

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

IMPROVEMENTS IN THE MAINTENANCE MANAGEMENT OF THE ELECTRICAL SUBSTATIONS IN BEVERAGE COMPANIES

Roberto Rennó S. S. Sousa ¹
João Sinohara da Silva Sousa ²
Luiz Octávio Mattos dos Reis ³

Data de entrega dos originais à redação em: 29/07/2014
e recebido para diagramação em: 05/05/2015.

Este trabalho apresenta a análise, desenvolvimento e implantação de ferramentas para melhorias no sistema de gestão da manutenção de subestações elétricas de uma empresa do ramo de bebidas composta por dezenas de plantas que trabalham em regime ininterrupto. As limitações impostas ao sistema de manutenção comprometem sua eficiência, gerando um indesejável índice de indisponibilidade de energia elétrica. O objetivo principal deste trabalho de pesquisa é apresentar uma análise crítica do atual sistema de gestão da manutenção de subestações e uma proposta para melhorar este sistema em sua aplicação no setor elétrico. Esta proposta é baseada na correção de distorções no índice de indisponibilidade e em uma ferramenta para garantir o processamento das informações resultantes da manutenção preventiva, a ser usada tanto para monitorar o sistema como para suportar o processo de decisão para priorizar a manutenção corretiva e investimentos.

Palavras-chave: Gestão da manutenção. Manutenção preventiva. Indisponibilidade Elétrica.

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 limitations imposed on the maintenance management system compromise their efficiency, generating an undesirable level of electrical power unavailability. The main objective of this paper is to present a critical analysis of the current substations maintenance management system and a proposal to improve this system in its application in the electrical sector. This proposal is based on correcting the distortions in the unavailability index and also on a tool to enhance the processing of information resulting from preventive maintenance, to be used both for monitoring the system and supporting the decision making process of prioritizing the corrective maintenance and investment.

Keywords: Maintenance Management. Preventive Maintenance. Electrical Unavailability.

1 INTRODUÇÃO

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 se inserirem no modelo de produção global. Este modelo requer que os processos produtivos atinjam altíssimos níveis de eficiência e para tal fica evidente a necessidade da busca pela produção contínua e ininterrupta para que as linhas de produção consigam garantir competitividade empresarial. Neste contexto, a indisponibilidade de energia elétrica impacta negativamente e significativamente nos resultados empresariais.

No setor elétrico, usualmente, é praticada a manutenção preventiva com o intuito de diminuir a indisponibilidade de energia elétrica através de ações preventivas e também pelo mapeamento e gestão das anomalias e geração as ordens de serviços para os casos que exigem intervenção corretiva antes da falha no sistema elétrico.

Por motivos de logística, a empresa do ramo de bebidas abordada neste trabalho, é composta por dezenas

de plantas fabris distribuídas por todo o território nacional. Assim, para viabilizar a manutenção, normalmente utiliza-se de fornecedores de mão-de-obra próxima a cada planta. Devido a conseqüente diversidade de fornecedores, da quantidade de dados e da complexidade do sistema; a gestão e o processamento para tomada de decisão e geração de ordens de serviço para manutenção pelo centro de engenharia corporativo têm apresentado deficiências e verifica-se um comportamento inadequado do índice de indisponibilidade da empresa.

O objetivo principal deste trabalho de pesquisa é melhorar o índice de indisponibilidade elétrica da empresa e, conseqüentemente, dos riscos à segurança dos trabalhadores através da implantação de ações e de ferramentas de gestão da manutenção. Estas se constituirão na implantação de melhores práticas, na padronização dos dados e dos relatórios de anomalias fornecidos pelas empresas terceirizadas e servem para automatizar o tratamento e a consolidação das informações para melhorar a gestão da manutenção. Assim, a ferramenta desenvolvida permitirá uma otimização quanto a

1 Universidade de Taubaté.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

3 Universidade de Taubaté.

tomadas de decisão independentemente da localização de cada anomalia e de qual empresa a detectou.

2 MOTIVAÇÃO E METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa aplicada para este caso empresarial foi motivado pelo comportamento indesejável do índice de indisponibilidade elétrica da empresa. Esse índice apresentava uma taxa de crescimento médio anual de 4,69% em 2010 e acarretava o comprometimento da meta de indisponibilidade elétrica da empresa.

No início dos trabalhos foi realizada uma pesquisa bibliográfica para fundamentação teórica sobre os conceitos de gestão da manutenção e das tomadas de decisão lastreadas no tratamento de informações de manutenção. A seguir foram realizadas uma análise do processo de gestão e observações para tratamento dos problemas encontrados na gestão da manutenção preventiva da empresa. Na sequência foram elaboradas propostas e implantação de ações de melhoria e de ferramentas computacionais para tratamento automático de dados e de apoio à tomada de decisões na gestão da manutenção elétrica. Ao final foram apresentados os resultados e análise de resultados que fundamentam a conclusão do trabalho.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A manutenção dos equipamentos está na linha de frente do processo produtivo devido ao requisito de desempenho dos equipamentos para a obtenção da qualidade (FALCONI, 2004a). Falconi menciona 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. Para a melhoria de resultados, o primeiro passo dentro da etapa de planejamento do ciclo é identificar o problema (FALCONI, 2004b) e a partir do planejamento todos os outros passos do fluxo do PDCA devem ser criteriosamente seguidos e implantados para que as soluções dos problemas sejam alcançadas e revisitadas ciclicamente através de uma metodologia de melhoria contínua dos processos. Isto pode ser observado na Figura 1. O mesmo autor apresenta os conceitos de produtividade, valor agregado, da importância da melhoria dos equipamentos, do conhecimento do processo e da resolução dos problemas complexos empregando métodos tradicionais tais como a Análise de Pareto.

Como apresentado em Sousa (2012), a falta de informações a respeito do estado dos equipamentos e do controle de variáveis críticas é um problema complexo por três motivos principais: o estado dos equipamentos varia continuamente ao longo do tempo, 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 para se definir quais equipamentos estão em condições de operação, ou seja, operam sem anomalias. No contexto deste trabalho, visando a manutenção elétrica preventiva realizada por empresas terceirizadas, a identificação do problema nos equipamentos é evidenciada nos relatórios apresentados pelas empresas terceirizadas.

Segundo Branco Filho (2008), na gestão da manutenção preventiva, se faz necessário definir quais informações e qual será a formatação dos relatórios e também se estes relatórios serão digitais ou físicos e quais escalões terão acesso às informações. Adicionalmente, segundo Fuentes (2006), o uso da informação é um complemento fundamental à gestão da manutenção, mas deve ser usada na sua quantidade e qualidade adequada. Neste caso, visando a melhoria na tomada de decisões.

Segundo Hassanain (2001), tem havido 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 de baixa interoperabilidade. Ainda, segundo Hassanain, a integração destes conjuntos de dados requer padronização na sua forma de representação. Com motivação semelhante a apresentada neste trabalho, Cunha (2007) apresenta uma aplicação de

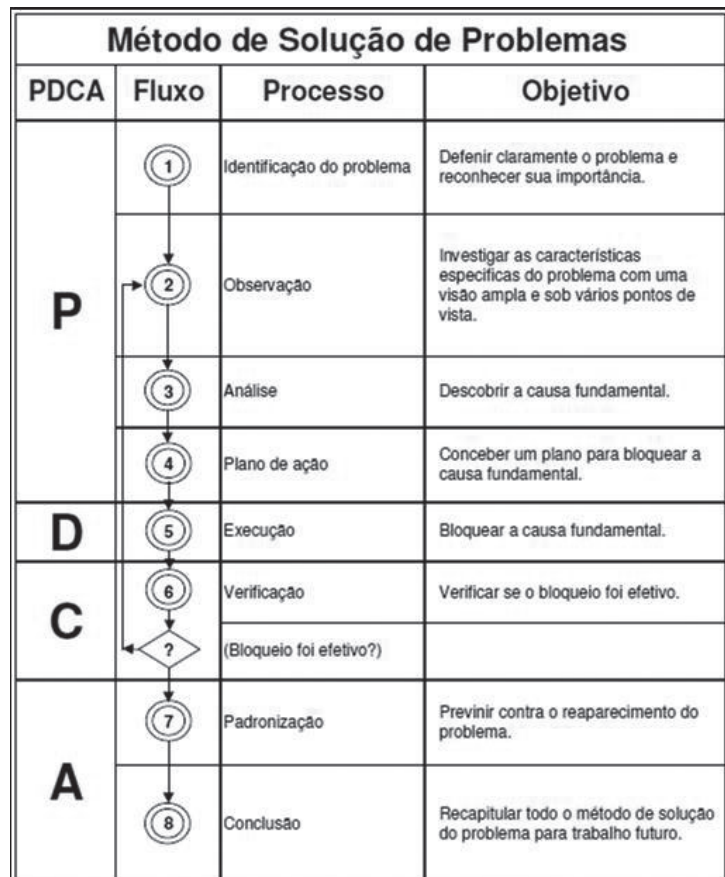


Figura 1 - O ciclo PDCA (FALCONI, 2004a)

sistema de informação corporativo com o objetivo principal da gestão da 'explosão' de dados e de informações disponíveis para tomada de decisões.

Lindholm (2011) apresenta os conceitos de utilidades no sistema fabril, a interdependência entre os indicadores, os aspectos do sistema de gestão e os passos para a coleta de dados das utilidades. O índice de indisponibilidade pode ser definido como sendo a razão entre a somatória do tempo em que uma linha de produção ficou parada devido à indisponibilidade de determinada utilidade e o número total de horas disponíveis daquela linha. Ou seja, representa-se o tempo de indisponibilidade como um percentual das horas disponíveis para produzir. O índice tratado neste trabalho é o referente a indisponibilidade elétrica interna. De Barbosa (2009) pode-se estabelecer o impacto da indisponibilidade relacionada às falhas em equipamentos e da importância do conhecimento e acompanhamento do sistema para se prevenir falhas e reduzir ao máximo sua duração.

A melhoria dos materiais pode ser obtida através da manutenção uma vez que a manutenção está se adaptando para aumentar a disponibilidade dos equipamentos (MOUBRAY, 1997). Para que se possa fazer um bom planejamento e controle da manutenção, é necessário que se saiba quais são os equipamentos a serem mantidos (BRANCO FILHO, 2008).

As informações mais relevantes para a gestão da manutenção dos equipamentos e do sistema elétrico podem ser encontradas em autores como: Bayliss (2007), Souza (2002), Fulchiron (2009), Willis (2006), Scheneider (2000), Martins (2008). Assim foram analisadas as informações específicas e necessárias para manutenção de cada um dos tipos de componentes ou equipamentos tais como cabos, chaves seccionadoras, disjuntores, relés de proteção, para-raios, resistor de aterramento, transformador de corrente, transformador de tensão, de força ou de distribuição.

4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Para tentar resolver o problema do índice de indisponibilidade devido à energia elétrica interna da empresa foi realizada uma análise detalhada da gestão da manutenção no setor elétrico para levantar pontos críticos, identificar quais os agentes causadores e elaborar hipóteses e propostas de ações ou ferramentas para eliminar os problemas detectados.

4.1 Visão geral da gestão da manutenção da empresa

O sistema de gestão da empresa utiliza como principal ferramenta o sistema SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*). Dentre os principais processos integrados no sistema de gestão tem-se:

Registro, identificação e criticidade dos equipamentos no SAP: Os registros e identificação dos equipamentos são acessados através de etiquetas ('tag') atribuídas para mapeamento do estado de cada equipamento ou subsistema. Como apresentado em Sousa (2012) a criticidade de cada equipamento é

determinada em função dos critérios: risco de saúde e segurança dos funcionários, riscos ambientais e/ou segurança do patrimônio, impacto na capacidade de produção; impacto na qualidade do produto; impacto nos indicadores de custo; existência de equipamento *backup*; fator de utilização; frequência de falhas e tempo médio de reparo. Os equipamentos são classificados em críticos A, B ou C com base nesses critérios e o tipo de manutenção a ser realizado em cada equipamento depende de sua criticidade.

Planos de Manutenção preventiva: Os planos de manutenção são estabelecidos através do sistema SAP para cada unidade fabril ou local da instalação. Esses planos estabelecem as atividades de manutenção, atreladas aos procedimentos de manutenção para cada equipamento, e também geram demandas para a manutenção autônoma, contratação de serviços externos e rotinas preditivas. Os planos de manutenção também se constituem em base de informação para formação do custo de manutenção e do gerenciamento de peças em estoque.

Planejamento de longo e médio prazo: Uma vez definidas quais atividades de manutenção devem ser realizadas para cada equipamento, realiza-se a distribuição destas atividades ao longo do ano. Para esta distribuição é levado em conta o regime de operação, os recursos disponíveis de mão-de-obra e financeiro e quais os recursos necessários para cada atividade. Este planejamento sofre um ajuste mensal de acordo com a realização ao longo dos meses e com as condições atuais dos recursos disponíveis.

Programação e ordens de serviço: Com as visões de longo e médio prazo estabelecidas, realiza-se a programação no curto prazo. Nesta programação, com visão semanal e diária, estabelece-se quem e quando cada atividade de manutenção será realizada. 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 irá executar cada ordem. As ordens de serviço já contêm o procedimento de manutenção, bem como o material que deverá ser utilizado em cada manutenção. Esta programação ocorre diariamente.

Histórico dos equipamentos, revisão e melhoria contínua: Após concluir a ordem de manutenção cada executante registra os serviços que foram realizados formando-se assim o histórico dos equipamentos. Cada executante deve ainda conferir a conformidade do procedimento, tempo previsto para a realização da atividade, materiais e ferramentas necessários e relatar todas as anomalias que forem encontradas. Este procedimento garante a revisão dos procedimentos e planejamentos de curto, médio e longo prazo e permite a melhoria contínua condizente com o PDCA.

Índice de indisponibilidade: Um dos componentes de mensuração de eficiência da gestão da manutenção no setor de utilidades é representado pelo índice de indisponibilidade que, diferentemente do indicador

disponibilidade, é dado pela razão entre o tempo em que a produção ficou parada devido falta de utilidade pelo tempo de produção planejado. A disponibilidade é um indicador que mede quanto do tempo disponível para produzir as utilidades estavam disponíveis. O indicador indisponibilidade, pelo contrário mede quanto do tempo disponível para produzir deixou de ser utilizado devido à falta de alguma utilidade. Este indicador é subdividido entre cada tipo de indisponibilidade, ou seja, água, frio, vapor, CO₂ (dióxido de Carbono), ar comprimido, energia elétrica interna, energia elétrica da concessionária ou manutenção predial. Como sugerido na literatura, a indisponibilidade deve ser indicada para a utilidade que for a causa fundamental da parada.

Na empresa, foco da pesquisa, 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. Esta tarefa, geralmente é realizada pelos operadores das máquinas na linha de envase na qual a falha foi sentida. Todos os eventos que paralisam o setor de envase são contabilizados no índice de indisponibilidade da empresa.

Os agentes da gestão e suas atribuições:
 Atualmente, as responsabilidades pela manutenção do setor elétrico estão divididas entre o centro de engenharia corporativo, as unidades fabris e as empresas terceirizadas. Estes operam da seguinte forma:

- centro de engenharia corporativo: é setor o responsável por definir o escopo, contratar, acompanhar, definir as datas de realização, garantir a realização do escopo contratado para as manutenções preventivas e também garantir a entrega dos relatórios nos padrões pré-definidos. Após a realização da manutenção preventiva, o centro de engenharia corporativo faz uso das informações dos relatórios para a tomada de decisão para a priorização dos investimentos para o período seguinte ou em caráter emergencial.
- unidade fabril: 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 (divisão de equipes, informações de segurança, definição de áreas energizadas, etc.). Durante a execução, as unidades também são responsáveis por acompanhar os trabalhos e se certificarem de que o escopo contratado está sendo cumprido, de que as atividades estão sendo realizadas em total segurança e de que todas as informações necessárias estão à disposição da empresa terceira ou terceirizada.
- empresas terceiras: uma vez contratadas, são responsáveis pela execução prática de

todo o escopo seguindo as normas vigentes. Suas atividades se iniciam na reunião com a unidade fabril, segue através 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 através de folhas de dados, e das conclusões técnicas sobre as condições e anomalias encontradas em cada equipamento.

Pode ser observado, sob a óptica do PDCA e baseando-se na Figura 1, que as atividades realizadas pelas empresas terceiras correspondem aos itens 1, 2 e 3 do fluxo do PDCA aplicado na gestão da manutenção. O item 4 a 8 do fluxo, atualmente são cumpridos pelas unidades fabris.

Pode-se comprovar que o modelo de gestão da manutenção aplicado na empresa e considerado como referência no mercado empresarial é condizente com a literatura e aplica conceitos relatados como eficientes em diversos trabalhos tais como Falconi (FALCONI, 2004 a, b) e Cunha (CUNHA, 2007). No entanto, como o índice de indisponibilidade apresentava um comportamento inadequado para a empresa, o estudo aprofundado do sistema de gestão como um todo foi realizado e apontou-se alguns problemas e sugestões para implantação de ações de melhoria e de ferramentas computacionais para apoio a tomadas de decisão.

4.2 Problemas, sugestões e implantação de melhorias possíveis no modelo de gestão

Constatou-se que o uso, ao longo dos últimos anos, do modelo descrito acima apresentou algumas deficiências principalmente devido a forma, ao volume de informação a ser tratado e ao foco da manutenção nos setores que impactam diretamente na produção. Estas deficiências se apresentam nas funções das unidades fabris, das empresas terceirizadas e nas funções do centro de engenharia corporativo.

O problema encontrado pelas unidades fabris para a realização de suas funções no que tange a manutenção preventiva em subestações se deve principalmente a necessidade de empenho da mão-de-obra disponível para a manutenção nos setores produtivos que impactam de forma mais direta nos resultados da empresa. Além disso, a empresa conserva o quadro líquido de pessoal no mínimo necessário para a redução dos custos de produção; este quadro mínimo de pessoal é denominado internamente como quadro enxuto. Desta forma não há, em geral, disponibilidade de mão-de-obra para realizar o tratamento adequado das informações resultantes da manutenção preventiva das subestações. Adicionalmente, pôde-se constatar falhas nos registros de indisponibilidade elétrica por falta de treinamento e orientação quanto ao apontamento da causa raiz ou fundamental da indisponibilidade. Isto acarreta distorções no índice de indisponibilidade da empresa e deve ser corrigido.

Os problemas acarretados pelas atividades das empresas terceirizadas são devidos a quantidade e diversidade de empresas, pela quantidade de dados e pela falta de exigência quanto ao registro e fornecimento de dados em formato padronizado. Esses deveriam ser integrados em plataforma digital otimizada para tratamento automático das informações visando a tomada de decisões em todos os níveis.

O centro de engenharia corporativo, por sua vez, também sofre com o quadro líquido de pessoal enxuto e, apesar de não ter de priorizar o atendimento de setores que impactem mais diretamente na produção; como nas unidades fabris, não consegue tratar adequadamente as informações resultantes da manutenção preventiva das subestações. Isto deve-se principalmente pela deficiência no registro e padronização das informações nos relatórios e ao volume de informações. Este volume de informações também decorre do fato de o centro de engenharia ser corporativo e portanto, teria de processar os dados das manutenções preventivas em todas as dezenas de subestações da empresa. Verificou-se, dentre outros, faltas de registro e do estado de equipamentos, pendências apontadas que não foram tratadas e falta de embasamento para a gestão, planejamento e tomadas de decisão de manutenção.

Analisando novamente sob o foco do fluxo do PDCA, nota-se que os problemas descritos acima ocorrem na transição do item 3 para o item 4 do fluxo e interrompendo sua sequência.

4.3 Síntese de causas de problemas, propostas e implantação de melhorias

O estudo detalhado do sistema de gestão demonstrou que, em resumo, as causas dos problemas encontrados estão fundamentadas em três pontos principais: quadro líquido de pessoal enxuto, priorização da manutenção dos setores que impactam diretamente no resultado da empresa e geração e tratamento das informações das manutenções preventivas nas subestações. Analisando-se possíveis soluções, propostas de ações e possibilidades de implantação de infraestrutura de gestão concluiu-se por:

- retirar o foco da manutenção nos setores que impactam diretamente no resultado não é viável economicamente para a empresa;
- aumentar o quadro líquido de pessoal implica em aumento de custo de produção e portanto é igualmente desfavorável para a empresa;
- o problema com os erros de apontamentos de indisponibilidade foi resolvido por ação de aperfeiçoamento, através do setor de engenharia junto aos responsáveis, para indicação da causa real da indisponibilidade elétrica;
- houve implantação de melhorias nos procedimentos rotineiros e de ações para facilitar, agilizar e otimizar as práticas da manutenção; e
- tendo em vista que:

- a) o número de empresas contratadas é enorme e estão dispersas territorialmente;
- b) não há meios de reduzir a quantidade de informações que resultam da manutenção preventiva pois são uma consequência da extensão do sistema elétrico que também não pode ser reduzido;
- c) existem falta e falhas de registros e do estado dos equipamentos instalados;
- d) muitas decisões são tomadas com base na memória e conhecimento acumulado por parte de alguns especialistas e não embasados na enorme quantidade de dados dos relatórios existentes;
- e) a padronização nos registros e fornecimento de informações são falhos e
- f) as decisões são centralizadas e necessitam de uma melhor estruturação e otimização de apoio a tomada de decisões,

Concluiu-se, baseando-se no embasamento teórico e no estudo de casos semelhantes, que a melhor solução para a realidade da empresa seria o desenvolvimento e implantação de uma nova plataforma ou ferramenta digital para apoio à gestão da manutenção e em sinergia com a infraestrutura já instalada. Esta plataforma deveria ser iterativa, evolutiva e de fácil utilização por todos os setores envolvidos na gestão da manutenção elétrica da empresa. Esta ferramenta foi desenvolvida e implantada na empresa como detalhado a seguir.

5 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

Tendo em vista que é necessário encontrar uma nova forma de tratar as informações dos relatórios digitais e para viabilizar o tratamento destas informações foi necessário, de forma análoga ao sugerido por Hassanain (HASSANAIN *et al.*, 2001), padronizar o formato destas informações. Nesta padronização é necessário garantir que os requisitos de qualidade e quantidade adequados propostos por Fuentes (2006) sejam atendidos. Assim que padronizados, tornar-se a possível um tratamento automatizado para a composição 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 elétrica surge da diferença de informações necessárias para cada equipamento. Para o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, foram consideradas as características mais relevantes de cada equipamento dispostas como uma coluna de uma planilha. Foi levantado um conjunto de características que são importantes para todos os equipamentos. Nos formulários de entrada de dados, estas características estão sendo inseridas através de um único formulário para todos os equipamentos. Este formulário está sendo denominado de "características comuns".

Cada linha da planilha irá conter as informações de um equipamento. As características que não se aplicam a este equipamento terão suas informações em branco. Cada equipamento será identificado e unificado através de sua etiqueta (*tag*) atribuído 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 estes dados seriam inseridos. Somente assim pode ser garantido que os dados teriam uniformidade para viabilizar o seu tratamento e permitir às empresas terceiras que inserissem as informações nos campos adequados. A inserção das informações diretamente na planilha seria muito complexa devido à que nem todas as características se apliquem a todos os equipamentos. A solução encontrada para este fim foi criar diversos formulários que especificam quais características devem ser inseridas e em qual formato.

Desta forma, foi criado, através de macros, um programa dentro da planilha que permite a entrada de dados através de formulários que indicam ao usuário quais informações devem ser inseridas para cada equipamento. Ao iniciar a planilha o programa será inicializado e o usuário irá selecionar os equipamentos, um a um. O programa direcionará o usuário ao formulário correspondente àquele equipamento e em seguida ao formulário de cadastro das características comuns. Estas etapas deverão ser cumpridas para cada equipamento encontrado em campo. Esta parte da ferramenta será utilizada pelas empresas terceiras para introduzir os dados resultantes da manutenção preventiva.

Por fim, foi necessário criar uma segunda planilha com o mesmo formato cujo propósito é unificar os relatórios digitais referente a cada unidade fabril. Esta planilha irá utilizar um programa diferente da anterior para importar os dados de cada planilha e consolidá-los em uma única planilha formando um único banco de dados padronizado. As ferramentas digitais foram desenvolvidas em planilha eletrônica Excel®

de uso comum na empresa e de fácil integração aos sistemas já existentes.

5.1 Primeira parte: Relatório Digital

O propósito do relatório digital é fazer com que as empresas terceirizadas introduzam as informações encontradas em campo em um formato padrão. Assim, todas as informações das unidades fabris poderão ser consolidadas e processadas em um banco de dados.

A Figura 2 mostra uma das telas para a entrada de dados. A preocupação no desenvolvimento foi de criar campos que não limitassem a descrição do equipamento, mas que também não permitissem a inserção desordenada das informações. No exemplo acima, fica evidente onde cada informação tem de ser digitada mas mantém-se a flexibilidade para digitação de comentários. Desta forma, uma descrição mais detalhada pode ser fornecida pelos profissionais que realizaram a manutenção.

5.2. Segunda Parte: Consolidador

A função do consolidador é agrupar os bancos de dados recebidos de todas as empresas terceirizadas, relativas às unidades fabris, e agrupá-los em um único banco de dados. Com isto, torna-se possível o processamento automático de todas as informações em unicidade. A Figura 3 apresenta um exemplo da planilha consolidador.

Figura 2 – Tela para preenchimento de informações no relatório digital

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	GUDI601004	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 3 – Consolidador: características comuns

A título de exemplo, se for de interesse da empresa contratar a recuperação do óleo isolante dos transformadores que apresentam humidade elevada em todas as unidades fabris buscando a redução de custos de manutenção, o banco de dados será capaz de informar rapidamente quantos e quais são os equipamentos que necessitam desta intervenção. Ainda, se não for de interesse realizar a manutenção em todos os equipamentos, o banco de dados unificado será capaz de listar a criticidade do problema para a anomalia encontrada em cada equipamento.

6 RESULTADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

O programa relatório digital foi desenvolvido preliminarmente e implantado para testes. Durante os testes, foram detectadas algumas oportunidades de melhorias que foram desenvolvidas antes da distribuição às empresas terceiras para os testes finais.

O programa consolidador foi desenvolvido e testado. Neste caso, por ser a própria empresa a usuária final, foi possível testar e implantar totalmente a ferramenta.

Estas ferramentas implantadas ainda encontram-se em evolução e podem sofrer novas melhorias através de sua utilização contínua e também em função de outros resultados ou testes para aperfeiçoamento.

Em ambos os casos, foi possível identificar a funcionalidade gerencial e de apoio à decisão através da ferramenta completa: Relatório Digital e Consolidador. Obteve-se bons resultados como mostrado na Figura a seguir.

Através da Figura 4 pode-se constatar o comportamento da média de indisponibilidade elétrica interna no período de 2010 a 2014. A média de indisponibilidade evoluiu de um crescimento médio anual e indesejável de 4,69% em 2010 para uma estabilização e tendência de decréscimo durante e após o período de 2012. Através da análise dos resultados ao longo no período 2010 a 2014 pode-se concluir que houve uma grande evolução no comportamento da média de indisponibilidade.

Convém salientar que as metas de indisponibilidade elétrica da empresa não foram atingidas nos anos 2010, 2011 e 2012. Entretanto, em 2013, a empresa encerrou o ano com um resultado positivo em relação à sua meta de indisponibilidade. O ano de 2014, apesar de ainda não concluído, apresenta índice de indisponibilidade elétrica interna abaixo da meta fixada pela empresa.

Com a continuidade de utilização das ações de gestão interna e da obrigatoriedade contratual de elaboração de relatórios consistentes, através da utilização das ferramentas pelas empresas terceirizadas contratadas; espera-se que os resultados de indisponibilidade elétrica interna continuem a melhorar. Consequentemente haverá redução dos eventos que geram riscos à segurança dos trabalhadores dos setores.

Adicionalmente, o uso contínuo das ferramentas constituirá uma série histórica que embasará, de forma melhorada, a tomada de decisões. De forma análoga, através do banco de dados dos equipamentos e das anomalias será possível uma melhor identificação e classificação de problemas semelhantes em unidades fabris distintas; o que tornará viável a contratação de soluções em escala ou em lotes. Desta forma será possível reduzir os custos das manutenções corretivas correspondentes.

Após a implantação das ações e ferramentas gerenciais e também como consequência da utilização da plataforma digital e da melhoria do comportamento do índice de indisponibilidade o número de eventos com potencial de risco à saúde dos trabalhadores foi reduzido em 30%.

7 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que este trabalho de pesquisa atingiu os objetivos propostos. Através da implantação de melhorias de gestão e da plataforma digital para apoio à tomada de decisões o índice de indisponibilidade elétrica não somente foi controlado como apresentou redução atingindo a meta empresarial e continua com tendência

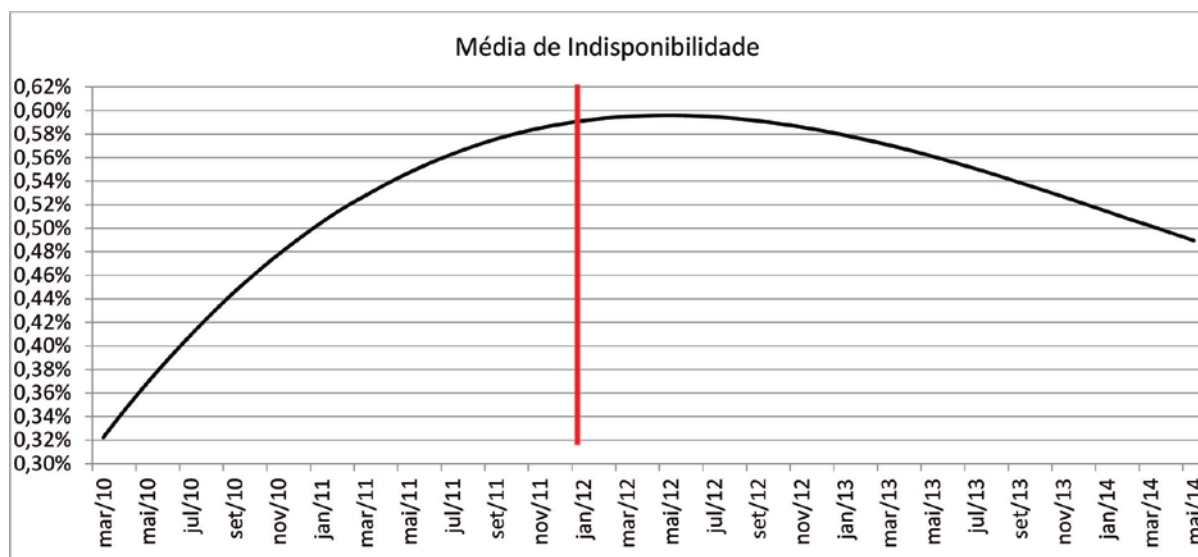


Figura 4 - Média de Indisponibilidade no período 2010-2014

de redução. Os riscos à segurança dos trabalhadores da empresa foram reduzidos 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 da melhoria de qualidade destas contratações. Este banco de dados será utilizado para embasar outras tomadas de decisão quanto às manutenções para os anos subsequentes. Possivelmente, previsões de falhas em equipamentos elétricos poderão ser obtidas através do uso da base de dados históricos e/ou utilizando-se ferramentas de mineração de dados.

REFERÊNCIAS

- 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. et al. **Transmission and Distribution Electrical Engineering**, third edition, 2007.
- BRANCO FILHO, Gil. **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.** Dissertação Mestrado UFMG. Minas Gerais – 2007.
- FALCONI, Vicente C. **Gerenciando a manutenção produtiva.** Nova Lima – MG, 2004.
- FALCONI, Vicente C. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês.** Nova Lima – MG, 2004.
- FUCHIRON D. et al. **Medium voltage disconnectors and safety.** 20th International Conference on Electricity Distribution. Prague, 2009.
- FUENTES, Fernando F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- HASSANAIN, M. A. et al. **Development of a maintenance management model based on IAI standards. Artificial Intelligence in Engineering.** Pp. 177-193. 2001.
- 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.** UFES. Vitória – ES, 2008.
- MOUBRAY, J. **Reliability-centered Maintenance.** New York – NY, 1997.
- SCHNEIDER Electric. **Cahier technique no. 194. Current transformers: How to specify them.** 2000.
- SOUSA, Roberto S. S. **Melhoria na gestão da manutenção elétrica através da análise, desenvolvimento e implantação de controle de variáveis críticas.** Unindu, Taubaté – SP, 2012.
- SOUZA, A. F. **Sistema para monitoração da operação de chaves seccionadoras de alta tensão baseado na análise das correntes do motor de acionamento.** Dissertação UFSC, 2002.
- WILLIS, H L.; RASHID, M. H. **Protective Relaying Principles and Applications.** Third Edition, 2006.