

Elaboração e aplicação de um plano diretor de manutenção em uma empresa mineradora

RESUMO

Herbert Ricardo Garcia Viana

herbertviana@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

José Luis Duarte Ribeiro

ribeiro@producao.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Este artigo tem como objetivo desenvolver uma estrutura de elaboração de planos diretores de manutenção em empresas de grande porte. Apoiando-se em uma lista de fatores de sucesso, utilizou-se o método de grupos focados para elaborar uma estrutura que define elementos e informações que devem ser contemplados e a forma como essas informações devem ser processadas para gerar os elementos de um plano diretor. Esta estrutura foi testada através da aplicação da sistemática proposta na elaboração do plano diretor de manutenção de uma planta industrial de mineração para o triênio 2014-2016. A aplicação obedeceu ao seguinte roteiro: i) definição de cronograma para as revisões de cada fator; ii) definição e treinamento dos profissionais revisores nos métodos para reunir e processar as informações relativas a cada elemento; iii) elaboração de proposta do plano diretor, contemplando seus diferentes elementos; iv) validação de cada responsável de acordo com a atividade (fator) revisado. Como resultados, estima-se uma redução de 20% da taxa de acidentes pessoais, aumento da capacidade de produção em cerca de dois milhões de toneladas ao ano e redução de 13% no orçamento da manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Manutenção. Plano Diretor de Manutenção. Fatores de sucesso. Grupos focados. Empresa mineradora.

INTRODUÇÃO

A intensificação da produção aliada ao avanço tecnológico tornaram os parques industriais mais sensíveis às atividades de manutenção. Otani e Machado (2008) observam que a manutenção, enquanto função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção. No entanto, desenvolver modelos para orientar a tomada de decisões estratégicas e aferição das suas repercussões na Função Manutenção tem sido um grande desafio na gestão de processos industriais desde a revolução promovida por Edward Deming e Joseph Juran na segunda metade do século XX.

Conforme relatado por Branco Filho (2008), nota-se o esforço das empresas na busca de estratégias operacionais que assegurem a abrangência e desempenho das atividades de manutenção. De acordo com esse autor, é possível observar que, nas últimas três décadas, foram feitas não somente inovações nos sistemas organizacionais, de forma a facilitar a efetiva integração das pessoas, recursos e tarefas, como houve, também, a evolução de diversos sistemas de planejamento, acompanhamento e controle das atividades de uma Gerência de Manutenção. No entanto, considerando a realidade da indústria de transformação brasileira, pode-se observar que o estudo de estruturas para a elaboração de um Plano Diretor da Manutenção (PDM) não tem sido explorado de forma satisfatória.

Assim, este trabalho investiga referenciais e procedimentos para a elaboração de planos diretores de manutenção. O objetivo central é a proposição de uma estrutura para elaboração de plano diretor de manutenção, através da observação de como se processam os fatores de sucesso no ambiente da manutenção de uma empresa de grande porte. Essa observação permitiu identificar os elementos que devem constituir uma estrutura adequada para a construção e revisão anual de planos diretores de manutenção.

Este artigo está organizado em seis seções. A seção 2 aborda a revisão da literatura referente a elaboração de planos diretores de manutenção. A Seção 3 apresenta o método de trabalho, que envolveu revisão da literatura e estudos em grupos focados. A Seção 4 apresenta a proposta de estrutura para elaboração de planos diretores. A Seção 5 apresenta a aplicação do método em uma empresa de grande porte, Por fim, a Seção 6 apresenta as principais conclusões do trabalho.

REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Gurski e Rodrigues (2008), o planejamento estratégico da manutenção deve ser um desdobramento do planejamento estratégico da empresa. Sousa (1999) reforça esta orientação argumentando a necessidade da existência do vínculo entre a estratégia de produção e a estratégia adotada pela manutenção. Esse autor faz uso da Figura 1 para ilustrar esta cadeia de diretrizes estratégicas.

Figura 1 – Cadeia de diretrizes estratégicas



Fonte: Sousa (1999)

Nota-se que na literatura o Plano Diretor da Manutenção recebe diferentes nomes. Por exemplo, Gurski e Rodrigues (2008) o chamam de planejamento estratégico, enquanto Sousa (1999) de Sistema de Gestão. Além das diferenças de nomenclaturas, observam-se variações da estrutura que um plano diretor deva ter. Calligaro (2003), em um estudo de caso na REFAP (Refinaria Alberto Pasqualini da Petrobrás), indica que os objetivos estratégicos da manutenção se inserem no Planejamento Estratégico da planta industrial, e que a partir deles existe o relacionamento com atividades planejadas para as gerências de manutenção de tal unidade. Sousa (1999) argumenta que os pilares de um sistema de implantação e gestão da manutenção são: 5S's, fluxo organizado de informações, manutenção planejada, colaboradores capacitados e motivados, determinação de indicadores e metas, aplicativo computacional e manutenção autônoma.

Segundo Márquez *et al.* (2009), o processo de gerenciamento da manutenção pode ser dividido em duas partes: a primeira trata-se da definição da estratégia da manutenção, momento onde se define os objetivos da manutenção desdobrados do plano de negócios da empresa. Nesta parte inicial são definidos os fatores de sucesso da manutenção para organização e são traçados os planos, controles e melhorias para a efetividade dos objetivos. A segunda parte consiste na implementação seletiva da estratégia nos seus diferentes níveis de significância. Esses autores indicam oito fases com respectivas ferramentas da qualidade para estabelecer um plano diretor da manutenção. Nota-se que os mesmos preocupam-se em transitar em todos os fatores de sucesso da gestão da manutenção através da utilização de técnicas da qualidade. O Quadro 1 ilustra objetivos estratégicos com as ferramentas a serem utilizadas.

Quadro 1 – Estratégias para manutenção e ferramentas para sua definição

Fase	Estratégia	Ferramentas da qualidade
1ª	Definição de indicadores-chave	<i>Balanced Scorecard – BSC</i>
2ª	Definição de ativos prioritários e manutenção	Análise de Criticidade (<i>Criticality Analysis – CA</i>) & Matriz de Criticidade (<i>Criticality Matrix – CM</i>)
3ª	Identificação de pontos fracos de maior impacto e encaminhamento da sua solução	Análise Causa-Raiz de Falhas (<i>Failure Root Cause Analysis – FRCA ou RCFA</i>), Análise do Modo e Efeito de Falha (<i>Failure, Mode and Effects Analysis – FMEA</i>), Método de Análise e Solução de Problemas (MASP).
4ª	Planejamento de planos e recursos da manutenção preventiva	Manutenção Centrada em Confiabilidade (<i>Reliability-Centred Maintenance – RCM</i>); Análise do Modo, Efeito e Criticidade de Falhas (<i>Failure Mode, Effect, and Criticality Analysis – FMECA</i>).
5ª	Plano preventivo, otimização da programação e recursos.	Análise de Risco de Otimização de Custo (<i>Risk-Cost Optimization – RCO</i>)
6ª	Avaliação e controle da manutenção	Análise da Confiabilidade (<i>Reliability Analysis – RA</i>) e Método do Caminho Crítico (<i>Critical Path Method – CPM</i>)
7ª	Análise de ciclo de vida dos ativos, otimização e substituição.	Análise do Custo do Ciclo de Vida (<i>Life Cycle Cost Analysis – LCCA</i>)
8ª	Melhoria contínua e utilização de novas técnicas	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance – TPM</i>)

Fonte: Márquez et al. (2009)

Pinto (1999) defende que os aspectos a considerar numa estratégia focalizada em maximizar a disponibilidade dos equipamentos e minimizar os custos envolvidos devem ser: *i)* o tipo, a idade e condições de funcionamento das instalações; *ii)* os novos produtos, novos equipamentos e as novas fábricas; *iii)* a legislação sobre segurança e ambiente; *iv)* a necessidade de produção a curto e longo prazo; *v)* os recursos internos humanos e materiais e *vi)* o mercado de prestação de serviços de manutenção/subcontratação.

Estes aspectos conduzem à definição de políticas de: *i)* manutenção dos equipamentos; *ii)* investimentos em manutenção; *iii)* intervenção da estrutura de manutenção em novos projetos; *iv)* gestão de peças de reserva; *v)* recursos humanos e formação e *vi)* subcontratação.

Um traço comum encontrado na revisão de literatura repousa na argumentação dos autores que o desdobramento estratégico para os níveis operacionais depende do uso de ferramentas que permitam perceber as nuances da função manutenção. Complementarmente, de acordo com Meireles (2010),

desdobrar estratégia em pensamento tático, chegando às ações operacionais, exige sutileza das gerências empresariais.

Nunes e Valladares (2004), baseados em pesquisa desenvolvida na Usina de Itaipu, afirmam que o plano estratégico depende do exame das condições ambientais específicas, bem como, do entendimento da dinâmica organizacional da gestão integrada dos ativos, da tecnologia e do capital intelectual envolvidos nos sistemas produtivos.

MÉTODO

Viana e Ribeiro (2013) apresentaram um estudo que identifica os fatores de sucesso na gestão da manutenção. O Quadro 2 apresenta a lista de fatores identificada por esses autores.

Quadro 2 – Fatores de sucesso na gestão da manutenção

Estrutura básica	
1	Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção
2	Sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação
3	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional
4	Sistema de Gestão Ambiental
5	Suprimentos de materiais
Operação, avaliação e melhoria	
6	Sistemas computadorizados de administração da manutenção
7	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção
8	Engenharia da manutenção
9	Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva
10	Sistema de gestão de riscos (confiabilidade)
11	Sistema de custeio da manutenção
12	Integração da manutenção e operação
13	Melhoria continua

Fonte: Viana e Ribeiro (2013)

Apoiado na lista de fatores de sucesso enunciados por Viana e Ribeiro (2013), foi planejado um estudo utilizando grupos focados para reunir subsídios para a construção da estrutura de elaboração de planos diretores de manutenção. A estrutura, construída no âmbito dos grupos focados, define elementos que devem ser contemplados, as informações que devem ser reunidas e a forma como essas informações devem ser processadas para gerar os elementos do plano diretor.

A composição dos grupos focados foi feita de forma a reunir especialistas que atuam diretamente com as atividades de manutenção (planejamento e execução) em uma empresa nacional de grande porte, que atua no setor de mineração. Assim, os grupos focados foram constituídos dos seguintes integrantes: gerentes de manutenção e de operação, engenheiros da manutenção e operação, analista de RH, suprimentos e TI, supervisores de PCM e execução da manutenção.

A lógica dentro dos grupos focados seguiu o mesmo roteiro utilizado por Viana e Ribeiro (2013), que explorou os fatores de sucesso, envolvendo os seguintes

passos: *i)* definição de roteiro de perguntas aos grupos focados; *ii)* condução dos grupos focados; *iii)* descrição, interpretação e análise dos dados.

No estabelecimento da estrutura de um plano diretor de manutenção, fez-se um paralelo entre as ferramentas a serem utilizadas na definição do plano diretor com os fatores de sucesso da gestão da manutenção, no sentido de confirmar que todos os fatores de sucesso fossem incluídos, bem como procedimentos gerenciais capazes de tratar adequadamente esses fatores no contexto do plano diretor de manutenção.

Ao final, se produziu uma estrutura que esclarece as informações a serem reunidas e processadas, os métodos a serem utilizados no processamento das informações e os elementos que constituem o plano diretor. Além disso, os elementos gerados são relacionados tanto aos objetivos práticos da organização (referentes à gestão da manutenção), como aos fatores determinantes para o sucesso na gestão da manutenção. Dessa forma, é possível avaliar se a estrutura (e seus elementos constituintes) atende aos objetivos e contempla os fatores de sucesso.

A estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção foi testada através da aplicação da sistemática proposta na elaboração do plano diretor de manutenção de uma planta industrial de mineração para o triênio 2014-2016.

Esta aplicação obedeceu ao seguinte roteiro: *i)* definição de cronograma para as revisões de cada fator; *ii)* definição e treinamento dos profissionais revisores nos métodos para reunir e processar as informações relativas a cada elemento; *iii)* elaboração de proposta do plano diretor, contemplando seus diferentes elementos; *iv)* validação de cada responsável de acordo com a atividade (fator) revisado.

PROPOSTA DE ESTRUTURA

Com base nos 13 fatores de sucesso na gestão da manutenção dispostos na figura 3, se construiu a proposta de elaboração do plano diretor.

A estrutura gerada é relacionada com os fatores de sucesso da gestão da manutenção e visa atender os objetivos de: *i)* esclarecer que informações devem ser reunidas em um plano diretor da manutenção; *ii)* definir como essas informações devem ser processadas; *iii)* indicar os elementos gerados desse processamento que constituem o plano diretor; *iv)* confirmar que o plano contempla adequadamente os fatores de sucesso e *v)* confirmar se o plano proposto atende os objetivos gerenciais.

Observando a Figura 3, percebe-se a organização dos fatores de sucesso em níveis de implementação: *i)* estrutura básica e *ii)* operação, avaliação e melhoria. Baseado nesta lógica, os grupos focados fizeram a tradução dos fatores de sucesso em macro atividades de planejamento anual da função manutenção, desta forma, tem-se a estruturação para a elaboração de um plano diretor da manutenção, conforme será apresentado a seguir.

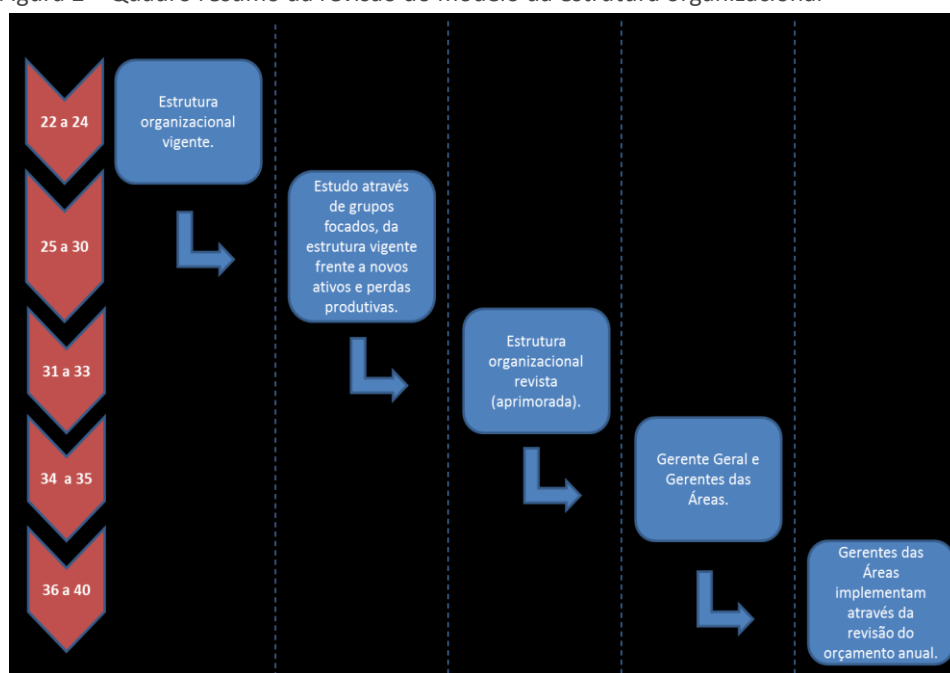
MACRO ATIVIDADE 1: REVISÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Os grupos focados definiram a lógica para revisão anual da estrutura organizacional da função manutenção. A proposta baseou-se em duas entradas para o início das revisões: 1) A entrada de novos ativos e 2) avaliação dos resultados do último ano, observando perdas decorrentes da estrutura organizacional. A Figura 2 sintetiza a lógica de revisão abordada nas discussões nos grupos focados.

Observa-se na figura a indicação de quando deve acontecer cada etapa (semana), de modo a se implementar as revisões na fase de aprovação orçamentária, que na empresa mineradora acontece até a semana 40 de cada ano. Todas as demais revisões indicadas nesta seção seguem este calendário com algumas variações, mas respeitando o limite da semana 40.

As informações que devem ser reunidas para rever a estrutura organizacional, conforme a conclusão do grupo focado, envolvem: *i)* lista de novos ativos e sua distribuição nas áreas da planta industrial existente e *ii)* perfil de perdas produtivas do último ano de operação.

Figura 2 – Quadro resumo da revisão do modelo da estrutura organizacional



Fonte: Autoria própria (2016)

MACRO ATIVIDADE 2: SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS: CAPACITAÇÃO E MOTIVAÇÃO

A proposta apresentada neste artigo, apoiada no estudo em grupo focado deste fator, prevê três entradas para o início das eventuais revisões do sistema de gestão de pessoas: *i)* Matriz de competências da equipe; *ii)* Avaliação das condições no ambiente de trabalho do último ano e *iii)* Pesquisa de engajamento mais recente.

As saídas esperadas deste processo de revisão conduzido pelo grupo focado são: *i)* Plano de capacitação da equipe de manutenção; *ii)* Lista de adequações de condições de trabalho priorizadas, *iii)* Ações de engajamento e *iv)* Plano de ação com iniciativas para melhoria das condições de trabalho e de engajamento para o ano subsequente.

A validação do Plano de Capacitação e do Plano de melhoria das condições de trabalho e engajamento será feita por um comitê composto dos Gerentes de área, Gerente de RH Gerente Geral.

A implementação do Plano de Capacitação deve ficar a cargo da área de recursos humanos na etapa de contratação e acompanhamento dos treinamentos. As supervisões devem contribuir no que tange a disponibilização dos empregados para participação das capacitações planejadas. Com relação às adequações de condições de trabalho e iniciativas de engajamento, a responsabilidade de implementação deve ficar a cargo dos Gerentes de área, após suas devidas aprovações orçamentárias.

MACRO ATIVIDADE 3: SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL

Conforme o trabalho dos grupos focados, as informações a serem reunidas para condução do processo de revisão do sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional envolvem: *i)* Lacunas identificadas na auditoria do sistema e *ii)* Ações de bloqueio definidas nas investigações dos acidentes e quase acidentes com severidade “crítica” ou “catastrófica”.

As lacunas identificadas do sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional originam-se da auditoria final de cada ano, abordando a verificação dos requisitos do SGSS (Sistema de Gestão de Saúde e Segurança), o qual a empresa pesquisada desenvolveu e checka anualmente o nível de aderência ao mesmo de cada uma das suas unidades, o mesmo é composto de treze requisitos sistêmicos (RS), listados no Quadro 3.

Quadro 3 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGSS

RS	Título
01	Liderança em Saúde e Segurança
02	Informações em Saúde e Segurança e Requisitos Legais
03	Análise e gerenciamento de riscos e mudanças
04	Planejamento em saúde e segurança
05	Desenvolvimento comportamental e capacitação em saúde e segurança
06	Gerenciamento de prestadores de serviços
07	Comunicação e consulta
08	Controle Operacional
09	Projeto e implantação de instalações e processos
10	Manutenção da integridade das instalações e processos
11	Preparação e atendimento a emergências
12	Investigação de acidentes e tratamento de desvios
13	Monitoramento, auditorias e inspeções e revisão.

Fonte: Autoria própria (2016)

De posse das lacunas da auditoria do SGSS e das ações oriundas de acidentes ou quase acidentes “críticos” e “catastróficos”, uma equipe técnica formada por Gerentes de áreas, Gerente de Saúde e Segurança e Engenheiro de Segurança, devem tratar as informações de modo a gerar um plano de ação para atendimento das lacunas do SGSS, incluindo a formulação de ações de melhoria de campo com fins de bloquear as causas dos acidentes e quase acidentes classificados como “críticos” ou “catastróficos”.

A validação dos dois documentos será feita pelo Gerente Geral da área Operacional e o Gerente Geral de Saúde e Segurança do Trabalho, cabendo sua implementação aos Gerentes de áreas donos das ações constantes nos dois documentos.

MACRO ATIVIDADE 4: SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Após as discussões em grupo focado, definiu-se que as informações a serem reunidas para o processo de revisão do sistema de gestão ambiental são: *i)* Lacunas identificadas na auditoria do sistema e *ii)* Ações de bloqueio definidas nas investigações dos acidentes e quase acidentes ambientais com severidade “crítica” ou “catastrófica”.

As lacunas identificadas do sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional originam-se da auditoria final de cada ano, abordando a checagem do atendimento ao SGA (Sistema de Gestão Ambiental), a qual se baseia em dezoito requisitos sistêmicos (RS), listados no Quadro 4.

Quadro 4 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGSS

RS	Título
01	Recursos, funções, responsabilidade e autoridades.
02	Não-conformidades ambientais, ação corretiva e ação preventiva.
03	Preparação e resposta a emergência
04	Controle operacional, medição e monitoramento.
05	Requisitos legais
06	Aspectos ambientais
07	Comunicação
08	Controle de documentos e registros
09	Diagnóstico ambiental
10	Política ambiental
11	Competência, treinamento e conscientização
12	Plano diretor de meio ambiente
13	Melhoria contínua
14	Stewardship
15	Gestão da biodiversidade
16	Análise pela administração
17	Objetivos, metas e programas
18	Monitoramento e medição de indicadores de desempenho

Fonte: Autoria própria (2016)

De posse das lacunas da auditoria do SGA e das ações oriundas de acidentes ou quase acidentes ambientais “críticos” e “catastróficos”, uma equipe formada pelos Gerentes de áreas e Gerente de Meio Ambiente deve tratar as informações de modo a gerar um plano de ação para atendimento das lacunas do SGA e formulação de ações de melhoria de campo para bloquear as causas dos acidentes e quase acidentes ambientais classificados como “críticos” ou “catastróficos”.

A validação dos dois documentos deve ser feita pelo Gerente Geral da área Operacional e o Gerente Geral de Meio Ambiente, cabendo sua implementação aos Gerentes de áreas donos das ações constantes nos dois documentos.

MACRO ATIVIDADE 5: SUPRIMENTOS DE MATERIAIS

As informações a serem reunidas para o processo de revisão da macro atividade Suprimentos de materiais envolvem: *i)* Inventário de ativos com criticidade de cada equipamento; *ii)* Lista de itens estocáveis com seus valores máximo e mínimo, itens de garantia operacional e itens inservíveis, com indicação de seus consumos nos últimos 24 meses; *iii)* Acordos de nível de serviço entre manutenção e área de suprimentos e *iv)* Requisitos técnicos para armazenamento, manuseio, transporte e a sistemática periódica de verificação para itens estocados.

Os acordos de nível de serviço (ANS) entre manutenção e área de suprimentos, bem como, os requisitos técnicos para armazenamento, manuseio, transporte e a sistemática periódica de verificação para itens estocados, devem ser foco de uma equipe técnica formada por supervisores de PCM, engenheiros de manutenção, supervisor de armazém e supervisor de suprimentos, no sentido de avaliar os níveis praticados no ano anterior, bem como, desvios que proporcionaram perda de materiais estocados, indicando: *i)* Revisões de acordos de níveis de serviço; *ii)* Tratamento de desvios de atendimento aos ANS; *iii)* Revisão de requisitos técnicos de armazenagem e *iv)* Tratamento de perdas por armazenagem.

A validação das seguintes saídas: *i)* Lista revisada da classificação da criticidade dos equipamentos da planta; *ii)* Revisão da classificação dos itens como “estocáveis” e “garantia operacional”; *iii)* Lista de itens “inservíveis” disponibilizada; *iv)* Revisões de acordos de níveis de serviço; *v)* Tratamento de desvios de atendimento aos ANS; *vi)* Revisão de requisitos técnicos de armazenagem e *vii)* Tratamento de perdas por armazenagem, será de responsabilidade do Gerente da área de Planejamento da Manutenção, Gerente do Armazém e Gerente de Suprimentos, os quais também serão responsáveis pela implementação.

MACRO ATIVIDADE 6: SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO

O grupo focado que estudou esse fator de sucesso concluiu que as informações a serem reunidas para o processo de revisão da macro atividade Sistemas computadorizados de administração da manutenção terão como base os dados de originados da aplicação de pesquisa sobre a qualidade do sistema junto aos usuários.

O processamento dos dados da pesquisa será feito analisando as respostas assinaladas por “não”, avaliando se esses aspectos podem ser tolerados ou se caracterizam um problema a ser resolvido.

De posse das respostas “não” dentro das premissas adotadas pelo grupo, os mesmos participantes discutirão sobre as possíveis causas dos problemas identificados, e as medidas para saná-los. Esse plano deve ser validado pelo Gerente Geral da área Operacional e o Gerente Geral de TI, cabendo a implementação do mesmo ao Gerente de área de Gestão da Manutenção, recebendo quando necessário o suporte do Gerente de área da TI.

MACRO ATIVIDADE 7: SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

As informações a serem reunidas para condução do processo de revisão do sistema de planejamento e controle da manutenção envolvem as lacunas identificadas na auditoria do Sistema que afere a aderência das unidades da empresa de mineração pesquisada às boas práticas de PCM.

De posse das lacunas oriundas desta auditoria, nos requisitos pertinentes ao PCM, uma equipe técnica formada pelos Gerentes de áreas de Execução da Manutenção e Gerente de área de Gestão da Manutenção deve tratar as informações de modo a gerar um plano de ação para atendimento dessas lacunas.

A validação deste plano de ação deve ser feita pelo Gerente Geral da área Operacional, cabendo sua implementação aos Gerentes de áreas donos das ações constantes neste documento.

MACRO ATIVIDADE 8: ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

Da mesma forma que na macro atividade sistema de planejamento e controle da manutenção, o grupo focado entendeu que as informações a serem reunidas para condução do processo de revisão da Engenharia da manutenção envolvem as lacunas identificadas em auditoria.

Identificadas as lacunas pertinentes a Engenharia da manutenção, uma equipe técnica formada pelos Gerentes de áreas de Execução da Manutenção, Gerente de área de Engenharia de Manutenção e Gerente de área de Gestão da Manutenção deve tratar as informações de modo a gerar um plano de ação para atendimento das mesmas.

A validação deste plano de ação deve ser feita pelo Gerente Geral da área Operacional, cabendo sua implementação ao Gerente de Engenharia da Manutenção.

MACRO ATIVIDADE 9: SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES - INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA

As informações a serem reunidas para condução do processo de revisão do Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva, conforme a conclusão do grupo focado que conduziu o estudo deste fator,

envolvem: *i)* Ações de bloqueio definidas nas análises de corretivas ocorridas em equipamentos monitorados no último ano e *ii)* Atualizações tecnológicas de técnicas de monitoramento.

Todas as corretivas em equipamentos monitorados devem ser estudadas por uma equipe formada por engenheiros de manutenção. O objetivo é descobrir suas causas, identificando àquelas cuja causa repousa em alguma inconsistência no sistema de monitoramento, para tanto devem ser analisadas as relações da causa e efeito formadores da falha que levou a corretiva. Para tanto, pode-se aplicar o mapeamento de falhas fornecido pela aplicação da técnica *Fault Tree Analysis (FTA)*. De acordo com Hammarberg e Nadjm-Tehrani (2003), a *FTA* é um modelo gráfico que parte de um modo de falha denominado “evento de topo”, buscando as causas diretas da ocorrência do evento. Almeida *et al.* (2006) indicam que a *FTA* é uma ferramenta conveniente para encontrar as causas que desencadeiam o processo de falha.

Uma vez que a equipe de engenheiros de manutenção encontre as inconsistências no sistema de monitoramento das condições que geraram as falhas causadoras das corretivas em equipamentos monitorados no último ano corrente, os mesmos devem indicar as ações de bloqueios sobre tais causas, gerando assim um plano de adequação do sistema de monitoramento das condições. Esse plano será validado pelo Gerente de área de Engenharia de Manutenção e implantando pelos Gerentes responsáveis por cada ação contida no plano.

A partir da análise das novas técnicas e tecnologias observadas em eventos externos, a equipe de engenheiros da manutenção indica as ações de inovação pertinentes para implantação no ano subsequente, sendo estas validadas pelo Gerente de área de Engenharia da Manutenção e Gerente Geral Operacional, e sua implementação a cargo do próprio Gerente da Engenharia da Manutenção.

MACRO ATIVIDADE 10: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE)

As informações a serem reunidas para condução do processo de revisão do Sistema de gestão de riscos (confiabilidade), conforme o estudo em grupo focado deste fator, devem envolver: *i)* Lacunas de desempenho dos ativos, baseadas em estudos de *benchmarking* e *ii)* Lista de modos de falhas mais frequentes em corretivas no último ano.

A definição das lacunas de desempenho dos ativos, baseadas em estudos de *benchmarking*, deve ser realizada por uma equipe reunindo engenheiros de produção e manutenção. Essa equipe pode indicar quais os equipamentos menos confiáveis da planta, baseado na sua comparação com melhores resultados internos e externos, tendo outros sites da VALE S/A com referência.

As informações reunidas, referentes a equipamentos que apresentam lacunas de desempenho, devem ser tratadas com a formulação de ações para melhoria dos resultados, podendo para tanto ser utilizada a técnica do *FMEA* (Análise de Modos e Efeitos da Falha).

A mesma equipe deve aplicar o *FMEA* nas lacunas identificadas, gerando o plano de tratamento para eliminação ou redução da ocorrência dos modos de falha priorizados.

A equipe também reunirá as informações referentes aos modos de falhas mais frequentes em corretivas no último ano, aplicando da mesma maneira a *FMEA* para identificar as causas e consequente tratamento, completando desta forma o plano de ações para redução de riscos nas operações. Esse plano de ações deve ser validado pelo Gerente de Engenharia e Gerente de Planejamento e Gestão da Manutenção, e deve ser implantando pelos Gerentes de Execução da Manutenção.

MACRO ATIVIDADE 11: SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO

Conforme o grupo focado que analisou esse fator, as informações a serem reunidas para condução do processo de revisão do Sistema de custeio da manutenção envolvem: *i)* desvios na execução orçamentária no último exercício e *ii)* lacunas de desempenho em custos, baseadas em estudos de *benchmarking*.

Essa macro atividade será conduzida por uma equipe formada por engenheiros de manutenção e analista de gestão econômica, que deve reunir as informações dos desvios e lacunas de *benchmarking*. Os desvios terão como foco a execução da peça orçamentária do último exercício, observando quais as anomalias que ensejaram gastos a maior nas contas de manutenção. De posse destas informações, a equipe irá analisar as causas, propondo ações para o seu bloqueio que possam ser incrementadas no próximo exercício orçamentário.

A pesquisa de *benchmarking* também será conduzida pela equipe de engenheiros da manutenção e analistas da gestão econômica.

A validação do plano de melhoria do desempenho em custos será de responsabilidade do Gerente Geral Operacional, e sua implementação caberá aos Gerentes de Área da Manutenção.

MACRO ATIVIDADE 12: INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

As informações a serem reunidas para condução do processo de Integração da manutenção e operação, segundo os resultados do grupo focado, envolvem pontos de dificuldade de comunicação e alinhamento entre as funções manutenção e operação.

Tais pontos serão levantados por uma equipe formada por Gerentes de Manutenção e Operação, tendo como objetivo discutir quais as principais dificuldades geradas pela falha de comunicação e alinhamento entre tais funções, e quais as suas causas. A lista de causas deve ser tratada com ações que as bloqueie. Tais ações podem envolver a revisão das rotinas integradoras das duas funções ou prever eventos de sensibilização entre os profissionais que atuam na manutenção e operação.

A validação do plano de melhoria da interface manutenção e operação deverá ser de responsabilidade dos Gerentes de Área da Manutenção e da Operação, cabendo aos mesmos também a sua implementação.

MACRO ATIVIDADE 13: MELHORIA CONTÍNUA

O estudo em grupo focado revelou que as informações a serem reunidas para condução do processo de melhoria contínua envolvem: *i)* ações de incentivo para a melhoria contínua e *ii)* atualizações tecnológicas para manutenção.

As ações de incentivo para melhoria contínua devem ser planejadas em reuniões com empregados de vários setores, aproveitando o engajamento já existente em iniciativas como: *i)* Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) e *ii)* Projetos Seis Sigma. Uma equipe formada por engenheiros da manutenção deve colher sugestões para ações de incentivo à melhoria na unidade, para em seguida analisá-las, verificar a viabilidade de implantação e, quando for o caso, planejar a implantação.

Com relação às atualizações tecnológicas para manutenção, recorre-se mais uma vez a utilização dos *gatekeepers*, sendo indicada a participação dos mesmos em pelo menos dois eventos anuais, como feira ou congresso versando sobre o tema. A participação nesses eventos permitirá reunir novas técnicas e tecnologias aplicadas à manutenção.

A partir da análise das novas técnicas e tecnologias observadas em eventos externos e das sugestões capturadas para o incentivo à inovação, a equipe de engenheiros da manutenção deve estabelecer a lista de ações para melhoria contínua pertinentes, visando sua implantação no ano subsequente. A validação da lista de ações é de responsabilidade do Gerente de Área de Engenharia da Manutenção e Gerente Geral Operacional, e sua implementação fica a cargo do próprio Gerente da Engenharia da Manutenção.

APLICAÇÃO DA ESTRUTURA

A aplicação foi realizada conforme um cronograma predefinido, com pequenas alterações sem relevância para serem reportadas. Participaram das discussões diversas áreas de interface da Manutenção industrial, tais como: Recursos Humanos, Operação, Gestão Econômica, Gestão de Estoques e Armazém, Gestão da Qualidade, Gestão de Meio Ambiente, Tecnologia da Informação, Saúde e Segurança.

Como previsto na estrutura proposta, várias equipes técnicas foram estabelecidas para construção do plano diretor, seguindo a estrutura proposta pelo estudo em grupos focados. No total foram 13 equipes envolvendo cerca de 100 profissionais. Cada uma dessas equipes teve um líder indicado, onde o mesmo funcionou como coordenador das atividades e responsável pela entrega do respectivo plano.

O aprendizado durante a aplicação da estrutura proposta proporcionou algumas constatações. A primeira constatação refere-se ao fato que o método prescrito é mais completo, pois incorpora explicitamente as análises das equipes para cada fator de sucesso, capturando planos de melhorias para cada um deles.

Uma vez que o método proposto é mais completo, observou-se maior dificuldade de implantação no primeiro momento, em função do maior volume de informações que devem ser reunidas para conduzir cada etapa. No entanto, uma vez entendida a estrutura, organizados os grupos de acordo com suas demandas e

reunidas as informações de entrada, os resultados referentes a qualidade das análises e tempo de entregas, demonstraram considerável evolução em relação aos anos anteriores.

No que se refere à qualidade das análises, os principais ganhos foram: *i)* maior detalhamento das entradas, uma vez que as mesmas foram predefinidas, e *ii)* uma análise mais completa dos processo, devido à utilização de equipes técnicas organizadas de acordo com *expertise* e envolvimento operacional em cada fator de sucesso.

No que tange ao tempo de entregas, uma vez com o método sistemático de revisão, propiciado pela estrutura proposta, observou-se uma programação eficaz de todas as etapas envolvidas, que foram completadas no prazo previsto.

Assim, a avaliação geral das pessoas que se envolveram de forma mais intensa com a nova estrutura de elaboração do PDM é que o plano gerado é nitidamente mais completo e melhor orientado para os aspectos relevantes para triênio seguinte. Houve consenso em relação ao fato que a estrutura proposta propiciou uma melhor análise dos pontos que impactavam o resultado da planta em seus diversos fatores de sucesso na gestão da manutenção.

O maior engajamento da equipe é outro diferencial do método proposto. Isso foi alcançado, em parte, através da ampla utilização da técnica de grupos focados na planta industrial, fato que determinou uma mudança de cultura, visto que em outros aspectos da rotina operacional as equipes passaram, naturalmente, a optar pela utilização dessa técnica. Em vários momentos, surgiram exemplos da elevação do engajamento e solução coletiva dos problemas por parte da equipe de manutenção da planta industrial. Os planos de melhoria em custos, melhoria contínua, monitoramento das condições, entre outros gerados pela aplicação da nova metodologia do PDM, são exemplos de articulação entre diversos talentos, o que proporcionou uma maior difusão dos conhecimentos de engenharia e manutenção.

No que tange ao campo gerencial, percebeu-se um avanço na maturidade da gestão da planta industrial, pois, além da ênfase nas atividades de planejamento, foi exercitada, através dos grupos focados, a competência da “capacidade de escuta” dos gerentes e supervisores, ficando claro que as decisões repousavam mais no aspecto técnico, do que no desejo individual de um gestor ou outro. Por parte dos gerentes e supervisores, ficou nítido um maior conforto na gestão de suas áreas, visto observarem o sucesso do compartilhamento das decisões através de um método claro de engajamento das equipes de forma temática.

Através dos planos de ação, orientados pelos fatores de sucesso, gerados na elaboração do PDM, a planta industrial foi capaz de assumir novos desafios em seu orçamento de 2013 comparado ao realizado em 2012, em todos os seus aspectos. Nesse sentido, a avaliação da equipe que participou da elaboração dos planos e conhece os detalhes das ações incorporadas ao plano possibilitou estimar os seguintes ganhos associados ao uso da nova estrutura de elaboração do PDM:

- (i) Redução em 20% da taxa de acidentes pessoais, item difícil de quantificar financeiramente, pois envolve aspectos intangíveis, mas que certamente possui efeito importante para elevar a satisfação e a moral dos colaboradores;

- (ii) Elevação das Disponibilidades Físicas das plantas gerando um aumento na capacidade de produção em cerca de dois milhões de toneladas ao ano, considerando a margem atual sobre a venda de minério de ferro isso representa um aumento potencial de faturamento líquido da ordem de R\$ 299,1 milhões, condicionado a disponibilidade de minério para beneficiamento;
- (iii) Redução no orçamento da manutenção em 13,3%, o que representa uma redução de custos de manutenção da ordem R\$ 18,63 milhões.

CONCLUSÃO

Este artigo foi elaborado considerando os seguintes objetivos específicos: *i)* estabelecimento de uma estrutura para a elaboração de plano diretor de manutenção e *ii)* teste da estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção, através da aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção de uma planta industrial de mineração para o triênio 2014-2016.

O estabelecimento de uma estrutura para elaboração de plano diretor de manutenção foi realizado através da observação de como se processam os fatores de sucesso no ambiente da manutenção de uma empresa de grande porte. Essa observação permitiu identificar os elementos que devem constituir uma estrutura adequada para a construção e revisão anual de planos diretores de manutenção. Foram definidas as entradas necessárias para discussão de cada fator de sucesso, seu processamento, suas saídas e as responsabilidades por validá-las e implantá-las. Além disso, foi gerado um cronograma, onde estão lançadas as atividades que devem ocorrer ao longo das semanas do ano, desta forma organizando o tempo de dedicação das equipes à elaboração do plano, de forma a otimizá-lo.

A estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção foi testada através da aplicação da sistemática proposta na elaboração do plano diretor de manutenção da planta industrial para o triênio 2014-2016. Esta aplicação obedeceu ao seguinte roteiro: *i)* definição de cronograma para as revisões de cada fator; *ii)* definição e treinamento dos profissionais revisores nos métodos para reunir e processar as informações relativas a cada elemento; *iii)* elaboração de proposta do plano diretor, contemplando seus diferentes elementos; *iv)* validação de cada responsável de acordo com a atividade (fator) revisado.

Através dos planos de ação, orientados pelos fatores de sucesso, gerados na elaboração do PDM, a planta industrial foi capaz de assumir novos desafios em seu orçamento de 2013 comparado ao realizado em 2012, em todos os seus aspectos. Nesse sentido, a avaliação da equipe que participou da elaboração dos planos e conhece os detalhes das ações incorporadas ao plano possibilitou estimar os seguintes ganhos associados ao uso da nova estrutura de elaboração do PDM: *i)* redução em 20% da taxa de acidentes pessoais; *ii)* elevação das disponibilidades físicas das plantas com potencial de faturamento líquido de R\$ 80 milhões; e *iii)* redução no orçamento da manutenção em 6%, o que representa uma redução de custos na ordem R\$ 10 milhões.

Outros ganhos advindos da aplicação da estrutura proposta também foram percebidos pelas equipes, no entanto, devido a serem intangíveis não foi capaz a sua mensuração em unidades financeiras. Entre esses ganhos, podem ser citados:

i) elevação do engajamento da equipe com os resultados, visto a mesma ter participado efetivamente da elaboração dos compromissos e meios para atingir os resultados propostos e *ii)* maior segurança e autoestima dos profissionais da função manutenção, uma vez que perceberam a elevação do nível de discussão abordando os elementos essenciais que sustentam a função manutenção na planta industrial.

Development and implementation of a directive maintenance plan in a mining company

ABSTRACT

This article aims to develop a framework to elaborate directive maintenance plans in big companies. Based on a list of success factors, focus group method is used to develop a framework that defines elements and information that should be considered to generate a directive maintenance plan. This structure is tested by applying the proposed methodology to develop the directive maintenance plan in a mining industry for the triennium 2014-2016. The application followed the steps: i) defining a timeline for revisions of each factor, ii) defining and training professional reviewers in the methods to gather and process information relating to each element; iii) preparing the proposed directive maintenance plan, considering its different elements, iv) validating the proposal for each sponsor according to the activity (factor) revised. As a result, it is estimated a reduction of 20% in the rate of injury, an increase of approximately two million tons per year in production capacity, and 13% reduction in maintenance budget.

KEYWORDS: Maintenance Management. Directive Maintenance Plan. Success Factors. Focus Groups. Mining Company.

REFERÊNCIAS

BRANCO FILHO, F. G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

CALLIGARO, C. **Proposta de fundamentos habilitadores para a gestão da manutenção em indústrias de processamento contínuo baseada nos princípios da manutenção classe mundial**, Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2003.

GURSKI C. A.; RODRIGUES M. Planejando estrategicamente a manutenção. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, 2008.

HAMMARBERG, J.; NADJIM-TEHRANI, S. Development of Safety-Critical Reconfigurable Hardware with Esterel. **Electronic Notes in Theoretical Computer Science** 80, 2003. **crossref**

MÁRQUEZ, A. C.; LEÓN, P. M.; FERNÁNDEZ, J. F. G.; MÁRQUES C. P.; GONZÁLEZ V. The Maintenance Management Framework: a Practical View to Maintenance Management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15, n. 2, p. 167-178, 2009. **crossref**

MEIRELES, C. **Visão estratégica, pensamento tático e mãos operacionais**. Disponível em: <<http://gestaoprojetobr.ning.com/profiles/blogs/visao-estrategica-pensamento>>.

NUNES, E. L.; VALLADARES, A. Gestão da manutenção e do conhecimento como estratégia na instalação de unidades geradoras de energia elétrica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP**, 24, Florianópolis, 2004.

OTONI, M.; MACHADO W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial, **Revista Gestão Industrial**, Paraná, UTFPR, v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008.

PINTO, C. **Organização e Gestão da Manutenção**, 1ª edição, Editora Monitor, 1999.

SOUSA, R. G. F. **Desenvolvimento do sistema de implantação e gestão da manutenção**, Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 1999.

VIANA, H. R. G. & RIBEIRO J. L. D. **Fatores de sucesso para gestão da manutenção de ativos: um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção**, Tese do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2013.

Recebido: 28 abr. 2016

Aprovado: 27 out. 2017

DOI: 10.3895/gi.v13n3.3924

Como citar:

VIANA, H. R. G.; RIBEIRO, J. L. D. Elaboração e aplicação de um plano diretor de manutenção em uma empresa mineradora. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 37-56, set./nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rqi/>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Herbert Ricardo Garcia Viana

Rua Desembargador Tulio Bezerra de Melo, 3700, Ap.201, Candelária, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

