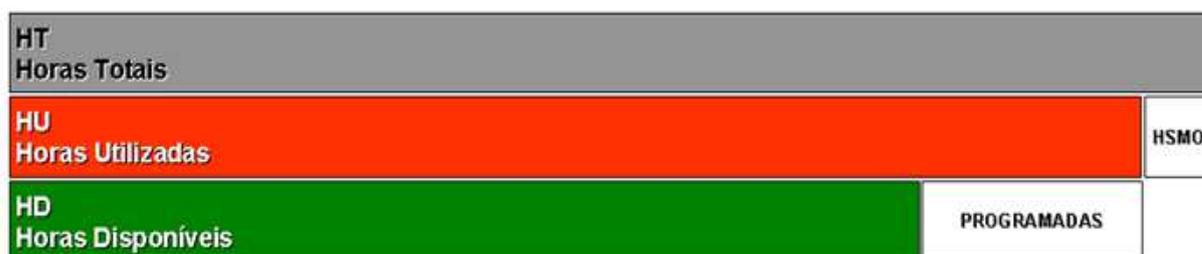


Figura 2 – Distribuição de horas

Assim, calcula-se o índice de indisponibilidade como sendo a razão entre a somatória do tempo em que a linha de produção ficou parada devido à indisponibilidade de determinada utilidade e o número total de horas disponíveis daquela linha. Conforme a Equação (3).

Em geral, representa-se o tempo de indisponibilidade como um percentual das horas disponíveis para produzir. Deve-se destacar que se calcula o índice para cada linha de produção. Assim, o número de horas totais em um dia é igual a 24 h vezes o número de linhas que se possui na unidade fabril.

### **3.3 Aplicação do modelo de gestão da manutenção no setor elétrico**

Se repartem as responsabilidades pela manutenção do setor elétrico entre o centro de engenharia corporativo, as unidades fabris e as empresas terceirizadas.

O centro de engenharia corporativo é o setor responsável por definir o escopo, contratar, acompanhar, definir as datas de realização e garantir a realização do escopo contratado para as manutenções preventivas e a entrega dos relatórios nos padrões pré-definidos.

Após a realização da manutenção preventiva, o centro de engenharia corporativo utiliza as informações dos relatórios para a tomada de decisão com relação à priorização dos investimentos em manutenções corretivas do ano seguinte.

Uma vez definido e contratado o escopo da manutenção preventiva, cabe a cada unidade fabril definir a melhor data para a realização das atividades em função de sua programação de produção. Cada unidade é responsável por realizar uma reunião prévia para planejamento da execução dos trabalhos. Nessa reunião, define-se a divisão de equipes, informações de segurança, definição de áreas energizadas etc. Durante a execução da manutenção preventiva, as unidades também são responsáveis por acompanhar os trabalhos e se certificarem de que se cumpra o escopo contratado, de que se realizam as atividades em total segurança e de que todas as informações necessárias estão à disposição da empresa terceira.

As empresas terceirizadas, uma vez contratadas, são responsáveis pela execução prática de todo o escopo. Suas atividades se iniciam na reunião com a unidade fabril, segue por meio das atividades em campo para limpeza, reaperto, coleta de dados e ensaios e se concluem somente após a entrega do relatório completo da manutenção. Nesse relatório constam os resultados dos ensaios e inspeções em campo, informados por meio de folhas de dados, e das conclusões técnicas sobre as condições e anomalias encontradas em cada equipamento.

Neste trabalho, analisou-se com maior nível de detalhe o PDCA que se utiliza na manutenção no sentido de que a manutenção preventiva realiza a identificação, observação e análise dos problemas. Assim, parte da manutenção corretiva resulta do plano de ação desse PDCA. Essa óptica se justifica, pois a manutenção preventiva entrega os relatórios detalhados com as anomalias encontradas em campo. Devido ao foco deste trabalho em buscar soluções para os problemas de gestão da manutenção da empresa, não se explorará a manutenção

preventiva, pois é terceirizada e, lastreando-se no escopo contratado (vide Anexo A), segue os procedimentos e normas vigentes.

Observa-se, sob a óptica do PDCA e baseando-se na Figura 1, que as atividades realizadas pelas empresas terceirizadas correspondem aos itens 1, 2 e 3 do fluxo do PDCA aplicado na gestão da manutenção. Atualmente cumprem-se os itens 4 a 8 do fluxo pelas unidades fabris.

## 4 ANÁLISE CRÍTICA DO MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

### 4.1 Análise para constatação de problemas no modelo

Nesta parte do trabalho se realizará uma análise crítica do modelo de gestão da empresa procurando-se explicitar os problemas que acarretam o comportamento inadequado do índice de indisponibilidade.

O modelo de gestão da manutenção aplicado na empresa é condizente com a literatura e aplica conceitos relatados como eficientes em diversos trabalhos, tais como Falconi (2004a), Cunha (2007) e Sousa (2014). No entanto, o índice de indisponibilidade devido à energia elétrica interna apresenta distorções significativas em relação ao que se espera. O índice, antes do início do trabalho, apresentava crescimento anual de 4,69 %, ou seja, além de não se estabilizar ou diminuir, crescia.

Na empresa, acorda-se a meta de indisponibilidade devido às utilidades em geral junto à diretoria avaliando-se a meta e o valor real do ano anterior. Nos últimos anos, esse procedimento tem gerado um aumento no valor absoluto da meta de indisponibilidade por utilidades, pois não se atingiu as metas estabelecidas nos anos anteriores. Em 2011, a meta sofreu alta de 29 % em relação ao ano anterior. Em 2012, de 67 %, em 2013, de 47 % e finalmente em 2014 de 23 %, sempre em relação ao ano anterior.

Realiza-se a determinação dos objetivos da empresa referentes ao índice de indisponibilidade de cada uma das utilidades com base na meta de indisponibilidade devido às utilidades em geral. Para efeitos gerenciais, o cálculo que se faz para determinar a meta de indisponibilidade devido a cada uma das utilidades tem base nos dados históricos do ano anterior. Avalia-se o índice total de indisponibilidade devido às utilidades e calcula-se o fator percentual que cabe a cada tipo de indisponibilidade. A meta de indisponibilidade para cada utilidade é o valor da meta total para o ano corrente ponderada por esse fator referente ao ano anterior.

Por exemplo, caso se denomine de IndispEE o índice de indisponibilidade de energia elétrica interna do ano atual, de TempoEE<sub>AA</sub> o tempo total de paradas devido à energia elétrica interna do ano anterior (geral), de TempoIndisp<sub>AA</sub> o tempo total de indisponibilidades

do ano anterior e de  $Meta_{AC}$  o índice meta do ano corrente para todas as utilidades, tem-se sua relação na equação (4):

$$IndispEE = \frac{TempoEE_{AA}}{TempoIndisp_{AA}} \times Meta_{AC} \quad (4)$$

Como nos últimos anos tem ocorrido aumento da meta de indisponibilidade geral, a meta devido à indisponibilidade elétrica interna também tem sofrido aumento por mais que a contribuição da energia elétrica interna no índice tenha reduzido ano a ano.

Fez-se uma análise criteriosa dos dados de indisponibilidade elétrica interna atuais com base nas informações do sistema de gerenciamento MES (*Manufacturing Execution System*). O acompanhamento diário das paradas de linhas de produção relatadas nesse sistema e a verificação junto à unidade fabril da causa fundamental de cada um desses apontamentos demonstrou que, em muitos dos casos, a causa fundamental da parada de linha não se deve à indisponibilidade elétrica interna mas devido a outra utilidade. Constatam-se casos de indisponibilidade devido à concessionária de energia elétrica apontados como indisponibilidade elétrica interna. Em alguns casos, a causa fundamental situava-se dentro do processo de envase e, portanto, sequer se caracterizava como indisponibilidade e sim como ineficiência de linha.

Desta forma, esse acompanhamento indica que há distorção no índice de indisponibilidade devido a apontamentos errados. Essa distorção tem por efeito colateral o mal emprego dos investimentos da empresa, uma vez que um alto índice de indisponibilidade em uma determinada planta sugere a existência de problemas no sistema elétrico dessa planta e influencia a tomada de decisões e os investimentos.

A distorção devido a apontamentos incorretos tem origem na desinformação das equipes das linhas de envase, responsáveis pela indicação da causa fundamental que ocasionou a parada. Especificamente no caso da energia elétrica, a distorção é ainda mais significativa, pois o efeito percebido na linha de produção tem duas causas fundamentais distintas que não são observáveis nas linhas de envase: a falta de energia elétrica devido à interrupção do fornecimento pela concessionária ou a falta da energia elétrica devido a algum problema interno no sistema elétrico que gerou a interrupção de determinado setor ou da planta por completo.

Ainda que as distorções no índice de indisponibilidade, devido à indicação da utilidade errada como causa da parada das linhas de envase sejam significativas, como destacado na seção 4.3, quando analisada a aplicação do modelo de gestão da manutenção no

setor elétrico observam-se outras limitações decorrentes de particularidades do próprio setor e da empresa estudada que também prejudicam os resultados de indisponibilidade, resultado financeiro, e ainda geram riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores.

Uma dessas limitações advém do fato de o sistema elétrico não ser continuamente operado e, portanto, as subestações permanecerem, na maior parte do tempo, trancadas e sem supervisão humana.

Outro agente complicador reside na escassez de oportunidades de desligamento para que se realizem manutenções preventivas, preditivas e corretivas. Além dos elementos principais citados, destacam-se alguns outros, como a dificuldade de acesso, devido à necessidade de abertura de PTR (Permissão de Trabalho de Risco), a priorização de atendimento técnico às linhas de produção por impactar diretamente nos resultados da empresa e, ainda, a necessidade de grandes investimentos para a realização de manutenções corretivas.

Adicionalmente, percebe-se que ferramentas como o sistema de identificação, por exemplo, não estão totalmente funcionais. Os registros dos equipamentos encontram-se incompletos e desatualizados. Se realizam as inspeções preditivas apenas parcialmente e nem sempre se tratam todas as anomalias detectadas. Não se executam as manutenções preventivas do setor elétrico por vezes por falta de paradas fabris para a sua realização e mesmo quando executadas, nem sempre os problemas relatados recebem o devido tratamento. Deixam de se realizar algumas manutenções corretivas por questão de priorização de investimentos. E, principalmente, falta registro de informações a respeito do estado dos equipamentos instalados.

Constata-se que o uso ao longo dos últimos anos do modelo descrito demonstra uma grande fragilidade do sistema de gestão para lidar com o grande volume de informações. Praticamente, torna-se impossível tratar todas as informações constantes nos relatórios de manutenção preventiva para tomadas de decisão. Essas deficiências surgem nas funções atribuídas aos setores das unidades fabris e do centro de engenharia corporativo.

Em decorrência dessas deficiências, o processo de tomada de decisão para a priorização das manutenções corretivas ocorre com base nas informações coletadas em campo pelos especialistas do centro de engenharia e não com base nas informações dos relatórios das manutenções preventivas. Esse processo decisório também se baseia nas informações dos índices de indisponibilidade. Como mencionado no item 4.1 nesse Capítulo, existe distorção no índice de indisponibilidade elétrica interna. Portanto, estas tomadas de decisão são

imprecisas, não garantem assertividade e têm baixa reprodutibilidade, pois conta em muito com a experiência dos especialistas envolvidos, não possui padronização nos critérios de criticidade dos problemas encontrados em campo e ainda se fundamenta em índices de indisponibilidade elétrica interna que possuem distorções severas.

Analisando o ciclo do PDCA, Figura 1, nota-se que os problemas descritos ocorrem na transição do item 3 para o item 4 do fluxo interrompendo sua sequência.

## **4.2 Análise quanto aos setores e às atribuições**

O problema encontrado pelas unidades fabris para a realização de suas funções no que tange a manutenção preventiva em subestações se deve principalmente à necessidade de empenho da mão de obra disponível para a manutenção nos setores produtivos que impactam de forma mais direta nos resultados da empresa. Devido ainda à empresa manter o quadro líquido de pessoal o menor possível em busca da redução dos custos de produção, não há, em geral, disponibilidade de mão de obra para realizar o tratamento adequado das informações resultantes da manutenção preventiva das subestações. Isso resulta em falhas na gestão quanto ao planejamento e à execução de tais tarefas. A necessidade da abertura de PTR para autorizar o acesso às subestações é um agravante.

O centro de engenharia corporativo, por sua vez, também sofre com o quadro líquido de pessoal e, apesar de não ter de priorizar o atendimento de setores que impactem mais diretamente na produção (como as unidades fabris), não consegue tratar adequadamente as informações resultantes da manutenção preventiva das subestações devido à falta de padronização das informações dos relatórios. O volume de dados decorre do fato do centro de engenharia ser corporativo e, portanto, teria de processar os dados das manutenções preventivas de todas as subestações da empresa o que corresponde a muitas dezenas de unidades fabris. Sem a padronização, o processamento dessas informações se torna impraticável.

As empresas terceirizadas, uma vez contratadas, são responsáveis pela execução prática de todo o escopo. Suas atividades iniciam-se na reunião com a unidade fabril, segue por meio das atividades em campo para limpeza, reaperto, coleta de dados e ensaios e se concluem somente com a entrega do relatório completo da manutenção. Nesse relatório constam os resultados dos ensaios e inspeções realizados em campo, informados por meio de folhas de dados, e as conclusões técnicas sobre as condições e anomalias encontradas em cada

equipamento. As empresas terceirizadas também são responsáveis pela segurança de seus funcionários e por todas as atividades, por elas realizadas. Em função da grande diversidade de empresas disponíveis, sempre existem oportunidades de melhorias nessas contratações. Nessas contratações pratica-se a busca contínua por melhores condições de custo/benefício visando garantir a qualidade adequada ao escopo contratado. O relatório resultante das manutenções executadas por essas empresas varia em seu formato de acordo com a empresa contratada e não se apresenta devidamente padronizado e estruturado.

### **4.3 Exemplos de indisponibilidades evitáveis**

Apresenta-se nesta seção alguns eventos de indisponibilidade que ocorreram na empresa abordada e que se evitariam com a melhoria na gestão da manutenção elétrica.

Em fevereiro 2010, houve um problema em uma planta da empresa que acarretou o rompimento da isolação de um transformador de potencial (TP). Esse evento, além dos riscos à segurança envolvidos, gerou uma indisponibilidade elétrica interna correspondente a 22 % da indisponibilidade elétrica interna daquele mês. A correta execução da manutenção preventiva levaria à identificação do problema no TP possibilitando que uma manutenção corretiva restaurasse as condições de operação da subestação antes da ocorrência do desligamento.

No ano de 2011 ocorreram dois eventos em duas plantas industriais distintas. Um primeiro evento, em maio, envolveu um curto-circuito no painel de medição da concessionária dentro da subestação principal da unidade fabril. O segundo evento, em setembro, ocorreu por perda de isolação em um painel de média tensão em uma subestação de distribuição. No primeiro caso, a manutenção preventiva evitaria o evento. Já no segundo caso, ela identificaria o problema sugerindo a manutenção corretiva antes do evento. Em ambos os casos, novamente, houve grande risco à segurança do trabalho das unidades em questão. Os eventos correspondem à indisponibilidade de 13 % para o curto-circuito no painel de medição da concessionária e 10 % para os painéis de distribuição.

Considerando-se que um sistema de gestão da manutenção elétrica eficiente evitaria os problemas mencionados, fica evidente que os problemas identificados no modelo de gestão da manutenção aplicado ao setor elétrico da empresa geram impactos negativos nos resultados da empresa.

## **5 PROPOSTA, DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MELHORIAS**

Tendo em vista a análise crítica do modelo de gestão da manutenção utilizado pela empresa e do embasamento teórico no Capítulo 2, neste Capítulo desenvolver-se-ão propostas de solução exequíveis no contexto da empresa, contemplando o desenvolvimento, a implantação e a sistematização no sistema de gestão da empresa.

A proposta e o desenvolvimento das melhorias seguem o ciclo PDCA a partir dos problemas listados no Capítulo 4.

Do ponto de vista da manutenção, fundamentam-se os problemas descritos nos seguintes pontos:

1. Distorções do índice de indisponibilidade;
2. Escassez de oportunidade de desligamento;
3. Dificuldade de acesso – PTR;
4. Priorização da manutenção dos setores que impactam diretamente no resultado da empresa e quadro líquido de pessoal enxuto;
5. Custo elevado da manutenção corretiva;
6. Falta de sistema de informação adequado para tratamento dos dados das manutenções preventivas para apoio à tomada de decisão:
  - a) Falta de registro dos equipamentos;
  - b) Falta de informação quanto ao estado dos equipamentos;
  - c) Não execução das pendências levantadas nas manutenções preventivas;
  - d) Falta de embasamento para a gestão, planejamento e tomadas de decisão.

Face aos problemas apontados analisaram-se as possibilidades para a implantação de ações de melhorias com o propósito de melhorar o índice de indisponibilidade da empresa e, conjuntamente, melhorar o desempenho e a segurança dos trabalhadores. Assim sendo, constatou-se que:

- A escassez de oportunidade de desligamento (Problema 2) é uma característica da empresa para atendimento de mercado. Não existe uma solução viável que promova alteração significativa nas condições atuais da empresa;

- A dificuldade de acesso devido à obrigatoriedade de emissão de PTR (Problema 3), decorre da constante preocupação da companhia com a segurança de seus trabalhadores. Otimizou-se o procedimento mas não se pode eliminá-lo;
- Diminuir o foco da manutenção dos outros setores da empresa (Problema 4) é desfavorável, pois isto teria influência direta sobre os seus resultados.

Embora não existam soluções definitivas e imediatas para eliminar os problemas supramencionados (Problemas 2, 3 e 4), os mesmos são alvos de melhoria contínua dos processos da empresa no sentido de sua otimização e não serão doravante explorados neste trabalho.

## 5.1 Distorções do índice de indisponibilidade

Tendo em vista os graves problemas de distorções do índice de indisponibilidade (Problema 1) e de seu impacto, como primeiro passo, por motivo de coerência em termos de gestão e seguindo-se o que propõe Falconi (2004) e o ciclo PDCA a respeito da identificação do problema, implantou-se um controle rígido dos apontamentos de indisponibilidade elétrica. Esse controle, executado atualmente pelo centro de engenharia, consiste em monitorar todas as indicações de indisponibilidade elétrica interna e buscar a causa fundamental dessas paradas de linhas de envase. Realiza-se esse monitoramento com base nos apontamentos gerados no sistema MES (*Manufacturing Execution System*).

Como demonstrado por meio da exemplificação de algumas correções, a distorção gerada por esses erros de apontamentos era expressiva e, além de distorcer o índice, resultava em tomada de decisão incorreta. A ação tomada para reduzir essas distorções foi a correção dos índices sempre que evidenciado que a energia elétrica interna não é a causa fundamental da indisponibilidade. Atualmente, as equipes que trabalham nos setores são melhor orientadas no sentido da verificação e apontamento mais aprimorados.

A título de exemplo, relatam-se algumas correções realizadas ao longo do trabalho:

- Em maio de 2013, identificou-se um apontamento incorreto em uma única unidade fabril da empresa. Corrigindo-se esse apontamento que representaria um aumento de 0,02 % no índice composto de todas as unidades fabris da empresa;
- O mesmo ocorreu em junho de 2013, quando um apontamento indevido em outra unidade teria gerado um impacto no índice composto da unidade de 0,03 %;

- Por fim, em maio de 2014, um apontamento incorreto totalizou 0,07 % do índice composto das unidades fabris da empresa.

Levando-se em consideração que a empresa se compõe de várias dezenas de unidades fabris e que pondera-se o impacto desses apontamentos indevidos por todas as unidades fabris, nota-se que representa um impacto expressivo nos indicadores da empresa. Ainda, as correções citadas são exemplo de parte das ações realizadas com o intuito de diminuir o índice de indisponibilidade.

## **5.2 Falta de sistema de informação adequado para tratamento dos dados**

O tratamento inadequado das anomalias encontradas nas manutenções preventivas (Problema 6) constitui-se no fator de maior possibilidade de impacto para se atingir os objetivos deste trabalho. Esse tratamento inadequado representa um fator de risco para a segurança dos trabalhadores e para o aumento do índice de indisponibilidade, pois essas anomalias são indicações de falhas no sistema elétrico que prejudicam o seu funcionamento.

A falha nos registros dos equipamentos, assim como a não execução das pendências dos relatórios das inspeções preditivas, tem tratamento gerencial para a tomada de decisão e sua correção depende mais de ferramentas de acompanhamento de execução de rotina do que de conhecimento técnico. Um exemplo de ação gerencial que seria possível para sanar esse problema é a alocação de mão de obra própria da unidade para tratamento dos relatórios das manutenções preventivas. Isto, claramente se limita pela demanda de mão de obra na unidade fabril.

A falta de informação a respeito do estado dos equipamentos é um problema complexo por três motivos principais:

1. O estado dos equipamentos varia continuamente ao longo do tempo;
2. O número de equipamentos que a empresa possui em todas as suas unidades fabris é muito grande; e
3. A determinação de qual é o estado atual do equipamento é qualitativa e se faz necessário o estabelecimento de parâmetros a fim de que se definam quais equipamentos estão em condições de operação e quais não estão.

Uma solução possível para resolver os problemas mencionados reside na forma de se tratar essas informações. É necessário encontrar uma forma de processar o enorme volume de

informações sem prejudicar a qualidade dos dados para que se trate as informações corporativamente e sem aumentar o quadro líquido de pessoal da empresa.

No contexto da empresa, neste Capítulo apresenta-se a proposta de uma ferramenta para sistematizar a transição do item 3 para o item 4 do fluxo do PDCA (Figura 1), ou seja a transição da análise do problema para o plano de ação. A ferramenta atua nos pontos 6.a, 6.b, 6.c e 6.d citados na relação de problemas no início deste Capítulo. Ela permite organizar as informações dos relatórios das manutenções preventivas viabilizando e reduzindo o tempo de processamento (ponto 6.d). Cria-se por meio desses relatórios um registro dos equipamentos (ponto 6.a) e determinam-se os seus estados (ponto 6.b). Essas informações, conseqüentemente, geram melhoria no tratamento das anomalias detectadas nas manutenções preventivas (ponto 6.c). Com o uso da ferramenta, monitora-se o estado do equipamento juntamente com as manutenções preventivas realizadas pelas empresas terceirizadas. Desta forma, reduz-se a complexidade do monitoramento do estado dos equipamentos atuando nos motivos principais 1 e 2.

### **5.2.1 Estado e criticidade de anomalia**

Durante o trabalho analisou-se, propôs-se e padronizou-se uma tabela para a definição do estado do equipamento e da criticidade de anomalia, conforme a Tabela 2, que atua no motivo principal 3. Divulgou-se essa padronização para as empresas terceirizadas que realizam a manutenção preventiva e tornou-se obrigatório o seu preenchimento na plataforma desenvolvida mais adiante neste Capítulo.

Tabela 2 – Estado do equipamento

Estado	Descrição
Nenhuma anomalia	Equipamento em perfeitas condições de operação.
Anomalia pouco crítica	Equipamento apresenta problema que não compromete segurança de instalações nem de pessoas e não tem potencial de causar indisponibilidade.
Anomalia moderadamente crítica	Equipamento apresenta problema que não compromete segurança de instalações nem de pessoas, mas pode vir a causar indisponibilidade.
Anomalia muito crítica	Equipamento apresenta problema que pode comprometer a segurança de instalações, mas não compromete a segurança de pessoas.
Anomalia com risco extremo	Equipamento apresenta problema que pode comprometer a segurança de pessoas.

### 5.2.2 A ferramenta para sistematização da geração do plano de ação

Para viabilizar o tratamento de informações visando tomadas de decisão é necessário encontrar uma nova forma de tratar o enorme volume de informações dos relatórios das manutenções preventivas, de forma análoga ao sugerido por Hassanain (2001). É necessário padronizar e reestruturar o formato dessas informações. Nessa padronização deve-se garantir que se atendam aos requisitos de qualidade e quantidade adequados tal como proposto por Fuentes (2006). Assim que padronizados, tornar-se-á possível um tratamento automatizado para a composição de um banco de dados cuja forma permita a fácil extração de informações de apoio a tomada de decisão.

A dificuldade para a gestão da manutenção de subestações elétricas surge da diferença das informações necessárias para cada equipamento. Para o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, considerou-se as características mais relevantes de cada equipamento como uma coluna de uma planilha. Definiram-se as características de cada equipamento de acordo com a seção 2.2 e chegou-se ao conjunto de características que são importantes para todos os equipamentos. Assim, nos formulários de entrada de dados, insere-

se tais características a partir de um único formulário para todos os equipamentos. Denominou-se esse formulário de “características comuns”.

### 5.2.2.1 Primeira parte: Relatório digital

O propósito do relatório, denominado relatório digital, é se fazer com que as empresas terceirizadas introduzam as informações encontradas em campo em um formato padrão. Assim, todas as informações das unidades fabris se consolidarão em um banco de dados, onde se encontrará a informação que se processará. A Figura 3 mostra uma das telas para a entrada de dados.

The image shows a software window titled "Características Comuns - Transformador". It contains several input fields and sections for data entry:

- Detalhes Equipamento:** Modelo (MODELO), Ano de Fabricação (2002).
- Identificação:** Fabricante (FABRICANTE), TAG (601001), Fabrica (-), Localização (Subestação de entrada), Numero da pagina da Folha de dados (14).
- Detalhes da anomalia:** Criticidade (Moderamente critica), Data detecção anomalia (07/02/2013).
- Anomalia encontrada:** Presença de humidade no óleo.
- Sugestão de reparo:** Tratamento do óleo com maquina termo-vacuo.
- Previsão de custo:** R\$ 000,00.
- Tempo estimado do reparo:** 06:00.
- Comentários:** Aqui a empresa terceirizada pode inserir informações complementares sobre a anomalia encontrada ou sobre o equipamento testado.

Buttons for "Salvar" and "Cancelar" are located at the bottom of the form.

Figura 3 – Tela para preenchimento de informações no relatório digital

A principal preocupação no desenvolvimento do relatório digital é a criação dos campos para que não limitassem a descrição do equipamento, mas também não permitissem a inserção desordenada das informações. No exemplo da Figura 3, evidencia-se onde se digita cada informação, mas mantém-se a flexibilidade para digitação de comentários. Desta forma,

opcionalmente, os profissionais que realizaram a manutenção descrevem os detalhes fundamentais.

Cada linha do relatório conterá as informações de um equipamento. As características que não se aplicam a esse equipamento em particular terão suas informações sem preenchimento. Se identifica e unifica cada equipamento por meio de sua etiqueta atribuída ao local de instalação do equipamento.

Uma vez definida quais as características deveriam compor a planilha foi necessário encontrar um modo de padronizar a forma como se inseririam esses dados. Somente assim se garantiria que os dados teriam uniformidade para viabilizar o seu tratamento e permitiriam às empresas terceirizadas a inserção das informações nos campos adequados. A inserção das informações diretamente na planilha seria muito complexa devido ao fato de que nem todas as características se aplicariam a todos os equipamentos. A solução encontrada para esse fim foi a criação de diversos formulários que especificam quais características se inserem e em qual formato.

Desta forma, criou-se, a partir de macros, um programa dentro da planilha que permite a entrada de dados por meio de formulários que indicam ao usuário quais informações devem ser inseridas para cada equipamento. Ao iniciar a planilha, abre-se a tela do programa e o usuário selecionará os equipamentos, um a um. O programa encaminhará o usuário ao formulário correspondente àquele equipamento e em seguida ao formulário de cadastro das características comuns. Essas etapas se cumprirão para cada equipamento encontrado em campo. Essa parte da ferramenta destina-se às empresas terceirizadas para introduzir os dados resultantes da manutenção preventiva.

Por fim, foi necessário criar uma segunda planilha com o mesmo formato cujo propósito é a unificação dos relatórios digitais referentes a cada unidade fabril. Essa planilha utilizará um programa diferente do anterior para importar os dados de cada planilha e consolidá-los em uma única planilha formando um único banco de dados padronizado.

#### **5.2.2.2 Segunda parte: Consolidador**

Os dados que serão coletados através dos relatórios digitais serão arquivos independentes e descentralizados. A função do consolidador é o agrupamento destes dados descentralizados recebidos de todas as empresas terceirizadas, relativas às unidades fabris, e agrupá-los em um único banco de dados da empresa de bebidas. Com isso, torna-se possível o

processamento centralizado de todas as informações em unicidade. A Figura 4 ilustra um exemplo da planilha consolidador.

DATA DE INCLUSÃO NO BANCO DE DADOS	FORNECEDOR	DATA DO PREENCHIMENTO	Características comuns							
			Fabrica	TAG	Localização	Criticidade	Previsão de Custo	Tempo de reparo	Numero da pagina da folha de dados	Equipamento
14/06/2014	Empresa A	19/02/2014	Agudos	AGCF601001	Poste	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	7	Cabos de Força
14/06/2014	Empresa B	15/03/2014	Guarulhos	GUDJ601004	1º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	19	Disjuntor
14/06/2014	Empresa C	19/02/2014	Contagem	CHCF631002	3º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	25	Cabos de Força
14/06/2014	Empresa D	15/03/2014	Aquiraz	AQCS661001	Poste	Pouco critica	R\$ 3.300,00	2h	12	Chave Seccionadora
14/06/2014	Empresa E	16/03/2014	Brasilia	BRTF601001	Patio	Muito Critica	R\$ 45.000,00	8h	16	Transformador
14/06/2014	Empresa F	16/03/2014	Arosuco Aromas	ASDJ651003	2º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	14	Disjuntor
14/06/2014	Empresa G	15/03/2014	Brasilia	BRTC631002	Cubiculo blindado	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	19	Transformador de Corrente

Figura 4 – Banco de dados do Consolidador

A título de exemplo, se for de interesse da empresa contratar a recuperação do óleo isolante dos transformadores que apresentam umidade elevada em todas as unidades fabris buscando a redução de custos de manutenção, o banco de dados informará rapidamente quantos e quais são os equipamentos que necessitam dessa intervenção. Ainda, se não for de interesse realizar a manutenção em todos os equipamentos, o banco de dados unificado listará quais equipamentos apresentam condições mais críticas para a situação do exemplo e também selecionar os equipamentos submetidos ao processo primeiramente.

A ferramenta do consolidador, por ser um banco de dados em planilha, apresenta grande flexibilidade e se utiliza para outros tipos de análise como as análises estatísticas, planilhas dinâmicas ou gráficos.

A ferramenta composta por esses dois relatórios gerará um banco de dados dos equipamentos e de suas anomalias que permitirão a rápida identificação de problemas semelhantes em unidades fabris distintas de forma que se tornará viável a contratação das soluções em conjunto ou em lotes. Assim, equipamentos semelhantes de unidades fabris distintas terão suas manutenções contratadas em conjunto. Portanto, ainda que não solucione de forma definitiva, será possível reduzir os custos dessas manutenções corretivas contratadas em escala ou lotes. Desta forma atua-se sobre o problema número 5 reduzindo os custos da manutenção corretiva.

### 5.2.3 Utilização da ferramenta

A ferramenta proposta previamente discutida no item 5.2.2 é de utilização amigável; não requerendo mão de obra altamente especializada e com grande conhecimento de informática por parte das empresas terceiras. Enviou-se o relatório digital a todas as empresas terceirizadas que executarão as manutenções preventivas para a empresa. Essa ferramenta, como mencionado, executará um conjunto de macros (pequenos programas desenvolvidos dentro da ferramenta) para abrir os formulários de preenchimento dos dados de cada equipamento. Se preencherão as características de cada equipamento, conforme campos disponíveis nos formulários. Uma vez concluído o preenchimento, ao encerrar o trabalho, as macros solicitarão ao usuário o local onde se deseja salvar o relatório final. Esse relatório final representa uma planilha sem macros que conterà o banco de dados de todos os equipamentos cadastrados, suas características e detalhamento de anomalias para os equipamentos que as apresentarem. Se encaminhará esse arquivo à empresa para inclusão em seu banco de dados consolidado.

A função do consolidador é o processamento das informações de cada relatório recebido das diversas empresas terceiras, referentes às diversas unidades fabris da empresa e unificá-los no banco de dados da mesma. Essa consolidação é um processo inteligente no sentido de que não apenas incorpora as novas informações ao banco de dados, mas as processa efetuando a comparação entre os itens que se incluirão e os que já o foram no banco de dados da empresa. Essa comparação se baseia no número da etiqueta de identificação de cada equipamento (*tag*) e na data em que se cadastrou a informação. Desta forma, evita-se a duplicidade de equipamentos e elimina-se os dados desatualizados. O consolidador ainda inclui a referência do fornecedor responsável pela informação do relatório recebido.

O processamento das informações no banco de dados da empresa é simples podendo se tratar através de filtros do relatório ou até mesmo com o uso de tabelas dinâmicas para a emissão de relatórios gerenciais.

As vantagens da utilização da ferramenta são diversas dentre as quais se destacam o aumento no conhecimento dos equipamentos do parque fabril (alínea a do problema 6) e das condições desses equipamentos (alínea b do problema 6), a rápida identificação dos equipamentos com problemas (alínea c do problema 6) e a facilidade e agilidade do processamento das informações do banco de dados (alínea d do problema 6). Solucionando esses problemas, a ferramenta traz subsídios para melhorar as tomadas de decisão (alínea c do

problema 6) de forma a atingir melhores níveis de indisponibilidade elétrica interna e reduzir os consequentes riscos à segurança.

### **5.3 Custo da manutenção corretiva**

O custo da manutenção corretiva depende do desenvolvimento de fornecedores locais para as áreas mais remotas e não será extensamente abordado neste trabalho. Contudo, com a ferramenta desenvolvida neste trabalho, existe a possibilidade da contratação em conjunto, ou seja, uma única contratação de serviços semelhantes em diversas unidades fabris para diversos tipos de manutenção corretivas. Com isso, espera-se que haja redução do custo total de manutenção nesses casos. Além disso, a melhoria da qualidade de informação permite a otimização dos recursos, planejamento adequado e tomadas de decisões gerenciais que refletem no custo final da manutenção.

## 6 RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste Capítulo se apresentam os resultados obtidos durante a execução do trabalho e com a aplicação das ações descritas no Capítulo 5. Para efeito de análise o índice de indisponibilidade se dispõe nos dois anos anteriores (2010 e 2011) ao início do trabalho e por dois anos com o trabalho em curso (a partir de 2012).

Considerações a respeito das características da empresa:

- A empresa estudada neste trabalho, visando atingir seus objetivos em relação ao mercado, qualidade e metas, sofreu alterações em seu parque fabril no decorrer deste trabalho e também nos anos anteriores;
- Por motivo de sigilo das informações gerenciais da empresa abordada, todos os dados numéricos apresentados estão alterados descaracterizando a empresa. Contudo, preservou-se as proporcionalidades garantindo-se assim que as análises dos resultados possam refletir a realidade da empresa. A descaracterização inviabiliza a comparação dos números brutos e torna necessária a análise a partir das tendências e taxas de crescimento.

No gráfico da Figura 5, visualiza-se, como resultado, o comportamento da média móvel exponencial (MME) da indisponibilidade elétrica interna no período de 2010 a 2014.

Por se tratar de uma grandeza com alto grau de imprevisibilidade, o índice de indisponibilidade por utilidade elétrica interna tem por característica um desvio padrão elevado. Nos dados analisados, o desvio padrão das indisponibilidades devido a energia elétrica, mês a mês, no período de março de 2010 a março de 2014 é de 0,36 % contra uma média, desse mesmo período de 0,51 %. Em função desse alto desvio padrão, fez-se a análise dos dados com base na MME da indisponibilidade ao longo do período e calculada, conforme a fórmula descrita por Levine (2000).

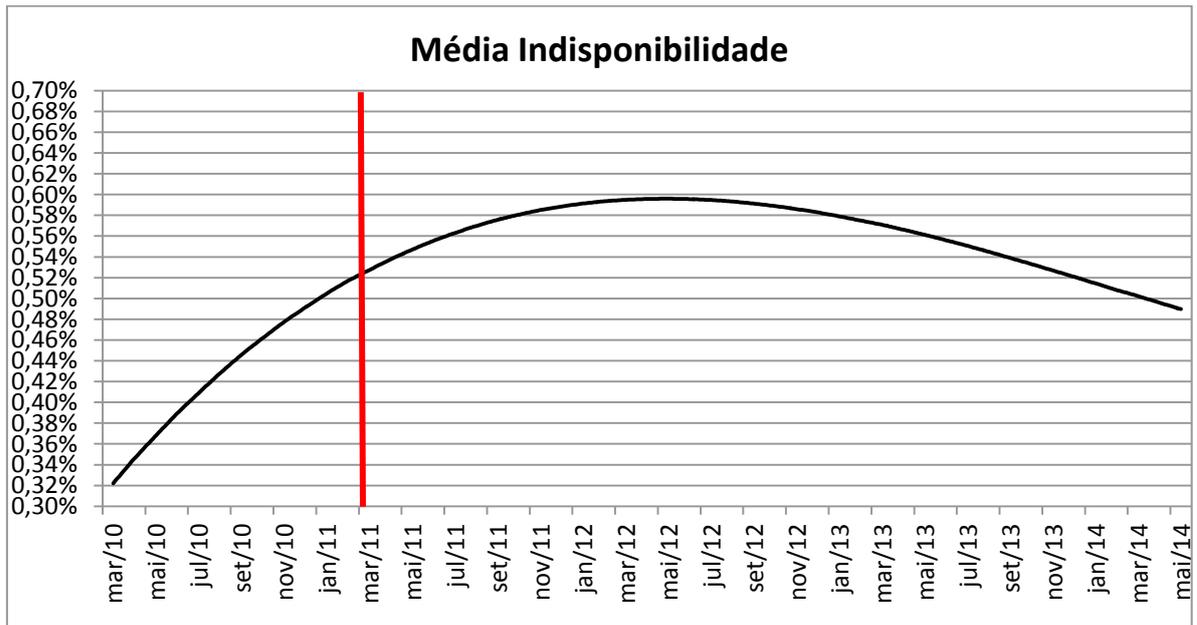


Figura 5 – Gráfico da análise da indisponibilidade Jan 2010 a Mai 2014

A reta paralela ao eixo das ordenadas no gráfico separa o período antes do início deste trabalho, à esquerda, do período após o início da aplicação das ações mapeadas neste trabalho, à direita. Analisando essas informações, fica claro que o índice de indisponibilidade devido à energia elétrica interna era uma variável crescente que foi controlada no ano de 2012 e vem decrescendo desde então. Para calcular a taxa de crescimento linearizou-se a média da indisponibilidade ao longo do período de 12 meses e ponderou-se o resultado pelo valor no início do período, conforme demonstra a Equação (5).

$$\text{Taxa de crescimento}_{\text{ano}} = \frac{\text{Indisp.mês final} - \text{Indisp.mês inicial}}{12 * \text{Indisp.mês inicial}} \quad (5)$$

A média da indisponibilidade em maio de 2014, “Indisp.<sub>05/14</sub>”, foi de 0,49 %. Enquanto que doze meses antes, em maio de 2013, “Indisp.<sub>05/13</sub>”, ela era de 0,56 %. Logo, calcula-se por meio da Equação (5) que a taxa de crescimento do ano de 2014 foi de -1,04%, ou seja, houve decréscimo de 1,04% como mostrado na Equação (6).

$$\text{Taxa de crescimento}_{2014} = \frac{\text{Indisp.}_{05/14} - \text{Indisp.}_{05/13}}{12 * \text{Indisp.}_{05/13}} = \frac{0,49 - 0,56}{12 * 0,56} = -1,04\% \quad (6)$$

No ano de 2010 (Janeiro de 2010 a Janeiro de 2011), aplicando-se a Equação (5), houve crescimento de 4,69 %, e em 2011 (Janeiro de 2011 a Janeiro de 2012) de 1,50 %, mantendo-se o mesmo cálculo. Em 2012, a média do índice se manteve praticamente estável com aumento na primeira metade do ano e redução na segunda metade totalizando um decréscimo de 0,14 %.

A análise dos resultados ao longo do tempo mostra uma grande evolução. Não se atingiu as metas de indisponibilidades elétrica interna da empresa nos anos de 2010, 2011 e 2012. Em 2013, entretanto, a empresa encerrou o ano com um resultado positivo em relação à sua meta de indisponibilidade elétrica interna. O ano de 2014, apesar de ainda não concluído, apresenta o índice de indisponibilidade elétrica interna real abaixo da meta. Portanto há tendência de se alcançar novamente os resultados esperados nesse índice.

Analisando os números sob uma outra óptica, nota-se que o índice de indisponibilidade devido à falta de energia elétrica interna, com o passar dos anos se torna cada vez menos expressivo no índice de indisponibilidade devido a qualquer utilidade. Isso indica que a contribuição da energia elétrica interna para com a indisponibilidade por utilidades é cada vez menor. Calculando essa contribuição segundo a Equação (7), obteve-se que em 2010 a contribuição da energia elétrica interna foi de 11,21 %, em 2011 de 9,07 %, em 2012 de 8,08 % e, em 2013 de 7,24 %.

$$\text{Contribuição} = \frac{\text{Índice devido à energia elétrica interna}}{\text{Índice total de indisponibilidade por utilidade}} \quad (7)$$

Com a utilização da ferramenta e a obrigatoriedade de preenchimento do relatório digital pelas empresas terceirizadas para realizar as manutenções preventivas, espera-se que os resultados em indisponibilidade elétrica interna continuem a evoluir assim como a redução dos eventos que geram riscos à segurança do trabalho. Essa obrigatoriedade de utilização da ferramenta se evidencia no Anexo I que apresenta extratos dos editais de contratação desse serviço para subestações de alta e média tensão da empresa de bebidas abordada.

Também se evidenciam esses resultados quando se analisa que se evitou os eventos de indisponibilidades, tais como os mencionados no Capítulo 4, com a aplicação das ações propostas neste trabalho e com o uso da ferramenta proposta no Capítulo 5. Dessa forma, além da redução da indisponibilidade por energia elétrica interna, reduz-se também o número de eventos com potencial de risco à segurança do trabalho nas unidades fabris da empresa.

Reduziu-se o número desses eventos com potencial de risco à saúde dos trabalhadores em 30 %. O uso da ferramenta, com base do banco de dados dos equipamentos e suas anomalias gerado, permitirá a rápida identificação de problemas semelhantes em unidades fabris distintas e portanto viabilizará a contratação das soluções em grupo. Logo, será possível reduzir os custos dessas manutenções corretivas por meio desse tipo de contratação.

## **7 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS**

### **7.1 Conclusão**

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que este trabalho de pesquisa atingiu os objetivos propostos. Por meio da implantação de melhorias de gestão e da plataforma digital para apoio à tomada de decisões, não somente se controlou o índice de indisponibilidade elétrica como houve redução e apresenta tendência de redução. Reduziram-se os riscos à segurança dos trabalhadores da empresa devido à diminuição do número de eventos potencialmente perigosos. A ferramenta implantada cria um banco de dados com as informações relativas a todos os equipamentos elétricos dispostos no parque fabril, suas condições de funcionamento e características para o caso de eventual necessidade de substituição e contratação de serviços em escala possibilitando a redução do custo e o aumento na qualidade dessas contratações. Se utilizará esse banco de dados para embasar as tomadas de decisão quanto às manutenções corretivas para os anos subsequentes.

### **7.2 Perspectivas e sugestões**

A ferramenta proposta para sistematizar as ações empregadas foi satisfatoriamente instalada no sistema de gestão da manutenção do sistema elétrico da empresa. Entretanto, devido ao pouco tempo de utilização não constitui-se uma série de dados históricos de registro de equipamentos e de suas condições operacionais suficiente para embasar as tomadas de decisões para todos os equipamentos. Portanto, ainda espera-se, que os índices de indisponibilidade devido à energia elétrica interna apresentem maiores reduções em função das informações decorrentes do uso dos dados históricos da ferramenta.

Sugere-se que o cálculo das metas de indisponibilidade elétrica interna seja alterado de forma que as metas desse índice sejam baseadas em seus próprios resultados e não se balizem pela meta geral de indisponibilidade por utilidades, pois os problemas decorrentes das outras utilidades acarretam a elevação do valor da meta de indisponibilidade elétrica interna mesmo quando se atingem os resultados ou metas no ano anterior.

Como trabalhos futuros, sugere-se a análise e o aperfeiçoamento do banco de dados que será enriquecido ao longo dos anos pela ferramenta proposta neste trabalho. O uso de

mineração de dados e estatística aperfeiçoaria a gestão da manutenção. Possivelmente, previsões de falhas em equipamentos elétricos poderão ser utilizadas com base nestes dados históricos e nas ferramentas de mineração de dados.

## Referências

- ABB – Instrument Transformers Application Guide; Publication 1HSM 9543 40-00en, Edition 3, 2009.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6856. Transformador de Corrente, 1992a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6855, Transformador de Potencial Indutivo, 1992b.
- ANSI. Schweitzer Engineering Laboratories, Commercial Ltda, 2014.
- BARBOSA, A. C. Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade na função transmissão a fim de reduzir o tempo de indisponibilidade. Rio de Janeiro – RJ, 2009.
- BAYLISS, C., HARDY, B. Transmission and Distribution Electrical Engineering, third edition, 2007.
- BRANCO FILHO, G. A organização, o Planejamento e o Controle da manutenção. Rio de Janeiro – RJ, 2008.
- CUNHA, D. G., Modelo de Manutenção Integrada para Equipamentos de Sistemas Elétricos e Ferramentas Computacionais de Suporte; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
- FALCONI, V. C. Gerenciando a manutenção produtiva. Nova Lima – MG, 2004-a.
- FALCONI, V. C. TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês. Nova Lima – MG, 2004-b.
- FUENTES, F. F. E. Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- FULCHIRON, D.; BIASSE, J. M. Medium voltage disconnectors and safety. 20th International Conference on Electricity Distribution. Prague, 2009.
- HASSANAIN M. A., FROESE T. M., VANIER D. J. Development of a maintenance management model based on IAI standards. Artificial Intelligence in Engineering. Pp. 177-193, 2001.
- IEC – Efficient Electrical Energy Transmission and Distribution, 2007.
- LEGRAND – Power Guide – Book 05. Breaking and protection devices, 2009.

LEGRAND – Power Guide – Book 07. Lightning protection, 2009.

LEVINE, D. M., BERENSON, M. L., STEPHAN, D. Estatística: Teoria e Aplicações, LTC – RJ, 2000.

LINDHOLM, A. Utility Disturbance Management in the Process Industry. Department of Automatic Control Lund University Box 118 SE-221 00 Lund Sweden, 2011.

MARTINS JR, L. Análise técnica de condições de paralelismo entre transformadores. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitoria – ES, 2008.

MOUBRAY, J. Reliability-centered Maintenance. New York – NY, 1997.

OZÓRIO, P. E. C.; HERMANN, E. R. Do planejamento e controle da produção à produção integrada por computador: A evolução do gerenciamento da produção. Teor. Evid. Econ., Passo Fundo, v.5, n. 10, p. 141-155, 1998.

PEELO, D. F. Current interruption using high voltage air-break disconnectors, 2004.

POST GLOVER, Ground Fault Protection – Technical Guide. Ground fault protection technical guide. Converting ungrounded systems to High resistance grounding, 2013.

RECLAMATION – Transformers basics, maintenance and diagnostics. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2005.

SAE, JA 1012, 2011. Um Guia para o Padrão RCM – Manutenção centrada em Confiabilidade, 2012.

SCHNEIDER ELECTRIC, cahier technique no. 194. Current transformers: How to specify them, 2000.

SOUSA, R. R. S. S., Reis, L. O. M. Melhoria na gestão da manutenção elétrica através da análise, desenvolvimento e implantação de controle de variáveis críticas. Congresso UNINDU, Taubaté – SP, 2012.

SOUSA, R. R. S. S., Reis, L. O. M., SOUSA, J. S. S. Implantação de melhorias na gestão da manutenção de subestações elétricas em empresa do ramo de bebidas. Revista Sinergia – ISSN 1677-499X IFSP, 2014. Artigo aceito para publicação.

SOUZA, A. F. Sistema para monitoração da operação de chaves seccionadoras de alta tensão baseado na análise das correntes do motor de acionamento. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

WILLIS, H L.; RASHID, M. H. Protective Relaying Principles and Applications Third Edition, 2006.

# ANEXO A

## EDITAL SUBESTAÇÕES DE ALTA TENSÃO

EDT AT/2014

### 1. OBJETIVO

Dentro do seu programa corporativo de modernização e expansão do seu Parque Fabril, a Empresa pretende contratar os serviços e materiais necessários em regime *Turn Key* para a realização completa **das MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NAS SUBESTAÇÕES DE 34 ATÉ 138 KV**, que compreende:

- Limpeza geral das salas, cabines e cubículos;
- Limpeza geral dos equipamentos e acessórios da subestação;
- Reaperto nas conexões em geral;
- Medições, ensaios elétricos, análises e verificações;
- Testes de atuação das proteções existentes nas subestações;
- Relatório detalhado dos equipamentos e trabalhos realizados (Com fotos);
- Entrega do anexo – 3 devidamente preenchido (**Relatório Digital**).

### 3. ESCOPO DETALHADO:

O escopo do fornecimento a ser orçado e posteriormente contratado está definido na planilha abaixo:

ITEM 3.1	ESCOPO DE PLANEJAMENTO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.1.1	Após a geração do Pedido de Compra, a contratada deverá fazer em caráter de urgência, uma <b>visita técnica</b> , com a presença obrigatória do responsável pela coordenação das equipes juntamente com o seu técnico de segurança do trabalho, ambos da contratada, para realizar o reconhecimento das subestações, levantar com maiores detalhes os equipamentos existentes e elaborar em conjunto com os responsáveis da Empresa o planejamento detalhado das atividades que serão realizadas durante as intervenções e a APR (Análise Preliminar de Riscos).	( ) ACEITO	
3.1.2	A contratada deverá realizar uma visita a unidade, no mínimo 05 (Cinco) dias antes da data programada da parada para:  <b>1.</b> Realizar Análises termográficas junto com a unidade para identificar possíveis pontos de aquecimento que deverão ser tratados no dia da parada;	( ) ACEITO	

	<p><b>2.</b> Realizar <b>reunião</b> com a equipe de engenharia da unidade, para <b>revalidar o planejamento inicial</b> detalhando todos os serviços que serão executados. Deverá ser gerado um planejamento de execução, levando-se em consideração:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os itens mais críticos;</li> <li>- As particularidades de cada subestação da planta;</li> <li>- Integração de toda a equipe junto ao SESMT da unidade com antecedência mínima de 24 horas antes da parada ou conforme alinhamento prévio com o Gerente de Segurança da unidade;</li> <li>- Histórico/relatórios/documentos ou outros, como por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Últimas análises de óleo</li> <li>- Análises Termográficas</li> </ul> </li> <li>- Não conformidades levantadas em inspeções de rota (realizadas pela Empresa)</li> <li>- Pendências diversas com relação às Subestações em questão e devidamente apontadas pela equipe de engenharia e responsáveis pela unidade.</li> </ul> <p><b>Obs.: Ações corretivas conhecidas pela unidade ou evidenciadas pelos relatórios anteriores não fazem parte do escopo preventivo, porem poderão ser tratadas no dia da parada, desde que, com orçamento a parte e emissão antecipada do respectivo pedido de compra, tratado diretamente com os responsáveis da unidade.</b></p>		
3.1.3	<p>A Empresa possui uma <b>programação prévia anual</b> de paradas que serão informadas para orçamento e contratação. A(s) data(s) efetiva(s) dessa(s) parada(s) (para realização das atividades) será(ão) formalizada(s) com no mínimo <b>10 dias de antecedência</b>. A contratada deverá se programar para atender nesta(s) data(s). Todos os custos relativos a esta(s) mobilização(ões) deverão estar previstos na proposta. O não cumprimento deste item poderá ocasionar o cancelamento do contrato. Caso a Empresa comunique a(s) data(s) efetiva(s) da(s) parada(s) com menos de 10 dias, a contratada poderá optar pelo atendimento, ou não, de acordo com a sua disponibilidade. Neste caso, o atendimento do item 3.1.2 deverá ser realizado, no máximo, até o dia que antecede a(s) parada(s).</p>	( ) ACEITO	
3.1.4	<p>A emissão e o recolhimento da respectiva ART devem ser feitos <b>antes</b> do início dos trabalhos, caso isso não venha a ocorrer a Empresa poderá a seu critério reter 5% do valor total que consta no Pedido de compra a critério de desconto pelo não cumprimento do escopo solicitado neste Edital.</p>	( ) ACEITO	
3.1.5	<p>Ao final de cada dia de atividade <b>deverá ser entregue o RDO</b> (Relatório Diário de Obra) identificando a unidade, o responsável da unidade pelo acompanhamento, todos os envolvidos, os horários e as atividades realizadas. Essa RDO deverá ser assinada pelos responsáveis da unidade e da Contratada.</p>	( ) ACEITO	
3.1.6	<p>A Proponente deverá considerar em sua proposta, que no dia seguinte a</p>	( ) ACEITO	

	execução das manutenções preventivas, deverá haver uma equipe realizando Análises Termográficas nos pontos onde houve atuação da mesma afim de se constatar, em conjunto com os responsáveis da unidade, que não há irregularidades.		
--	--	--	--

3.2	ESCOPO DE LIMPEZA E VERIFICAÇÃO DAS SALAS, CABINES, CUBÍCULOS DE ALTA TENSÃO E PAINÉIS NO INTERIOR DAS SUBESTAÇÕES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.2.1	Limpeza geral interna e externa das cabines, salas e cubículos que compreendem a subestação.	( ) ACEITO	
3.2.2	Limpeza geral e lavagem com aplicação de cera no piso das cabines e salas quando possível.	( ) ACEITO	
3.2.3	Limpeza geral de todos os equipamentos elétricos e componentes no interior das subestações.	( ) ACEITO	
3.2.4	Limpeza geral dos isoladores de porcelana e poliméricos.	( ) ACEITO	
3.2.5	Limpeza geral dos pára-raios.	( ) ACEITO	
3.2.6	Verificação dos sistemas de fechamento dos painéis (Fechaduras, travas e cadeados) e realização dos ajustes necessários.	( ) ACEITO	
3.2.7	Verificação visual das instalações nas subestações (Janelas, Parede, teto, telhado, canaletas, eletrocalhas, leitos, Insufladores/Exaustores, Extintores, Sinalizações, Alambrados, Britas, Portas e Portões).	( ) ACEITO	
3.2.8	Realização de 5S nos painéis (Observar a segurança para trabalhos em painéis energizados conforme NR10).	( ) ACEITO	
3.2.9	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.2 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS, comentários técnicos e recomendações. • <b>Preencher o Relatório Digital.</b>	( ) ACEITO	
3.3	ESCOPO PARA A CHAVE SECCIONADORA – AT	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.3.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.3.2	Verificação das conexões e reaperto;	( ) ACEITO	
3.3.3	Lubrificação, inspeção e reaperto do mecanismo;	( ) ACEITO	
3.3.4	Verificação do alinhamento dos contatos elétricos;	( ) ACEITO	
3.3.5	Verificação do aterramento;	( ) ACEITO	
3.3.6	Limpeza geral dos isoladores e contatos elétricos	( ) ACEITO	
3.3.7	Verificação/Desoxidação dos contatos elétricos	( ) ACEITO	
3.3.8	Verificação dos intertravamentos mecânicos e elétricos	( ) ACEITO	

3.3.9	<b>Testes e ensaios elétricos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>Resistência ôhmica dos contatos;</li> <li>Testes operacionais e limpeza geral.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.3.10	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.3 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Chave Seccionadora e: <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo;</li> <li>Fabricante;</li> <li>Dados de Placa de cada chave seccionadora da subestação – referenciar ao unifilar.</li> <li>Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.4	ESCOPO PARA DISJUNTOR - AT	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.4.1	Verificação e limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.4.2	Verificação dos contatos elétricos fixos e móveis;	( ) ACEITO	
3.4.3	Inspeção e lubrificação geral e ajustes dos mecanismos elétricos e mecânicos;	( ) ACEITO	
3.4.4	Verificação e reaperto geral dos circuitos de força e controle;	( ) ACEITO	
3.4.5	Inspeção dos sistemas de gás SF6	( ) ACEITO	
3.4.6	Inspeção do mecanismo Hidráulico	( ) ACEITO	
3.4.7	Verificação do aterramento;	( ) ACEITO	
3.4.8	<b>Ensaio e testes elétricos de:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>Resistência ôhmica dos contatos;</li> <li>Ensaio de fator de potência do isolamento;</li> <li>Verificação das bobinas de mínima tensão;</li> <li>Testes de intertravamentos e sinalização;</li> <li>Medição de simultaneidade dos contatos (tempos de abertura e de fechamento dos contatos)</li> <li>Testes operacionais.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.4.9	Verificação do intertravamento de inserção do disjuntor;	( ) ACEITO	
3.4.10	Verificação do carregamento da mola no religamento;	( ) ACEITO	
3.4.11	Realização de 5s no painel do disjuntor;	( ) ACEITO	
3.4.12	Verificação do sistema de fechamento da tampa do painel;	( ) ACEITO	
3.4.13	Verificação do funcionamento da bobina de <i>trip</i> ;	( ) ACEITO	
3.4.14	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.4 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Disjuntor e: <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo;</li> <li>Fabricante;</li> <li>Dados de Placa de cada disjuntor da subestação – referenciar ao unifilar.</li> <li>Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.5	ESCOPO PARA RELÉS DE PROTEÇÃO E SUBCONJUNTO	ACEITE DO	VALOR
-----	---	-----------	-------

		ITEM	(R\$)
3.5.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.5.2	Verificação e reaperto das conexões;	( ) ACEITO	
3.5.3	Verificação da leitura de grandezas (corrente e tensão) no display do relé;	( ) ACEITO	
3.5.4	Verificação das sinalizações do relé;	( ) ACEITO	
3.5.5	Realização de testes de atuação no relé com aplicação de corrente através de Jigas de testes, para constatar a atuação conforme parametrização existente;	( ) ACEITO	
3.5.6	Verificação e constatação da efetiva atuação do <i>trip</i> do relé na bobina de abertura do respectivo disjuntor;	( ) ACEITO	
3.5.7	Verificação e apontamento de defeitos e irregularidades caso existam;	( ) ACEITO	
3.5.8	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.5 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Rele e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Parâmetros encontrados.</li> </ul> Dados de Placa de cada disjuntor da subestação – referenciar ao unifilar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.6	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE CORRENTE E POTENCIAL (TC's E TP's)	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.6.1	Verificação e reaperto dos terminais, conexões;	( ) ACEITO	
3.6.2	Verificação das condições gerais dos TCs e TPs a fim de se identificar bolhas, trincas ou outras anomalias;	( ) ACEITO	
3.6.3	Verificação das condições do aterramento dos TCs e TPs;	( ) ACEITO	
3.6.4	Limpeza dos isoladores;	( ) ACEITO	
3.6.5	Verificação das fixações da base	( ) ACEITO	
3.6.6	Verificação da inexistência de vazamentos de óleo isolante	( ) ACEITO	
3.6.7	Verificação do nível do óleo isolante	( ) ACEITO	
3.6.8	Verificação da borracha da câmara de expansão – caso aplicável – (Somente TCs)	( ) ACEITO	
3.6.9	<b>Testes e ensaios elétricos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>• Verificação da polaridade de fechamento dos tcs e tps.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.6.10	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.6 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada TC e TP e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Ano de fabricação.</li> </ul> Dados de Placa de cada TC e TP da subestação – referenciar ao unifilar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.7	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA / DISTRIBUIÇÃO A ÓLEO E COMUTADORES DE TAPs	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.7.1	Desligamento e aterramento dos equipamentos;	( ) ACEITO	
3.7.2	Verificação e reaperto dos conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.7.3	<p>Verificação do nível do óleo mineral isolante;</p> <p><b>Nota importante:</b></p> <p><b>A adição de óleo isolante, para completar nível, não faz parte do escopo preventivo.</b></p> <p>Caso constatada a necessidade de se completar o óleo isolante, a contratada deverá fazer um orçamento adicional referente os custos do óleo e do serviço de termo vácuo, que deverá ser submetido a uma aprovação, ou não, por parte da unidade.</p> <p><b>O serviço só poderá ser realizado depois de gerado o Pedido de Compra adicional.</b> Deverá ser recolhida uma ART prévia, específica para essa atividade.</p> <p><b>Obs.:</b> Utilizar somente óleo novo, fornecido pela contratada, e que tenha comprovação de conformidade por respectiva e atualizada análise.</p>	( ) ACEITO	
3.7.4	Verificação das buchas;	( ) ACEITO	
3.7.5	Verificação de pintura e ocorrências de vazamentos de óleo;	( ) ACEITO	
3.7.6	Verificação e checagem de todos os equipamentos e acessórios de proteção;	( ) ACEITO	
3.7.7	<p><b>Teste funcional dos acessórios de proteção</b> (caso aplicável):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de gás;</li> <li>• Termômetro;</li> <li>• Indicador de nível de óleo;</li> <li>• Ventilação Forçada (se existente);</li> <li>• Súbita pressão.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.7.8	Limpeza do compartimento e substituição da sílica gel;	( ) ACEITO	
3.7.9	Limpeza geral do equipamento com produtos especiais;	( ) ACEITO	
3.7.10	<p><b>Testes e ensaios elétricos de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>• Resistência ôhmica dos enrolamentos;</li> <li>• Relação de transformação;</li> <li>• Fator de potência.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.7.11	Verificação do mecanismo de acionamento dos comutadores de TAPs	( ) ACEITO	
3.7.12	Verificação da haste de transmissão dos comutadores de TAPs	( ) ACEITO	
3.7.13	Verificação do seletor de derivações dos comutadores de TAPs	( ) ACEITO	
3.7.14	Verificação dos comutadores e derivações	( ) ACEITO	
3.7.15	Análise do óleo isolante e número de atuações dos comutadores de TAPs	( ) ACEITO	
3.7.16	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.7 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Transformador e:</p> <p>Modelo;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricante;</li> <li>• Ano de fabricação;</li> </ul>	( ) ACEITO	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dados de Placa;</li> <li>Dados da ventilação forçada (Caso existente).</li> <li>Preencher o Relatório Digital</li> </ul>		
--	---	--	--

3.8	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA / DISTRIBUIÇÃO A SECO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.8.1	Desligamento e aterramento dos equipamentos;	( ) ACEITO	
3.8.2	Verificação e reaperto dos conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.8.3	Verificação e checagem de todos os equipamentos e acessórios de proteção;	( ) ACEITO	
3.8.4	<b>Teste funcional dos acessórios de proteção:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor de temperatura;</li> <li>Relé de proteção (temperatura).</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.8.5	Limpeza geral do equipamento com produtos especiais;	( ) ACEITO	
3.8.6	<b>Testes e ensaios elétricos de:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência ôhmica da isolamento e dos enrolamentos;</li> <li>Relação de transformação.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.8.7	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.8 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Transformador e: Modelo; <ul style="list-style-type: none"> <li>Fabricante;</li> <li>Ano de fabricação;</li> <li>Dados de Placa;</li> <li>Dados da ventilação forçada (Caso existente).</li> <li>Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.9	ESCOPO PARA CABOS / TERMINAÇÕES / MUFLAS	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.9.1	Verificação das conexões e reaperto;	( ) ACEITO	
3.9.2	Verificação dos contatos e conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.9.3	Verificação das conexões das cordoalhas dos cabos de AT ao aterramento da subestação;	( ) ACEITO	
3.9.4	Ensaios da resistência de isolamento em cabos de AT:  <b>1º</b> - Com <b>megômetro 5 KV</b> seguindo as normas vigentes, anotar os resultados;  <b>2º</b> - Para os cabos aprovados nos testes com o megômetro, realizar testes com <b>HI POT</b> para confirmar as condições elétricas do isolamento, aplicando <b>no máximo <math>\frac{Un}{\sqrt{3}}</math> por no mínimo 01 minuto</b> , anotar os resultados.	( ) ACEITO	

	<p><b>Notas importantes:</b></p> <p><b>a)</b> O procedimento acima é aplicável somente em cabos usados, em cabos novos realizar os testes conforme as normas vigentes;</p> <p><b>b)</b> Os cabos deverão ser soltos, devidamente isolados e sinalizados nas duas extremidades;</p> <p><b>c)</b> Após os testes os cabos deverão ser reconectados nas suas posições de origem, <b>atentando-se ao faseamento</b> e realizando duplo <i>check</i> pelo supervisor responsável da contratada.</p>		
3.9.5	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.9 no Relatório de Manutenção com a data da realização e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca / Fabricante;</li> <li>• Modelo;</li> <li>• Ano de fabricação (Quando possível);</li> <li>• Tensão nominal.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.10	ESCOPO PARA PÁRA-RAIOS	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.10.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.10.2	Verificação das conexões e aterramento;	( ) ACEITO	
3.10.3	Medições da resistência de isolamento;	( ) ACEITO	
3.10.4	Medição de corrente de fuga.	( ) ACEITO	
3.10.5	Medição do fator de potência	( ) ACEITO	
3.10.6	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.10 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Pára-raio e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados completos de Placa.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.11	ESCOPO PARA O PATIO EXTERNO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.11.1	Limpeza geral do pátio externo, retirada de mato e aplicação de herbicida	( ) ACEITO	
3.11.2	Verificação/Reparo da iluminação externa e interna da SE	( ) ACEITO	
3.11.3	Verificação dos intertravamentos da subestação	( ) ACEITO	
3.11.4	Verificação dos acionamentos remotos de seccionadoras e disjuntores	( ) ACEITO	
3.11.5	Verificação visual das instalações da subestação (Paredes, teto, canaletas de cabos, brita, alambrado, moirões, portas e portões)	( ) ACEITO	

3.12	ESCOPO PARA RESISTORES DE ATERRAMENTO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.12.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	

3.12.2	Medição da resistência ôhmica de isolamento	( ) ACEITO	
3.12.3	Medição da resistência ôhmica do conjunto	( ) ACEITO	
3.12.4	Reapertos gerais	( ) ACEITO	
3.12.5	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.12 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Pára-raio e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados completos de Placa.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.13	ESCOPO PARA CADEIAS DE ISOLADORES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.13.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.13.2	Medição da resistência ôhmica de isolamento	( ) ACEITO	
3.13.3	Verificação das conexões e aterramento	( ) ACEITO	
3.13.4	Teste de toque mecânico para verificação de trincas	( ) ACEITO	

3.14	ESCOPO PARA A MALHA DE TERRA DAS SUBESTAÇÕES (SALAS ELÉTRICAS, CABINES E PAINÉIS)	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.14.1	Verificação e Medição do sistema de aterramento da subestação;	( ) ACEITO	
3.14.2	Verificação e Medição do sistema de aterramento dos painéis e massas metálicas da subestação (Portas, Janelas, grades de proteção, guarda corpo, escadas, canaletas metálicas, etc.);	( ) ACEITO	
3.14.3	Verificação das conexões das hastes de aterramento e limpeza das caixas de inspeção / conexão / medição;	( ) ACEITO	
3.14.4	Realizar medições nos pontos de inspeção;	( ) ACEITO	
3.14.5	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.11 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado das medições;</li> <li>• Teste de continuidade da malha.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.15	ESCOPO PARA OS PGBTs DE DISTRIBUIÇÃO QUE ESTÃO CONECTADOS DIRETAMENTE AO SECUNDÁRIO DOS TRANSFORMADORES E DEMAIS PAINÉIS DAS SÊs AT	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.15.1	Limpeza geral interna e externa;	( ) ACEITO	
3.15.2	Limpeza dos equipamentos elétricos;	( ) ACEITO	
3.15.3	Limpeza dos isoladores;	( ) ACEITO	
3.15.4	Reaperto e verificação dos contatos / conectores e barramentos;	( ) ACEITO	
3.15.5	Verificação dos sistemas de proteção existentes;	( ) ACEITO	
3.15.6	Medição do sistema de aterramento dos equipamentos;	( ) ACEITO	
3.15.7	Realizar 5S nos PGBTs (Observar a segurança para trabalhos em painéis energizados conforme NR10).	( ) ACEITO	
3.15.8	Verificação das fechaduras dos painéis.	( ) ACEITO	
3.15.9	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.12 no Relatório de	( ) ACEITO	

	<p>Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação do PGBT;</li> <li>• Informação de onde vem a alimentação do PGBT.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>		
--	---	--	--

3.16	ESCOPO PARA OS BANCOS DE CAPACITORES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.16.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.16.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.16.3	Inspeção e reaperto das conexões das interligações e dos aterramentos;	( ) ACEITO	
3.16.4	Verificação do estado geral de conservação (pintura, corrosão, etc.);	( ) ACEITO	
3.16.5	Medir capacitância e corrente de cada célula;	( ) ACEITO	
3.16.6	Medição da resistência ôhmica da isolação.	( ) ACEITO	
3.16.7	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.14 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Banco de Capacitor e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Ano de Fabricação;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados de Placa.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.17	ESCOPO PARA OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO (AMPERÍMETROS, VOLTÍMETROS, ETC)	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.17.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.17.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.17.3	Verificação e reaperto da fiação e conexões;	( ) ACEITO	
3.17.4	Testes de operação (quando energizado);	( ) ACEITO	
3.17.5	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.15 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para instrumento e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados de placa, caso existente.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.18	ESCOPO PARA O SISTEMA AUXILIAR DE ENERGIA (BANCO DE BATERIAS, RETIFICADOR E NOBREAKS)	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.18.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.18.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.18.3	Verificação e reaperto da fiação e conexões;	( ) ACEITO	
3.18.4	Testes de operação (quando energizado);	( ) ACEITO	
3.18.5	Testes de operação (quando desenergizado);	( ) ACEITO	
3.18.6	Teste de carga;	( ) ACEITO	
3.18.7	Teste de densidade do líquido das baterias;	( ) ACEITO	

3.18.8	Verificação da tensão do banco de baterias com o retificador conectado;	( ) ACEITO	
3.18.9	Verificação da tensão do banco de baterias sem o retificador conectado;	( ) ACEITO	
3.18.10	Verificação da indicação da corrente de flutuação das baterias no amperímetro do retificador, antes do desligamento;	( ) ACEITO	
3.18.11	Verificação da indicação da corrente de carga das baterias no amperímetro do retificador, no religamento.	( ) ACEITO	
3.18.12	Verificação do tipo de baterias que estão sendo usadas;	( ) ACEITO	
3.18.13	Verificação se os <i>NoBreaks</i> estão ligados e funcionando corretamente;	( ) ACEITO	
3.18.14	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.17 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Banco de Bateria / Retificador e <i>NoBreak</i> e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Ano de Fabricação;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Validade;</li> <li>• Dados de Placa.</li> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.19	ESCOPO GERAL / CONDIÇÕES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.19.1	Antes do início dos trabalhos, a Contratada deverá recolher ART das atividades que serão realizadas.	( ) ACEITO	
3.19.2	Após o término dos serviços à contratada deverá entregar o local LIMPO, DESEMPEDIDO e LIVRE DE QUALQUER ENTULHO. Recomposições que se façam necessárias deverão ser no mesmo material.	( ) ACEITO	
3.19.3	Emissão e entrega do relatório técnico das atividades realizadas em até 05 dias úteis, contendo as recomendações para correção de eventuais pontos onde os valores divergem dos normalizados. <b>Obs.: As anomalias encontradas deverão estar nas primeiras páginas, todas ilustradas por fotos e com a identificação exata do equipamento / local e informações detalhadas.</b>	( ) ACEITO	
3.19.4	<b>A liberação do pagamento da Contratada está condicionada a entrega de uma cópia eletrônica do relatório aos responsáveis do Ceng para que seja avaliado o cumprimento do escopo e ao preenchimento do Relatório Digital.</b>	( ) ACEITO	
3.19.5	Após validação do relatório pelo responsável do Ceng, a Contratada deverá enviar uma cópia física ao responsável da unidade, evidenciado por um protocolo de entrega.	( ) ACEITO	
3.19.6	A Contratada só poderá faturar os trabalhos após a validação do relatório pelo responsável do Ceng. <b>Obs.: Se a contratada deixar de realizar algum item do escopo, que tenha</b>	( ) ACEITO	

	sido devidamente aceito na contratação, <u>por sua única e exclusiva responsabilidade</u> (Ex.: Falha de planejamento, Falta de equipamentos, Falta de mão de obra qualificada), a Empresa se reserva o direito de abater os respectivos custos do valor a ser faturado, ficando a Contratada obrigada a retornar à unidade, em outra oportunidade, para sanar as pendências. Somente depois de sanadas as pendências o saldo será liberado para faturamento.		
3.19.7	A Contratada deverá incluir no seu custo um Técnico de Segurança do Trabalho devidamente habilitado e <b>com registro no MTE</b> , para o acompanhamento integral das atividades desde o planejamento prévio até a execução final dos serviços.	( ) ACEITO	
3.19.8	É obrigatório e de responsabilidade da Contratada a apresentação de toda a documentação exigida para integração e a disponibilização e uso de Ferramentas, EPIs e EPCs que atendam a NR10 e/ou outras normas vigentes, para execução das atividades. O não cumprimento deste item implicará na paralisação dos trabalhos e a não autorização do faturamento da mobilização.	( ) ACEITO	
3.19.9	É de inteira responsabilidade da Contratada o fornecimento de todos os equipamentos e ferramentas necessários para a realização dos trabalhos descritos neste Edital. (Quaisquer equipamentos de medição, Escadas, Plataformas, Andaimos, Movimentação horizontal / vertical e Similares).	( ) ACEITO	
3.19.10	É de responsabilidade da Contratada o fornecimento de dispositivos de bloqueio, aterramento temporário e quaisquer outros dispositivos de segurança para execução dos trabalhos. Estes dispositivos devem estar em perfeitas condições de uso e com os laudos de testes e inspeções em dia.	( ) ACEITO	
3.19.11	Fornecimento de mão-de-obra qualificada e especializada para realização dos trabalhos solicitados neste Edital. Todos os profissionais que participarão dos trabalhos em eletricidade, <b>obrigatoriamente</b> deverão apresentar certificados dos treinamentos em NR10 Básico e SEP (Sistema Elétrico de Potência), até mesmo o pessoal de apoio e auxiliares, mesmo que não tenham intervenção direta;	( ) ACEITO	
3.19.12	É de responsabilidade da Contratada o fornecimento de todos os materiais e insumos que forem necessários para o atendimento de todos os itens solicitados neste Edital.	( ) ACEITO	
3.19.13	Toda a documentação gerada neste trabalho deverá ser entregue em três vias, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 - Cópia física e 01 eletrônica para unidade onde foram prestados os serviços;</li> <li>• 01 - Cópia eletrônica para o responsável do CENG;</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.19.14	Cronograma para a realização dos trabalhos, com todas as etapas claramente definidas;	( ) ACEITO	
3.19.15	Os trabalhos que necessitam de desligamento das subestações serão realizados em finais de semana e/ou feriados, de acordo com a disponibilidade da unidade Empresa, e por períodos de no máximo 08 horas de interrupção. <b>É fundamental o atendimento do item 3.1.</b>	( ) ACEITO	
3.19.16	É de total responsabilidade da Contratada todas as despesas com viagens, deslocamentos, hospedagem, refeições, telefonia, internet, locação de equipamentos e etc.	( ) ACEITO	

3.19.17	<p>Todos os trabalhos em altura (NR35) só podem ser realizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com <b>escadas</b> em perfeitas condições de uso e liberadas pela unidade;</li> <li>- Com <b>andaimes que possuam ART</b> e liberação de PT específica pela unidade;</li> <li>- Com <b>plataformas articuladas</b> devidamente liberadas pelo SESMT da unidade.</li> </ul> <p><b>Obs.:</b> Não é permitido o uso de guindastes e <i>muncks</i> com cesto.</p>	( ) ACEITO	
3.19.18	<p><b>Todas as despesas com impostos, variações de alíquota entre os estados e municípios são por conta e risco da proponente e deverão ser consideradas na proposta;</b></p>	( ) ACEITO	
3.19.19	<p><b>Apresentação de todos documentos necessários para integração na unidade, conforme Item 6 do anexo – 2: Diretrizes de Segurança do Trabalho e Observação 5.</b></p>	( ) ACEITO	

### **Observação 1:**

- I)** A Proponente deverá marcar com "**X**" e precificar todos os itens aceitos do escopo detalhado.
- II)** As proponentes deverão apresentar propostas técnica e comercial, planilhadas, contendo todos os itens aceitos do Edital.
- III)** Estas planilhas serão apresentadas na **Proposta Técnica sem preços e com preços somente na Proposta Comercial.**

### **Observação 2:**

Visitação técnica opcional, as proponentes deverão comparecer na(s) unidade(s) na data e horário agendado munidos com os EPIs abaixo:

- **Roupa com proteção ATPV mínimo risco II;**
- **Sapato de segurança;**

- Capacete classe B;
- Óculos de proteção;
- Protetor auricular;
- Colete refletivo / fosforescente, caso não existente na roupa.

**As proponentes que não comparecerem com os EPIs listados acima, não irão poder acessar o interior da unidade.**

**Observação 3:**

Propostas técnicas que não atendam 100% do Escopo Detalhado ou que não tenham o detalhamento de atendimento aos respectivos itens, poderão ser desclassificadas tecnicamente.

**Observação 4:**

**Os itens do escopo deste Edital, que não forem atendidos serão descontados do valor total a ser faturado. Entregas parciais só serão aceitas quando devidamente contratadas e alinhadas entre as partes.**

# ANEXO B

## EDITAL SUBESTAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO

EDT MT/2014

### 1. OBJETIVO

Dentro do seu programa corporativo de modernização e expansão do seu Parque Fabril, a Empresa pretende contratar os serviços e materiais necessários em regime Turn Key para a realização completa **das MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NAS SUBESTAÇÕES MT ATÉ 23 KV**, que compreende:

- Limpeza geral das salas, cabines e cubículos;
- Limpeza geral dos equipamentos e acessórios da subestação;
- Reaperto em geral;
- Medições, ensaios elétricos, análises e verificações;
- Testes de atuação das proteções existentes nas subestações;
- Relatório detalhado dos equipamentos e trabalhos realizados (Com fotos);
- Entrega do anexo – 3 devidamente preenchido (**Relatório Digital**).

O presente Edital Técnico tem por objetivo dar as diretrizes e informações necessárias para a elaboração da proposta técnica completa e auxiliar na elaboração da proposta comercial, a qual deverá obedecer ao Edital Comercial, que também faz parte deste processo de concorrência. Ambos Editais e seus anexos compõem a documentação necessária para a elaboração das Propostas Técnica e Comercial e

farão parte integrante do contrato a ser celebrado entre a **EMPRESA** e a Proponente vencedora que passará a ser chamada de FORNECEDOR.

A menos que em alguma parte se diga o contrário, este Edital abrange, sem ficar restrito a apenas isto, o fornecimento de toda a mão-de-obra e supervisão, de estudos, de toda a engenharia, do fornecimento de equipamentos e ferramentas de serviços, de todos os materiais acessórios, a mobilização e desmobilização, a movimentação vertical, o carregamento e descarregamento, os transportes, a montagem, a desmontagem, a proteção anticorrosiva, pinturas e isolamentos, os testes e limpeza que porventura forem necessários para a completa e perfeita realização dos serviços a serem contratados.

**A Proponente deve ter em mente que, em última instância, a Empresa estará contratando resultados a serem atingidos com a realização dos serviços pelo Fornecedor.**

**DESCRIÇÃO DO ESCOPO:** MANUTENÇÃO PREVENTIVA DAS SUBESTAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO (MT) ATÉ 23 KV, DESDE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL DE ENTRADA, MEDIÇÃO, TRANSFORMAÇÃO E/OU DISTRIBUIÇÃO ATÉ O RESPECTIVO PGBT PRINCIPAL DE DISTRIBUIÇÃO.

Emissão e recolhimento antecipado da ART, Limpeza geral dos equipamentos, salas, cabines e cubículos, verificação e reaperto das conexões elétricas, medições, ensaios elétricos, confirmação e teste de atuação das proteções nas subestações e emissão de um relatório completo, com fotos ilustrativas das instalações, antes e depois da intervenção, descrição dos equipamentos, quantidade, resultados dos ensaios e recomendações; Neste relatório deverão constar os dados de placa e características de cada equipamento das subestações contempladas.

**Nota: Todos os equipamentos deverão ser limpos e revisados, inclusive os PGBTs que estiverem no interior e/ou exterior das subestações e que estejam ligados diretamente ao secundário dos transformadores.**

**Orientações normativas:** ABNT, (NBR5410, NBR5419, NBR14039, NBR7286/2001, NBR14039, NBR/IEC60439-1 Painéis TTA) NR10, ANSI, NEC, DIN, IEEE Std 141-1986/93 e demais normas aplicáveis e sempre na sua revisão mais recente, mesmo não citadas acima.

**Orientações Empresa:** CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ELÉTRICAS / SEGURANÇA E PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS DE PROJETO  
**(Anexos: 1 e 2)**

PAP – PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS DE PROJETO

CETE-01 - CRITÉRIOS DE PROJETO E MONTAGEM ELÉTRICA

CETE-02 - PAINÉIS ELÉTRICOS

CETE-03 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

CETE-04 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO;

CETS-07 - SEGURANÇA EM UTILIDADES-R01;

CETS-10 - SEGURANÇA E SAÚDE EM IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS E OBRAS-R01;

Diretrizes de Segurança - Projetos e Obras;

DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO

**(*Escopo detalhado vide item 3*)**

**Observação 1:**

- Todos os desenhos deverão ser entregues em formato DWG na versão Auto CAD 2004 ou superior atendendo o formato padrão da Empresa e o PAP (Procedimentos Administrativos de Projeto), em caso de dúvida se informar com o Líder do Projeto;
- Todas as documentações poderão estar em formato PDF.

### 3. ESCOPO DETALHADO:

O escopo do fornecimento a ser orçado e posteriormente contratado está definido na planilha abaixo:

ITEM 3.1	ESCOPO DE PLANEJAMENTO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.1.1	Após a geração do Pedido de Compra, a contratada deverá fazer em caráter de urgência, uma nova <b>visita técnica</b> , com a presença obrigatória do responsável pela coordenação das equipes juntamente com o seu técnico de segurança do trabalho, ambos da contratada, para realizar o reconhecimento das subestações, levantarem com maiores detalhes os equipamentos existentes e elaborar em conjunto com os responsáveis da Empresa o planejamento detalhado das atividades que serão realizadas durante as intervenções e a APR (Análise Preliminar de Riscos).	( ) ACEITO	
3.1.2	A contratada deverá realizar uma <b>reunião</b> com a equipe de engenharia da unidade, com no mínimo 05 (Cinco) dias antes da data programada da parada e <b>revalidar o planejamento</b> detalhado dos serviços a serem executados e gerar o cronograma de execução, levando-se em consideração: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os itens mais críticos;</li> <li>• As particularidades de cada subestação e da planta;</li> <li>• Integração de toda a equipe junto ao SESMT da unidade com antecedência mínima de 24 horas antes da parada ou conforme alinhamento prévio com o Gerente de Segurança da unidade;</li> <li>• Histórico/relatórios/documentos ou outros, como por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Últimas análises de óleo</li> <li>• Análises Termográficas</li> <li>• Não conformidades levantadas em inspeções de rota (realizadas pela Empresa)</li> <li>• Pendências diversas com relação às Subestações em questão e devidamente apontadas pela equipe de engenharia e responsáveis pela unidade.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Obs.: Ações corretivas conhecidas pela unidade ou evidenciadas pelos relatórios anteriores não fazem parte do escopo preventivo, porem poderão ser tratadas no dia da parada, desde que, com orçamento a parte e emissão antecipada do respectivo pedido de compra, tratado diretamente com os responsáveis da unidade.</b></p>	( ) ACEITO	
3.1.3	A Empresa possui uma <b>programação prévia anual</b> de paradas que serão informadas para orçamento e contratação. A(s) data(s) efetiva(s) dessa(s) parada(s) (para realização das atividades) será(ão) formalizada(s) com no mínimo 10 dias de antecedência. A contratada deverá se programar para atender nesta(s) data(s). Todos os custos relativos a esta(s) mobilização(ões) deverão estar previstos na proposta. O não cumprimento deste item poderá ocasionar o cancelamento do contrato. Caso a Empresa comunique a(s) data(s) efetiva(s) da(s) parada(s) com menos de 10 dias, a contratada poderá optar pelo atendimento, ou não, de acordo com a sua disponibilidade. Neste caso, o atendimento do item 3.1.2 deverá ser realizado, no máximo, até o dia que antecede a(s) parada(s).	( ) ACEITO	
3.1.4	A emissão e o recolhimento da respectiva ART devem ser feitos <b>antes</b> do início dos trabalhos, caso isso não venha a ocorrer a Empresa poderá a seu critério reter 5% do valor total que consta no Pedido de compra a critério de desconto pelo não cumprimento do escopo solicitado neste Edital.	( ) ACEITO	
3.1.5	Ao final de cada dia de atividade <b>deverá ser entregue o RDO</b> (Relatório Diário de	( ) ACEITO	

	Obra) identificando a unidade, o responsável da unidade pelo acompanhamento, todos os envolvidos, os horários e as atividades realizadas. Essa RDO deverá ser assinada pelos responsáveis da unidade e da Contratada		
--	--	--	--

3.2	ESCOPO DE LIMPEZA E VERIFICAÇÃO DAS SALAS, CABINES, CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO E PAINÉIS NO INTERIOR DAS SUBESTAÇÕES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.2.1	Limpeza geral interna e externa das cabines, salas e cubículos que compreendem a subestação;	( ) ACEITO	
3.2.2	Limpeza geral e lavagem com aplicação de cera no piso das cabines e salas quando possível;	( ) ACEITO	
3.2.3	Limpeza geral de todos os equipamentos elétricos e componentes no interior das subestações;	( ) ACEITO	
3.2.4	Limpeza geral dos isoladores de porcelana e poliméricos;	( ) ACEITO	
3.2.5	Limpeza geral dos pára-raios;	( ) ACEITO	
3.2.6	Verificação dos sistemas de fechamento dos painéis (Fechaduras, travas e cadeados);	( ) ACEITO	
3.2.7	Verificação visual das instalações nas subestações (Janelas, Parede, teto, telhado, canaletas, eletrocalhas, leitos, Insufladores/Exaustores, Extintores, Sinalizações, Alambrados, Britas, Portas e Portões);	( ) ACEITO	
3.2.8	Realização de 5S nos painéis (Observar a segurança para trabalhos em painéis energizados conforme NR10);	( ) ACEITO	
3.2.9	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.2 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS, comentários técnicos e recomendações.	( ) ACEITO	

3.3	ESCOPO PARA A CHAVE SECCIONADORA – MT	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.3.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.3.2	Verificação das conexões e reaperto;	( ) ACEITO	
3.3.3	Lubrificação e inspeção do mecanismo;	( ) ACEITO	
3.3.4	Verificação e alinhamento dos contatos elétricos;	( ) ACEITO	
3.3.5	Verificação do aterramento;	( ) ACEITO	
3.3.6	<b>Testes e ensaios elétricos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>• Resistência ôhmica dos contatos;</li> <li>• Testes operacionais e limpeza geral.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.3.7	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.3 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Chave Seccionadora e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados de Placa de cada chave seccionadora da subestação – referenciar ao unifilar;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	
-------	--	------------	--

3.4	ESCOPO PARA DISJUNTOR - MT	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.4.1	Verificação e limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.4.2	Verificação dos contatos elétricos fixos e móveis;	( ) ACEITO	
3.4.3	Inspeção e lubrificação geral e ajustes dos mecanismos;	( ) ACEITO	
3.4.4	Verificação e reaperto das conexões elétricas;	( ) ACEITO	
3.4.5	Verificação do aterramento;	( ) ACEITO	
3.4.6	<b>Ensaio e testes elétricos de:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>• Resistência ôhmica dos contatos;</li> <li>• Verificação das bobinas de mínima tensão;</li> <li>• Testes de intertravamentos e sinalização.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.4.7	Verificação do intertravamento de inserção do disjuntor;	( ) ACEITO	
3.4.8	Verificação do carregamento da mola no religamento;	( ) ACEITO	
3.4.9	Realização de 5s no painel do disjuntor;	( ) ACEITO	
3.4.10	Verificação do sistema de fechamento da tampa do painel;	( ) ACEITO	
3.4.11	Verificação do funcionamento da bobina de <i>trip</i> ;	( ) ACEITO	
3.4.12	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.4 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Disjuntor e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> </ul> Dados de Placa de cada disjuntor da subestação – referenciar ao unifilar; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.5	ESCOPO PARA RELÉS DE PROTEÇÃO E SUBCONJUNTO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.5.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.5.2	Verificação e reaperto das conexões;	( ) ACEITO	
3.5.3	Verificação da leitura de grandezas (corrente e tensão) no display do relé;	( ) ACEITO	
3.5.4	Verificação das sinalizações do relé;	( ) ACEITO	
3.5.5	Realização de testes de atuação no relé com aplicação de corrente através de Jigas de testes, para constatar a atuação conforme parametrização existente;	( ) ACEITO	
3.5.6	Verificação e constatação da efetiva atuação do <i>trip</i> do relé na bobina de abertura do respectivo disjuntor;	( ) ACEITO	
3.5.7	Verificação e apontamento de defeitos e irregularidades caso existam;	( ) ACEITO	
3.5.8	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.5 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada Rele	( ) ACEITO	

	e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Parâmetros encontrados.</li> </ul> Dados de Placa de cada disjuntor da subestação – referenciar ao unifilar; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher o Relatório Digital</li> </ul>		
--	--	--	--

3.6	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE CORRENTE E POTENCIAL (TC's E TP's)	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.6.1	Verificação dos terminais, conexões e reaperto;	( ) ACEITO	
3.6.2	Verificação das condições gerais dos TCs e TPs a fim de se identificar bolhas, trincas ou outras anomalias;	( ) ACEITO	
3.6.3	Verificação das condições do aterramento dos TCs e TPs;	( ) ACEITO	
3.6.4	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.6.5	<b>Testes e ensaios elétricos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolamento;</li> <li>• Verificação da polaridade de fechamento dos TCs e TPs.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.6.6	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.6 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS de cada TC e TP e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Ano de fabricação.</li> </ul> Dados de Placa de cada TC e TP da subestação – referenciar ao unifilar; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.7	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA / DISTRIBUIÇÃO A ÓLEO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.7.1	Desligamento e aterramento dos equipamentos;	( ) ACEITO	
3.7.2	Verificação e reaperto dos conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.7.3	Verificação do nível do óleo mineral isolante; <p><b>Nota importante:</b></p> <p><b>A adição de óleo isolante, para completar nível, não faz parte do escopo preventivo.</b></p> <p>Caso constatada a necessidade de se completar o óleo isolante, <b>a contratada deverá fazer um orçamento adicional</b> referente os custos do óleo e do serviço de termo-vácuo, que deverá ser submetido a uma aprovação, ou não, por parte da unidade.</p> <p><b>O serviço só poderá ser realizado depois de gerado o Pedido de Compra adicional.</b> Deverá ser recolhida uma ART prévia, específica para essa atividade.</p> <p><b>Obs.:</b> Utilizar somente óleo novo, fornecido pela contratada, e que tenha comprovação de conformidade por respectiva e atualizada análise.</p>	( ) ACEITO	
3.7.4	Verificação das buchas;	( ) ACEITO	
3.7.5	Verificação de pintura e ocorrências de vazamentos de óleo;	( ) ACEITO	

3.7.6	Verificação e checagem de todos os equipamentos e acessórios de proteção;	( ) ACEITO	
3.7.7	<b>Teste funcional dos acessórios de proteção</b> (caso aplicável): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de gás;</li> <li>• Termômetro;</li> <li>• Indicador de nível de óleo;</li> <li>• Súbita pressão.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.7.8	Limpeza do compartimento e substituição da sílica gel;	( ) ACEITO	
3.7.9	Limpeza geral do equipamento com produtos especiais;	( ) ACEITO	
3.7.10	<b>Testes e ensaios elétricos de:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação;</li> <li>• Resistência ôhmica dos enrolamentos;</li> <li>• Relação de transformação;</li> <li>• Fator de potência.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.7.11	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.7 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Transformador: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Ano de fabricação;</li> <li>• Dados de Placa;</li> <li>• Dados da ventilação forçada (Caso existente);</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.8	ESCOPO PARA TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA / DISTRIBUIÇÃO A SECO	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.8.1	Desligamento e aterramento dos equipamentos;	( ) ACEITO	
3.8.2	Verificação e reaperto dos conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.8.3	Verificação e checagem de todos os equipamentos e acessórios de proteção;	( ) ACEITO	
3.8.4	<b>Teste funcional dos acessórios de proteção:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor de temperatura;</li> <li>• Relé de proteção (temperatura).</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.8.5	Limpeza geral do equipamento com produtos especiais;	( ) ACEITO	
3.8.6	<b>Testes e ensaios elétricos de:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ôhmica da isolação e dos enrolamentos;</li> <li>• Relação de transformação.</li> </ul>	( ) ACEITO	
3.8.7	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.8 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Transformador e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Ano de fabricação;</li> <li>• Dados de Placa;</li> <li>• Dados da ventilação forçada (Caso existente);</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.9	ESCOPO PARA CABOS / TERMINAÇÕES / MUFLAS	ACEITE DO	VALOR (R\$)
-----	--	-----------	-------------

		ITEM	
3.9.1	Verificação das conexões e reaperto;	( ) ACEITO	
3.9.2	Verificação dos contatos e conectores elétricos;	( ) ACEITO	
3.9.3	Verificação das conexões das cordoalhas dos cabos de MT ao aterramento da subestação;	( ) ACEITO	
3.9.4	<p>Ensaio da resistência de isolamento em cabos de MT:</p> <p><b>1º</b> - Com <b>megômetro 5 KV</b> seguindo as normas vigentes, anotar os resultados;</p> <p><b>2º</b> - Para os cabos aprovados nos testes com o megômetro, realizar testes com <b>HI POT</b> para confirmar as condições elétricas do isolamento, aplicando <b>no máximo</b> <math>\frac{U_n}{\sqrt{3}}</math> <b>por no mínimo 01 minuto</b>, anotar os resultados.</p> <p><b>Notas importantes:</b></p> <p><b>a)</b> O procedimento acima é aplicável somente em cabos usados, em cabos novos realizar os testes conforme as normas vigentes;</p> <p><b>b)</b> Os cabos deverão ser soltos, devidamente isolados e sinalizados nas duas extremidades;</p> <p><b>c)</b> Após os testes os cabos deverão ser reconectados nas suas posições de origem, <b>atentando-se ao faseamento</b> e realizando duplo <i>check</i> pelo supervisor responsável da contratada.</p>	( ) ACEITO	
3.9.5	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.9 no Relatório de Manutenção com a data da realização e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca / Fabricante;</li> <li>• Modelo;</li> <li>• Ano de fabricação (Quando possível);</li> <li>• Tensão nominal;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	
<b>3.10</b>	<b>ESCOPO PARA PÁRA-RAIOS</b>	<b>ACEITE DO ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
3.10.1	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.10.2	Verificação das conexões e aterramento;	( ) ACEITO	
3.10.3	Medições da resistência de isolamento;	( ) ACEITO	
3.10.4	Medição de corrente de fuga.	( ) ACEITO	
3.10.5	<p>Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.10 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Pára-raio e:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Dados completos de Placa;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	
<b>3.11</b>	<b>ESCOPO PARA A MALHA DE TERRA DAS SUBESTAÇÕES (SALAS ELÉTRICAS,</b>	<b>ACEITE DO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>

	<b>CABINES E PAINÉIS)</b>	<b>ITEM</b>	
3.11.1	Verificação e Medição do sistema de aterramento da subestação;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.11.2	Verificação e Medição do sistema de aterramento dos painéis e massas metálicas da subestação (Portas, Janelas, grades de proteção, guarda corpo, escadas, canaletas metálicas, etc.);	<b>( ) ACEITO</b>	
3.11.3	Verificação das conexões das hastes de aterramento e limpeza das caixas de inspeção / conexão / medição;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.11.4	Realizar medições nos pontos de inspeção;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.11.5	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.11 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado das medições;</li> <li>• Teste de continuidade da malha;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	<b>( ) ACEITO</b>	

<b>3.12</b>	<b>ESCOPO PARA OS PGBTs DE DISTRIBUIÇÃO QUE ESTÃO CONECTADOS DIRETAMENTE AO SECUNDÁRIO DOS TRANSFORMADORES</b>	<b>ACEITE DO ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
3.12.1	Limpeza geral interna e externa;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.2	Limpeza dos equipamentos elétricos;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.3	Limpeza dos isoladores;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.4	Reaperto e verificação dos contatos / conectores e barramentos;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.5	Verificação dos sistemas de proteção existentes;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.6	Medição do sistema de aterramento dos equipamentos;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.7	Realizar 5S nos PGBTs (Observar a segurança para trabalhos em painéis energizados conforme NR10).	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.8	Verificação das fechaduras dos painéis.	<b>( ) ACEITO</b>	
3.12.9	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.12 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação do PGBT;</li> <li>• Informação de onde vem a alimentação do PGBT;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	<b>( ) ACEITO</b>	

<b>3.13</b>	<b>ESCOPO PARA AS LINHAS AÉREAS DE MT</b>	<b>ACEITE DO ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
3.13.1	Inspeção visual de toda a rede aérea;	<b>( ) ACEITO</b>	
3.13.2	Poda de arvores e/ou outro tipo de vegetação que representem riscos a rede elétrica e remoção casa de pássaros que estejam em cruzetas, isoladores, etc.	<b>( ) ACEITO</b>	
3.13.3	Inspeção visual preliminar, de preferência com termovisor, em toda a rede aérea para identificar possíveis pontos de aquecimento. Essa verificação deverá ser feita na oportunidade do item 3.1.2;  <b>Nota importante:</b> O escopo de preventiva está limitado a reaperto, limpeza dos equipamentos e testes. Ações corretivas, que estão fora deste escopo, deverão ser tratadas através de novo	<b>( ) ACEITO</b>	

	orçamento e emissão de um novo pedido de compra, como: a) Substituição de cruzetas / treliças; b) Substituição isoladores; c) Substituição terminações; d) Substituição de para-raios; e) Substituição de postes, etc.		
3.13.4	Inspeção e medição nos para raios conforme item 3.10;	( ) ACEITO	
3.13.5	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.13 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS e: • Relato de problema encontrado referenciado a numeração do poste (TAG), caso esta não esteja disponível, referência baseando-se na contagem dos postes a partir do ponto de alimentação do mesmo.	( ) ACEITO	
<b>3.14</b>	<b>ESCOPO PARA OS BANCOS DE CAPACITORES</b>	<b>ACEITE DO ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
3.14.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.14.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.14.3	Inspeção e reaperto das conexões das interligações e dos aterramentos;	( ) ACEITO	
3.14.4	Verificação do estado geral de conservação (pintura, corrosão, etc.);	( ) ACEITO	
3.14.5	Medir capacitância e corrente de cada célula;	( ) ACEITO	
3.14.6	Medição da resistência ôhmica da isolação.	( ) ACEITO	
3.14.7	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.14 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Banco de Capacitor e: • Modelo; • Ano de Fabricação; • Fabricante; • Dados de Placa; • Preencher o Relatório Digital.	( ) ACEITO	
<b>3.15</b>	<b>ESCOPO PARA OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO (AMPERÍMETROS, VOLTÍMETROS, ETC)</b>	<b>ACEITE DO ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
3.15.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.15.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.15.3	Verificação e reaperto da fiação e conexões;	( ) ACEITO	
3.15.4	Testes de operação (quando energizado);	( ) ACEITO	
3.15.5	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.15 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para instrumento e: • Modelo; • Fabricante; • Dados de placa, caso existente; • Preencher o Relatório Digital.	( ) ACEITO	

<b>3.16</b>	<b>ESCOPO PARA O SISTEMA AUXILIAR DE ENERGIA (BANCO DE BATERIAS,</b>	<b>ACEITE DO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
-------------	--	------------------	--------------------

	RETIFICADOR E NOBREAKS)	ITEM	
3.16.1	Inspeção visual;	( ) ACEITO	
3.16.2	Limpeza geral;	( ) ACEITO	
3.16.3	Verificação e reaperto da fiação e conexões;	( ) ACEITO	
3.16.4	Testes de operação (quando energizado);	( ) ACEITO	
3.16.4	Testes de operação (quando desenergizado);	( ) ACEITO	
3.16.5	Teste de carga;	( ) ACEITO	
3.16.6	Teste de densidade do líquido das baterias;	( ) ACEITO	
3.16.7	Verificação da tensão do banco de baterias com o retificador conectado;	( ) ACEITO	
3.16.8	Verificação da tensão do banco de baterias sem o retificador conectado;	( ) ACEITO	
3.16.9	Verificação da indicação da corrente de flutuação das baterias no amperímetro do retificador, antes do desligamento;	( ) ACEITO	
3.16.10	Verificação da indicação da corrente de carga das baterias no amperímetro do retificador, no religamento.	( ) ACEITO	
3.16.11	Verificação do tipo de baterias que estão sendo usadas;	( ) ACEITO	
3.16.12	Verificação se os <i>NoBreaks</i> estão ligados e funcionando corretamente;	( ) ACEITO	
3.16.13	Incluir obrigatoriamente todas as atividades do item 3.17 no Relatório de Manutenção com a data da realização e fotos retratando a situação ANTES / DEPOIS para cada Banco de Bateria / Retificador e NoBreak e: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo;</li> <li>• Ano de Fabricação;</li> <li>• Fabricante;</li> <li>• Validade;</li> <li>• Dados de Placa;</li> <li>• Preencher o Relatório Digital.</li> </ul>	( ) ACEITO	

3.17	ESCOPO GERAL / CONDIÇÕES	ACEITE DO ITEM	VALOR (R\$)
3.17.1	Antes do início dos trabalhos, a Contratada deverá recolher ART das atividades que serão realizadas;	( ) ACEITO	
3.17.2	Após o término dos serviços à contratada deverá entregar o local LIMPO, DESEMPEDIDO e LIVRE DE QUALQUER ENTULHO. Recomposições que se façam necessárias deverão ser no mesmo material;	( ) ACEITO	
3.17.3	Emissão e entrega do relatório técnico das atividades realizadas em até 05 dias úteis, contendo as recomendações para correção de eventuais pontos onde os valores divergem dos normalizados. <b>Obs.: As anomalias encontradas deverão estar nas primeiras páginas, todas ilustradas por fotos e com a identificação exata do equipamento / local e informações detalhadas;</b>	( ) ACEITO	
3.17.5	<b>A liberação do pagamento da Contratada está condicionada a entrega de uma cópia eletrônica do relatório aos responsáveis do Ceng para que seja avaliado o cumprimento do escopo;</b>	( ) ACEITO	
3.17.6	Após validação do relatório pelo responsável do Ceng, a Contratada deverá enviar uma cópia física ao responsável da unidade, evidenciado por um protocolo de entrega.	( ) ACEITO	
3.17.7	A Contratada só poderá faturar os trabalhos após a validação do relatório pelo	( ) ACEITO	

	responsável do Ceng. <b>Obs.:</b> Se a contratada deixar de realizar algum item do escopo, que tenha sido devidamente aceito na contratação, <u>por sua única e exclusiva responsabilidade</u> (Ex.: Falha de planejamento, Falta de equipamentos, Falta de mão de obra qualificada), a Empresa se reserva o direito de abater os respectivos custos do valor a ser faturado, ficando a Contratada obrigada a retornar à unidade, em outra oportunidade, para sanar as pendências. Somente depois de sanadas as pendências o saldo será liberado para faturamento.		
3.17.8	A Contratada deverá incluir no seu custo um Técnico de Segurança do Trabalho devidamente habilitado e <b>com registro no MTE</b> , para o acompanhamento integral das atividades desde o planejamento prévio até a execução final dos serviços;	( ) ACEITO	
3.17.9	É obrigatório e de responsabilidade da Contratada a apresentação de toda a documentação exigida para integração e a disponibilização e uso de Ferramentas, EPIs e EPCs que atendam a NR10 e/ou outras normas vigentes, para execução das atividades. O não cumprimento deste item implicará na paralisação dos trabalhos e a não autorização do faturamento da mobilização.	( ) ACEITO	
3.17.10	É de inteira responsabilidade da Contratada o fornecimento de todos os equipamentos e ferramentas necessários para a realização dos trabalhos descritos neste Edital. (Quaisquer equipamentos de medição, Escadas, Plataformas, Andaimos, Movimentação horizontal / vertical e Similares).	( ) ACEITO	
3.17.11	É de responsabilidade da Contratada o fornecimento de dispositivos de bloqueio, aterramento temporário e quaisquer outros dispositivos de segurança para execução dos trabalhos. Estes dispositivos devem estar em perfeitas condições de uso e com os laudos de testes e inspeções em dia.	( ) ACEITO	
3.17.12	Fornecimento de mão-de-obra qualificada e especializada para realização dos trabalhos solicitados neste Edital. Todos os profissionais que participarão dos trabalhos em eletricidade, <b>obrigatoriamente</b> deverão apresentar certificados dos treinamentos em NR10 Básico e SEP (Sistema Elétrico de Potência), até mesmo o pessoal de apoio e auxiliares, mesmo que não tenham intervenção direta;	( ) ACEITO	
3.17.13	É de responsabilidade da Contratada o fornecimento de todos os materiais e insumos que forem necessários para o atendimento de todos os itens solicitados neste Edital.	( ) ACEITO	
3.17.14	Toda a documentação gerada neste trabalho deverá ser entregue em três vias, sendo: 01 - Cópia física e 01 eletrônica para unidade onde foram prestados os serviços; 01 - Cópia eletrônica para o responsável do CENG;	( ) ACEITO	
3.17.15	Cronograma para a realização dos trabalhos, com todas as etapas claramente definidas;	( ) ACEITO	
3.17.16	Os trabalhos que necessitam de desligamento das subestações serão realizados em finais de semana e/ou feriados, de acordo com a disponibilidade da unidade Empresa, e por períodos de no máximo 08 horas de interrupção. <b>É fundamental o atendimento do item 3.1.</b>	( ) ACEITO	
3.17.17	É de total responsabilidade da Contratada todas as despesas com viagens, deslocamentos, hospedagem, refeições, telefonia, internet, locação de equipamentos e etc.	( ) ACEITO	

3.17.18	<p>Todos os trabalhos em altura (NR35) só podem ser realizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com <b>escadas</b> em perfeitas condições de uso e liberadas pela unidade;</li> <li>- Com <b>andaimes que possuam ART</b> e liberação de PT específica pela unidade;</li> <li>- Com <b>plataformas articuladas</b> devidamente liberadas pelo SESMT da unidade.</li> </ul> <p><b>Obs.:</b> Não é permitido o uso de guindastes e muncks com cesto.</p>	<input type="checkbox"/> <b>ACEITO</b>	
3.17.19	<p><b>Todas as despesas com impostos, variações de alíquota entre os estados e municípios são por conta e risco da proponente e deverão ser consideradas na proposta;</b></p>	<input type="checkbox"/> <b>ACEITO</b>	
3.17.20	<p><b>Apresentação de todos documentos necessários para integração na unidade, conforme Item 6 do anexo – 2: Diretrizes de Segurança do Trabalho e Observação 5.</b></p>	<input type="checkbox"/> <b>ACEITO</b>	