

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Herbert Ricardo Garcia Viana

**FATORES DE SUCESSO PARA GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE ATIVOS: UM MODELO PARA
ELABORAÇÃO DE UM PLANO DIRETOR DE
MANUTENÇÃO**

Porto Alegre

2013

Herbert Ricardo Garcia Viana

**FATORES DE SUCESSO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ATIVOS: UM MODELO PARA
ELABORAÇÃO DE UM PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Porto Alegre

2013

Herbert Ricardo Garcia Viana

**FATORES DE SUCESSO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ATIVOS: UM MODELO PARA
ELABORAÇÃO DE UM PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carla S. ten Caten (PPGEP/UFRGS)

Prof. Dr. Thomas Clarke (PPGEP/UFRGS)

Dr. Leonardo de Almeida Queiroz (VALE/DIFN)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus dois filhos, Heitor e Henrique, luzes da minha vida, os quais me ensinam a cada minuto um novo conceito da palavra AMOR.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me renovar a cada dia na fé de uma vida melhor e mais plena.

Agradeço aos meus pais, Genival e Clemilda, pelo empenho na formação educacional e cidadã, e carinho na construção de um homem de bem.

Agradeço a minha amanda esposa e grande companheira, Nazaré, por sua compreensão e incentivo em todos os dias da minha vida.

Agradeço as minhas irmãs, Mônica e Silvana, ambas doutoras em engenharia, que sempre me impulsioram para pesquisa e aprofundamento nos estudos.

Agradeço a minha querida sogra, Iracema, por seu apoio incondicional em vários momentos da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Professor Ribeiro, por sua dedicação, paciência e senso profissional aguçado na condução deste trabalho.

Agradeço a Antônio Padovezi, diretor da Vale S/A, e Maria Cristina, Gerente Geral da Vale S/A, pela postura permanente de incentivo à educação.

RESUMO

Esta tese de doutorado tem como objetivo a definição dos fatores determinantes para o sucesso na Gestão da Manutenção, buscando identificar e explorar seus elementos estratégicos, bem como estabelecer uma estrutura lógica de implementação desses fatores e de elaboração de planos diretores de manutenção na indústria. Para atingir os objetivos, foi empregada a técnica de grupos focados e realizadas as seguintes etapas: *i*) identificação dos fatores determinantes do sucesso da gestão da manutenção; *ii*) definição da estrutura para elaboração do plano diretor da manutenção; *iii*) definição do conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção e *iv*) aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás da Empresa Vale para o triênio 2014 – 2016. Como resultados, o estudo determinou 13 fatores de sucesso para a Gestão da Manutenção, entre eles estão: Sistemas Computadorizados de Administração da Manutenção, Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção e Sistema de Custeio da Manutenção. Baseado nesses fatores, foi determinada uma estrutura para a construção e revisão anual de planos diretores de manutenção. A utilização desse novo modelo na planta industrial de Carajás possibilitou estimar os seguintes ganhos: *i*) redução em 20% da taxa de acidentes pessoais; *ii*) elevação das disponibilidades físicas das plantas com potencial de faturamento líquido de R\$ 299,1 milhões; e *iii*) redução no orçamento da manutenção em 13,3%, o que representa uma redução de custos na ordem R\$ 18,63 milhões.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção, Fatores de sucesso, Plano Diretor de Manutenção.

ABSTRACT

This thesis aims to define the factors for success in Maintenance Management by seeking to identify and explore its strategic elements, as well as establish a logical structure to implement these factors and determine directive maintenance plans in the industry. To achieve the objectives, focus groups were utilized and performed the following steps: i) identification of the determinant factors of successful maintenance management, ii) definition of a framework for preparing the directive maintenance plan, iii) definition of key indicators to track the performance of maintenance activities and iv) application of the proposed structure in the industrial plant Carajás, of Vale Company, for the period of 2014-2016. As a result, the study found 13 success factors for Maintenance Management, among them are: Computerized Maintenance Management System, System of Maintenance Planning and Control and Maintenance Costing System. Based on these factors, a framework was developed for the construction and annual review of directive maintenance plans. Using this new model in the industrial plant Carajás resulted in the following estimated gains: i) a 20% reduction in the rate of injury, ii) an increase in the availability of physical plants with potential net revenues of R\$ 299,1 million, and iii) a reduction in the maintenance budget by 13,3% which represents a decrease of U.S. \$ 18,63 million in costs.

Keywords: Maintenance Management, Success Factors, Maintenance Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organograma da Manutenção Industrial Carajás.....	21
Figura 2 – Pirâmide da Manutenção.....	30
Figura 3 – Arco da gestão da manutenção	31
Figura 4 – Fatores determinantes observados na literatura	32
Figura 5 – Fatores determinantes da Gestão da Manutenção	37
Figura 6 - Cadeia de diretrizes estratégicas.....	51
Figura 7 – Estratégias para manutenção e ferramentas para sua definição.	52
Figura 8 – Etapas do trabalho de definição dos fatores de sucesso.....	55
Figura 9 – Lógica da aplicação dos grupos focados na pesquisa	61
Figura 10 – Roteiro de perguntas na aplicação dos grupos focados.....	61
Figura 11 – Fatores de sucesso observados no grupo de Gerentes.....	64
Figura 12 – Rotinas e os fatores de sucesso que as suportam	65
Figura 13 – Fatores de sucesso observados no grupo de Supervisores	65
Figura 14 – Fatores de sucesso observados no grupo de Engenheiros.....	66
Figura 15 – Fatores de sucesso observados na bibliografia e grupos focados	67
Figura 16 – Fatores de sucessos presentes na revisão bibliográfica e grupos focados.....	68
Figura 17 – Fatores de sucesso na Gestão da Manutenção	72
Figura 18 – Fatores de sucesso sequenciados em blocos	74
Figura 19 – Quadro resumo da revisão do modelo da estrutura organizacional	75
Figura 20 – Organograma das Gerências de Execução	78
Figura 21 – Organograma das Gerências de Suporte	78
Figura 22 – Quadro resumo da revisão do sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação.....	81
Figura 23 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGSS Vale.....	82
Figura 24 – Exemplo de <i>check-list</i> de perguntas do SGSS	83
Figura 25 – Quadro resumo da revisão do sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional.....	84
Figura 26 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGA Vale	85
Figura 27 – Quadro resumo da revisão do modelo para gestão ambiental.....	86

Figura 28 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Suprimentos de materiais.....	89
Figura 29 – Questionário sobre a qualidade do MAXIMO – parte 1	91
Figura 30 – Questionário sobre a qualidade do MAXIMO – parte 2.....	92
Figura 31 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema computadorizado.....	93
Figura 32 – Pirâmide dos requisitos do VPS-M.....	94
Figura 33 – 18 requisitos ligados à macro atividade PCM do bloco “Planejamento”.....	96
Figura 34 – 12 requisitos ligados à macro atividade PCM do bloco “Rotina de Manutenção”	97
Figura 35 – 20 requisitos ligados a macro atividade PCM do bloco “Gestão de projetos de intervenção”	98
Figura 36 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema de planejamento e controle da manutenção	99
Figura 37 – 12 requisitos ligados a macro atividade Engenharia da manutenção dos blocos “Tratamento de perdas” e “Prevenção de falhas”	100
Figura 38 – 20 requisitos ligados a macro atividade Engenharia da manutenção dos blocos “Desenvolvimento de materiais e fornecedores” e “Controle inicial”.	101
Figura 39 – Quadro resumo da revisão da macro atividade engenharia da manutenção.....	102
Figura 40 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva.....	104
Figura 41 – Quadro resumo da revisão da macro atividade revisão do Sistema de gestão de riscos (confiabilidade)	106
Figura 42 – Quadro resumo da revisão da macro atividade revisão do Sistema custeio da manutenção	107
Figura 43 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Integração manutenção e operação.....	108
Figura 44 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Melhoria Continua	109
Figura 45 – Fluxograma para definição de indicadores que representem os fatores de sucesso.....	111
Figura 46 – Lista de indicadores dos fatores do bloco “Estrutura Básica”	112
Figura 47 – Lista de indicadores dos fatores do bloco “Operação, avaliação e melhoria”	115
Figura 48 – Fotos dos grupos focados.....	119
Figura 49 – Vista aérea das operações industriais de Carajás com indicação da localização da planta do +40 MTPA	121
Figura 50 – Organograma proposto pelo grupo focado para revisão da estrutura organizacional de manutenção industrial de Carajás.....	122
Figura 51 – Pontos de referência para o basculamento nas britagens	127
Figura 52 – Utilização de cintos com sistema de indicação de ruptura.....	127
Figura 53 – Horas corretivas em cada planta de britagem devido ao modo de falha “travamento de britadores por blocos (Matacão)”	134

Figura 54 – Intervenções nas plantas de britagem devido ao modo de falha “travamento de britadores por blocos (Matacão)”	135
Figura 55 – Posicionamento e funcionamento das grelhas fixas nas plantas de britagem.	135
Figura 56 – Acidente com caminhão na planta de britagem.	136
Figura 57 – Modelo de grelha para planta de britagem BSM-3.	136
Figura 58 – Momentos de montagem da grelha na planta de britagem BSM-4.	137
Figura 59 – Comparativo de benchmarking em custos por conta entre Carajás e Minas Centrais.	138
Figura 60 – Exemplos de plataformas instaladas com indicação da redução de custos no serviço de montagem de andaimes.	138
Figura 61 – Agenda compartilhada da operação e manutenção.	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formas de organização da manutenção (ABRAMAN, 2011).....	39
Tabela 2 – Níveis hierárquicos da manutenção (ABRAMAN, 2011).....	40
Tabela 3 – Relação de horas treinadas e participações no plano de capacitação da equipe de manutenção	124
Tabela 4 – Peso das ações de treinamento por tipo de modelo educacional	124
Tabela 5– Grupos de risco.....	126
Tabela 6 – Ações de melhoria do sistema informatizado.....	131

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 TEMA E OBJETIVOS.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA E OBJETIVOS.....	18
1.3 MÉTODO DE TRABALHO	19
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	21
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO	24
2.2 FATORES DE SUCESSO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	27
2.2.1 SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO	33
2.2.2 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	34
2.2.3 SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO	36
2.2.4 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DEFINIDA PARA O SETOR DA MANUTENÇÃO	38
2.2.5 SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL	40
2.2.6 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	41
2.2.7 MELHORIA CONTÍNUA	43
2.2.8 SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES – INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA	44
2.2.9 CAPACITAÇÃO	46
2.2.10 SUPRIMENTOS DE MATERIAIS	47
2.2.11 INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO	47
2.2.12 ENGAJAMENTO E MOTIVAÇÃO	48
2.3 INDICADORES DA MANUTENÇÃO.....	49
2.4 ESTRUTURA DO PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO	51
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	54
3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DETERMINANTES DO SUCESSO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	54
3.2 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DA MANUTENÇÃO	56

3.3 DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES CHAVES PARA O CONTROLE DO DESEMPENHO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	57
3.4 APLICAÇÃO DA ESTRUTURA PROPOSTA NA DEFINIÇÃO DO PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO DA PLANTA INDUSTRIAL DE CARAJÁS PARA O TRIÊNIO 2014 – 2016	58
4 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE SUCESSO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ...	59
4.1 GRUPOS FOCADOS	59
4.2 APLICAÇÃO DOS GRUPOS FOCADOS	60
4.2.1 PLANEJAMENTO.....	61
4.2.2 CONDUÇÃO DAS SESSÕES DOS GRUPOS FOCADOS.....	63
4.2.3 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	63
4.3 ELABORAÇÃO DA LISTA FINAL DOS FATORES DE SUCESSO	67
4.3.1 RETORNO AOS GRUPOS FOCADOS	68
4.3.2 RETORNO À LITERATURA: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE)	70
4.3.3 LISTA FINAL DOS FATORES DE SUCESSO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	71
4.3.4 ORGANIZAÇÃO DOS FATORES DE SUCESSO EM BLOCOS	73
5 ESTRUTURA PARA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES	74
5.1 MACRO ATIVIDADE 1: REVISÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	75
5.2 MACRO ATIVIDADE 2: SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS: CAPACITAÇÃO E MOTIVAÇÃO.....	79
5.3 MACRO ATIVIDADE 3: SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL	81
5.4 MACRO ATIVIDADE 4: SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	84
5.5 MACRO ATIVIDADE 5: SUPRIMENTOS DE MATERIAIS	86
5.6 MACRO ATIVIDADE 6: SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO	89
5.7 MACRO ATIVIDADE 7: SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	93
5.8 MACRO ATIVIDADE 8: ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO.....	99
5.9 MACRO ATIVIDADE 9: SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES - INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA.....	102
5.10 MACRO ATIVIDADE 10: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE) .	104
5.11 MACRO ATIVIDADE 11: SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO	106
5.12 MACRO ATIVIDADE 12: INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO	107
5.13 MACRO ATIVIDADE 13: MELHORIA CONTÍNUA	108
6 INDICADORES	110
7. ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR.....	119

7.1 REVISÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	120
7.2 SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS: CAPACITAÇÃO E MOTIVAÇÃO	122
7.3 SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL.....	125
7.4 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	127
7.5 SUPRIMENTOS DE MATERIAIS	128
7.6 SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	130
7.7 SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	131
7.8 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO.....	132
7.9 SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES - INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA	132
7.10 SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE).....	133
7.11 SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO	137
7.12 INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO	139
7.13 MELHORIA CONTÍNUA	140
7.14 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA ESTRUTURA PROPOSTA	141
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
8.1 CONCLUSÕES.....	143
8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	145
REFERENCIAS	146
APÊNDICE 1 – Cronograma e avaliação de carga de trabalho na estruturação do PDM.	154
APÊNDICE 2 – Cronograma e avaliação de carga de trabalho na estruturação do PDM	154

1 INTRODUÇÃO

A Manutenção compreende o conjunto de atividades voltadas a manter em perfeito estado produtivo os bens de produção. A palavra Manutenção advém do termo latim, *manus tenere*, cujo significado é “Manter o que se tem em mãos”, conforme explica Ferraz Júnior (2009). Monchy (1989) observa que o emprego do termo manutenção tem origem no ambiente militar, onde o sentido da palavra reportava a manter as unidades de combate, seu material e efetivo, constantemente, em um bom nível.

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.

Por algum tempo, a ideia de que os valores de produção estariam atrelados unicamente ao tamanho do investimento em tecnologia e ampliação das plantas foi dominante. Com isso as atividades de manter as instalações em perfeito estado de conservação recebiam atenção secundária. Complementando essas ideias, Siqueira (2005) indica que o desenvolvimento da manutenção pode ser dividido em três gerações: Mecanização, Industrialização e Automatização.

A primeira geração, Mecanização, estende-se entre 1940 e 1950, destacando-se a utilização de equipamentos simples e superdimensionados. Em decorrência disso, a sociedade da época pouco dependia de seu desempenho, exigindo apenas que os mesmos fossem restaurados quando apresentassem defeitos.

A geração seguinte, Industrialização, começa em 1950 e termina por volta de 1975. Esta geração acompanhou a disseminação das linhas de produção contínuas, onde cresce a dependência dos produtos e processos industriais em relação à Manutenção. A maior disponibilidade e vida útil, a um baixo custo, tornou-se o principal objetivo de avaliação dos equipamentos. Em consequência destas novas prioridades, surgem técnicas de manutenção preventiva capazes de minimizar a ocorrência de falhas e seus impactos no ambiente industrial. É neste período que a manutenção preditiva aparece como uma opção para

melhoria do desempenho. Paralelamente, surge o *TPM (Total Productive Maintenance)*, advindo dos conceitos da Qualidade Total japoneses, lançando as bases para terceira geração.

A terceira geração, Automação, inicia em 1975. Neste período a sociedade começa a consumir em larga escala, surgindo uma concorrência globalizada nos diferentes setores industriais, os equipamentos são mais exigidos em sua capacidade nominal, tornando a disponibilidade dos mesmos um fator essencial, aumentando a importância da manutenção. Na terceira geração, percebe-se também um aumento na exigência dos consumidores em relação à qualidade dos produtos. Assim, a qualidade de produtos e serviços, juntamente com a confiabilidade e custos, tornaram-se os critérios básicos para um bom desempenho industrial.

Nesta geração, a manutenção passou a ser objeto de estudo de vários profissionais, sendo que vários livros foram publicados (NASCIF, 1999; KARDEC, 1999 e TAVARES, 1999).

Surge a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), a qual encaminha a partir de 1995 trabalhos de pesquisa na área de manutenção, buscando o entendimento sobre o segmento, através de suas pesquisas e congressos brasileiros de manutenção (ABRAMAN, 2011).

Não se sabe ao certo quem lançou o conceito da Manutenção Classe Mundial, mas, para Mirshawka e Olmedo (1993), o termo “classe mundial” significa para um fabricante ter as condições para competir em qualquer lugar do mundo oferecendo produtos com qualidade, preços atrativos, prazos de entrega enxutos e reconhecimento como um fornecedor confiável. Nessa definição, observa-se, a presença do termo “confiável”. A busca pela confiabilidade é um conceito sempre presente na manutenção, sendo esta um balizador para se afirmar quem tem ou não uma manutenção classe mundial.

Imbuído desta ideia, Blanco (1996) menciona pela primeira vez na América Latina, em um artigo técnico, o termo “Manutenção Classe Mundial”, durante a XXIV Convenção Pan-americana de Engenheiros – UPADI/96. Na verdade, Blanco (1996) definiu um conceito, o qual estabelecia o norte dos próximos anos para os organismos mantenedores, tendo como ideia central atingir a excelência na organização e operacionalização da Função Manutenção.

Ingalls (2001) arguiu que a Manutenção Classe Mundial está fundamentada nas melhores práticas de manutenção e devem ser observadas doze dimensões a serem trabalhadas: Liderança e Política; Estrutura Organizacional; Controle de Inventários; Sistemas Computadorizados de Administração; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Planejamento e Programação; Fluxo de Trabalho; Controle Financeiro; Envolvimento das Pessoas; Recursos Humanos e Treinamento; Melhoramento Contínuo.

A função manutenção complementa a função operação e as duas formam a função produção, o que possui relevante peso na definição da estratégia empresarial. Xenos (1998) afirma que a manutenção tem uma forte relação com os setores produtivos, influenciando principalmente a qualidade e produtividade. Assim, ela desempenha um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios.

Muitos autores entendem que a estratégia empresarial tem como principal alicerce a função produção. Segundo Stevenson (2001), a função produção surge como a responsável pela geração do bem (tangível ou intangível) que uma empresa oferecerá ao mercado. Ballestero-Alvarez (2010) afirma que a função produção é a responsável pela definição, captação e agenciamento dos recursos necessários para a perfeita obtenção do bem a ser oferecido, sendo ela colaboradora e participante, junto com outras duas: marketing e finanças, na definição adequada e coerente de uma estratégia empresarial. Ballestero-Alvarez (2010) observa que as três funções, embora diferentes em seus objetivos particulares, são interdependentes e inter-relacionadas e todas são imprescindíveis para o sucesso da organização.

A área de manutenção ganhou status de função estratégica decorrente do seu atual papel nos sistemas produtivos, onde repousa em seu bom desempenho, a disponibilidade dos ativos e suas devidas calibrações. Este fato contribui para garantir a qualidade intrínseca dos produtos, sendo a manutenção uma participante ativa e importante da estratégia das organizações (NASCIF; KARDEC, 1999).

1.1 TEMA E OBJETIVOS

O tema deste trabalho é a gestão da manutenção. Nesse contexto, a definição dos fatores determinantes para o sucesso na Gestão da manutenção, que também pode ser entendida como a busca de seus elementos estratégicos, é um aspecto importante nas plantas industriais. Este trabalho busca identificar e explorar tais elementos. A lógica estabelecida para implementar os fatores de sucesso da gestão da manutenção é outro objetivo da tese, tão importante quanto o primeiro, decorrente da necessidade de estabelecer uma estrutura capaz de apoiar a elaboração de planos diretores de manutenção.

Assim, esta tese se propõe a atingir aos seguintes objetivos específicos:

- a) Identificação de fatores determinantes do sucesso da gestão da manutenção, para a tradução de estratégias organizacionais em ações e resultados na gestão de ativos;

- b) Apoiado nos fatores de sucesso identificados, estabelecimento de uma estrutura para a elaboração de plano diretor de manutenção e definição de conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção.
- c) Teste da estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção, através da aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás para o triênio 2014-2016;

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA E OBJETIVOS

Considerando a realidade da indústria de transformação brasileira, o estudo sobre a estrutura para a elaboração de um PDM (Plano Diretor da Manutenção) não tem sido explorado de forma satisfatória. Nota-se o esforço na busca de estratégias operacionais da manutenção de maior abrangência, conforme relatado por Branco Filho (2008). 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.

Em linhas gerais, esta pesquisa investiga referenciais e procedimentos para a elaboração de planos diretores de manutenção. Para tanto, é necessário percorrer algumas etapas. Uma delas é a definição dos fatores determinantes do sucesso da gestão da manutenção, sendo este o primeiro dos objetivos desta pesquisa.

O interesse na exploração dos fatores determinantes justifica-se pela necessidade de uma visão mais detalhada dos fundamentos que conferem à manutenção a base da sua política de desenvolvimento e aplicação.

A indicação dos fatores de sucesso para a tradução da estratégia em ações e resultados na gestão da manutenção de ativos preenche uma lacuna no campo teórico no tema, bem como, contribui para permitir a replicação de tal processo, reduzindo as decisões circunstanciais e fortemente influenciadas pelo toque pessoal dos detentores dos altos cargos.

O segundo objetivo da tese é atendido através do estabelecimento 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.

Após a definição da estrutura para elaboração do plano diretor de manutenção, partiu-se para a definição do conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção, capazes de expressar se os fatores de sucesso e premissas assumidas no plano diretor estão sendo adequadamente atendidos.

Ao definir os indicadores chaves do processo de manutenção, capazes de aferir o desempenho e saúde do processo, de forma qualitativa, é explorado um campo carente de métricas particularizadas à manutenção aplicada ao setor mineral. Tais definições podem suportar estudos e análises de ambientes mantenedores inseridos nos diversos sistemas produtivos, fornecendo assim, contribuição relevante aos pesquisadores dos modelos de gestão da manutenção no país.

O Plano Diretor para manutenção industrial do complexo de Carajás para o triênio 2014 – 2016 permitiu aplicar efetivamente o modelo definido como objetivo geral, além disto, trata-se de uma contribuição para a VALE S/A, fomentadora deste trabalho de doutoramento.

Esta tese defende um novo olhar das principais funções para definição da estratégia empresarial, buscando desdobrar o conceito de Produção em dois elementos ligados umbilicalmente nos resultados fabris, mas separados fortemente em suas rotinas e dinâmicas internas, ou seja, busca-se explorar o desdobramento do conceito de Produção em: Operação e Manutenção.

Daí a necessidade do estudo dos fatores de sucesso para a tradução da estratégia em ações e resultados na gestão da manutenção de ativos, materializando assim, um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção e definição de indicadores de processo.

1.3 MÉTODO DE TRABALHO

A metodologia proposta consiste em pesquisa aplicada, voltada às características do processo de manutenção industrial do complexo de Carajás. O trabalho é suportado por abordagens qualitativas. Quanto aos procedimentos, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e pesquisa-ação. Seguindo a linha qualitativa, o trabalho apoia-se principalmente em conceitos apresentados na literatura e opinião de especialistas, reunida através de estudos em grupos focados. A aplicação de grupos focados envolveu sessões com três grupos distintos: gerentes de área, supervisores e engenheiros/analistas.

Em paralelo à aplicação dos grupos focados foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar fatores de sucesso aceitos na literatura, complementando-os através da lista gerada pelos grupos focados.

Conforme observam Oliveira e Freitas (1998), a necessidade de segmentação justifica-se no fato das relações e demandas de cada grupo serem distintas dentro do ambiente de manutenção, havendo assim a necessidade de garantir maior representatividade na captura das percepções de cada grupo. Além disso, a segmentação gera maior espontaneidade das discussões, uma vez que as rodas de conversa serão compostas por pessoas do mesmo nível hierárquico.

O tamanho dos grupos foi definido de forma a evitar grupos muito pequenos, pois são facilmente dominados por um ou dois membros, ou grupos muito grandes que podem causar tédio em alguns participantes ou gerar conversas paralelas, como observa Churchill e Nielsen (1999). Assim os diversos estudos em grupos focados tiveram a participação de 6 a 8 pessoas. A pesquisa com grupos focados foi desenvolvida nos seguintes passos: *i)* Definição de roteiro de perguntas aos grupos focados; *ii)* Condução dos grupos focados; *iii)* Organização e análise dos dados.

Em um segundo momento, houve a consolidação da lista dos fatores de sucesso, integrando informações da literatura e dos grupos focados. Em, seguida, realizou-se o retorno aos mesmos grupos focados, para discussão da lista completa dos fatores de sucesso, buscando compreender a influência desses fatores no ambiente específico de Carajás, gerando após este retorno, uma segunda lista dos fatores de sucesso.

O segundo objetivo da tese é atendido através do estabelecimento de uma estrutura para elaboração de plano diretor de manutenção, através da observação de como se processa os fatores de sucesso no ambiente da manutenção em Carajás.

Apoiados na definição dos fatores de sucesso e orientações da literatura, os mesmos grupos focados, geraram subsídios para a construção da estrutura para elaboração de planos diretores de manutenção, através da listagem dos métodos a serem utilizados no processamento das informações e os elementos que constituem o plano diretor, bem como, gerando um conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção, capazes de expressar tais fatores de sucesso.

O teste da estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção ocorreu, através da aplicação ao longo do ano de 2013 da sistemática proposta na elaboração do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás para o triênio 2014-2016.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho foi realizado no complexo industrial de Carajás. O foco do trabalho foi a planta industrial localizada na Serra Norte, a qual processa o minério advindo dos depósitos das cavas de N4E, N4W e N5.

A estrutura organizacional foco do trabalho de tese constitui-se nas gerências e supervisões que formam o suporte de manutenção para a planta industrial, estrutura esta composta por sete gerências de área, cerca de 50 supervisões, e efetivo de 1.200 pessoas. A Figura 1 apresenta o organograma de manutenção industrial de Carajás.

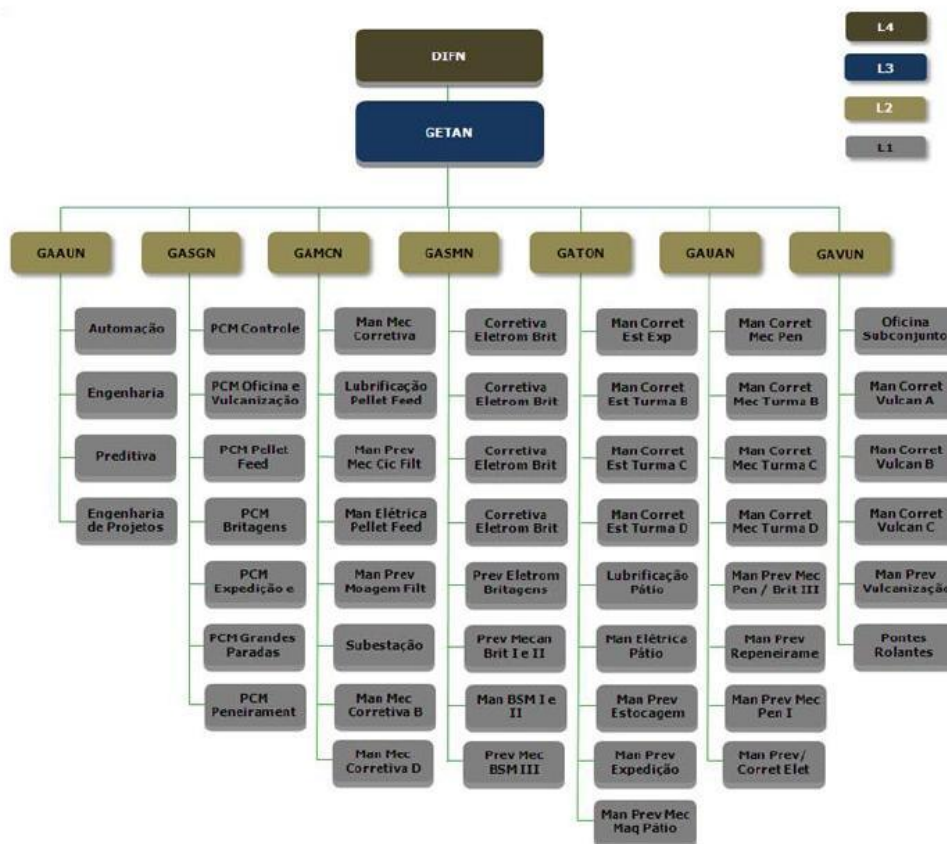


Figura 1 – Organograma da Manutenção Industrial Carajás

A Figura 1 ilustra a forma de organização da função manutenção no complexo industrial de Carajás, elencando as gerências de área e suas supervisões:

GAAUN – Gerência de Engenharia da Manutenção, responsável pela automação, manutenção preditiva e análises de engenharia do processo;

GASGN – Gerência de Planejamento, responsável pelo planejamento da manutenção do complexo industrial;

GAMCN – Gerência responsável pela execução da manutenção na planta de moagem e filtragem de minério;

GASMN – Gerência responsável pela execução da manutenção na planta britagens semimóveis;

GATON – Gerência responsável pela execução da manutenção na planta de estocagem e expedição de minério;

GAUAN – Gerência responsável pela execução da manutenção na planta de peneiramento e rebritagens;

GAVUN – Gerência responsável pela execução da manutenção nas oficinas e da vulcanização de correias da planta.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em oito capítulos. O primeiro capítulo apresenta a Introdução, onde são descritos os comentários iniciais a cerca dos fatores de sucesso para gestão da manutenção. São apresentados os três objetivos da tese e a justificativa do trabalho no atual cenário de estudo da gestão da manutenção. Descreve-se a estrutura de trabalho aplicado e as delimitações da pesquisa, bem como, a estruturação da tese.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura, versando sobre *i)* fatores de sucesso na gestão da manutenção; *ii)* indicadores para o monitoramento da gestão da manutenção e *iii)* estrutura de planos diretores de manutenção. Neste capítulo abordam-se os fatores de sucesso reconhecidos na literatura, com isso criando as condições para uma complementação através dos grupos focados.

O capítulo 3 apresenta a metodologia adotada no trabalho, através da descrição detalhada das fases da pesquisa e dos métodos adotados.

O capítulo 4 apresenta os fatores de sucesso extraídos do estudo de grupos focados, alinhando com os pesquisados na revisão da literatura, culminando na lista completa de fatores de sucesso para gestão da manutenção.

O capítulo 5 apresenta a proposta de estrutura para a elaboração de plano diretor de manutenção, desenvolvida a partir da revisão da literatura e das discussões dos grupos focados. A estrutura gerada é relacionada com os fatores de sucesso da gestão da manutenção, explicitando a forma como todos os fatores são efetivamente contemplados, abordando também a estrutura a ser utilizada na definição do plano diretor.

No capítulo 6, aborda-se a definição do conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção, capazes de traduzirem os fatores de sucesso.

O capítulo 7 apresenta o teste da estrutura de elaboração de plano diretor, através da aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás para o triênio 2014 – 2016, apontando considerações a cerca do aprendizado adquirido.

O capítulo 8 encerra o trabalho apresentando as conclusões do trabalho e recomendações para pesquisas futuras no tema da gestão da manutenção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão apresentados a importância estratégica da Função Manutenção e os fatores de sucesso na Gestão da Manutenção.

2.1 IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO

Segundo a NBR-5462 ABNT (1994) e Blanchard *et al.* (1995), a manutenção consiste na combinação de todas as ações necessárias para manter, ou restabelecer, um produto ou sistema ao estado no qual ele pode executar a função requerida, podendo incluir eventuais modificações no produto ou sistema.

Nota-se, na definição da NBR-5462 de 1994, uma visão mais ampla sobre a função manutenção, sendo esta uma característica da terceira geração, Automação, citada no capítulo anterior. Ao observar a versão anterior da NBR-5462, de 1975, percebem-se os traços característicos da segunda geração, Industrialização, onde o foco repousa na máquina que deve ser consertada, uma vez que o texto indicava: “são todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada”.

Na terceira geração, a função manutenção ocupa lugar de destaque para o sucesso das empresas, conforme já afirmava Nagao (1999). Ainda segundo esse autor, o impacto de uma manutenção inadequada e ineficiente pode definir a rentabilidade do negócio e a sobrevivência do empreendimento. Segundo Sousa *et al.* (2011), atualmente a manutenção está presente no dia a dia das organizações, sendo de suma importância para garantir o desempenho funcional do equipamento, atribuindo dessa forma, confiabilidade ao processo produtivo.

Para Kardec e Nascif (2001), a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados. Também segundo esses autores, a manutenção deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte das atividades de gestão e de solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade.

O caráter estratégico da Função Manutenção para as empresas de transformação é defendido por vários autores. Wireman (1998) observa que a política de manutenção de uma empresa configura-se em um fator determinante do sucesso do planejamento da produção e, portanto,

da produtividade do processo. Souris (1992) defende que a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

O entendimento do peso estratégico da Função Manutenção nas organizações ainda não é um ponto inteiramente aceito. Marconi e Lima (2003) afirmam que a importância da função manutenção e a opção consciente de seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das organizações – e quando o são, acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos.

A condição da manutenção dentro das empresas ainda mostra-se problemática. Eti *et al.* (2006) apontam aspectos encontrados na gestão da manutenção nas indústrias da Nigéria os quais a fragiliza: falta de cultura de gestão, carência de capacitação técnica e gerencial, falta de integração com os demais processos organizacionais, baixos níveis de implementação de manutenção planejada, repetição dos problemas, trabalho errôneo da manutenção; e mais recentemente, falha na implementação de métodos de manutenção devido a falta da consolidação dos valores e conceitos básicos inerentes a estas práticas existentes.

Segundo Gurski e Rodrigues (2008), o estágio de desenvolvimento dos setores de manutenção industrial pode ser classificado segundo o grau de estruturação, sendo que grande parte das empresas não consegue impor as boas práticas mais simples, tais como o planejamento e programação de serviços, ou programas de confiabilidade como manutenção preventiva ou preditiva. Respondendo de forma exaustiva às demandas sempre urgentes da produção, sofrem cortes profundos em seus orçamentos quando gerentes financeiros buscam o lucro imediato, pondo em risco o desempenho futuro.

No Brasil, ainda são encontradas situações similares como as expostas por Eti *et al.* (2006) e Gurski e Rodrigues (2008), ainda busca-se a excelência na gestão da manutenção no país. De acordo com a pesquisa nacional realizada pela ABRAMAN do setor em 2011, a aplicação de recursos na modalidade de manutenção corretiva atinge 27,4% do total aplicado. Na mesma pesquisa constata-se um patamar de indisponibilidade por manutenção em ativos na ordem de 5,44%, patamar que se mantém desde a primeira pesquisa realizada em 1997.

Alguns autores associam os indicadores referentes a custos da manutenção corretiva e indisponibilidade, ao desempenho da gestão da manutenção. No entanto, Cattini (1992) observa que os custos ligados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos são consequência da falta de manutenção. Para Mirshawa e Olmedo (1993), o custo da indisponibilidade concentra-se naqueles decorrentes da perda de produção, da não qualidade

dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa.

Observa-se na literatura um reconhecimento sobre a importância estratégica da manutenção no desempenho das empresas (NAGAO, 1999; KARDEC; NASCIF, 2001; WIREMAN, 1998 e SOURIS, 1992). Ao mesmo tempo constata-se a dificuldade das empresas incorporarem essa importância, conforme arguição de Marconi e Lima (2003) e os resultados da pesquisa nacional ABRAMAN do setor em 2011, em particular considerando os resultados referentes à alocação de recursos em manutenção corretiva e indisponibilidade de ativos por manutenção.

O entendimento que os sistemas produtivos são sistemas complexos, que não se resumem apenas a função produzir, no tocante a operação simplesmente, reforça o posicionamento estratégico da função manutenção. Logo, a determinação por parte da gestão da manutenção dos seus fatores determinantes passa por uma abordagem em dado momento, mais estratégica do que operacional. Para tanto, se faz necessária uma visão no nível de diretrizes, ou princípios da gestão. Oliveira (2007) aponta quatro princípios gerais para os quais o gestor no setor produtivo deve estar atento:

- a) O princípio da contribuição visando os objetivos máximos da empresa;
- b) O princípio da precedência do planejamento, correspondendo a uma função administrativa que vem antes das outras (organização, direção e controle);
- c) O princípio das maiores influência e abrangência, pois o planejamento pode provocar uma série de modificações nas características e atividades da empresa;
- d) O princípio da maior eficiência, eficácia e efetividade. O planejamento deve procurar maximizar os resultados e minimizar as deficiências.

A estratégia de manufatura assume maior amplitude e abertura de conceito nas últimas décadas. Como aponta Voss (2005), a clareza do conceito de estratégia de manufatura tem decrescido, na medida em que diferentes visões e abordagens têm emergido. Dentre as diversas definições existentes podem ser citadas:

“Uma Estratégia de Manufatura é um conjunto de planos e políticas através dos qual a companhia objetiva obter vantagens sobre seus competidores e inclui planos para a produção e venda de produtos para um particular conjunto de consumidores” (SKINNER, 1969).

“Pensar a manufatura de forma estratégica é procurar entender como a fábrica pode contribuir para o sucesso da empresa no mercado” (COSTA & JARDIM, 2010).

“Uma Estratégia de Manufatura envolve o desenvolvimento e desdobramento dos recursos da Manufatura em total alinhamento com os objetivos e estratégias da empresa” (SWAMIDASS, 1986).

A estratégia de manufatura remete aos objetivos das operações. Para Slack *et al.* (2009), existem cinco objetivos básicos para as operações produtivas, os quais podem ser todos diretamente relacionados com a Função Manutenção:

- a) Qualidade, significando a redução a zero do chamado “retrabalho”, onde há uma nova intervenção para correção de falhas ocorridas na primeira;
- b) Rapidez, buscando a minimização dos tempos de parada da produção, gerando assim um menor *MTTR* no caso das corretivas, e menores tempos de intervenções preventivas, aumentando assim a Disponibilidade operacional dos sistemas e equipamentos.
- c) Credibilidade, ou *Dependability*, em Inglês, o que se pode assumir como sendo a aderência da manutenção ao seu programa pré-definido de intervenções, demonstrando assim a saúde do planejamento da atividade, na busca de variações, as quais carregam problemas na operação das plantas;
- d) Flexibilidade, relacionada à habilidade de lidar com as características dos diversos sistemas existentes e também à capacidade de atender situações imprevistas em termos de volume e tempo de entrega;
- e) Menores custos de suas atividades nas mais variadas contas, dos custos fixos aos variáveis.

Murthy *et al.* (2002) observam que a gestão da manutenção tem um relevante peso estratégico em uma companhia, sendo vital para o sucesso nos objetivos das organizações. Segundo o autor, os fatores de sucesso para a gestão estratégica da manutenção estão relacionados com os objetivos do negócio, as estratégias de manutenção, carga de produção e o estado dos equipamentos. Conforme Martins e Laugeni (1998), os processos produtivos das empresas dependem da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos e instalações, podendo uma planta bem mantida significar expressiva vantagem competitiva sobre a concorrência.

2.2 FATORES DE SUCESSO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A pesquisa nacional da ABRAMAN realizada em 2011 mostra uma série de dados que retratam o panorama nacional da gestão da manutenção. Valorizam-se na pesquisa, dados como a formação educacional dos profissionais da manutenção e resultados da função, expostos através de indicadores como Disponibilidade Operacional e Indisponibilidade por manutenção, além destes, a pesquisa aborda com maior ênfase os valores relativos aos Custos de manutenção.

Observam-se no direcionamento da pesquisa alguns dos fatores determinantes para gestão da manutenção, visto a qualificação de uma boa ou má gestão de acordo com os resultados obtidos nos mesmos, são eles: estrutura organizacional da manutenção, custos do setor, qualificação do pessoal, política de terceirização e as ferramentas da qualidade para análise de falha.

Outras fontes indicam fatores distintos ou complementares. Segundo Tsang (2002), são quatro os fatores de sucesso para o gerenciamento da manutenção:

- a) Modelo de serviço, se interno com pessoal próprio ou externo com contratação de trabalhos terceirizados em fornecedores especializados;
- b) Organização da manutenção em seu organograma;
- c) Metodologia da manutenção com a definição das políticas a serem adotadas;
- d) Infraestrutura de suporte à função manutenção.

Tais fatores são considerados os direcionadores da gestão, envolvendo entradas como mão-de-obra, materiais, almoxarifado, ferramental, sistema de informações e custeio, capazes de gerar as saídas de tal processo, as quais podem ser avaliadas através de indicadores como disponibilidade dos equipamentos, segurança no trabalho e lucros do negócio.

Wireman (1989) diz que o gerenciamento da manutenção deveria contemplar os seguintes fatores:

- a) Manutenção preventiva;
- b) Inventário e compras;
- c) Sistema de ordens de trabalho;
- d) Sistema de gerenciamento da manutenção computadorizado;
- e) Treinamento técnico e interpessoal;
- f) Envolvimento operacional;
- g) Manutenção pró-ativa;
- h) RCM;
- i) TPM;
- j) Melhoria contínua.

Marquez e Gupta (2006) observam que a gestão determina os objetivos da manutenção ou prioridades, bem como a definição e implementação de métodos de melhoria, incluindo aspectos econômicos da organização.

WIREMAN (1989) e INGALLS (2001) apresentam uma visão sobre o que vem a ser uma Manutenção Classe Mundial. Segundo o último, a mesma repousa nas melhores práticas de manutenção observadas em doze fatores:

- a) Liderança e Política;
- b) Estrutura Organizacional;
- c) Controle de Inventários;
- d) Sistemas Computadorizados de Administração;
- e) Manutenção Preventiva;
- f) Manutenção Preditiva;
- g) Planejamento e Programação;
- h) Fluxo de Trabalho;
- i) Controle Financeiro;
- j) Envolvimento das Pessoas;
- k) Recursos Humanos e Treinamento;
- l) Melhoramento Contínuo.

Nota-se na exposição de Ingalls o estabelecimento de fatores determinantes para o sucesso da gestão da manutenção, os doze fatores trabalhados em seu artigo, segundo o mesmo, são determinantes para o sucesso na gestão da manutenção.

Wireman (1998) organiza os fatores que influenciam a gestão da manutenção em uma pirâmide, lançando a noção da necessidade de se ter uma base sólida para suportar pontos mais avançados, o autor hierarquiza os fatores de manutenção, estipulando aqueles que formam a base, e os de fases mais avançadas que serão suportados pelos mais básicos, conforme ilustra a Figura 2.

Hatakeyama *et al.* (2006) observam que os fatores de sucesso para a implantação de uma manutenção de qualidade total, são:

- a) Produtividade;
- b) Custos;
- c) Suprimentos;
- d) Qualidade de serviços para o atendimento do retrabalho zero;
- e) Segurança no trabalho;
- f) Moral da equipe através da participação de todos.



Figura 2 – Pirâmide da Manutenção
Fonte: Wireman (1998)

Além dos pontos citados, os autores reconhecem a importância de um sistema de auditoria dos processos de manutenção, que garanta um correto *feedback* para a equipe, capaz de visualizar melhorias que possam reforçar o desempenho das gerências de manutenção.

Nyman e Levitt (2001) organizam os fatores de sucesso da gestão da manutenção na forma de um arco, semelhante à pirâmide de Wireman. A Figura 3 ilustra a lógica defendida por esses autores. Percebe-se que a pedra fundamental que sustenta o arco de Nyman e Levitt (2001) são os fatores “manutenção preventiva” e “manutenção preditiva”, para Wireman (1998) a base da sua pirâmide é o fator “manutenção preventiva”, constate-se a preocupação dos autores em alicerçar a gestão da manutenção em seu processo básico de realização de serviços antes da ocorrência da falha. Esta abordagem é relevante, na medida em que sugere que nenhum avanço na função manutenção terá sustentabilidade, caso não se tenha um fundamento sólido nas atividades básicas da manutenção, como aquelas que garantem a adequada aplicação de uma manutenção preventiva.

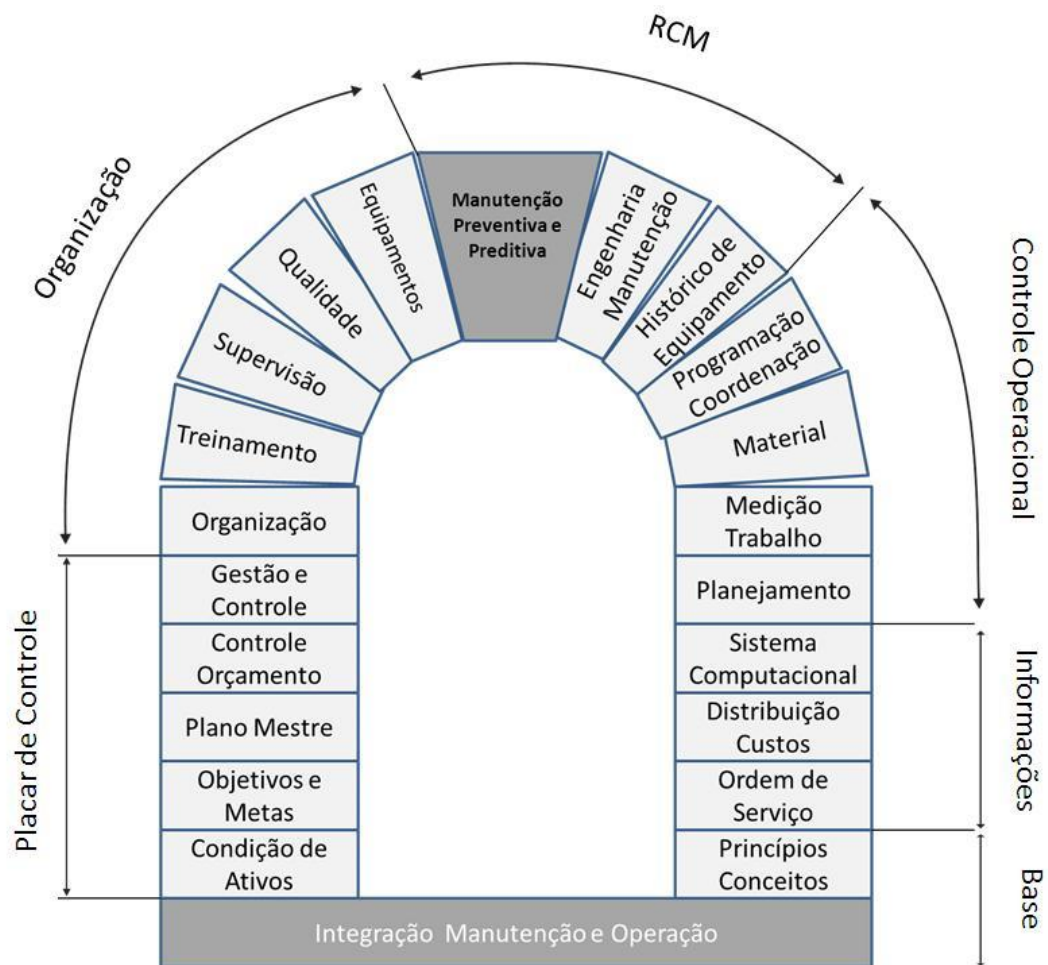


Figura 3 – Arco da gestão da manutenção
Fonte: Nyman e Levitt (2001)

Calligaro (2003) avalia que os fatores de sucesso na gestão da manutenção repousam naquilo que o mesmo chama de fundamentos, sendo eles:

- a) Planejamento e programação da manutenção;
- b) Otimização da demanda de serviços de manutenção;
- c) Engenharia de manutenção;
- d) Qualidade na execução dos serviços de manutenção.

O autor também destaca como fatores importantes na construção de um sistema de manutenção, o suprimento de materiais e sobressalentes e a gestão da segurança, meio-ambiente e saúde ocupacional do ambiente de trabalho e da sua equipe.

A revisão da literatura sobre os fatores determinantes para gestão da manutenção indicou uma lista dos mesmos, onde existe uma variação de nomenclatura, bem como, entre um fator e outro, mas observa-se uma recorrência na maioria dos autores em torno dos fatores listados na Figura 4.

Seq	Fatores determinantes	Referências
1	Sistemas computadorizados de administração da manutenção	WIREMAN, 1989; WIREMAN, 1998; INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001
2	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção	INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001; CALLIGARO, 2003; BRANCO FILHO, 2008; MACEDO <i>et al.</i> , 2008; GURSKI <i>et al.</i> , 2008; HAARMAN; DELAHAY, 2004.
3	Sistema de custeio da manutenção	ABRAMAN, 2011; INGALLS, 2001; HATAKEYAMA <i>et al.</i> , 2006; WIREMAN, 1998; NYMAN; LEVITT, 2001; HAARMAN; DELAHAY, 2004
4	Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção	ABRAMAN, 2011; TSANG, 2002; INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001
5	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional	HATAKEYAMA <i>et al.</i> 2006; CALLIGARO, 2003; HAARMAN; DELAHAY, 2004; MUNIZ, 2010; KARDEC; NASCIF, 2001; GURSKI <i>et al.</i> , 2008; LINHARES; GARCIA, 2004
6	Engenharia da manutenção	NYMAN; LEVITT, 2001; CALLIGARO, 2003; HAARMAN; DELAHAY, 2004; MÁRQUEZ; GUPTA, 2006; VIANA, 2002.
7	Melhoria contínua	ABRAMAN, 2011; WIREMAN, 1989; WIREMAN, 1998; INGALLS, 2001; HAARMAN; DELAHAY, 2004
8	Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva	WIREMAN, 1989; WIREMAN, 1998; INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001
9	Capacitação das pessoas da manutenção	ABRAMAN, 2011; WIREMAN, 1989; WIREMAN, 1998; INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001; XAVIER, 2005; GONZALES <i>et al.</i> , 2012; SALERMO, 2005; KARDEC; NASCIF, 2001
10	Suprimentos de materiais	HATAKEYAMA <i>et al.</i> , 2006; WIREMAN, 1998; NYMAN; LEVITT, 2001; CALLIGARO, 2003; MALLMANN, 2000)
11	Integração da manutenção e operação	WIREMAN, 1989; WIREMAN, 1998; INGALLS, 2001; NYMAN; LEVITT, 2001; XAVIER, 2005
12	Engajamento e Motivação	INGALLS, 2001; HATAKEYAMA <i>et al.</i> , 2006; XAVIER, 2005

Figura 4 – Fatores determinantes observados na literatura

É importante explorar os doze fatores listados na Figura 4, observando o posicionamento dos diversos autores em relação aos mesmos, subsidiando assim o entendimento para uso em capítulos futuros. Desta forma, a revisão da literatura irá se concentrar no estudo de tais fatores, o qual é apresentado a seguir nos itens de 2.2.1 a 2.2.12.

Cabe ressaltar que a nomenclatura utilizada na Figura 4 corresponde a uma compilação dos vários estudos pesquisados. Percebem-se pequenas diferenças na terminologia dos fatores determinantes reportados na literatura.

2.2.1 SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO

Dentre os fatores elencados por Ingalls, os “Sistemas computadorizados de Administração” estão presentes como elementos de sucesso não só na Função Manutenção, mas em várias vertentes da administração das empresas, visto a importância do tratamento dos dados para assegurar agilidade da tomada de decisão.

O foco na otimização da utilização dos sistemas computadorizados na gestão da manutenção é amplamente abordado na literatura. Wireman (1989) e Swanson (1997) indicam a relevância do uso do *CMMS (Computerized Maintenance Management System)*, sendo um consenso a vantagem fornecida pela automatização dos fluxos de informação da manutenção, que permitam o acesso aos dados históricos de recursos e performance de cada equipamento, além de organizar o planejamento das ordens de serviços, geração de relatórios gerenciais, entre outros pontos. Nesta linha de pensamento, encontram-se Crespo-Marquez e Iung (2008) ao proporem a utilização do suporte de um sistema de informação do tipo e-manutenção, similar aos modelos de e-industrial e e-negócio, como sendo esta uma oportunidade para uma nova geração de manutenção.

Este consenso na literatura reforça o sistema informatizado como fator determinante do sucesso da gestão da manutenção. Outro exemplo que converge para esta conclusão é a experiência da REMAFEX, Manutenção Remota para o Aproveitamento de Instalações, proposta por Iung *et al.* (1999), a qual fornece um modelo de referência para a manutenção como base para o desenvolvimento de modelos específicos, capazes de subsidiarem relações entre os registros das ocorrências de manutenção, com seus diversos tipos classificados em sua origem, como, por exemplo, corretivas e preventivas, conforme proposto por Gonçalves *et al.* (2008).

Viana (2002) observa que as finalidades de um sistema informatizado para manutenção, são as seguintes:

- a) Organizar e padronizar os procedimentos ligados aos serviços de manutenção, tais como: solicitação de serviços, programação de serviços e informações provenientes do banco de dados;
- b) Facilitar a obtenção de informações da manutenção, por exemplo, custo do equipamento, performance, características técnicas, etc;
- c) Gerenciar a estratégia de manutenção através dos planos preventivos, de forma a garantir que as tarefas planejadas sejam automaticamente emitidas em forma de Ordem de Serviço;

- d) Aumentar a produtividade da manutenção através de informações, otimização de mão-de-obra e ou priorização dos serviços;
- e) Controlar o estado dos equipamentos;
- f) Fornecer relatórios de histórico dos equipamentos, bem como de índices consolidados, como *backlog*, índice de corretiva, *MTTR*, etc.

2.2.2 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Ingalls (2001) coloca o planejamento da manutenção como fator de sucesso na sua gestão. Souza (2008) afirma que os estudos e análises das principais referências no tema Planejamento e Controle da Manutenção no Brasil tornam-se primordiais a partir da exigência do aumento da competitividade atrelada à condição de sobrevivência para as empresas. Esse cenário exige a busca do máximo retorno financeiro sobre os ativos industriais, através do aumento da disponibilidade para a produção, mantendo adequados custos de manutenção.

A importância do Planejamento e Controle da Manutenção no Brasil ficou evidente com o surgimento e fundação da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), bem como a partir das publicações dos livros: Planejamento e Controle da Manutenção (VIANA, 2002), Organização e Gerência da Manutenção (SOUZA, 2007) e A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção (BRANCO FILHO, 2008).

Nyman e Levitt (2001) definem como planejamento o desenvolvimento antecipado de um programa detalhado para consecução de um determinado fim que, no caso da manutenção, pode ser um reparo ou reforma de um equipamento.

De acordo com Xenos (1998), sem um planejamento eficiente, a probabilidade de erro e perdas no trabalho da manutenção tende a ser maior do que na produção. Campbell (1995) afirma a existência de pesquisas que demonstram a ligação entre a manutenção planejada e a redução dos custos.

Para Calligaro (2003), um serviço bem planejado, adequadamente programado e efetivamente coordenado, pode conduzir a um processo mais eficiente, a um custo menor, com menores distúrbios para operação, maior qualidade, aumento do moral da equipe com maior satisfação no trabalho, aumento da durabilidade dos equipamentos e redução do consumo de peças. O autor afirma, ainda, que estudos demonstram que, a cada hora dedicada ao planejamento da manutenção, são economizadas três horas na fase de execução.

Macedo *et al.* (2008) observam que a implementação do PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) permite aos gestores a possibilidade de ter alternativas de fornecedores de

serviços de manutenção, que não sejam apenas os fabricantes e/ou fornecedores dos equipamentos.

Segundo Branco Filho (2008), quando estabelecido em uma organização, o PCM consolida o ciclo de gerenciamento de manutenção, pela implementação das seguintes atividades:

- a) Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos requisitos de referência, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de sobressalentes;
- b) Fazer atualização dos planos de manutenção;
- c) Revisar o cadastro de ordens de serviço sistemáticas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e máquinas e respectivas periodicidades;
- d) Manter o sistema em regime de normalidade operacional com objetivo de preparar e conscientizar os colaboradores envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamentos e registros das tarefas executadas, incluindo também, o registro das horas de equipamentos e máquinas paradas e causas das avarias;
- e) Fiscalizar os planos de manutenções sistemáticas e não sistemáticas oriundas de inspeções ou *check-list*, com todos os informativos necessários para as áreas solicitantes da organização;
- f) Verificar a organização do almoxarifado, bem como preparar os materiais sobressalentes e o ferramental necessário à execução dos serviços;
- g) Fazer criteriosa análise dos serviços planejados, das programações e *backlog*;
- h) Fazer a equalização da mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das verificações e análises de causas e desvios de planejamento;
- i) Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registros de ocorrências planejadas e imprevistas;
- j) Organizar e analisar dentro de uma periodicidade adequada os relatórios gerenciais de manutenção;
- k) Proporcionar a orientação dos gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados correlacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, máquinas e das equipes de manutenção;
- l) Fazer acompanhamento e prestar suporte a instalação de novas versões de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com os outros sistemas;
- m) Realizar reuniões de conscientização com a participação dos colaboradores para a organização da manutenção e o total comprometimento com os resultados, para os níveis: estratégicos, gerencial, tático e operacional.

Rosa (2006) afirma que a gestão do PCM deve considerar as seguintes ações como premissas básicas para a gestão: *i*) determinação de um plano de trabalho de manutenção preventiva, ao longo do ano e em cargas semanais; *ii*) atendimento aos pedidos de modificação e melhoria dos equipamentos; e *iii*) estabelecimento de mecanismos de atendimento às paralisações e serviços emergenciais.

Nyman e Levitt (2001) indicam regras básicas que devem ser consideradas na fase do PCM referente à programação dos serviços, destacando-se as seguintes:

- a) É condição prévia para liberação dos serviços a disponibilidade de todos os insumos para os mesmos;
- b) As programações de serviços devem ser semanais e fechadas nas quintas-feiras;
- c) Deve-se reservar de 10 a 15% dos recursos para atividade de menor impacto, no sentido de deslocá-los para possíveis emergências, sem o risco de afetar serviços prioritários;
- d) Agrupar todos os serviços programados em determinados equipamentos, evitando deslocamentos e interrupções desnecessárias;
- e) Programar atividades com equipes de diferentes especialidades para a primeira hora da manhã, visto ser o único momento em que todos estarão certamente disponíveis;
- f) Direcionar corretamente os serviços de acordo com a qualificação dos recursos;
- g) Realizar uma boa comunicação entre os envolvidos nos serviços, de forma a garantir que todos saibam os detalhes da programação;
- h) Assegurar rápida comunicação no caso do não atendimento a programação;
- i) Estabelecer a necessidade de aprovação dos gerentes de manutenção para possíveis desrespeitos à programação;
- j) Assegurar disciplina no seguimento das programações, e boas análises daquilo que deu errado, garantido o aprendizado.

O planejamento da manutenção deve fazer parte do desdobramento do planejamento estratégico global da empresa, onde este tem como objetivo orientar as ações e resposta de uma empresa às demandas do ambiente em que está inserida (GURSKI *et al.*, 2008).

2.2.3 SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO

Haarman e Delahay (2004) fornecem uma visão dos vários fatores envolvidos na atividade e na gestão de manutenção. A Figura 5 ilustra tais fatores e seu inter-relacionamento.

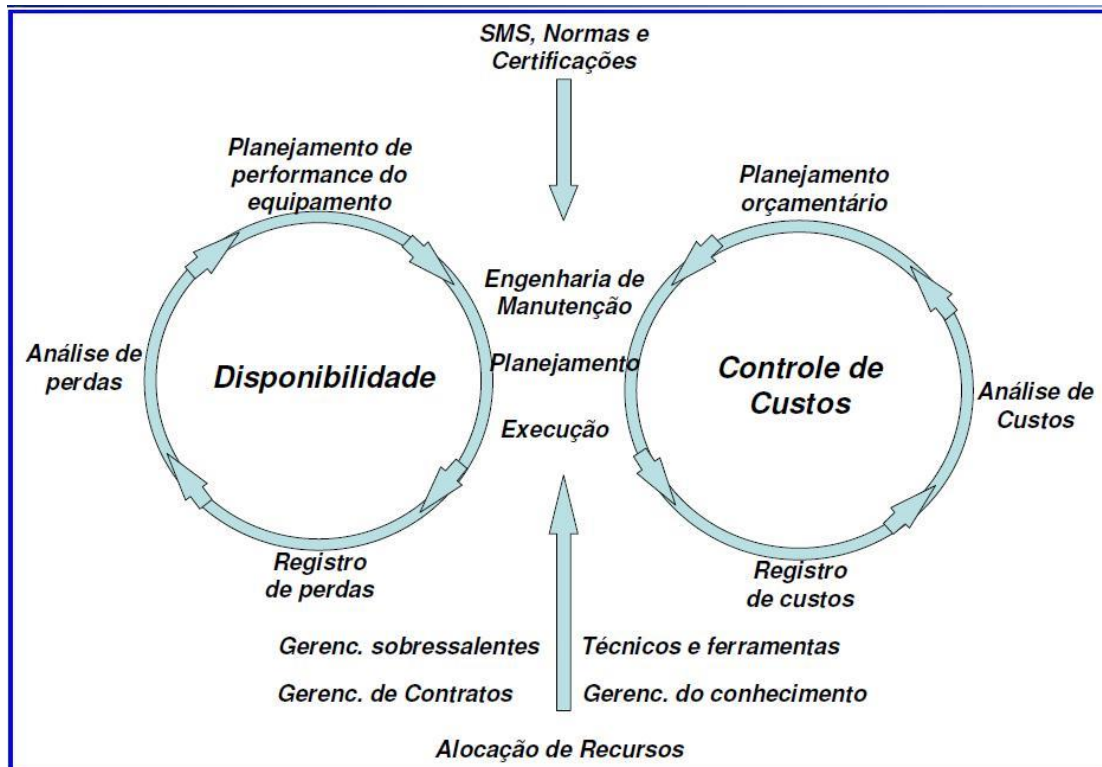


Figura 5 – Fatores determinantes da Gestão da Manutenção
 Fonte: Haarman e Delahay *apud* Gurski e Rodrigues (2008)

Observa-se que o controle de custos se apresenta como um fator determinante, tendo como atividades de suporte o planejamento orçamentário, a análise e o registro de custos.

Miranda e Silva (2001) estruturam os custos de manutenção considerando:

- a) Custos de prevenção: Pessoal (contratação e preparação); Locomoção (transporte de pessoal e objetos); Logística (disponibilização, preparação e manutenção da infraestrutura e dos materiais de reposição); Taxas impostos e seguros; Depreciação; Serviços externos; Melhoramentos;
- b) Custos de Correção: Pessoal (contratação e preparação); Locomoção (transporte de pessoal e objetos); Logística (disponibilização, preparação e manutenção da infraestrutura para reparos e dos materiais de reposição); Taxas, Impostos e Seguros; Depreciação; Serviços externos e; Descarte.

Os custos relacionados à manutenção estão nas prioridades das empresas, visto a sua redução repercutir em aumento dos lucros operacionais, bem como, o seu peso relevante na composição de gastos de uma empresa. Andrica (1983) observa que uma organização típica de manufatura gasta cerca de 5 a 6 % do custo dos produtos vendidos na manutenção de sua operação, e que cerca de 18 a 20% da mão de obra está associada a manutenção. Blanchard *et al.* (1995) estimam que entre 15 a 40% dos custos de produção são referentes à manutenção.

A pesquisa nacional da ABRAMAN realizada em 2011 divulgou números representativos relativos ao custo de manutenção nas empresas brasileiras, como o custo de manutenção pelo faturamento das companhias pesquisadas alcançando o valor de 3,95%, e o dispêndio na manutenção tem como principais pesos: pessoal (31,13%), material (33,35%) e serviços contratados (27,03%).

Os elementos que mais afetam a composição dos custos de manutenção são (CAMPBELL, 1995):

- a) Qualificação do pessoal para o atendimento da necessidade específicas das instalações;
- b) Níveis ótimos de inventários de sobressalentes e materiais de consumo;
- c) Suporte técnico adequado de engenharia de manutenção;
- d) Organização adequada;
- e) Política de terceirização.

2.2.4 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DEFINIDA PARA O SETOR DA MANUTENÇÃO

Para Ingalls (2001), a Estrutura Organizacional é um dos fatores determinantes na gestão da manutenção. Há consenso na literatura em não haver um modelo fechado para a função manutenção, que permita distribuir em um organograma os recursos humanos de um departamento de manutenção, visto que cada empresa possui sua especificidade, por exemplo, para Campbell (1995) não existe uma estrutura organizacional que possa ser considerada correta e que possa ser implantada em qualquer organização sem ajustes e adaptações, para o autor, o que existe são estratégias que podem ser utilizadas em situações específicas.

Calligaro (2003) observa que questões como: posição, níveis hierárquicos e configuração da organização, devem ser estabelecidos com base nos objetivos e metas traçadas por cada organização. O autor também identifica três formas básicas de organização: centralizada, descentralizada e combinada.

Para Monchy (1989), a centralização deve ser administrativa e hierárquica, enquanto a descentralização geográfica deve ser realizada no nível das atividades, para o autor as vantagens de uma estrutura centralizada, são:

- a) Otimização do emprego de recursos;
- b) Maior controle dos custos de manutenção;
- c) Padronização dos processos;
- d) Acompanhamento padronizado dos equipamentos e suas falhas;

- e) Agrupamento adequado de investimentos de maior envergadura;
- f) Melhoria na gerência dos recursos.

Em relação à descentralização geográfica, as vantagens observadas por Monchy (1989) em seu estudo, são:

- a) Delegação de responsabilidade aos supervisores;
- b) Relacionamento mais próximo com o cliente dos serviços;
- c) Melhor gestão devido a equipes menores e multidisciplinares;
- d) Eficácia e rapidez nas intervenções.

No Brasil percebe-se uma variação nas empresas em relação à escolha do modelo organizacional da manutenção. O documento nacional da ABRAMAN de 2011 suporta tal entendimento. Ao observar a Tabela 1, nota-se que em oito pesquisas, ocorridas em diferentes anos, não existe um modelo preferido pela indústria brasileira, reforçando a percepção de Campbell e Calligaro sobre a inexistência de um modelo fechado para as organizações, ficando a cargo da especificidade de cada uma sobre sua escolha.

Tabela 1 – Formas de organização da manutenção (ABRAMAN, 2011).

Forma de Atuação da Manutenção	Percentual de Empresas (%)							
	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Centralizada	42,50	40,52	36,62	42,52	36,14	26,28	32,59	31,72
Descentralizada	15,83	21,55	21,13	21,26	27,20	33,97	26,67	27,59
Mista	41,67	37,93	42,25	36,22	35,96	39,75	40,74	40,69

Este entendimento também é observado por McGuen *apud* Higgins *et al.* (2001), quando afirma que nenhuma planta industrial demanda uma organização totalmente centralizada ou totalmente descentralizada, sendo o importante a utilização de uma combinação que resulte no melhor conjunto de vantagens para dada operação produtiva, daí a escolha dependerá de aspectos como localização, geografia, tamanho e idade da planta, tamanho das equipes de manutenção e outras peculiaridades das instalações.

Outro ponto importante na discussão sobre a estrutura organizacional da manutenção repousa no nível hierárquico da sua estrutura nas empresas. O documento nacional da ABRAMAN de 2011 observa uma diversificação nas escolhas das empresas pesquisadas no Brasil. A Tabela 3 indica a variação no nível hierárquico das estruturas de manutenção nas companhias, onde cerca de 24,83% possuíam gestores da função em seu nível de diretoria.

Percebe-se em 2011 a tendência dominante das empresas de inserirem a gestão da manutenção em seus níveis gerenciais, denotando assim uma opção de posicionar a função

manutenção nos sites produtivos, ao lado dos seus pares de operação, e subordinados a um único nível hierárquico. Tal tendência pode indicar uma preocupação no reforço das interfaces das áreas que formam a produção. A Tabela 2 apresenta os níveis hierárquicos da manutenção segundo ABRAMAN, 2011.

Tabela 2 – Níveis hierárquicos da manutenção (ABRAMAN, 2011).

Níveis Hierárquicos da Manutenção	Percentual de Empresas (%)								
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Diretoria	44,34	37,50	39,13	33,80	30,71	28,21	25,00	20,77	24,83
Superintendência	41,74	42,50	30,43	26,76	29,13	20,51	21,25	26,92	11,03
Gerencial	0,00	0,00	27,83	37,32	37,01	50,43	52,50	52,31	62,07
Outros	13,92	20,00	2,61	2,12	3,15	0,85	1,25	0,00	2,07

Fonte: ABRAMAN (2011).

Nas grandes organizações é possível identificar a existência de uma Diretoria com foco em manutenção, revelando em alguns casos a opção da Manutenção como Função estratégica.

2.2.5 SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL

Ahmad e Dhafr (2002) identificam segurança e meio ambiente como uma das dimensões mais utilizadas para indicadores de desempenho nas indústrias. Muniz (2010) observa que a segurança e higiene ocupacional são um dos oito pilares básicos para implantação da manutenção produtiva total. Para Milan (2004), a adequação do gerenciamento de sistemas mecanizados deve buscar, além de outros objetivos, a segurança e saúde dos funcionários. Conforme Kardec e Nascif (2001), os aspectos relacionados com a segurança pessoal é um dos fatores indicados para análise da adoção de política de manutenção preditiva em uma empresa. Gurski e Rodrigues (2008) argumentam que na formulação da estratégia da manutenção as ações elaboradas tendo como fator de decisão a saúde, meio-ambiente e segurança deverão ter ênfase. Os autores complementam afirmando que se deve levar em conta perspectivas do crescimento da demanda para manutenção as exigências de Saúde, Meio-ambiente e Segurança no trabalho.

Observa-se que a preocupação com segurança e saúde das pessoas está presente em vários aspectos da gestão da manutenção, por exemplo, como critério de tomada de decisão. Pode-se citar no caso da seleção de equipamentos críticos para o processo, a utilização do método ELECTRE I, proposto por Helmann e Marçal (2007) em seu artigo sobre métodos

multicriteriais de apoio na tomada de decisão na gestão da manutenção. De acordo com Gomes *et al.* (2004), o método procura esclarecer a decisão por intermédio da escolha de um subconjunto que seja restrito o máximo possível para planta, sendo que a decisão do gestor deverá ocorrer dentro da análise de critérios onde o maior peso repousa nos riscos de segurança ao ser humano e às instalações.

No estabelecimento e detalhamento das rotinas da manutenção repousa também a preocupação com o fator segurança no trabalho. Por exemplo, Branco Filho (2008) observa que a geração da ordem de serviço deve estar acompanhada de todo o detalhamento possível, principalmente medidas de segurança necessárias para a liberação dos serviços. Otani e Machado (2008) recomendam que todo equipamento crítico, ou seja, aquele cuja falha traria grandes problemas para o controle da segurança, deve ser foco de uma inspeção preditiva. Calligaro (2003), apoiado em um estudo de caso realizado na REFAP (Refinaria Alberto Pasqualini da Petrobrás), observa que todos os dias na Refinaria, no início de cada jornada de trabalho, são realizadas reuniões com duração de cerca de 10 minutos, cujo objetivo é unicamente a discussão de um tema relacionado à saúde, meio-ambiente e segurança no trabalho.

O aspecto segurança e saúde se destaca no momento da contratação de serviços terceirizados na manutenção. Linhares e Garcia (2004) realizaram uma pesquisa de avaliação de formas de contratação de manutenção industrial praticadas no Brasil, visando identificar fatores que devem ser considerados na elaboração de um contrato baseado em performance. Eles constataram, através de entrevistas com 138 gestores dos setores de indústrias de base, transformação e prestação de serviços, que a Gestão de segurança, saúde e meio ambiente figura em oitavo lugar em importância na lista dos fatores críticos de sucesso para o desenvolvimento de um novo modelo de contratado de terceirização da manutenção.

A aplicação de ferramentas para elevar a confiabilidade dos ativos por parte da manutenção tem como um dos objetivos a criação de um ambiente seguro. Conforme Zaions (2003), a implementação da MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade) assegura, dentre outros objetivos, a elevação do nível na segurança operacional e ambiental.

2.2.6 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Kardec e Nascif (2001) observam que a engenharia de manutenção consiste no conjunto de atividades que permite que a confiabilidade e a disponibilidade sejam aumentadas, garantindo

a melhoraria dos padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, oferecendo *feedback* ao projeto e interferindo tecnicamente nas compras.

Tavares (1998) explana sobre o histórico da engenharia de manutenção, indicando que, por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, observou-se que o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o despendido na execução do reparo. Baseados nessa constatação, os gestores passaram a selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou Engenharia de Manutenção e recebeu os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias. A partir de 1966, com a difusão dos computadores e a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição, a engenharia de manutenção passou a desenvolver critérios de predição ou previsão de falhas, visando à otimização da atuação das equipes de execução de manutenção.

Muniz (2010) afirma que o planejamento da manutenção e a engenharia de manutenção devem ter constante preocupação com a melhoria da manutenibilidade. Bevilacqua e Braglia (2000) afirmam que as pessoas da engenharia de manutenção são os responsáveis por realizar as análises de criticidade e desenvolver a melhoria dos procedimentos da manutenção.

Máquez e Gupta (2006) observam que os bons resultados da função manutenção são indicações claras da existência de uma série de boas práticas, dentre elas uma engenharia de manutenção moderna e de distintiva competência. Para os autores os pilares da engenharia de manutenção repousam na aplicação do *RCM (Reliability Centred Maintenance)*, de ferramentas de análise quantitativas que podem ser utilizadas para otimizar as políticas da gestão da manutenção, de ferramentas de análise estocástica no modelamento de falhas que permitam uma melhor utilização de técnicas quantitativas, e de outras formas de pesquisa envolvendo técnicas que possam otimizar os recursos da gestão da manutenção.

Calligaro (2003) afirma que o principal papel da engenharia de manutenção repousa no controle de demandas da função manutenção, obtido principalmente através da redução da quantidade trabalhos reativos. O autor indica as seguintes atividades de apoio de maior relevância para o alcance de tal objetivo:

- a) Eliminação de defeitos e problemas crônicos;
- b) Implementação de planos de inspeção e manutenção preventiva e preditiva;
- c) Implementação de um programa de melhorias contínuas dos equipamentos;
- d) Monitoramento dos processos de deterioração e obsolescência dos equipamentos e sistemas industriais;
- e) Controle e gestão da integridade mecânica dos equipamentos e instalações;

- f) Conversão do aprendizado obtido com a operação, manutenção e melhoria dos equipamentos, em especificações e padrões para futuros empreendimentos e intervenções.

Viana (2002) afirma que a engenharia de manutenção possui grande importância como fator de desenvolvimento técnico-organizacional da Manutenção Industrial. Essa área tem como objetivo promover o progresso tecnológico da manutenção, através da aplicação de conhecimentos científicos e empíricos na solução de dificuldades encontradas nos processos e equipamentos, perseguindo a melhoria da manutenibilidade da maquinaria, maior produtividade, e a eliminação de riscos em segurança do trabalho e de danos ao meio ambiente.

Para Arcuri Filho (2005), a engenharia de manutenção trabalha ancorada na maximização da confiabilidade (elevação do *MTBF*), da manutenibilidade (diminuição do *MTTR*) e da própria efetividade global dos ativos físicos (*OEE* = 100%), visando alcançar a chamada “quebra zero”. Esse autor observa que a prática da engenharia de manutenção ocorre através da análise criteriosa e sistemática dos resultados de inspeções, testes e intervenções, bloqueando e minimizando a ocorrência ou reincidência de problemas potencialmente críticos.

2.2.7 MELHORIA CONTÍNUA

Ingalls (2007) realça a melhoria contínua dos processos da manutenção como um dos fatores determinantes. Observa-se que a melhoria contínua ocupa o topo da pirâmide de Wireman (Figura 2), denotando assim que tal fator ocupa uma posição avançada na gestão da manutenção. O fato da melhoria contínua está em um patamar mais avançado da gestão da manutenção, ocorre devido à redução de corretivas ensejarem um ambiente para avanço, como observa Cousseau (2003), a partir da redução do número de paradas acidentais, a importância do trabalho do setor de manutenção se desloca para uma nova modalidade de trabalho, que é o de incorporação de melhorias.

Oprime *et al.* (2010) argumentam que novas abordagens têm sido oferecidas pelo Seis Sigma e pela Manutenção Produtiva Total (*TPM*), que estabelecem uma forma de organização e operacionalização das atividades de melhoria que melhor respondem às necessidades estratégicas das empresas. Os autores realçam a história da melhoria contínua no início do século XX, no contexto da chamada administração científica cunhada por Ford e Taylor, que tinha como foco a eficiência da produção por meio da racionalização dos processos industriais, com o objetivo de reduzir custos. Oprime *et. al.* (2010) indicam também que o

TPM de origem japonesa foi outro programa relacionado à melhoria contínua, bastante difundido nas empresas, que surgiu por volta de 1971 e que tem como base a Manutenção Preventiva. Esses autores concluem que os projetos de melhoria contínua considerados mais complexos, desenvolvidos por empresas que adotam a abordagem do *TQM/TPM*, estão relacionados a objetivos estratégicos e geram maior impacto nos resultados da empresa.

Segundo Suzuki (1993), a aplicação da metodologia *TPM* como sistema de gerenciamento dos processos de operação e manutenção, visa dentre outros objetivos, o de constituir uma estrutura organizacional que maximize a eficiência do sistema de produção, por meio da melhoria da qualidade dos equipamentos e da capacitação dos colaboradores.

Na literatura, observam-se várias ferramentas ou metodologias que repousam na seara da melhoria contínua. Uma delas é o *KAIZEN*. Segundo IMAI (1994), Kaizen, na língua japonesa, significa melhoramento e no contexto da qualidade total, significa melhoramento contínuo, com envolvimento de todos na organização: do chão de fábrica à alta administração. A melhoria contínua como fator de sucesso da gestão de manutenção é traduzida através dos diversos esforços da função ao longo do tempo na busca de avanços em indicadores da área. Para Fernandes (2003), na área de manutenção, foram desenvolvidos modelos específicos como Manutenção Produtiva Total (*TPM, Total Productive Maintenance*) e Manutenção Centrada na Confiabilidade (*RCM, Reliability Centred Maintenance*), objetivando a melhoria contínua dos itens de controle de setor.

2.2.8 SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES – INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA

Branco Filho (1996) define manutenção preditiva como o conjunto de tarefas da manutenção preventiva cujo objetivo é a previsão de falhas através do monitoramento e controle dos parâmetros operacionais. Viana (2002) define manutenção preditiva como sendo tarefas de manutenção preventiva que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentar prever a proximidade da ocorrência da falha. Os objetivos de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagens para inspeção e utilizando o componente até o máximo de sua vida útil.

Nota-se que a preventiva e a preditiva são consideradas tipos de manutenção. Wireman (1990) indica uma classificação, sugerindo seis tipos de manutenção, sendo a preditiva e preventiva dois deles. A preditiva e preventiva são encaradas não só como tipos de manutenção, mas

também como fatores de sucesso na gestão da manutenção, ao serem abordadas não apenas no caráter técnico, e sim no caráter de estratégia de abordagem de ativos, a qual gera uma sistematização em torno destes dois fatores. É assim que Nyman e Levitt (2001) interpretam esse assunto, uma vez que colocam a preditiva e preventiva como pedras fundamentais do arco da gestão da manutenção (Figura 3), demonstrando que tais fatores sustentam todos os outros.

Wireman (1998), na sua proposta de pirâmide de gestão da manutenção, toma como base para todos os fatores de sucesso a manutenção preventiva, encarando-a como essencial para o suporte aos demais processos da função manutenção, inclusive a preditiva que ocupa um lugar mais avançado no gerenciamento da manutenção.

Na literatura, podem-se encontrar autores que encaram a preditiva como ferramenta e não como fator de sucesso. Por exemplo, Silva (2007) com base no estudo desenvolvido na usina nuclear de Angra II, aborda a manutenção preditiva e a engenharia de manutenção aplicada como ferramentas para aumento da disponibilidade e manutenibilidade. Esta abordagem é comum devido ao apego técnico que envolve a preditiva, uma vez que engloba as técnicas mais refinadas da função manutenção, conforme pontua Viana (2002). O autor indica as quatro técnicas preditivas mais utilizadas na indústria nacional: Ensaio por Ultrassom; Análise de Vibrações Mecânicas; Análise de Óleos Lubrificantes e Termografia. Xenos (1998) complementa essa percepção sobre a preditiva quando afirma que a mesma costuma ser tratada de forma diferenciada dentro das empresas, quase como uma ciência avançada demais para ficar na mão de qualquer pessoa.

A manutenção preventiva é definida pela ABNT NBR 5462/1994 como sendo a intervenção que vem a reduzir a probabilidade de falhas, queda de rendimento ou degradação do item, segundo cronograma previamente elaborado. Kardec e Nascif (2001) definem manutenção preventiva como a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

A abordagem da preditiva e preventiva enquanto tipo de manutenção enseja o seguimento das definições indicadas por Branco Filho (1996), Viana (2002), ABNT, (1994) e Kardec e Nascif (2001), porém sua leitura como fator de sucesso enseja uma amplitude maior para com a preditiva e preventiva, entendendo-as não só como técnicas ou tipos de manutenção, mas como alicerces sistemáticos da gestão da manutenção percebidos assim por Wireman (1998) e Nyman e Levitt (2001).

2.2.9 CAPACITAÇÃO

Gonzales *et al.* (2012) apontam que o gestor da atualidade necessita construir habilidades para efetuar melhorias contínuas na sua equipe, com vistas a alcançar os objetivos corporativos. Na função manutenção, o fator capacitação ocupa lugar de destaque, visto a expertise técnica exigida nas indústrias em relação aos profissionais técnicos da área. Xavier (2005) afirma que a evolução do conhecimento em manutenção é considerada estratégica para as empresas, devendo garantir a disponibilidade dos equipamentos e de sistemas produtivos com confiabilidade, segurança e dentro de custos adequados.

A capacitação dos profissionais necessita ser contínua, visto sempre haver a demanda de aprendizado sobre os profissionais. Freire (1979) afirma que o núcleo fundamental que sustenta o processo de educação está no fato do homem não estar concluído. Ainda segundo esse autor, o cão e a árvore também são inacabados, mas o homem se sabe inacabado e, por isso, se educa. Não haveria educação se o homem fosse um ser acabado.

Para Gonzales *et al.* (2012), o conhecimento em manutenção é resultante da relação entre a aprendizagem e aprendiz, num ambiente de interação com a política de manutenção adotada, fruto do estágio de desenvolvimento e maturidade da própria organização. Num ambiente organizacional maduro, o conhecimento em manutenção transformará os processos de gestão, permitindo a disseminação deste conhecimento na busca de maior confiabilidade.

Salerno (2005) defende que o sucesso de um novo modelo ou prática de manutenção está condicionado ao aprimoramento da formação do indivíduo. Percebe-se na literatura a relevante importância dada ao quesito capacitação ou qualificação, pois é nítida a vinculação que os autores estabelecem entre o sucesso da gestão e a existência de profissionais capacitados na execução dos serviços de manutenção. Kardec e Nascif (2001) confirmam tal entendimento ao afirmar que não existe processo que atinja bons resultados se não através de pessoas qualificadas, certificadas e motivadas. Este é o mais importante fator crítico de sucesso.

A importância dada à capacitação dos profissionais é tão grande que, muitas vezes, capacitação e qualificação são associados à competência e tornam-se sinônimos. Por exemplo, Hirata (1997), após vários estudos realizados, observa que na França a noção de competência é apresentada, cada vez mais, como uma alternativa ao conceito de qualificação.

2.2.10 SUPRIMENTOS DE MATERIAIS

Segundo Pires e Neto (2010), nos últimos anos, a gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management – SCM*) transformou-se em uma nova fronteira, explorada pelas empresas na busca incessante de maior competitividade. Para os autores, a *SCM* pode ser definida como um novo modelo gerencial que busca obter sinergias através da integração dos processos de negócios-chave ao longo da cadeia de suprimentos.

Mallmann (2000) observa que os fornecedores exercem grande impacto em todos os fatores importantes para a estratégia de operações. Tais impactos no universo da manutenção ocorrem no quesito qualidade dos serviços que não geram retrabalhos, pois uma peça fornecida sem a devida qualidade nas suas especificações pode ser motivo de corretivas, e no fator custos, onde a importância do correto suprimentos também tem realce. Suportando tais afirmações Leenders e Blenckhorn (1988) consideram que a qualidade se tornou o principal objetivo da atividade de compras, enquanto Harmon (1992) defende que as compras apresentam o maior potencial isolado para a redução dos custos de manufatura.

O tempo do fornecimento apresenta-se como indicador importante no fator suprimentos de materiais para manutenção, não só no quesito rapidez, mas também na questão confiabilidade do fornecimento. Calligaro (2003) observa que o planejamento e programação dos serviços de manutenção são fortemente dependentes da disponibilidade e confiabilidade de entrega de materiais e sobressalentes. Para que os serviços de manutenção possam ser executados com eficácia, é imprescindível que se disponha de um sistema bem estruturado que garanta o fornecimento destes elementos no momento em que forem necessários.

O desempenho da função manutenção será influenciado positivamente ou negativamente na medida do desempenho da cadeia suprimentos que lhe serve. Por exemplo, para Muniz (2010), a manutenibilidade será melhor se os seguintes critérios relacionados à área de suprimentos forem adotados: intercambiabilidade, padronização de sobressalentes e padronização de equipamentos na planta.

2.2.11 INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

As interfaces nascem devido à necessidade de dividir o trabalho em subsistemas que, na maioria das empresas, recebem o nome de áreas ou setores, a exemplo dos setores de manutenção, operação e recursos humanos (RH). Para Salerno e Aulicino (2008), são diversas as formas de coordenação que podem ser utilizadas para tratamento das interfaces, ressaltando que em sistemas integrados e complexos, a eficiência depende mais da qualidade das

interfaces do que da racionalização das atividades em cada função em si. Dessa forma, não será a performance de cada setor independentemente que trará os resultados, mas sim o desempenho conjunto construindo com bases em sólidas relações.

Porter (1986) já enfatizava que existe uma clara necessidade da integração e análise da cadeia de valor, envolvendo os setores que compõem os negócios de uma empresa, buscando identificar o potencial para alcançar uma vantagem competitiva em cada processo que, por fim, determinará a vantagem competitiva de uma empresa.

Xavier (2005) afirma que a parceria operação e manutenção é fundamental para alcançar a excelência. Essa parceria pode ocorrer através da formação de times em áreas específicas que podem ser utilizados para análise conjunta de: falhas, problemas crônicos, desempenho de equipamentos, planejamento de serviços e até na programação diária.

No arco da gestão de manutenção proposto por Nyman e Levitt (2001), o fator “integração manutenção e operação” ocupa a base do arco, ou seja, na visão dos autores os demais fatores dependem deste relacionamento para sua construção, por exemplo, o fator “condição de ativos” não é só uma missão da manutenção, mas daqueles que estão no cotidiano operacional, sendo os mais presentes a manutenção e operação, daí a necessidade de uma integração que favoreça um relacionamento voltado para o resultado. Wireman (1998), em sua proposta de pirâmide da manutenção, também aborda o tema através do fator chamado “envolvimento da operação”, onde repousam as atividades da operação junto à função manutenção, buscando a composição de um cenário onde todos estão engajados sistematicamente na elevação da confiabilidade dos ativos e na sua melhor utilização para o atendimento dos objetivos das organizações produtivas.

2.2.12 ENGAJAMENTO E MOTIVAÇÃO

Para Peres e Lima (2008), mobilizar e dominar a sustentabilidade da estratégia na manutenção depende das pessoas, que são os principais ativos a serem considerados. Xavier (2005) observa que, para que a empresa atinja a excelência, é necessária a melhoria em todas as áreas, e isso só será obtido pelo engajamento e colaboração de toda a equipe.

O engajamento de todos os níveis da estrutura da função manutenção em seus programas e rotinas é visto como fator crítico de sucesso para vários autores. A ausência deste envolvimento das equipes pode significar o fracasso das ações que buscam uma gestão da manutenção mais adequada e dona de bons resultados. Segundo Arcuri Filho (2005), para uma implementação de qualquer projeto de *RCM* (*Reliability Centred Maintenance*), alguns

cuidados especiais devem ser tomados, levando em conta alguns fatores críticos de sucesso, sendo um deles a conscientização e engajamento do pessoal em todos os níveis hierárquicos: gerência, supervisão e execução. A indicação deste entendimento consta das normas SAE JA 1011 e 1012, que possuem o objetivo de estabelecer os fundamentos da implantação do RCM e indicam como fator de sucesso tal engajamento.

RIIS *et al.* (1997) afirmam que, para a implantação e consequente sistematização de um modelo para gestão da manutenção, deve-se não só levar em consideração os aspectos técnicos, mas também as necessidades das pessoas. Assim será possível estabelecer condições que permitam a realização de mudanças profundas nas culturas organizacionais, objetivando o estímulo à construção de um ambiente propício à internalização de novas atitudes e comportamentos, tendo como fundamentos a conscientização, engajamento, motivação e participação.

O engajamento da liderança também é pontuado na literatura como essencial na busca de uma gestão da manutenção de alta performance. Segundo Tsang (2002), uma organização que deseja privilegiar a participação e a autonomia dos empregados deve encarar a hierarquia como uma função cujo objetivo é apoiar, e não só controlar. Neste cenário, os líderes devem, além de definir diretrizes claras, também se engajarem de forma nítida para todos na implementação das mesmas.

2.3 INDICADORES DA MANUTENÇÃO

Kaplan e Norton (1997) já afirmavam que o objetivo de qualquer sistema de mensuração deve ser motivar os executivos e funcionários a implementar com sucesso a estratégia da sua unidade de negócios. Na unidade de negócios função manutenção, essa afirmação é válida, uma vez que os indicadores de desempenho assumem papel importante na tomada de decisão, amplificado ao observar o ambiente da manutenção, repleto de interfaces e demandas. Sendo a tomada de decisão uma atividade estratégica, como observa Zeleny *apud* Gomes *et al.* (2002), “a tomada de decisão é um esforço para tentar resolver problemas de objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da solução ótima e conduz à procura do melhor compromisso”.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Marçal e Susin (2005) afirmam que os profissionais de manutenção confrontam-se com as mais complexas tarefas na função manutenção e, para se assegurarem de cumprir tais tarefas assertivamente, os mesmos buscam uma série de

ferramentas que os auxiliem no processo de tomada de decisões. Salazar (2001) complementa afirmando que o controle é uma das forças fundamentais que mantêm a organização eficiente. Viana (2002) observa que os indicadores da manutenção devem retratar aspectos importantes no processo da planta. Para algumas empresas um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outras não. Assim o PCM deve avaliar a melhor forma de monitoramento do seu processo. A regra geral é simples: acompanhar aquilo que agrega valor, evitando desprender recursos para levantar e consolidar dados com pouca ou nenhuma utilidade.

Monchy (1989) apresenta alguns indicadores da manutenção, ligados ao desempenho dos equipamentos, ou seja, os ativos industriais, a saber, três deles:

- a) *MTBF*, Tempo Médio Entre Falhas, definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Este indicador está ligado a uma expressão muito utilizada na área industrial: a Confiabilidade. Este indicador auxilia na observação do comportamento da maquinaria, diante das ações mantenedoras. Se o valor do *MTBF* com o passar do tempo for aumentando, será um sinal positivo para manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo e, conseqüentemente, o total de horas disponíveis para a operação aumentando;
- b) *MTTR*, tempo médio de reparo sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção, pelo número de intervenções corretivas no período, este indicador está ligado à expressão Manutenibilidade, ou seja, capacidade de sofrer manutenção ou probabilidade de duração de manutenção;
- c) A Disponibilidade, também chamada de Performance ou Desempenho de Equipamentos, representa a relação entre o tempo total de disponibilidade do equipamento por parte da manutenção e o tempo total do período - calendário.

Ahmad e Dhafr (2002) apresentam as dimensões mais utilizadas para indicadores de desempenho, dividindo-as em seis grupos: Segurança e meio ambiente; Flexibilidade; Inovação; Performance; Qualidade; e Dependabilidade. Esses autores apresentam os principais indicadores da manutenção, referenciados em nível de benchmarking mundial. Segundo os mesmos, para um *OEE* (*Overall Equipment Effectiveness*) de 85%, a recomendação é que a parcela da disponibilidade seja de 95%. Onde o *OEE* representa a composição das parcelas de: *i*) disponibilidade dos equipamentos, indicador de manutenção, *ii*) utilização dos equipamentos nas horas em que os mesmos foram disponibilizados e *iii*) produtividade alcançada em referencia ao nominal do ativo.

2.4 ESTRUTURA DO PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO

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 6 para ilustrar esta cadeia de diretrizes estratégicas.



Figura 6 - 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 que o autor chama de 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: na 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. Os 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. A Tabela 4 ilustra objetivos estratégicos com as ferramentas a serem utilizadas.

Fase	Estratégia	Ferramentas da qualidade
1 ^a	Definição de indicadores-chave	<i>Balanced Scorecard – BSC</i>
2 ^a	Definição de ativos prioritários e manutenção	Análise de Criticidade (<i>Criticality Analysis – CA</i>) & Matriz de Criticidade (<i>Criticality Matrix – CM</i>)
3 ^a	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).
4 ^a	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>).
5 ^a	Plano preventivo, otimização da programação e recursos.	Análise de Risco de Otimização de Custo (<i>Risk-Cost Optimization – RCO</i>)
6 ^a	Avaliação e controle da manutenção	Análise da Confiabilidade (<i>Reliability Analysis – RA</i>) e Método do Caminho Crítico (<i>Critical Path Method – CPM</i>)
7 ^a	Análise de ciclo de vida dos ativos, otimização e substituição.	Análise do Custo do Ciclo de Vida (<i>Life Cycle Cost Analysis – LCCA</i>)
8 ^a	Melhoria contínua e utilização de novas técnicas	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance – TPM</i>)

Figura 7 – Estratégias para manutenção e ferramentas para sua definição.

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 serão: *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 ferramentas que possam perceber as nuances da função manutenção, de acordo com Meireles (2010), desdobrar estratégia em pensamento tático, chegando às ações operacionais, trata-se de demanda de profunda sutileza para administrações empresariais.

Nunes e Valladares (2004) em sua 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, do capital intelectual envolvidos nos sistemas produtivos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho desenvolvido, quanto à natureza, é classificado como pesquisa aplicada, pois busca a solução de um problema prático imediato, no caso o desenvolvimento de uma estrutura adequada para a elaboração de planos diretores de manutenção. O trabalho seguiu uma abordagem qualitativa, apoiando-se principalmente em conceitos apresentados na literatura e opinião de especialistas, reunida através de estudos em grupos focados. Quanto aos objetivos, a pesquisa desenvolvida pode ser classificada como descritiva, uma vez que descreve em detalhe os elementos e etapas envolvidos na elaboração de um plano diretor de manutenção. Quanto aos procedimentos, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e pesquisa-ação. Bibliográfica porque a estrutura proposta foi fortemente baseada em conceitos apresentados na literatura; pesquisa-ação porque o desenvolvimento foi realizado em estreita associação com a resolução de um problema coletivo, onde o pesquisador e profissionais da empresa estudada estiveram envolvidos de modo cooperativo.

O desenvolvimento da estrutura de elaboração do plano diretor da manutenção e respectivos indicadores foi organizado em quatro etapas: *i)* identificação dos fatores determinantes do sucesso da gestão da manutenção; *ii)* definição da estrutura para elaboração do plano diretor da manutenção; *iii)* definição do conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção e *iv)* aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás para o triênio 2014 – 2016. Essas etapas são apresentadas em detalhe nas próximas subseções.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DETERMINANTES DO SUCESSO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A identificação dos fatores determinantes para o sucesso da gestão da manutenção apoiou-se na revisão de literatura e discussão em grupos focados. A Figura 8 ilustra as etapas seguidas na pesquisa dos fatores determinantes para o sucesso da gestão da manutenção.

A primeira etapa envolveu a revisão bibliográfica sobre o tema, através da consulta de artigos e livros disponíveis no ambiente acadêmico. A revisão produziu uma lista de fatores de sucesso, consolidada através da compilação dos elementos que se apresentaram em comum em duas ou mais das referencias consultadas.

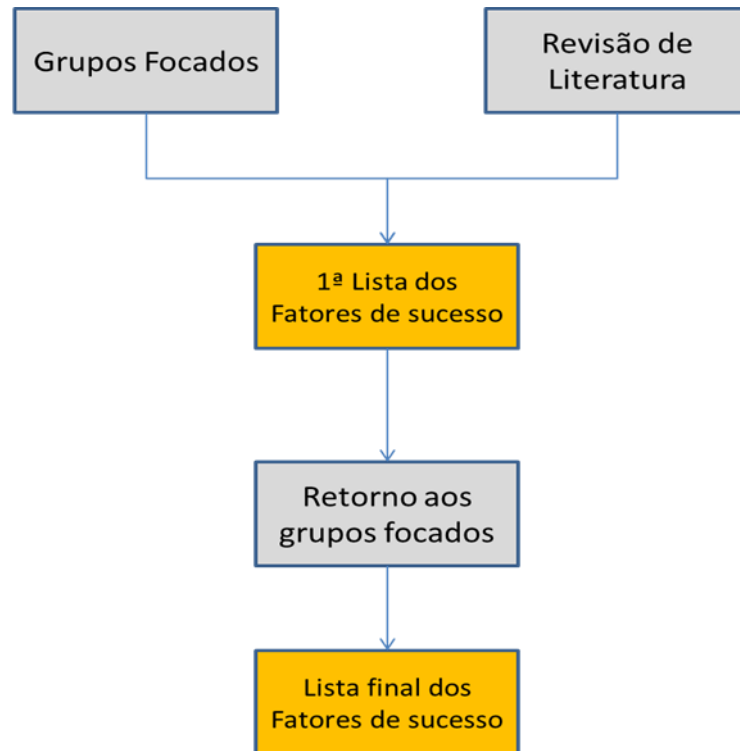


Figura 8 – Etapas do trabalho de definição dos fatores de sucesso

Em paralelo foram realizados grupos focados. O estudo em grupos focados foi desenvolvido conforme os seguintes passos: *i)* planejamento; *ii)* condução dos grupos focados; *iii)* descrição, interpretação e análise dos dados.

O tamanho dos grupos foi definido de forma a evitar grupos muito pequenos, pois são facilmente dominados por um ou dois membros, ou grupos muito grandes que podem causar tédio em alguns participantes ou gerar conversas paralelas (CHURCHIL; NIELSEN, 1999). Assim os grupos tiveram a participação de 6 a 8 pessoas.

Os grupos foram divididos conforme o nível hierárquico de atuação dos seus membros, buscando desta forma evitar possível predominância de membros baseada na sua posição de ascendência sobre os demais. A aplicação de grupos focados envolveu sessões com três grupos distintos: gerentes de área, supervisores e engenheiros/analistas.

O roteiro de perguntas era simples, baseado em três questionamentos: *i)* Na sua visão quais são os fatores estratégicos determinantes para o sucesso da gestão da manutenção? *ii)* Na sua visão quais são os fatores de rotina determinantes para o sucesso da gestão da manutenção? *iii)* Quais são os ganhos para uma empresa onde os fatores de sucesso estejam presentes?

A terceira pergunta buscava incentivar os membros do grupo a vincularem os fatores indicados com resultados observados na prática industrial. Esse procedimento estimulava os participantes a revisar suas indicações, buscando perceber alguma incoerência lógica, do tipo: se é um fator de sucesso, porque não gera ganho?

De posse das informações dos grupos focados e da revisão da literatura, os dados reunidos foram organizados, interpretados e analisados, gerando assim uma primeira lista de fatores de sucesso na gestão da manutenção.

Em seguida, realizou-se o retorno aos mesmos grupos focados, para discussão da lista organizada dos fatores de sucesso, buscando compreender a influência desses fatores no ambiente específico de Carajás. Esse segundo momento contribuiu para validar a lista de fatores de sucesso, através de uma discussão cujo cenário era um ambiente prático e conhecido dos participantes, o que facilitou capturar suas percepções e proceder à análise dos resultados reunidos.

Após o retorno aos grupos focados, novamente os dados colhidos foram analisados, gerando, através dessa análise, uma segunda lista organizada de fatores de sucesso, a qual serviu de base para a continuação dos estudos da tese.

3.2 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DA MANUTENÇÃO

O segundo objetivo da tese é atendido através do estabelecimento 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.

Apoiados na definição dos fatores de sucesso e orientações da literatura, os mesmos grupos focados, geraram subsídios para a construção da estrutura para elaboração de planos diretores de manutenção. Essa estrutura, por sua vez, 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 lógica dentro dos grupos focados seguiu o mesmo roteiro da primeira abordagem, quando se 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.

Uma vez reunidas às informações referentes à estruturação 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 se todos

os fatores de sucesso foram 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.

3.3 DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES CHAVES PARA O CONTROLE DO DESEMPENHO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Após a definição da estrutura para elaboração do plano diretor de manutenção, onde se produziu um método que especifica informações a serem reunidas, formas de processamento e elementos a serem gerados, partiu-se para a definição do conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção, capazes de expressar se os fatores de sucesso e premissas assumidas no plano diretor estão sendo adequadamente atendidos.

A definição dos indicadores considerou a própria estrutura proposta (e seus elementos constituintes), como subsídio dos grupos focados, onde se questionou nas discussões quais eram os indicadores que expressavam corretamente o desempenho da gestão da manutenção, considerando as diretrizes estabelecidas no plano diretor de manutenção, suas premissas e compromissos para os períodos subsequentes.

Neste momento não se discutiu o estágio atual de desempenho, mas focou-se na discussão da necessidade do controle com base em indicadores capazes de avaliar o status dos elementos da gestão da manutenção, listados no plano diretor, que por sua vez têm base nos fatores de sucesso para gestão da manutenção.

Após a definição do conjunto de indicadores, foram discutidas suas bases de cálculo. Paralelamente, foram consideradas as fórmulas mais comuns apresentadas na literatura para cada indicador validado pelos grupos focados.

3.4 APLICAÇÃO DA ESTRUTURA PROPOSTA NA DEFINIÇÃO DO PLANO DIRETOR DE MANUTENÇÃO DA PLANTA INDUSTRIAL DE CARAJÁS PARA O TRIÊNIO 2014 – 2016

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 de Carajás 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 (estrutura descrita no capítulo 5); *iii)* elaboração de proposta do plano diretor, contemplando seus diferentes elementos; *iv)* validação de cada responsável de acordo com a atividade (fator) revisado.

Na etapa seguinte, para complementar a proposta, foi elaborado um caderno de indicadores, com seus conceitos e fórmulas de cálculos, além das premissas adotadas sobre os mesmos considerando as especificidades da planta industrial de Carajás.

4 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE SUCESSO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A seguir são apresentadas as considerações sobre a realização dos grupos focados para a identificação dos fatores de sucesso da gestão da manutenção.

4.1 GRUPOS FOCADOS

Segundo Ribeiro *et al.* (2008), grupos focados se caracteriza como um método de pesquisa qualitativo, juntamente com outros métodos como a observação passiva, a observação participante e as entrevistas em profundidade. Greenbaun (2000) complementa, indicando que o objetivo da técnica é o de sondar conhecimentos, atitudes e sentimentos sobre um tópico em particular. Os entrevistados influenciam uns aos outros pelas respostas às ideias e colocações durante a discussão, estimulados por comentários ou questões fornecidas pelo moderador.

A vantagem da aplicação dos grupos focados em pesquisas qualitativas repousa na riqueza e flexibilidade na etapa de coleta de dados. A interação entre os participantes fornece um ambiente propício para discussões espontâneas sobre o tema investigado. No entanto, Ribeiro *et al.* (2008) aponta a desvantagem no quesito de quantidade de dados levantados por participante, quando comparado com ferramentas de pesquisa individual.

Segundo Wolcott (2004), o desafio em investigações qualitativas reside no uso dos dados e não na coleta dos dados. O uso dos dados é que vai transformá-lo em conhecimento e em novas formas de entender a realidade. A partir deste entendimento, na etapa da coleta de dados, a pesquisa priorizou não a quantidade de informações levantadas, mas sua fundamentação nos segmentos formadores do ambiente da manutenção industrial. Assim, buscou-se o entendimento dos vários grupos sobre os fatores determinantes na gestão da manutenção, uma vez que tal conceito pode variar, dependendo dos valores e vivência de cada profissional militante na área.

Os grupos focados objetivaram também equalizar, através dos encontros dos profissionais, as diversas opiniões referentes ao que é mais importante na gestão da manutenção. As reuniões em grupo mostraram-se adequadas na captura destes entendimentos contextualizados em debates, gerando assim uma riqueza superior no quesito interpretação dos fatores determinantes, possibilitando ao pesquisador o estabelecimento de referenciais que permitiram avançar nas investigações. De acordo com Oliveira e Freitas (1998), a aplicação dos grupos focados possibilita este tipo de subsídio para o pesquisador, aportando uma

convicção ao mesmo, a qual lhe fornece fundamentos para a elaboração de hipóteses ou a construção de instrumentos.

Nesta tese, a técnica dos grupos focados será utilizada na coleta de dados qualitativos e na discussão dos mesmos, de forma a fornecer interpretações sobre os diversos fatores que fundamentam a manutenção industrial.

4.2 APLICAÇÃO DOS GRUPOS FOCADOS

O estudo em grupos focados foi desenvolvido conforme os seguintes passos: *i*) planejamento; *ii*) condução dos grupos focados; *iii*) Organização e Análise dos dados (BEYEA; NICOLL, 2000 *apud* RIBEIRO; NEWMANN, 2003).

No planejamento foram definidos: *i*) os objetivos do grupo, no caso investigar o entendimento de profissionais da manutenção industrial sobre os fatores de sucesso da função; *ii*) o roteiro de perguntas; *iii*) o tamanho dos grupos e sua distribuição por níveis hierárquicos; *iv*) o tempo de duração das sessões; *v*) o local adequado para as discussões e *vi*) a forma de registro das informações.

Na condução dos grupos preocupou-se na criação de um ambiente propício para captura de interpretações livres sobre o que vem a ser os fatores de sucesso da gestão da manutenção, tendo o cuidado no direcionamento dos debates, para evitar perdas de rumo durante as argumentações. Na medida do possível, o moderador evitou apresentar opiniões que poderiam induzir o pensamento condicionado a um conceito preestabelecido pelo mesmo.

Os dados fundamentais produzidos foram então transcritos das discussões do grupo, acrescidos das anotações e reflexões do moderador. O trabalho de análise dos dados iniciou-se por uma tabulação dos fatores de sucesso elencados por cada grupo focado, relacionando-os com as argumentações apresentadas que sustentaram durante os debates sua escolha como fator de sucesso. Em seguida houve a compatibilização das tabelas geradas por cada grupo, gerando uma lista única, a qual recebeu contribuição do entendimento do pesquisador sobre o tema. A Figura 9 ilustra a lógica da aplicação da técnica dos grupos focados nesta pesquisa.

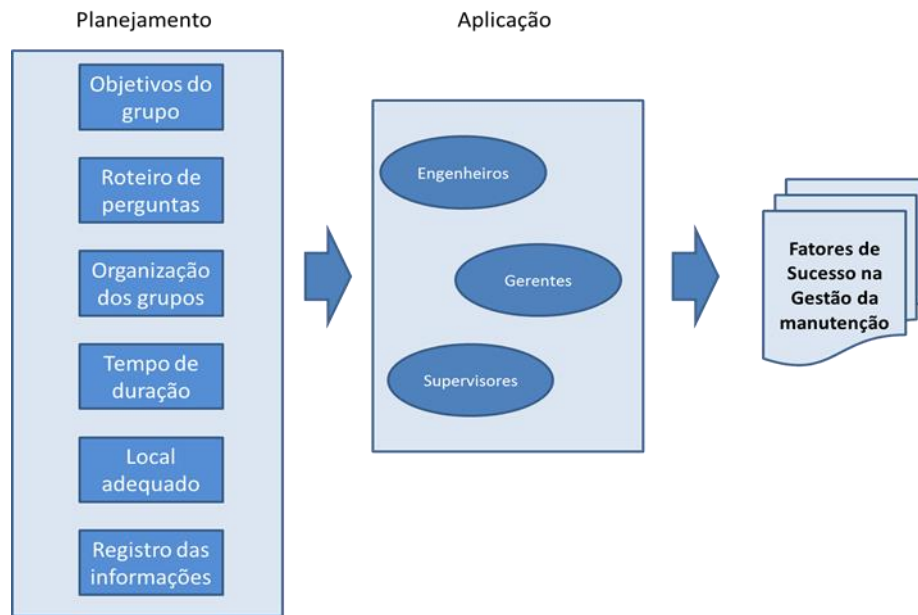


Figura 9 – Lógica da aplicação dos grupos focados na pesquisa

4.2.1 PLANEJAMENTO

O roteiro de perguntas era simples, baseado em três questões centrais, conforme dispostos na Figura 10.

Sequência	Descrição da pergunta
1 ^a	Na sua visão quais são os fatores estratégicos determinantes para o sucesso da gestão da manutenção?
2 ^a	Na sua visão quais são os fatores de rotina determinantes para o sucesso da gestão da manutenção?
3 ^a	Quais são os ganhos para uma empresa onde os fatores de sucesso estejam presentes?

Figura 10 – Roteiro de perguntas na aplicação dos grupos focados

A primeira pergunta foi formulada para ser bem direta e capaz de impulsionar os participantes do grupo focado em direção a respostas que traduzam o universo da manutenção nos quais estão inseridos, bem como, na expressão da sua experiência adquirida em diversos setores de manutenção. A utilização de uma questão aberta repousa na intenção de induzir uma maior participação dos entrevistados.

A segunda pergunta objetivou funcionar como um elemento regulador, capaz de provocar nos entrevistados a diferenciação dos fatores estratégicos daqueles fundamentos da rotina da manutenção, bem como, identificar algum fundamento de rotina tão presente e necessário para uma estrutura de manutenção, que o faria um fator de sucesso para a função.

A terceira pergunta buscava incentivar os membros do grupo a vincularem os fatores indicados com resultados observados na prática industrial. Esse procedimento estimulava os participantes a revisar suas indicações, buscando perceber alguma incoerência lógica, do tipo: se é um fator de sucesso, porque não gera ganho?

Além disto, a disposição das perguntas favoreceu uma ordem crescente de profundidade, conforme orienta Ribeiro e Newman (2003). Dessa forma, o envolvimento dos entrevistados se intensificava ao logo das discussões. O estímulo ao trabalho coletivo, fez com que as percepções e conceitos fossem se moldando dentro de um senso comum criado pelo próprio grupo. Temas abertos proporcionam em um primeiro momento uma diversidade de entendimentos, mas sob um espaço de pensamento comum, permitem explorar a fundamentação dos entendimentos diversos, para se chegar a consensos, que no início dos trabalhos do grupo poderiam parecer improváveis.

O tamanho dos grupos foi definido de forma a evitar grupos muito pequenos, pois são facilmente dominados por um ou dois membros, ou grupos muito grandes que podem causar tédio em alguns participantes ou gerar conversas paralelas (CHURCHIL; NIELSEN, 1999). Assim os grupos tiveram a participação de 6 a 8 pessoas.

Os grupos foram divididos conforme o nível hierárquico de atuação dos seus membros, buscando desta forma evitar uma possível predominância de membros baseada na sua posição de ascendência sobre os demais. Assim, a aplicação de grupos focados envolveu sessões com três grupos distintos: gerentes de área, supervisores e engenheiros.

Os encontros foram desenhados de forma que sua duração total não ultrapassasse duas horas de discussões, conforme recomenda Vichas (1982), que alerta sobre a perda de informações e qualidade em sessões com maior duração. Desta forma, ocorreram duas sessões em cada grupo focado, uma vez que as discussões foram participativas, demandando um tempo maior que duas horas para cada grupo de entrevistados.

A aplicação dos grupos foi planejada para ocorrer nas instalações da usina de beneficiamento de minério da Vale S/A em Carajás, sudeste do Pará. Os registros foram feitos através de anotações e filmagens com a concordância dos participantes.

No planejamento também se previu a análise dos fatores de sucesso observados nos grupos focados, levando em conta a revisão bibliográfica realizada no capítulo 2. Assim, após o refinamento dos dados levantados nos grupos, os mesmos foram confrontados com a lista observada na literatura, permitindo gerar uma nova lista de fatores, a qual foi novamente apresentada aos mesmos grupos focados, para sua análise e debate, produzindo assim a lista definitiva dos fatores de sucesso na gestão da manutenção.

4.2.2 CONDUÇÃO DAS SESSÕES DOS GRUPOS FOCADOS

Os encontros dos grupos focados ocorreram em duas sessões para cada grupo (Gerentes, Supervisores e Engenheiros). As rodadas foram mediadas pelo pesquisador, que apresentou a primeira pergunta do roteiro preestabelecido (Figura 10) partindo da mesma para as discussões sobre os fatores de sucesso na gestão da manutenção.

Todos os convidados para as sessões estiveram presentes, não havendo nenhuma ausência identificada. No primeiro momento das discussões, os grupos listavam no seu entendimento quais eram os fatores de sucesso. Durante tal listagem ocorriam debates que acabavam por refinar tal lista durante a sua construção. Devido à experiência dos participantes, foram raras as intervenções do mediador para manutenção do foco na temática em questão. Nos três grupos houve um entendimento mútuo de maneira madura, o que facilitou a tarefa de captura das informações.

O momento alto das discussões ocorreu quando da apresentação da terceira pergunta do roteiro, pois os participantes ao serem confrontados sobre os ganhos trazidos pela implantação de determinados fatores, começaram a perceber que os mesmos não eram fatores de sucesso, mas sim rotinas de trabalho. Em um primeiro momento, as discussões foram marcadas por resistências na busca da manutenção das opiniões anteriores, mas este posicionamento lentamente foi dando espaço para novas interpretações provocadas pelos próprios grupos.

Após as sessões, cada grupo gerou sua lista de fatores de sucesso. Ao final da segunda sessão, a lista foi apresentada de forma consolidada, abrindo assim uma nova oportunidade para revisões mais refinadas, induzidas pela imagem da reunião dos fatores em uma mesma tabela. Em todos os três grupos ocorreram pequenas alterações neste momento, acordadas através de discussões e ponderações realizadas pelos entrevistados. Nota-se que as modificações foram pequenas, mas relevantes, uma vez que modificaram a lista final dos fatores de sucesso.

4.2.3 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A organização dos dados foi realizada basicamente na compilação dos fatores de sucessos elencados em cada grupo em tabelas: *i)* Figura 11, grupo dos gerentes; *ii)* Figura 13, grupo de supervisores; *iii)* Figura 14, grupo de engenheiros.

Seq	Fatores de sucesso para Gestão da manutenção
1	Sistemas computadorizados de administração da manutenção
2	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção
3	Sistema de custeio da manutenção
4	Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção
5	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional
6	Engenharia da manutenção
7	Círculos de controle da qualidade
8	Manutenção Preditiva
9	Capacitação das pessoas da manutenção
10	Suprimentos de materiais
11	Integração da manutenção e operação
12	Sistema de gestão de riscos (confiabilidade)
13	Sistema de Gestão Ambiental
14	Política da Automação industrial
15	Sistema de investimentos na manutenção

Figura 11 – Fatores de sucesso observados no grupo de Gerentes

A nomenclatura dos fatores de sucesso listados na Figura 11 difere daquela empregada durante as sessões do grupo focado com os gerentes. Isso decorre de um ajuste realizado pelo pesquisador no sentido de agrupar, em uma mesma nomenclatura, aquilo que em conceito coincide, por exemplo, “Planejamento da manutenção”, em conceito, coincide com o fator observado na literatura e nomeado como “Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção”.

Nas argumentações com relação aos ganhos da empresa com a presença efetiva dos fatores de sucesso (terceira pergunta do roteiro), o grupo de gerentes apontou vários ganhos, destacando-se: *i*) diminuição das taxas de frequência de acidentes do trabalho; *ii*) redução de desperdícios e por sua vez de custos; *iii*) elevação da confiabilidade da planta; *iv*) melhoria do clima organizacional; *v*) redução dos acidentes ambientais e *vi*) aumento na remuneração variável dos líderes e empregados.

O grupo também percebeu durante as sessões a diferenciação entre fatores estratégicos e demandas de rotina. Por exemplo, a gestão das oficinas de subconjuntos, no primeiro momento, foi observada com fator de sucesso, mas com o debate baseado na segunda questão foi verificado que a matéria estava dentro de um ambiente de execução da rotina, e seu sucesso está vinculado a fatores como “Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção” e “Suprimentos de Materiais”.

Outro exemplo foi a discussão em torno da gestão de ferramentas para manutenção, no primeiro momento classificado como fator estratégico para gestão da manutenção, após a ponderação sobre a segunda pergunta do roteiro, percebeu-se que este fator se configurava em uma rotina do “Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção” como também como premissa do “Sistema de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional”.

Ao longo das duas sessões este tipo de ponderação tornou-se recorrente, onde o grupo naturalmente foi vinculando elementos de rotina, ora classificados como fatores de sucesso, nos respectivos fatores que levariam ao sucesso da sua implantação e gestão, na Figura 12, sintetiza-se tais vínculos ocorridos no grupo focado dos gerentes.

Rotinas	Fatores de sucesso que a suporta
Desenvolvimento Tecnológico Tratamento de falhas Terotecnologia.	Engenharia da Manutenção
Gestão de grandes paradas Controle inicial Gestão de lubrificantes Gestão de ferramentaria.	Sistema de Planejamento Controle da manutenção, Sistema de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional e Suprimentos de materiais.

Figura 12 – Rotinas e os fatores de sucesso que as suportam

Nos grupos de Supervisores nota-se uma lista com um número menor de itens, e com uma objetividade mais intensa. Talvez isso tenha ocorrido devido à proximidade deste grupo com as tarefas cotidianas, as quais demandam tempo, e um nível de acerto mais elevado no planejamento, para se evitar retrabalhos. A Figura 13 elenca os fatores de sucesso extraídos do grupo focados dos Supervisores.

Seq	Fatores de sucesso para Gestão da manutenção
1	Sistemas computadorizados de administração da manutenção
2	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção
3	Sistema de custeio da manutenção
4	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional
5	Capacitação das pessoas da manutenção
6	Suprimentos de materiais
7	Sistema de Gestão de pessoas
8	Engajamento e Motivação

Figura 13 – Fatores de sucesso observados no grupo de Supervisores

Destaca-se na discussão do grupo o surgimento do fator “Sistema de gestão de pessoas”. O conceito do grupo sobre este fator repousa no objetivo de se atingir um bom nível de clima organizacional, através da gestão de fundamentos como: *i)* condições adequadas para o trabalho dos executantes; *ii)* critérios claros de remuneração; *iii)* sistema de promoções e premiações definido; *iv)* gestão do tempo do trabalho das equipes e *v)* ações de engajamento e motivação para os empregados.

Diante da argumentação da importância do engajamento e motivação, reconhecendo-a quando da sua listagem nos fundamentos para a gestão de pessoas, achou-se adequado destacá-lo com fator de sucesso.

Nas sessões do grupo focado dos engenheiros gerou-se a lista apresentada na Figura 14. Os fatores identificados neste grupo mantiveram-se em linha com os dois outros grupos, não se detectando variações representativas.

Seq	Fatores de sucesso para Gestão da manutenção
1	Sistemas computadorizados de administração da manutenção
2	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção
3	Sistema de custeio da manutenção
4	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional
5	Engenharia da manutenção
6	Melhorias e Modificações de Equipamentos
7	Manutenção Preditiva
8	Capacitação das pessoas da manutenção
9	Gestão de contratos (Terceirização)
10	Sistema de gestão de riscos (confiabilidade)
11	Sistema de Gestão Ambiental
12	Política da Automação industrial
13	Suprimentos de materiais

Figura 14 – Fatores de sucesso observados no grupo de Engenheiros

No grupo de engenheiros também ocorreu o vínculo de elementos de rotina, ora classificados como fatores de sucesso, nos respectivos fatores que levariam ao sucesso da sua gestão. Conforme ocorrido no grupo focado dos gerentes, a lógica aplicada foi a mesma, ou seja, através das argumentações vinculou-se a fatores de sucesso alguns elementos de rotina elencados na fase inicial da aplicação da técnica.

4.3 ELABORAÇÃO DA LISTA FINAL DOS FATORES DE SUCESSO

Após a organização e análise dos dados obtidos nos grupos focados, passou-se para fase seguinte, a qual consistiu em tabular as quatro listas, buscando num primeiro momento os fatores comuns em três ou quatro delas, a Figura 15 traz o esboço deste esforço.

Fruto desta ação foi a Figura 16, onde constam os fatores de sucesso considerados pacíficos na literatura e na observação dos grupos focados realizados nesta pesquisa. Ao todo foram sete fatores de sucesso identificados, os quais foram considerados como presentes na lista final.

Seq	Fatores de sucesso para Gestão da manutenção
1	Sistemas computadorizados de administração da manutenção
2	Sistema de Planejamento e Controle da manutenção
3	Sistema de custeio da manutenção
4	Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional
5	Engenharia da manutenção
6	Capacitação das pessoas da manutenção
7	Suprimentos de materiais

Figura 15 – Fatores de sucesso observados na bibliografia e grupos focados

A próxima etapa foi o retorno aos grupos focados, dentro da mesma formação, e seguindo as mesmas premissas do planejamento para os mesmos, no sentido de primeiramente completar a Figura 16, e rediscutir pontos e conceitos trazidos pela revisão bibliográfica.

Fatores de sucesso	Gr. Gerentes	Gr. Supervisores	Gr. Engenheiros	Literatura
Sistemas computadorizados de administração da manutenção	X	X	X	X
Sistemas de Planejamento e controle da manutenção	X	X	X	X
Sistema de custeio da manutenção	X	X	X	X
Sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional	X	X	X	X
Capacitação das pessoas da manutenção	X	X	X	X
Suprimentos de materiais	X	X	X	X
Engenharia da manutenção	X		X	X
Estrutura Organizacional definida para o setor da manutenção	X			X
Manutenção Preditiva	X		X	
Integração da manutenção e operação	X			X
Sistema de gestão de riscos (Confiabilidade)	X		X	
Sistema de Gestão Ambiental	X		X	
Política de automação industrial	X		X	
Engajamento e motivação		X		X
Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva				X
Sistema de investimento na manutenção	X			
Sistema de Gestão de pessoas		X		
Melhorias e modificações de equipamentos			X	
Melhoria contínua				X
Círculos de controle da qualidade	X			
Gestão de contratos (terceirização)			X	

Figura 16 – Fatores de sucessos presentes na revisão bibliográfica e grupos focados

4.3.1 RETORNO AOS GRUPOS FOCADOS

Realizou-se o retorno aos mesmos grupos focados, para discussão da lista organizada dos fatores de sucesso, buscando compreender a influência desses fatores no ambiente específico de Carajás. Esse segundo momento contribuiu para completar e validar a lista de fatores de sucesso, através de uma discussão cujo cenário era um ambiente prático e conhecido dos

participantes, o que facilitou capturar suas percepções e proceder à análise dos resultados reunidos.

Os sete fatores de sucesso presentes na literatura e observados em pelo menos dois grupos focados (Figura 16) foram apresentados aos três grupos, sendo prontamente validados, sem grandes questionamentos. Os demais fatores foram discutidos pelos grupos, sendo o entendimento dos mesmos como se segue:

- a) **Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção:** este fator é observado na literatura, bem como, no grupo focado de Gerentes, o mesmo foi apresentado aos grupos de Supervisores e Engenheiros, tomando o cuidado de identificar sua origem apenas na literatura, assim evitando qualquer influência devido a relações hierárquicas. Os grupos de Supervisores e Engenheiros ao discutir o fator, perceberam sua importância, alinhando seu conceito com aqueles encontrados na literatura;
- b) **Melhoria contínua:** no caso deste fator ao retornar aos grupos houve apenas um alinhamento de nomenclatura, e alguns ajustes de conceitos. Presente na literatura, o fator de sucesso foi observado no grupo de Gerentes com o nome de “Círculo de controle da qualidade”, na visão do grupo a melhoria estaria vinculada 100% a este programa, entendimento este aperfeiçoado após a apresentação do conceito presente na literatura. No caso do grupo de Engenheiros os conceitos do fator “Melhoria contínua” apareceram sob a nomenclatura “Melhorias e modificações”, ocorrendo o entendimento por parte do grupo que a nomenclatura presente na literatura, “Melhoria contínua”, se posicionava de forma mais ampla, logo, ambos os grupos validaram o fator “Melhoria contínua” como sendo um fundamento para o sucesso na gestão da manutenção;
- c) **Sistema de monitoramento das condições - inspeções preventiva e preditiva:** presente na literatura, este fator, teve suas condições seguindo a lógica do item b (Melhoria contínua), uma vez que seus conceitos foram observados nos grupos de Gerentes e Engenheiros, apenas com nomenclatura diferente, no caso, “Manutenção preditiva”, daí o alinhamento natural de tais grupos com a nova nomenclatura, sendo reconhecido pelos grupos, inclusive dos Supervisores, o caráter mais amplo do termo monitoramento das condições;
- d) **Integração da manutenção e operação:** este fator foi observado na literatura e no grupo focado dos Gerentes. Ao ser discutido nos demais grupos, houve uma aceitação rápida do seu conceito e importância, principalmente, no grupo dos Supervisores, seus

argumentos repousaram na vivência de campo, onde vários exemplos de perdas das mais variadas ordens foram elencados tendo como origem a dificuldade de comunicação e alinhamento entre as funções manutenção e operação;

- e) **Engajamento e Motivação:** observado na literatura e no grupo focado dos Supervisores, este fator ao ser apresentado aos demais grupos, foi bastante discutido em seu conceito, sua discussão girou em torno da dificuldade de ser medido, no entanto, os grupos entenderam que os fatores de sucesso não necessariamente têm medições diretas, estando em um campo às vezes abstrato. A partir desta descoberta os entrevistados o validaram sem grandes divergências. Cabendo o registro de alguns depoimentos de Gerentes e Engenheiros, quando afirmaram que nunca foram estimulados a pensar em questões não técnicas;
- f) **Sistema de Gestão Ambiental:** na literatura não se observou de forma ampla a presença deste fator como de sucesso para gestão da manutenção, no entanto, os grupos focados dos Gerentes e Engenheiros o pontuaram como tendo este status. Na discussão com os grupos, o entendimento da importância diferenciada do fator permaneceu, e a sua não ocorrência de forma mais intensa na literatura foi imputada ao nível de sensibilidade ambiental do atual mercado, que vem crescendo, mas que não adquiriu a maturidade que outros fatores adquiriram, muito devido ao seu tempo de discussão e presença no interior das empresas e academias;
- g) **Sistema de gestão de riscos (confiabilidade):** este fator não foi observado na literatura de forma explícita, sendo observado nos grupos de Gerentes e Engenheiros. Nos debates foi necessário um breve retorno à literatura, uma vez que para os grupos o tema é amplamente elencando em cursos e seminários de manutenção. A partir deste posicionamento, detectou-se a necessidade de um retorno mais amplo à revisão de literatura, na busca de mais elementos conceituais acerca da confiabilidade e sua importância na gestão da manutenção, bem como, em seus resultados.

4.3.2 RETORNO À LITERATURA: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE)

Segundo Sellito (2005), o conceito de confiabilidade foi introduzido na manutenção por um trabalho seminal sobre falhas em equipamentos eletrônicos de uso militar nos anos 1950, nos Estados Unidos da América. A tarefa foi conduzida por um grupo de estudos da *Federal Aviation Administration*, cujas conclusões reorientaram os procedimentos de manutenção até então vigentes: i) se um item não possui um modo predominante e característico de falha,

revisões programadas afetam muito pouco o nível de confiabilidade do item; e *ii*) para muitos itens, a prática de manutenção preventiva não é eficaz.

Netherton (2001) *apud* Zaions (2003) observa que, a partir dos anos 1970, várias indústrias iniciam a manutenção centrada em confiabilidade para determinar as melhores políticas para gerenciar as funções dos itens físicos e para gerenciar as consequências de suas falhas.

Para a ABNT na norma brasileira NBR 5462-1994, item 2.2.6.4, a confiabilidade de um item é a probabilidade de que este item desempenhe a função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso.

De acordo com Moubray (1996), a manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, uma das modificações apontadas pelo autor é a incorporação de elementos da confiabilidade às estratégias usuais de manutenção encontradas nas empresas de fabricação. Cheu e Chien (2004) propõem uma política generalista de reposição por idade de sistemas sujeitos a impactos que ocorrem em quantidades aleatórias por unidade de tempo, de forma a diminuir os riscos de falhas consideravelmente, elevando assim a confiabilidade dos sistemas.

Para Wireman (1998), a manutenção centrada em confiabilidade (MCC) representa uma evolução da manutenção tradicional. RAUSAND *et al.* (1998) observam que a MCC pode estender a sua análise além do enfoque tradicional de falhas em equipamentos, para problemas de suporte logístico e gestão de peças sobressalentes.

Conforme discutido nos grupos focados, a confiabilidade encontra-se ricamente presente na literatura como fator de suporte ao sucesso na Gestão da manutenção. Em alguns casos, sua presença é detectada na própria definição do que é Manutenção, conforme Kardec e Nascif (2001), os quais definem manutenção como a função que garante a disponibilidade dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e à preservação do meio ambiente, com CONFIABILIDADE, segurança e custos adequados.

Após a necessidade do retorno a literatura identificada nos grupos focados, verificou-se que um Sistema de gestão de riscos (ou confiabilidade), configura-se como um fator de sucesso para gestão da manutenção, sendo este entendimento validado por todos os grupos focados.

4.3.3 LISTA FINAL DOS FATORES DE SUCESSO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Após as discussões nos grupos focados, realizadas em dois momentos, o primeiro apoiado no roteiro de pergunta da Figura 10, e o segundo depois da organização dos dados observados na

literatura e nos próprios grupos, conseguiu se chegar a uma lista final de fatores de sucesso na Gestão da manutenção.

A lista completa reúne treze fatores de sucesso, dispostos na Figura 17, interessante indicar a inexistência de grau de importância na mesma, sendo sua sequência meramente de caráter organizativa. Os mesmos permeiam o universo da manutenção em suas mais variadas nuances, englobando de forma ampla aquilo que tem peso estratégico para a função manutenção.

A atenção a esses fatores permite à manutenção obter resultados adequados em seu desempenho operacional, e sustentáveis ao longo do tempo. Também contribui para a construção de um ambiente motivador para o exercício profissional dos militantes da função.

Um fator de sucesso a destacar nesta pesquisa foi aquele que abriga a preocupação dos profissionais da manutenção com o equilíbrio com o mundo exterior, no caso, o Sistema de gestão ambiental. Esse sistema vem crescendo em importância nas diversas empresas produtoras brasileiras, visto o peso estratégico que o tema incorporou nos últimos anos, não só por questões comerciais, como também questões morais do íntimo dos seres humanos.

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

Figura 17 – Fatores de sucesso na Gestão da Manutenção

Nota-se uma diferença na Figura 17 em relação aos fatores identificados nos grupos e literatura como: “Capacitação das pessoas da manutenção” e “Engajamento e Motivação”. Interpretando os conceitos e objetivos de tais fatores, percebe-se que os mesmos repousam no envolvimento dos Recursos Humanos (RH) nos aspectos tanto técnicos, como motivacionais

da capacitação das equipes, logo, o mais lógico foi interpretar estes fatores como um único, sendo nomeado como “Sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação”.

4.3.4 ORGANIZAÇÃO DOS FATORES DE SUCESSO EM BLOCOS

Observando a lista dos fatores (Figura 17), nota-se que os mesmos podem ser classificados em dois blocos distintos, seguindo uma lógica de sequenciamento de implantação na gestão de uma área de manutenção. O primeiro bloco refere-se à estrutura básica necessária para a operacionalização da gestão da manutenção. Esse bloco compreende a definição da estrutura do setor, a capacitação das pessoas (aspectos técnicos e motivacionais), seguida de eventuais ajustes nos sistemas de segurança, gestão ambiental e suprimentos para assegurar o suporte necessário às atividades de manutenção. Estabelecida essa estrutura básica, o segundo bloco trata da operacionalização propriamente dita da gestão da manutenção. Esse segundo bloco, inicialmente, envolve a definição do sistema computacional e dos procedimentos de planejamento e controle da manutenção. Também envolve a Engenharia de Manutenção, que deve ser subsidiada por inspeções planejadas, avaliação de riscos e avaliação dos custos da manutenção. A gestão adequada irá conduzir a integração dos setores de manutenção e operação, enquanto a melhoria contínua irá permitir os ajustes necessários para atingir e manter desempenho superior na função manutenção.

O sequenciamento entre os fatores oferece uma lógica daquilo que deve ser a base da gestão da manutenção, oferecendo o conceito de avanço, para as empresas que desejam implantar a base e progredir em direção a resultados de classe mundial na manutenção.

Além disto nota-se a dependência de alguns fatores daqueles que habitam a “Estrutura básica”, uma vez que a consolidação desta permite o avanço no bloco “Operação, avaliação e melhoria”.

Daí o objetivo da formulação expressa na Figura 18, que traz os fatores de sucesso sequenciados em dois blocos: *i*) estrutura básica, e *ii*) operação, avaliação e melhoria.

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

Figura 18 – Fatores de sucesso sequenciados em blocos

5 ESTRUTURA PARA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES

O estabelecimento de uma estrutura para a elaboração de um plano diretor da manutenção e a definição de um conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção são objetivos desta tese. Assim, este capítulo aborda os mesmos, com base na construção realizada até aqui, considerando a definição dos fatores de sucesso para gestão da manutenção.

Com base na definição dos fatores de sucesso e orientações da literatura foram obtidos subsídios para a construção da estrutura para elaboração de planos diretores de manutenção, incluindo métodos a serem utilizados no processamento das informações e os elementos que devem constituir o plano diretor e respectivos indicadores para o controle do desempenho das atividades de manutenção.

Neste capítulo apresenta-se a proposta de estrutura para a elaboração de plano diretor de manutenção, desenvolvida a partir da revisão da literatura e das discussões dos grupos focados, abordando também os métodos a serem utilizadas na definição do plano diretor.

A estrutura gerada é relacionada com os fatores de sucesso da gestão da manutenção, a mesma 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 18 percebe-se a organização dos fatores de sucesso em níveis de implementação: *i*) estrutura básica e *ii*) operação, avaliação e melhoria. Baseado nesta lógica, este capítulo explora 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.

5.1 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 19 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 Vale acontece até a semana 40 de cada ano. Todas as demais revisões indicadas neste capítulo seguirão este calendário com algumas variações, mas respeitando o limite da semana 40.

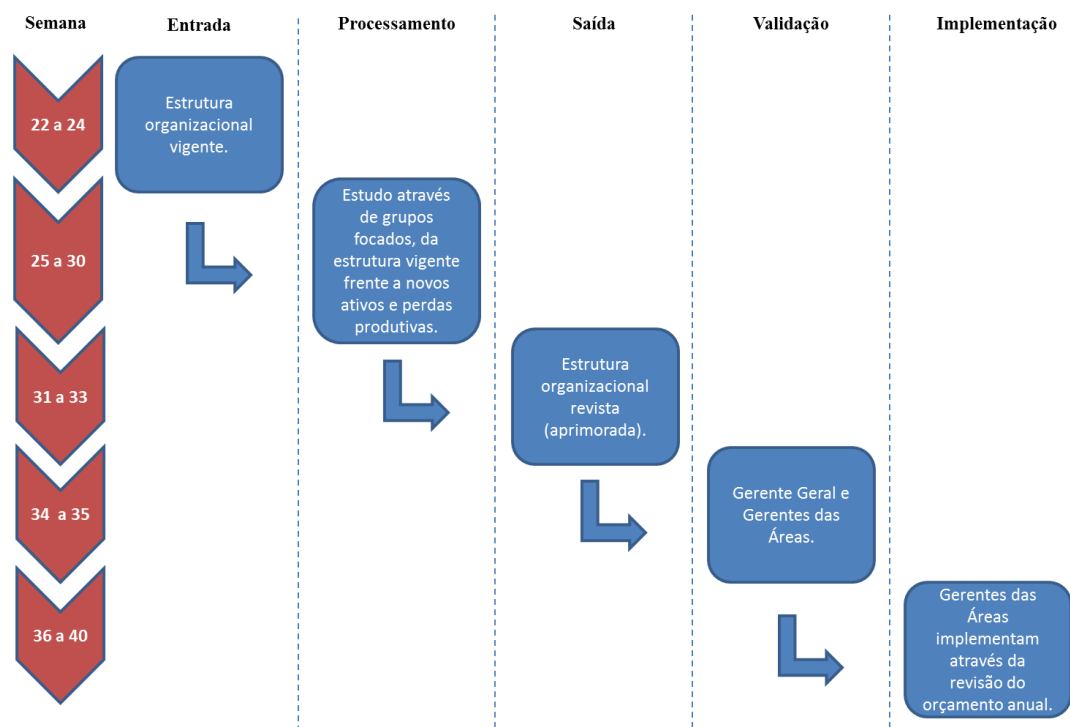


Figura 19 – Quadro resumo da revisão do modelo da estrutura organizacional

As informações a que devem ser reunidas para rever a estrutura organizacional 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.

Na lista de novos ativos, devem ser observado os possíveis aumentos de ativos em determinadas fases do processo produtivo, avaliando assim a necessidade de criação de novas supervisões ou de gerências de área, decorrentes de aumento expressivo do número de equipamentos e sua distribuição geográfica. Os grupos entenderam com base nas experiências de seus membros, que o limite de supervisões em uma gerencia de área seria de 12 subdivisões, sendo oito trabalhando em regime diurno e quatro em regime de revezamento (turnos de pronto atendimento).

A análise do perfil de perdas produtivas do último ano de operação deve ser tratado observando as perdas associadas à baixa produtividade da mão-de-obra, decorrentes de falhas de supervisão, tais como: *i)* tempo aguardando material, *ii)* tempo aguardando escala de trabalho, *iii)* tempo aguardando ferramentas ou recursos especiais e *iv)* tempo aguardando diagnose do problema.

Para os grupos focados tais perdas sugerem uma falta de foco na aplicação dos recursos humanos da manutenção, sendo uma das causas o número demasiado de responsabilidades agregadas sob uma supervisão ou gerência de área, cabendo assim uma reavaliação da estrutura organizacional.

Os grupos entenderam que um dimensionamento adequado da relação supervisor X liderado, seria de 1 para 25 nas supervisões de execução e de 1 para 15 nas supervisões de suporte, tal diferença foi fundamentada no argumento que as supervisões de execução tem um maior peso nas demandas preventivas sistematizadas, onde a padronização das tarefas garante maior repetibilidade das suas ordens de serviço. Por outro lado, nas supervisões de suporte, há um peso maior na análise de fenômenos e processos, o que demanda maior critério e complexidade na supervisão das mesmas.

Para fase de validação, a indicação dos grupos focados foi a utilização da estrutura formal de comando da empresa. No caso, a aprovação da estrutura é atribuição dos Gerentes de área e o seu Gerente Geral.

A implementação deve ocorrer através das discussões orçamentárias, com ciclo iniciando em julho e fechando em outubro de cada ano, onde os aspectos operacionais geradores de custos são discutidos. Neste momento, a revisão da estrutura organizacional seria implementada na peça orçamentária para entrada em vigor no ano subsequente.

Segundo Guzman & Nacif (2003), o projeto organizacional é um dos fatores críticos para o desempenho de uma organização, inclusive da função manutenção. A teoria de Ancona (1999), por sua vez, discorre sobre três fundamentos a serem observados na definição de um modelo organizacional: *i)* Agrupamento de funções; *ii)* Integração entre as áreas e *iii)* Alinhamento de interesses e recursos entre as áreas formadoras da empresa.

Segundo Ancona (1999), o agrupamento de funções é a definição de unidades organizacionais que executam tarefas particularizadas, como no caso de uma área de “Manutenção em Britadores” em uma planta de beneficiamento de minério, onde estão presentes uma parte específica da instalação (britadores) e tarefas particulares a serem executadas pelos membros da equipe (manutenção). Ainda segundo esse autor, há quatro tipos de agrupamento: *i)* Funcional; *ii)* Por produto; *iii)* Geográfico por conjunto de clientes e *iv)* Matricial.

No agrupamento funcional, os profissionais são reunidos de acordo com as suas atividades fins. Na configuração por produto, a orientação segue a reunião em torno do produto ou serviço prestado. Na opção do agrupamento geográfico, a distribuição é orientada de acordo com a região de atuação dos profissionais ou da localização dos clientes a serem atendidos. Por fim, no agrupamento matricial, as gerências ou unidades de atendimento são agrupadas tendo em vista ao menos dois fatores, por exemplo, função e região geográfica.

Observando as indicações de Ancona (1999), os grupos focados indicaram uma revisão do modelo organizacional existente que segue a abordagem funcional, dividindo as áreas de manutenção em duas, de acordo com o seu fim: Execução e Suporte.

Para as áreas de execução, o modelo existente foi revisto, tomando como diretriz que parte da distribuição seria geográfica, onde as instalações são distribuídas em gerências de acordo com sua amplitude de atuação, bem como, observando a distribuição espacial da localização dos equipamentos a serem mantidos, respeitando um agrupamento adequando para um atendimento de boa qualidade. Uma vez distribuídas as gerências geograficamente, internamente as mesmas seguem um agrupamento funcional, organizando-se as supervisões de acordo com suas especialidades técnicas, por exemplo, a especialidade eletroeletrônica reunindo-se em uma subdivisão da gerencia da área.

Observaram-se os seguintes agrupamentos funcionais decorrente das especialidades técnicas necessárias para planta industrial de Carajás: *i)* Eletroeletrônica; *ii)* Mecânica de equipamentos de mineração; *iii)* Mecânica de transportadores de correias; *iv)* Hidráulica & Lubrificação e *v)* Planejamento e controle da manutenção.

Além das subdivisões, supervisões no caso em foco, cujo regime repousa na atuação preventiva, percebeu-se a necessidade das equipes de pronto atendimento, cuja opção no

modelo organizacional estudado conduz a supervisões ditas de turno, onde as mesmas se revezam em horários que permitem a existência do pronto atendimento nas 24 horas do dia, sendo tais equipes responsáveis pelo atendimento corretivo à planta.

No que tange as áreas de suporte da manutenção a opção de agrupamento foi matricial, uma vez que o mesmo permite uma atuação horizontal de temas como a engenharia da manutenção. Nas áreas de execução, observaram-se as seguintes temáticas de suporte à manutenção: *i)* Inspeção detectiva e preditiva; *ii)* Engenharia de manutenção; *iii)* planejamento de grandes paradas; *iv)* Automação e controle; *v)* gestão normativa e *vi)* modificações e melhoria. Nas Figuras 20 e 21, encontram-se os organogramas indicados na revisão realizada pelos grupos focados.

Britagem	Classificação	Moagem/Filtragem	Estocagem/Expedição	Oficinas/Vulcanização
PCM	PCM	PCM	PCM	PCM
Eletroeletrônica	Eletroeletrônica	Eletroeletrônica	Eletroeletrônica	Usinagem
Mecânica de Britadores	Mecânica de Peneiras	Mecânica de Moinhos/Filtros	Mecânicas de Máq. de pátio e Silos	Vulcanização
Mecânica de Transportadores	Mecânica de Transportadores	Mecânica de Transportadores	Mecânica de Transportadores	Caldeiraria
Hidráulica & Lubrificação	Hidráulica & Lubrificação	Hidráulica & Lubrificação	Hidráulica & Lubrificação	Pronto atendimento (turnos)
Pronto atendimento (turnos)	Pronto atendimento (turnos)	Pronto atendimento (turnos)	Pronto atendimento (turnos)	

Figura 20 – Organograma das Gerências de Execução

Eng^a Manutenção	Automação & Controle	Gestão & Normativo
Inspeção Preditiva	Instrumentação	Gestão normative
Eng ^a Manutenção	Redes	Planejamento de Grandes Paradas
Modificações & Melhorias	PLC's	Manutenções de Longo Prazo
Inspeção Detectiva	Supervisório	

Figura 21 – Organograma das Gerências de Suporte

As subdivisões nas empresas provocam a necessidade de integração entre as áreas individualizadas. Para Mintzberg (1995), os mecanismos tradicionais de integração são: *i)* Ajustamento mútuo; *ii)* Supervisão direta e *iii)* Padronização dos processos.

Mintzberg (1995) aponta que, no ajustamento mútuo, o alinhamento e a coordenação entre as equipes ocorrem de forma informal; no mecanismo de supervisão direta, a coordenação da integração das equipes fica sob responsabilidade de um líder único, apresentando assim limitações quando da existências de grandes equipes multidisciplinares; por fim, no modelo da padronização dos processos, a integração se dá pela organização das entradas, saídas e fluxos padronizados que envolvem os trabalhos das diversas equipes.

No modelo organizacional discutido nos grupos focados, os três grupos foram unânimes em optar pelo mecanismo tradicional da padronização dos processos, uma vez que o mesmo permite uma integração baseada em um sistema de gestão, em detrimento de uma atuação demasiadamente pessoal assentada na atuação dos gestores. Exemplos fluíram com facilidade para ilustrar tal entendimento, como no caso de rotinas vitais à planta a serem seguidas sistematicamente, independentemente da concordância gerencial.

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

A proposta apresentada nesta tese 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. Os itens *ii*) e *iii*) encontram respaldo em Maitland (2002), que discute a teoria de dois fatores de Herzberg e apresenta dois grupos igualmente importantes para motivar uma equipe: *i*) fatores de higiene, que dizem respeito às condições no ambiente de trabalho e *ii*) fatores motivadores, que dizem respeito aos sentimentos de auto realização e reconhecimento.

Quanto ao item *i*), matriz de competência, trata-se de ferramenta usualmente empregada na empresa em estudo. Essa matriz relaciona as competências necessárias para um cargo com as pessoas que irão ocupá-los no ano subsequente, traduzindo assim a necessidade de desenvolvimento em temas que representam lacunas na capacitação de cada empregado.

O processamento dessas informações, seguindo a proposta aqui apresentada, deve ser feita em grupo focado. As pessoas que devem fazer parte desse grupo focado são o Gerente da área, Supervisores e Analista de Recursos Humanos.

Nota-se que o grupo focado nesta etapa recebe a contribuição do profissional de recursos humanos. Isso traduz a lógica de se manter um grupo de trabalho com membros permanentes (Gerentes de área e Supervisores), que terá a inclusão, em dados momentos, de membros de áreas específicas, tais como recursos humanos e segurança no trabalho.

De posse da matriz de competência, tem-se o plano de desenvolvimento individualizado de cada empregado da função manutenção, sendo necessária, então, a consolidação de demandas comuns de capacitação. Para tanto, é analisado em um primeiro momento o nível de supervisão, e em um segundo e terceiro momento, o nível de Gerente de área e Gerente Geral, respectivamente.

A consolidação indicará o plano de capacitação para o ano subsequente, no qual constarão as ações de capacitação indicadas para a equipe da função manutenção. Na orçamentação, os Gerentes de área e Geral, devem avaliar, à luz dos valores envolvidos, a capacidade de assimilação do plano proposto considerando o orçamento destinado para capacitação, validando por fim o plano de capacitação associado à previsão orçamentária capaz de concretizá-lo.

A avaliação das condições no ambiente de trabalho do último ano fornecerá aos gestores da função manutenção (Gerentes de área e Gerente Geral) um status de pontos frágeis nas instalações que geram desconforto à equipe, tais como: *i)* condições de banheiros; *ii)* vestiários; *iii)* transporte; *iv)* refeitórios; *v)* ferramentarias, entre outros.

De posse das mesmas, a liderança, incluindo Gerentes de área e Gerente Geral, deve definir as prioridades a serem orçadas para execução no ano subsequente, garantindo, através de verificação periódica, o acompanhamento do andamento das correções.

A pesquisa de engajamento tem como objetivo avaliar o clima organizacional, verificando os índices de concordância das equipes com temas importantes na sustentação de um ambiente motivador. Segundo Hartman e Horman (1990) *apud* Vergara (2000), os seguintes elementos são relevantes na motivação de uma equipe: *i)* Promoção da aprendizagem e do desenvolvimento social nas atividades da empresa; *ii)* Oportunidade de proporcionar às pessoas um papel social nas atividades da empresa; *iii)* Promoção, na pessoa, da sensação de estar contribuindo, de pertencer, de ser apreciado, o que permite desenvolver sua autoestima; *iv)* Oportunidade de produzir bens e serviços desejados pela sociedade e *v)* Promoção e satisfação.

Analisando os níveis de concordância indicados na pesquisa de engajamento, os líderes devem definir ações de médio e longo prazo para tratá-los, buscando minimizar ou eliminar aspectos que causam desconforto na equipe.

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 & 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.

A Figura 22 sintetiza a lógica de revisão abordada nas discussões nos grupos focados, para o fator “Sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação”.

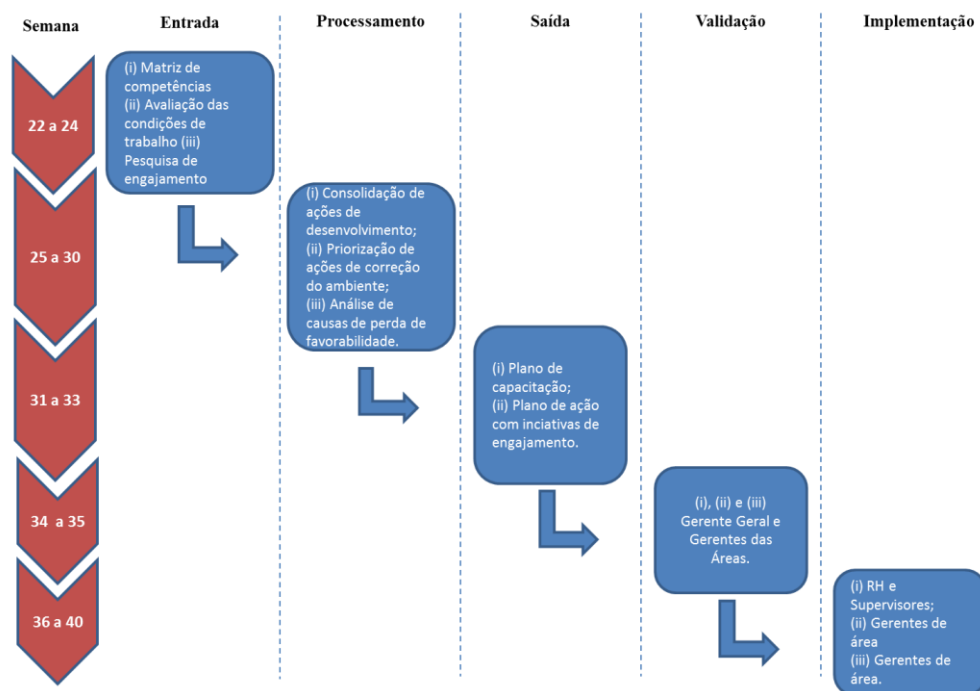


Figura 22 – Quadro resumo da revisão do sistema de gestão de pessoas: capacitação e motivação

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

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 da Vale), a qual é composta de treze requisitos sistêmicos (RS), listados na Figura 23.

A auditoria é realizada anualmente por auditores de outros sites da Vale, os quais seguem um *check-list* de perguntas organizadas por cada requisito sistêmico. Decorrente das lacunas observadas nesta verificação, gera-se a pontuação que reflete a aderência de cada área ao 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.

Figura 23 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGSS Vale

Os critérios de atendimento às perguntas do *check-list* da auditoria do SGSS seguem a seguinte lógica:

- a) Atende (AT) - Pergunta pontuada em 100% de seus pontos totais.
- b) Não Atende (NAT) - Pergunta não pontuada (0%).
- c) Atende com Ressalvas (ACR) - Pergunta pontuada com 67% de seus pontos totais.
- d) Não Atende com Iniciativa (NAI) - Pergunta pontuada com 33% de seus pontos totais.

A Figura 24 traz um exemplo do *check-list* de perguntas aplicadas nas auditorias do SGSS, o qual é a base para geração das lacunas, que surgem quando as perguntas são indicadas como NAT, ACR ou NAI.

As ações de bloqueio definidas nas investigações dos acidentes e quase acidentes com severidade “crítica” ou “catastrófica”, são geradas quando da investigação de um acidente ou quase acidente ocorrido na área que ocasionou ou poderia ter ocasionado: *i*) incapacitantes permanentes ou uma fatalidade (severidade dita crítica) ou *ii*) resultando em mais de uma fatalidade (severidade dita catastrófica). Sendo estas classificações definidas em documento interno da empresa Vale, em sua INS-037 (Instrução para análise e gerenciamento de riscos).

Nº	Pergunta	Pontuação	Resposta					Pontuação Final
			NAT	NAI	ACR	AT	NA	
1.1	As equipes de segurança estão dimensionadas conforme requisitos legais Vale, atendendo aos requisitos mínimos de qualificação?							
1.2	As equipes de Saúde estão dimensionadas conforme requisitos legais e Vale, atendendo aos requisitos mínimos de qualificação?							
1.3	Há equipes ou pessoas formalmente designadas para Higiene Ocupacional?							
1.4	Existe um comitê da diretoria com foco em prevenção de fatalidades com ações de mitigação de risco com periodicidade de reuniões definidas?							

Figura 24 – Exemplo de *check-list* de perguntas do SGSS

De posse das lacunas da auditoria do SGSS Vale e das ações oriundas de acidentes ou quase acidentes “críticos” e “catastróficos”, o grupo focado formado pelos 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. A Figura 25 ilustra a lógica proposta.

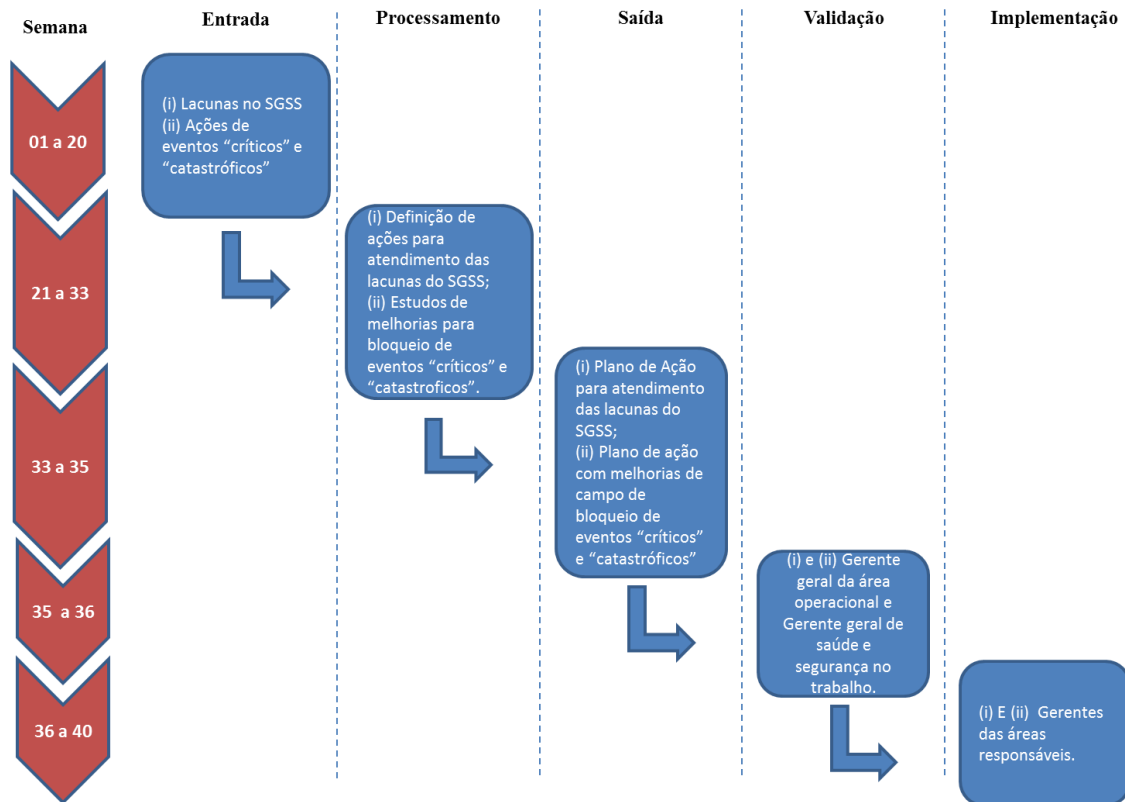


Figura 25 – Quadro resumo da revisão do sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional

5.4 MACRO ATIVIDADE 4: SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

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 da Vale), a qual se baseia em dezoito requisitos sistêmicos (RS), listados na Figura 26.

A auditoria é realizada anualmente nos mesmos moldes do SGSS, por auditores de outros sites da Vale, os quais seguem um *check-list* de perguntas, organizadas por cada requisito sistêmico. Decorrente das lacunas observadas gera-se a pontuação de aderência ao SGA de cada área.

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

Figura 26 – Lista dos requisitos sistêmicos do SGA Vale

Os critérios de atendimento as perguntas do *check-list* da auditoria do SGA seguem a mesma lógica do SGSS. As lacunas surgem quando as perguntas são indicadas como NAT, ACR ou NAI. O modelo de *check-list* é o mesmo ilustrado na Figura 24.

As ações de bloqueio definidas nas investigações dos acidentes e quase acidentes de ambientais com severidade “crítica” ou “catastrófica” devem ser geradas da mesma forma que nas investigações de acidentes ou quase acidentes pessoais. No caso do aspecto ambiental, será foco de investigação os eventos que ocasionaram ou poderiam ter ocasionado: *i*) Dano ambiental que alcança áreas externas à instalação, afetando ecossistemas comuns (severidade dita crítica) ou *ii*) Dano ambiental que alcança áreas externas à instalação, afetando ecossistemas comuns que abrigam espécies raras e/ou ameaçadas ou afetando ecossistemas raros e/ou ameaçados (severidade dita catastrófica). Essas classificações são definidas no mesmo documento interno da empresa utilizado no SGSS, a INS-037 (Instrução para análise e

gerenciamento de riscos). A Figura 27 ilustra a lógica proposta para revisão deste fator de sucesso.

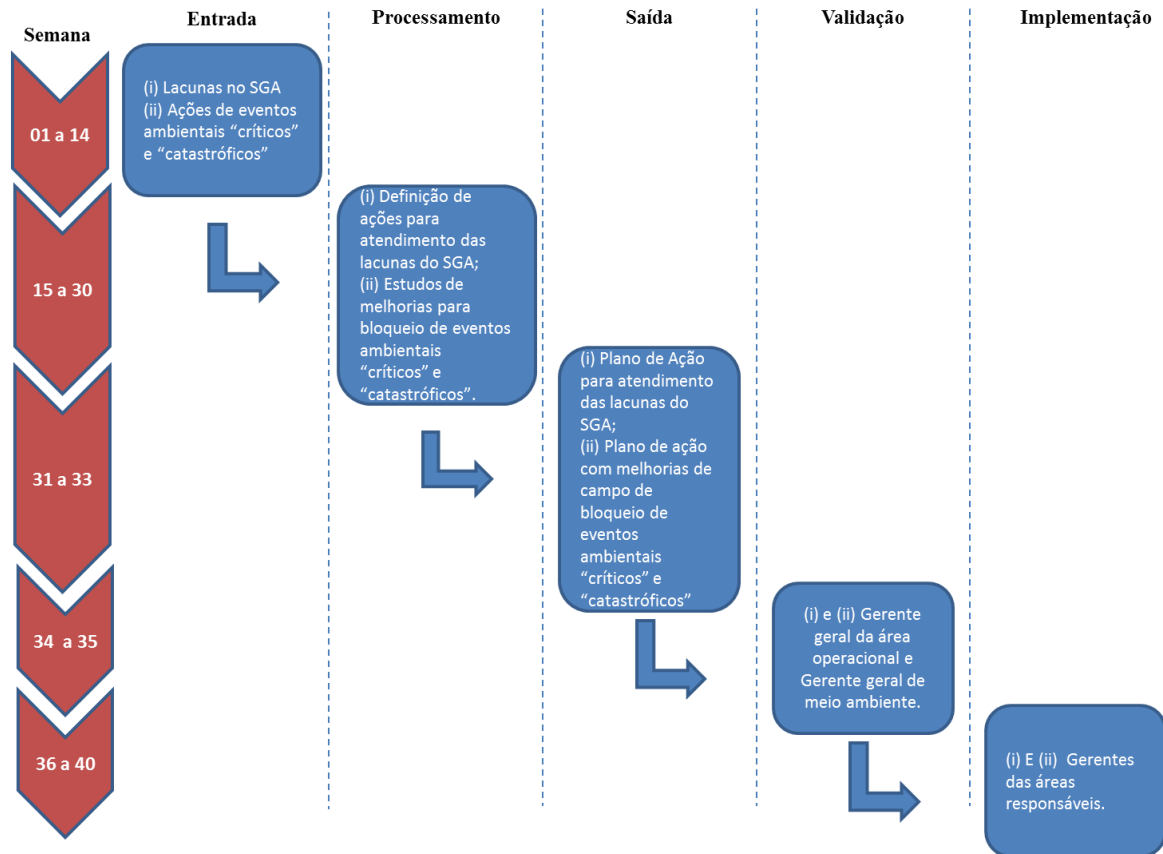


Figura 27 – Quadro resumo da revisão do modelo para gestão ambiental

De posse das lacunas da auditoria do SGA e das ações oriundas de acidentes ou quase acidentes ambientais "críticos" e "catastróficos", o grupo focado formado 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.

5.5 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.

A VALE S/A define em seu documento interno, EPS 1605/2012, a classificação dos itens em:

i) Os itens estocáveis são itens necessários em se ter em estoque interno da empresa, visto seu consumo corriqueiro nas operações; *ii*) Os itens de garantia operacional correspondem àqueles itens insubstituíveis ou sem alternativas de contingência em caso de ruptura de estoque, geralmente são de difícil aquisição, cuja falta em estoque compromete a operacionalização da produção e *iii*) Os itens inservíveis são os em estoque e sem consumo há 24 meses, podendo ser considerados potenciais inservíveis e/ou obsoletos.

O inventário de ativos indicando sua classificação de criticidade para o processo será necessário para se proceder a atualização da classificação mencionada, de acordo com mudanças ocorridas no último ano, como por exemplo, a descontinuidade de um dado equipamento na planta. Um grupo focado formado por supervisores de PCM (Planejamento e Controle da Manutenção), engenheiros de manutenção e inspetores deve indicar a criticidade dos ativos do inventário, classificando-os em criticidade A, B ou C, procedendo a partir desta diferenciação, os seguintes tratamentos:

- a) **Criticidade A:** Os sobressalentes dos ativos de criticidade A deverão ser estocáveis planejáveis para os itens de garantia operacional, itens críticos e itens normais com giro de pelo menos 24 meses. Além disso, deve existir disponibilidade plena de itens de garantia operacional e disponibilidade de itens críticos e itens normais definidos como estocável planejável;
- b) **Criticidade B:** Os sobressalentes dos ativos de criticidade B não possuem itens de garantia operacional. Nesse caso, devem ser estocáveis planejáveis os itens críticos e itens normais com giro de pelo menos 24 meses. Deve existir disponibilidade de itens críticos e itens normais definidos como estocável planejável;
- c) **Criticidade C:** Os sobressalentes dos ativos de criticidade C não possuem itens de garantia operacional e itens críticos, e deverão ser estocáveis planejáveis para os itens normais com giro de pelo menos 24 meses. Deve existir disponibilidade de itens normais definidos como estocável planejável.

Este processo deve gerar uma lista revisada da classificação da criticidade dos equipamentos da planta, sendo possível, a partir dela, revisar as políticas de estoque de materiais para cada

ativo classificado como A, B ou C. Essa reclassificação irá proporcionar uma segunda entrada explicitando os itens classificados no estoque como “estocáveis”, “garantia operacional” e “inservíveis”, sendo esta última classificação indicada para os itens de baixo giro, ou seja, que não foram requisitados nos últimos 24 meses.

De posse dessas informações, o mesmo grupo focado, deve analisar os itens “estocáveis”, avaliando se os seus valores máximo e mínimo no estoque estão de acordo com seu consumo histórico, bem como, incluindo ou excluindo itens da classificação de “garantia operacional”, e por último disponibilizando itens “inservíveis” para venda.

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 um grupo focado formado 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.

A Figura 28 ilustra o processo lógico adotado na revisão da macro atividade Suprimentos de materiais, indicando suas etapas e quando as mesmas devem ser cumpridas, a fim de atender ao prazo máximo de orçamentação, conforme calendário interno da empresa Vale.

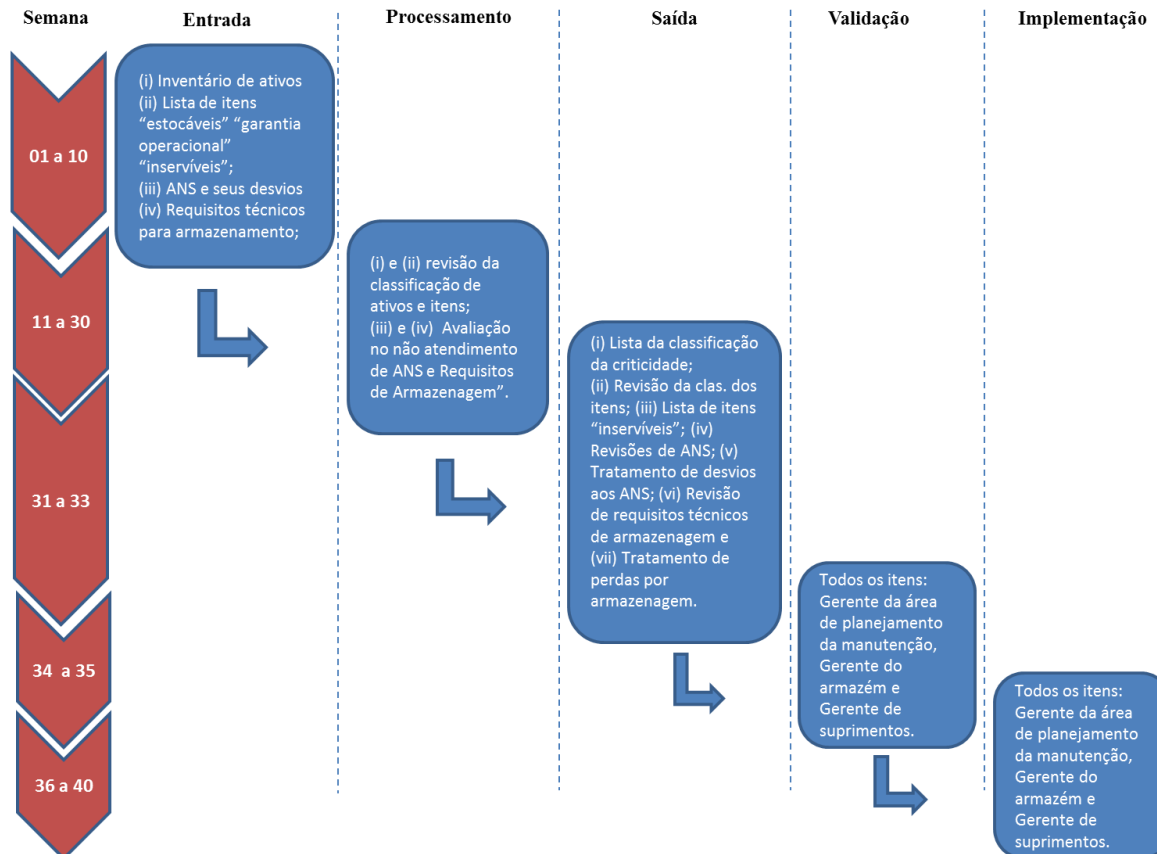


Figura 28 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Suprimentos de materiais

5.6 MACRO ATIVIDADE 6: SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO

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.

A pesquisa sobre a qualidade do software de manutenção será baseada na avaliação subjetivas dos usuários, pois conforme Antonioni e Rosa (1995), não existem métricas universalmente aceitas para software, e muito dos especialistas consideram que as que existem estão imaturas. Assim, a avaliação subjetiva, apoiada na percepção dos usuários, ainda é o método mais indicado para investigar a adequação de sistemas computacionais.

A definição do modelo de aplicação de tal pesquisa foi realizada por um grupo focado formado pelos supervisores de PCM e analista de TI (Tecnologia da Informação) que atende a área de manutenção. Esse grupo propôs a aplicação de um questionário com perguntas com respostas "sim" ou "não", conforme orienta Barreto Júnior (2001) *apud* Marini (2002), quando afirma que para avaliar uma determinada característica subjetiva de forma

simplificada pode-se criar uma série de perguntas do tipo 'sim' ou 'não', onde o conjunto dos resultados afirmativos irá gerar um percentual em função do total de perguntas, chegando assim a uma estimativa para a característica de interesse.

Para elaboração do questionário, o grupo baseou-se na norma ISO/IEC 9126, traduzida no Brasil pela ABNT (1996). Segundo essa norma, as características elencadas podem ser aplicadas a qualquer tipo de software, ajudando a verificar se ele pode considerado um "software de qualidade". As características elencadas na norma são: *i) Funcionalidade*: Conjuntos de atributos que evidenciam a existência de um conjunto de funções e suas propriedades especificadas. As funções são as que satisfazem as necessidades explícitas e implícitas; *ii) Confiabilidade*: Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido; *iii) Usabilidade*: Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para se poder utilizar o software, bem como o julgamento individual desse uso, por um conjunto explícito ou implícito de usuários; *iv) Eficiência*: Conjunto de atributos que evidenciam o relacionamento entre o nível de desempenho do software e a quantidade de recursos usados, sob condições estabelecidas; *v) Manutibilidade*: Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para fazer modificações especificadas no software e *vi) Portabilidade*: Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de ser transferido de um ambiente para outro.

Com base em tal norma, o grupo elaborou um questionário para pesquisa junto aos usuários do sistema MAXIMO, atual software em uso na manutenção das operações de minério de ferro da VALE S/A. As Figuras 29 e 30 retratam o questionário.

Atributo	Característica	Métrica	Pergunta	Sim	Não
Eficiência	Comportamento em relação ao tempo	Atributos do software que evidenciam sua velocidade no processamento das suas funções	A velocidade das rotinas no MAXIMO lhe atende?		
	Comportamento em relação aos recursos	Atributos do software que evidenciam a quantidade de recursos usados.	Todas as rotinas no MAXIMO necessárias para seu trabalho são utilizadas?		
Manutenabilidade	Analísabilidade	Atributos do software que evidenciam o esforço para diagnosticar causas de falhas	Em caso de falhas no MAXIMO, o diagnostico da sua causa é rápido e preciso?		
	Modificabilidade	Atributos do software que evidenciam o esforço para modificá-lo, por exemplo, remover defeitos.	O atendimento para solução de problemas no MAXIMO é rápido e preciso?		
	Estabilidade	Atributos do software que evidenciam o risco de efeitos inesperados, ocasionados por modificações.	Quando das modificações no MAXIMO, sua rotinas voltam normalmente?		
	Testabilidade	Atributos do software que evidenciam o esforço necessário para validar o software modificado.	Quando das modificações no MAXIMO, seus testes ocorrem normalmente?		
Portabilidade	Adaptabilidade	Atributos do software que evidenciam sua capacidade de customização às demandas específicas da área.	A modificação de rotinas no MAXIMO para atendimento a sua demanda específica é rápida e precisa?		
	Capacidade para ser instalado	Atributo do software que evidenciam seu esforço de instalação.	A instalação do MAXIMO na máquina do usuário é rápida e precisa?		
	Conformidade	Atributo do software que o tornam em acordo com padrões estabelecidos.	O MAXIMO atende aos requisitos exigidos pela TI da VALE?		

Figura 29 – Questionário sobre a qualidade do MAXIMO – parte 1

Atributo	Característica	Métrica	Pergunta	Sim	Não
Funcionabilidade	Adequação	Atributos do software que indicam seu atendimento as funções da área	Para sua função na manutenção o MAXIMO lhe atende adequadamente?		
	Acurácia	Atributos do software que evidenciam a geração de resultados para o fim a ele atribuído.	O MAXIMO ajuda gerar resultado para sua área de atuação?		
	Interoperabilidade	Atributos do software que evidenciam sua capacidade de interagir com outros sistemas	A interação do MAXIMO com outros softwares é rápida e precisa?		
	Segurança de acesso	Atributos do software que evidenciam sua capacidade de evitar o acesso não autorizado.	No MAXIMO existe a garantia de não haver acesso de outras pessoas a uma chave individual?		
Confiabilidade	Maturidade	Atributos do software que evidenciam a frequência de falhas por defeitos no software.	Na sua opinião, a frequência de falhas no MAXIMO está dentro do aceitável?		
	Tolerância a falhas	Atributos do software que evidenciam sua capacidade de restabelecer seu nível de desempenho nos casos de falhas no software.	Quando ocorre uma falha no MAXIMO, é fácil seu retorno à operação normal?		
	Recuperabilidade	Atributos do software que evidenciam sua capacidade de recuperar os dados afetados em caso de falhas no software.	Quando ocorre uma falha no MAXIMO, é fácil recuperar os dados em sua memória?		
Usabilidade	Intelegibilidade	Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para reconhecer o conceito lógico e sua aplicabilidade.	Você entende facilmente a lógica das rotinas do MAXIMO e suas aplicações?		
	Apreensibilidade	Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para aprender sua aplicação.	As rotinas do MAXIMO são de fácil entendimento?		
	Operacionalidade	Atributos do software que evidenciam o esforço do usuário para sua operação e controle da sua operação.	As rotinas do MAXIMO são fáceis de utilizar?		

Figura 30 – Questionário sobre a qualidade do MAXIMO – parte 2

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. A Figura 31 sintetiza a lógica utilizada nesta revisão.

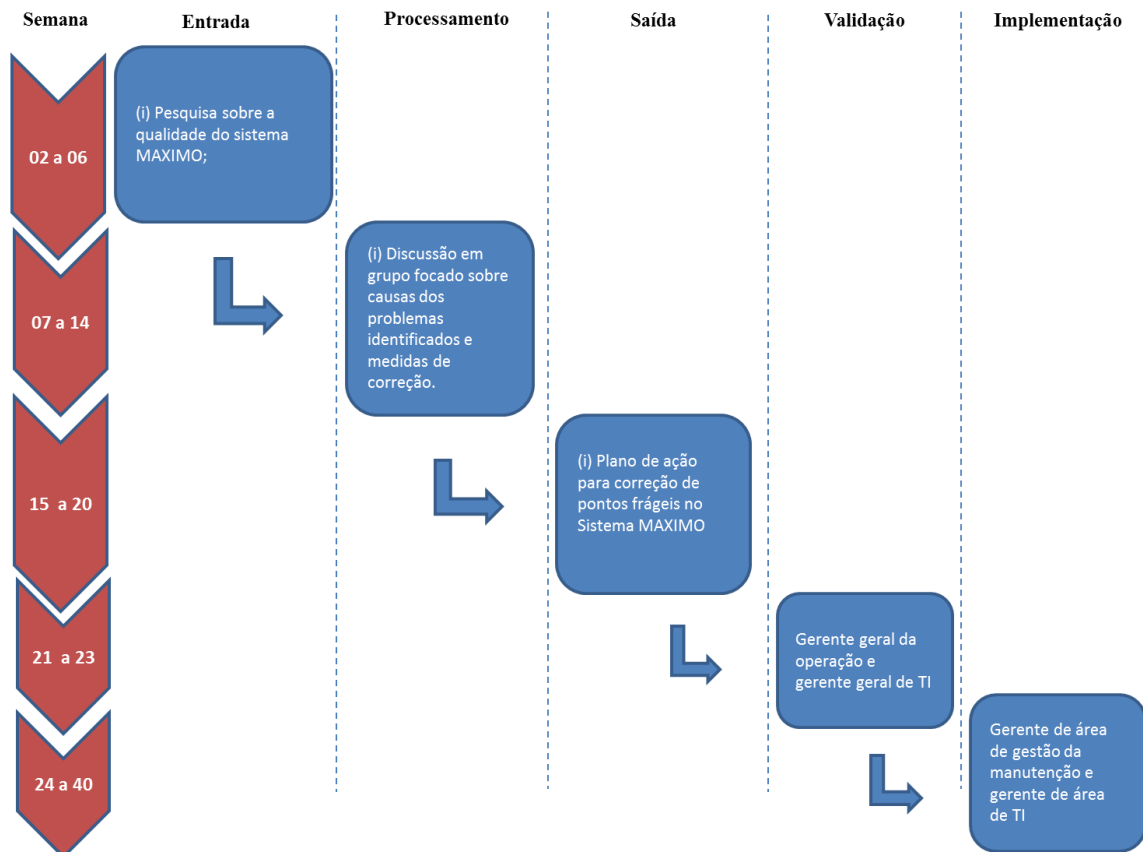


Figura 31 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema computadorizado

5.7 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 Vale de Produção (VPS).

O VPS é o sistema de produção da Vale, que estrutura e organiza a forma de produzir em todas as áreas da empresa, garantindo um padrão de atuação e estabelecendo semelhanças na forma de trabalhar, produzir e manter todas as localidades da Vale S/A.

O VPS se divide nas dimensões: Operação, Manutenção, Pessoas e Gestão. Os sistemas de meio-ambiente (SGA) e de saúde e segurança no trabalho (SGSS) o complementam, formando os elementos processuais para gestão das unidades operacionais da companhia.

O VPS-M (dimensão Manutenção do VPS) é formado por 17 blocos dispostos em uma lógica de pirâmide, conforme Figura 32, indicando os níveis de implantação em estágios: *i)* básico; *ii)* intermediário; *iii)* avançado e *iv)* excelência.

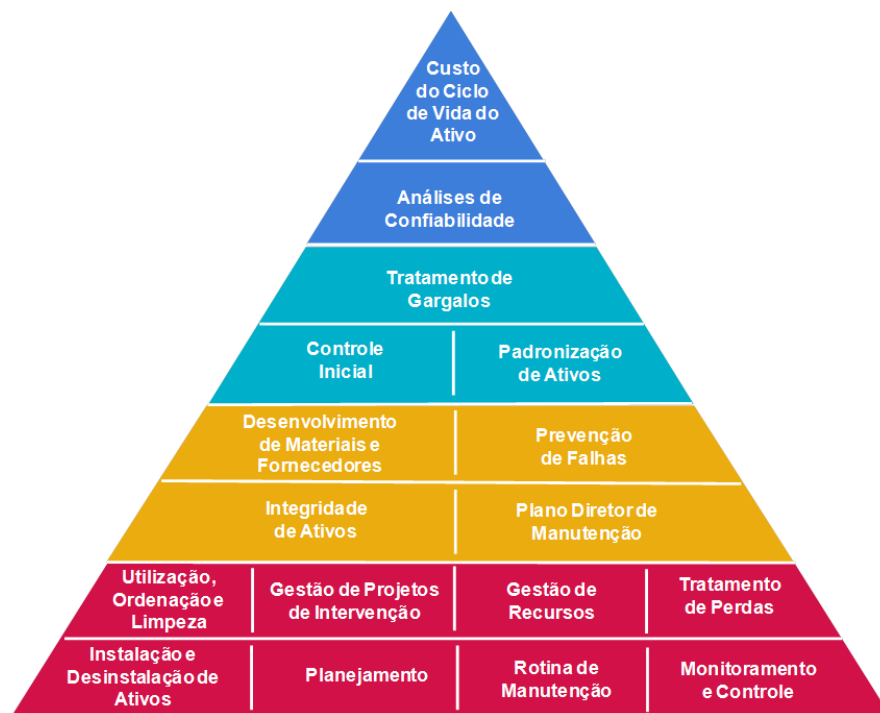


Figura 32 – Pirâmide dos requisitos do VPS-M

O VPS-M consiste na dimensão que regulamenta o Sistema de Gestão da Manutenção definindo os processos considerados como críticos e fundamentais para a manutenção alcançar padrões e resultados classe mundial. A implantação dos processos vem garantir a disponibilidade, confiabilidade e desempenho dos ativos, através da estabilização e melhoria da rotina da área e da busca pela otimização da manutenção do parque de ativos da unidade. O VPS-M é padronizado através do documento interno da VALE S/A, REG-0081 “Diretrizes VPS-Manutenção”.

É importante ressaltar o caráter processual das Diretrizes para o VPS-Manutenção, pois o mesmo enfoca a checagem da existência das boas práticas na função manutenção, sem indicar o como fazê-las, por exemplo, no bloco “Plano Diretor de Manutenção”, o VPS-Manutenção checka se a unidade produtiva possui ou não uma lógica de estruturação do Plano Diretor, sem a imposição de um modelo para a sua estruturação, o qual é o foco deste capítulo.

Dentre os aspectos incluídos no VPS-M, se encontram os blocos “Planejamento”, “Gestão de projetos de intervenção” e “Rotina de manutenção”, os quais abordam o processo do sistema de planejamento e controle da manutenção, o bloco “Planejamento” consiste em 18 requisitos tratando de assuntos pertinentes ao planejamento e controle da manutenção (PCM), o bloco “Gestão de projetos de intervenção” elenca 20 requisitos ligados ao PCM, já o bloco “Rotina de manutenção” consiste em 27 requisitos, sendo 12 destes pertinentes ao PCM.

As lacunas identificadas do sistema de planejamento e controle da manutenção originam-se da auditoria final de cada ano, abordando a verificação dos 50 requisitos dos contidos nos blocos “Planejamento”, “Gestão de projetos de intervenção” e “Rotina de manutenção” do VPS-M. As Figuras 33, 34 e 35 elencam as perguntas relacionadas aos 50 requisitos do PCM.

Da mesma forma que acontece para o SGA e SGSS, a auditoria do VPS-M é realizada anualmente por auditores de outros sites da Vale, os quais seguem um *check-list* de perguntas organizadas por bloco. Decorrente das lacunas observadas nesta verificação, gera-se a pontuação que reflete a aderência de cada área ao VPS-M.

Os critérios de atendimento as perguntas do *check-list* da auditoria do VPS-M seguem a mesma lógica do SGSS e SGA. As lacunas surgem quando as perguntas são indicadas como NAT, ACR ou NAI.

De posse das lacunas da auditoria do VPS-M, nos 50 requisitos pertinentes ao PCM, o grupo focado formado 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.

Bloco	Pergunta
1.2 Planejamento	1.2.1.1 A área possui critério para definição e revisão da criticidade dos ativos considerando aspectos de saúde e segurança, meio ambiente, qualidade do produto, custos e atendimento ao processo? Todos os ativos possuem sua criticidade cadastrada no sistema informatizado de manutenção conforme definição?
	1.2.1.2 As áreas de interface incluindo, no mínimo a operação, engenharia, meio ambiente e segurança, efetivamente participam da definição e revisão da criticidade dos ativos?
	1.2.1.3 Existe estudo de viabilidade das técnicas de preditiva considerando os itens abaixo? Sistemas especialistas e/ou monitoramento on-line; Utilização de técnicas não sistemáticas; Ensaio não destrutivos; Novas tecnologias. O estudo é revisado conforme critério estabelecido?
	1.2.1.4 A área definiu e cumpre o critério para estabelecer as inspeções estruturais que devem ser realizadas na rotina da manutenção?
	1.2.1.5 Para a análise de lubrificação dos ativos, foram considerados, no mínimo, os itens abaixo? Identificação dos ativos aplicáveis; Identificação dos pontos de lubrificação; Definição de tipos, equivalência e quantidade de lubrificantes; Definição do intervalo de lubrificação. A análise é revisada conforme critério estabelecido?
	1.2.1.6 A área estabeleceu os métodos de manutenção para os ativos, considerando critérios, definições e estudos desenvolvidos nos requisitos anteriores?
	1.2.1.7 Existe critério estabelecido para definição e revisão dos intervalos e conteúdo dos planos de manutenção? Os planos estão cadastrados e são gerados no sistema informatizado de manutenção de acordo com intervalo definido?
	1.2.1.8 A área definiu e cumpre diretrizes para tratamento de sobressalentes e componentes de forma a suportar a estratégia de manutenção dos ativos?
	1.2.1.9 A área atinge os resultados operacionais da manutenção cumprindo a estratégia de manutenção? (Indicadores operacionais da manutenção e valores de referência conforme definição da área responsável)
	1.2.2.1 A área elaborou o planejamento das atividades de manutenção do ciclo orçamentário com escopo, período e duração, considerando planos periódicos (alinhados ao sistema informatizado de manutenção), modificações, intervenções relevantes e condicionais de grande impacto?
	1.2.2.2 Foi realizado alinhamento entre planejamento de médio prazo e o plano de produção?
	1.2.2.3 As atividades referentes à manutenção para a adequação a requisitos de saúde e segurança, meio ambiente e legais foram incluídas no planejamento de médio prazo?
	1.2.2.4 Existe definição das premissas de disponibilização dos equipamentos pela operação para manutenção? As premissas são atendidas e seus desvios tratados?
	1.2.2.5 Existe planejamento de consumo de materiais do ciclo orçamentário e suas alterações são alinhadas com a gestão de estoque?
	1.2.2.6 Existe dimensionamento de recursos especiais e serviços próprios e terceiros?
	1.2.2.7 Existe critério definido para avaliação de riscos relativos à antecipação/postergação das atividades do planejamento de médio prazo da manutenção? O critério é aplicado e os riscos são gerenciados? As alterações são alinhadas com as áreas impactadas?
	1.2.2.8 Existe definição do critério e frequência de revisão do planejamento de médio prazo? As revisões são realizadas conforme critério?
	1.2.2.9 A área cumpre o plano de médio prazo validado? (Indicador e valor de referência conforme definição da área responsável)

Figura 33 – 18 requisitos ligados à macro atividade PCM do bloco “Planejamento”

Bloco	Pergunta
1.3 Rotina de Manutenção	1.3.2.1 Existe definição de horizonte (janela mínima semanal) de programação das atividades de manutenção? A disponibilização dos equipamentos é alinhada com o cliente de acordo com o horizonte definido?
	1.3.2.2 As OS's possuem detalhamento das atividades no sistema informatizado de manutenção contendo duração, materiais, recursos especiais e mão de obra (próprios e terceiros)?
	1.3.2.3 A carteira de serviços é avaliada para tratamento de inconsistências?
	1.3.2.4. Os materiais necessários para a execução da manutenção programada são requisitados, organizados e disponibilizados para as frentes de serviço antes do início das atividades?
	1.3.2.5 Existe definição dos critérios de priorização das atividades de manutenção planejadas que devem ser incluídas na programação? Os critérios definidos são cumpridos?
	1.3.2.6 As atividades de manutenção (próprios e terceiros) são programadas no sistema informatizado de manutenção, de acordo com a disponibilização acordada com o cliente?
	1.3.2.7 Existe programação para os equipamentos auxiliares e ferramentas especiais (próprios e terceiros)?
	1.3.2.8 Existe avaliação dos riscos relativos à antecipação e postergação das atividades da manutenção, conforme critério definido, e as alterações são alinhadas com as áreas impactadas?
	1.3.2.9 As atividades de manutenção postergadas são reprogramadas no sistema informatizado?
	1.3.2.10 A área executa as OS's conforme programação? (Indicador e valor referência conforme definição da área responsável).
	1.3.2.11 Os materiais utilizados nas atividades de manutenção foram requisitados através de ordens de serviço? (Indicador e valor de referência conforme definição da área responsável).
	1.3.2.12 A área definiu e cumpre acordo de nível de serviço entre a manutenção e a operação para entrega e devolução de equipamentos para manutenção, contendo pelo menos os seguintes critérios: solicitação de limpeza, condições de posicionamento, comunicação da solicitação e da liberação do ativo, limites de tolerância de atraso na entrega e devolução? (Indicador e valor de referência conforme definição da área responsável).

Figura 34 – 12 requisitos ligados à macro atividade PCM do bloco “Rotina de Manutenção”

Bloco	Pergunta
1.7 Gestão de Projetos de Intervenção	1.7.1.1 A área definiu e cumpre a sistemática de solicitação e aprovação das modificações, incluindo responsabilidades e prazos para atendimento às mesmas?
	1.7.1.2 Os objetivos das modificações foram estabelecidos e sua viabilidade foi analisada considerando os seguintes aspectos? Saúde e Segurança Meio Ambiente Técnico (manutenção e operação); Qualidade; Custo da modificação.
	1.7.1.3 São emitidas OS´s do tipo "melhoria", no sistema informatizado de manutenção, para implantação das modificações em ativos e suas partes?
	1.7.1.4 É realizado acompanhamento físico e/ou financeiro das modificações, conforme critério estabelecido?
	1.7.1.5 Os objetivos das modificações são atingidos?
	1.7.1.6 A documentação técnica necessária está atualizada com as modificações realizadas?
	1.7.2.1 A área definiu critério para seleção das paradas que serão geridas por este processo?
	1.7.2.2 A área definiu as premissas principais para o início do planejamento das paradas, contendo no mínimo: objetivo, custo inicial, escopo inicial, data prevista? As lições aprendidas de intervenções anteriores foram consideradas?
	1.7.2.3 Foram definidos organograma e responsabilidades dos envolvidos na parada, considerando também as áreas de interface?
	1.7.2.4 O plano de comunicação da parada, incluindo calendário de reuniões, foi definido, é conhecido pelos envolvidos e é cumprido?
	1.7.2.5 A área identificou e avaliou serviços necessários e serviços de oportunidade para a parada?
	1.7.2.6 Os serviços identificados foram priorizados? Custo, cronograma e escopo da parada foram revistos e aprovados após a priorização?
	1.7.2.7 A área dimensionou os recursos humanos (serviços próprios e terceiros) e materiais (peças, componentes, ferramentas, equipamentos auxiliares)?
	1.7.2.8 A área elaborou plano de gerenciamento de riscos, contemplando inclusive questões de Saúde e Segurança e Meio Ambiente? Foram definidas ações de contingência para os riscos identificados?
	1.7.2.9 A área elaborou e cumpre planos de atividades de suporte e logística, incluindo mobilização e desmobilização de recursos?
	1.7.2.10 O cronograma de intervenção foi elaborado? Foram emitidas ordens de serviços no sistema informatizado de manutenção para as atividades?
	1.7.2.11 A área possui rotina de acompanhamento das atividades necessárias antes, durante e depois da parada?
	1.7.2.12 A área definiu e realizou os testes aplicáveis e acompanhou a performance do ativo até a entrega para a operação?
	1.7.2.13 A área emitiu e divulgou documentação da parada, incluindo análise de lições aprendidas?
	1.7.2.14 Os objetivos da parada foram atingidos? Considerar no mínimo: Aderência físico e financeira, Aderência ao escopo, Ocorrências de saúde, segurança e meio ambiente.

Figura 35 – 20 requisitos ligados à macro atividade PCM do bloco “Gestão de projetos de intervenção”

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. A Figura 36 ilustra esta lógica, indicando as semanas em que devem ocorrer cada etapa, lembrando que os resultados das auditorias são entregues ao final de cada ano.

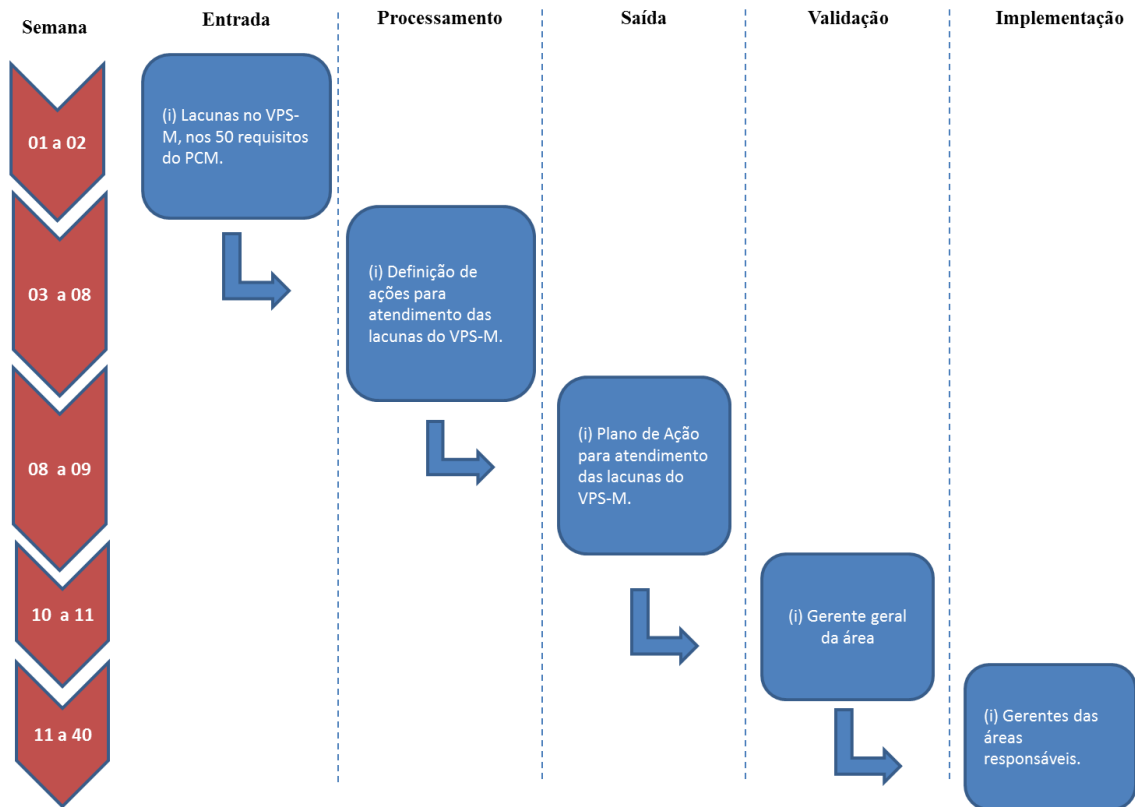


Figura 36 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema de planejamento e controle da manutenção

5.8 MACRO ATIVIDADE 8: ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

Da mesma forma que na macro atividade sistema de planejamento e controle da manutenção, as informações a serem reunidas para condução do processo de revisão da engenharia da manutenção envolvem, as lacunas identificadas na auditoria do pilar Manutenção do sistema VPS (*Vale Production System*), ou Sistema Vale de Produção.

No caso da Engenharia da manutenção os aspectos do VPS-M que a abordam se encontram nos blocos: *i)* “Tratamento de perdas” com 6 requisitos; *ii)* “Prevenção de falhas” com 6 requisitos; *iii)* “Desenvolvimento de materiais e fornecedores” com 8 requisitos e *iv)* “Controle inicial” com 16 requisitos.

As lacunas identificadas da macro atividade engenharia da manutenção originam-se também da auditoria final de cada ano do VPS, abordando a verificação dos 36 requisitos mencionados anteriormente, contidos nos blocos “Tratamento de perdas”, “Prevenção de falhas”, “Desenvolvimento de materiais e fornecedores” e “Controle inicial” do VPS-M. As Figuras 37 e 38 indicam os 36 requisitos ligados a Engenharia da manutenção.

Bloco	Pergunta
1.5 Tratamento de Perdas	1.5.1.1 Existe definição das perdas a serem tratadas e da base a ser utilizada (sistema informatizado de manutenção e/ou operação)? Estas definições estão sendo aplicadas?
	1.5.1.2 A área definiu e cumpre a sistemática para tratamento das falhas pontuais contendo os itens abaixo? Responsáveis e participantes Gatilho Prazos de início do tratamento e elaboração do plano de ação Identificação das causas.
	1.5.1.3 A área definiu e cumpre a sistemática para tratamento das perdas sistêmicas (do período), contendo os itens abaixo? Responsáveis e participantes Metodologia de estratificação, priorização e periodicidade Prazos de início do tratamento e elaboração do plano de ação Identificar causas das principais perdas.
	1.5.1.4 A área define e executa as ações de bloqueio das causas identificadas para as falhas pontuais e perdas sistêmicas?
	1.5.1.5 A área definiu e cumpre a sistemática de avaliação dos resultados dos tratamentos das falhas pontuais e perdas sistêmicas? So desvios encontrados são tratados?
	1.5.1.6 Os resultados dos tratamentos das falhas pontuais e perdas sistêmicas são atingidos?
2.3 Prevenção de Falhas	2.3.1.1 A área definiu e aplica critérios de priorização dos ativos (considerando, no mínimo, a análise de Riscos Operacionais da unidade de negócio) e a metodologia a ser usada para tratamento preventivo de falhas?
	2.3.1.2 Os modos de falhas funcionais são identificados para os ativos priorizados?
	2.3.1.3 As causas e os efeitos dos modos de falha funcionais são avaliados?
	2.3.1.4 É feita priorização dos modos de falha funcionais identificados para o tratamento preventivo?
	2.3.1.5 São definidas ações para eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrências dos modos de falhas e seus impactos e a implantação das ações é gerenciada?
	2.3.1.6 O tratamento preventivo de falhas é efetivo? (indicadores de confiabilidade conforme valor de referencia definidos pela área responsável)

Figura 37 – 12 requisitos ligados à macro atividade Engenharia da manutenção dos blocos “Tratamento de perdas” e “Prevenção de falhas”

Bloco	Pergunta
2.4 Desenvolvimento de Materiais e Fornecedores	2.4.1.1 A área captura e prioriza demandas de desenvolvimento de materiais, fabricantes e fornecedores de serviço?
	2.4.1.2 Os ganhos esperados, considerando aspectos técnicos, econômicos, de atendimento, segurança e meio ambiente, são identificados?
	2.4.1.3 As solicitações de desenvolvimento são aprovadas conforme sistemática da área?
	2.4.1.4 As possíveis alternativas técnicas foram identificadas e a área selecionou aquelas que devem ser desenvolvidas?
	2.4.1.5 A área definiu o processo e os parâmetros para avaliação da alternativa e o mesmo é aplicado?
	2.4.1.6 O relatório de validação técnica foi emitido? Nos processos em que a validação técnica foi favorável, foi realizada a homologação?
	2.4.1.7 O processo foi concluído e as áreas envolvidas comunicadas?
	2.4.1.8 Os trabalhos concluídos trouxeram benefícios para a área?
3.2 Controle Inicial	3.2.1.1 Os papéis e responsabilidades da função manter na interface com a área de prontidão operacional são definidos e são cumpridos?
	3.2.1.2 A curva de <i>Ramp-up</i> e suas revisões foram validadas com as área de interface (desenvolvimento e implantação)?
	3.2.1.3 As práticas agregadoras de valores (VIP's) do projeto foram definidas e priorizadas, conforme requisitos da prontidão operacional?
	3.2.1.4 Existe definição da estrutura organizacional da futura manutenção?
	3.2.1.5 Os documentos do projeto são analisados e comentados, considerando a confiabilidade, a manutenibilidade, facilidade de operação, a padronização dos equipamentos e os custos operacionais futuros?
	3.2.1.6 Os requisitos para a infraestrutura de manutenção (oficinas, postos de manutenção, armazéns, etc.) foram validados para função manter?
	3.2.1.7 O planejamento e conteúdo da documentação técnica básica (catálogos, manuais, planos de manutenção, PRO's, PT's) foram validados?
	3.2.1.8 A função manter participa da elaboração e do acompanhamento das ações do plano de gerenciamento de perigos e riscos operacionais?
	3.2.1.9 A definição da estratégia de manutenção para os novos ativos foi validada?
	3.2.1.10 O plano de contratação, mobilização e capacitação da equipe de manutenção foi validado?
	3.2.1.11 Os parâmetros (limites de operação) dos equipamentos foram validados com a função manter?
	3.2.1.12 O plano de integração dos novos ativos com os sistemas informatizados (manutenção, ferramentas, ERP, etc.) foi validado e o mesmo é acompanhado?
	3.2.1.13 O impacto orçamentário da entrada dos novos ativos foi avaliado?
	3.2.1.14 O planejamento de comissionamento para projetos <i>browfield</i> foi validado e o mesmo é acompanhado?
	3.2.1.15 A área realiza a negociação das premissas, a validação do planejamento e acompanhamento do plano de <i>Handover</i> e do plano de Operação Assistida?
	3.2.1.16 Os ativos foram entregues conforme as especificações de projeto?

Figura 38 – 20 requisitos ligados à macro atividade Engenharia da manutenção dos blocos “Desenvolvimento de materiais e fornecedores” e “Controle inicial”.

Identificadas as lacunas pertinentes a Engenharia da manutenção, o grupo focado formado 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 lacunas do VPS-M associadas aos 36 requisitos indicados.

A validação deste plano de ação deve ser feita pelo Gerente Geral da área Operacional, cabendo sua implementação ao Gerente de Engenharia da Manutenção. A Figura 39 ilustra esta lógica, indicando as semanas em que devem ocorrer cada etapa.

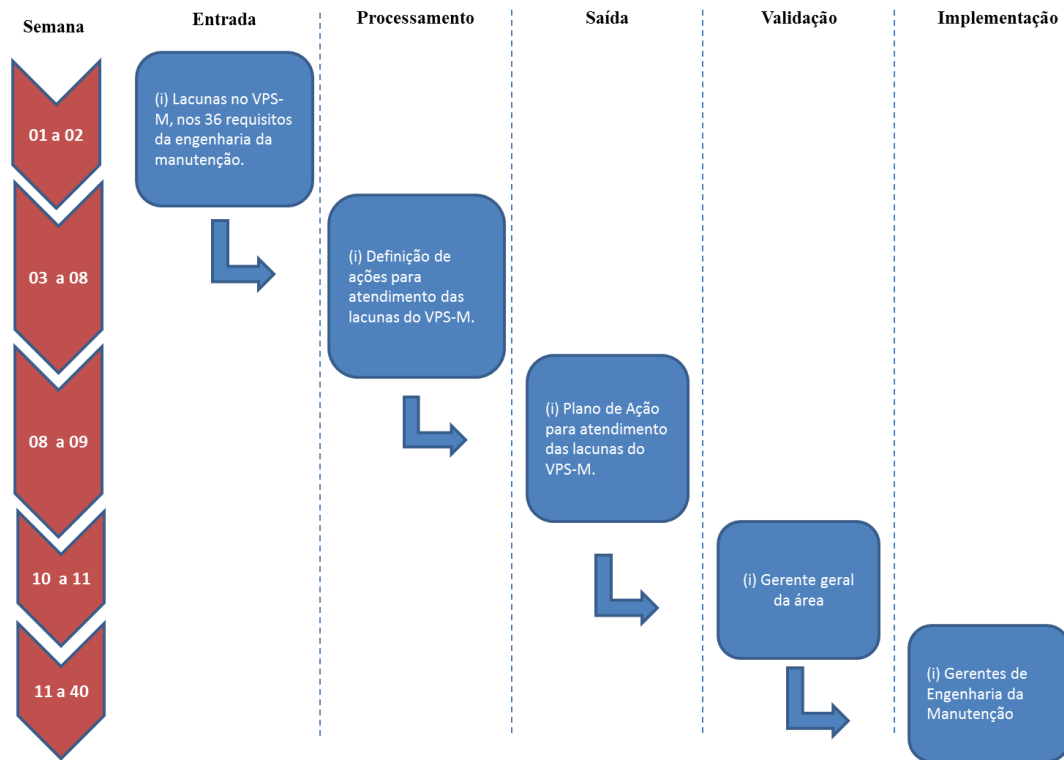


Figura 39 – Quadro resumo da revisão da macro atividade engenharia da manutenção

5.9 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 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 um grupo focado formado 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 o grupo focado de engenheiros de manutenção encontrem 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 implantado pelos Gerentes responsáveis por cada ação contida no plano. Durante a rotina no exercício de cada ano, ocorrerá um acompanhamento mensal das falhas do período, gerando assim investigações e tratativas, as quais subsidiarão os estudos da revisão do ano seguinte.

Com relação às atualizações tecnológicas das técnicas de monitoramento, a reunião de informações é complexa, visto a necessidade de inovação. Segundo Barañano (2005), a inovação é um complexo processo tecnológico, sociológico e econômico, que envolve uma teia intrincada de interações, tanto no interior da empresa como entre a empresa e as suas envolventes econômica, técnica, concorrencial e social.

O mesmo autor ressalta a importância da figura do *gatekeeper*, que consiste no profissional da empresa que recolhe continuamente informações de diversas fontes externas sobre inovação, distribuindo-as internamente àqueles possíveis usuários. O entendimento do grupo focado de engenheiros é que a utilização dos *gatekeepers* pode gerar retorno no processo de inovação nas técnicas de monitoramento das condições, sendo indicada a participação dos envolvidos em pelo menos dois eventos anuais, como feira ou congresso versando sobre o tema, na busca de novas técnicas e tecnologias de monitoramento.

A partir da análise das novas técnicas e tecnologias observadas em eventos externos, o grupo focado de engenheiros da manutenção, indicam as ações de inovação pertinentes para implantação no ano subsequente, sendo estas validadas pelo Gerente de área de Engenharia de Manutenção e Gerente Geral Operacional, e sua implementação a cargo do próprio Gerente da Engenharia de Manutenção. A Figura 40 ilustra a lógica de revisão da macro atividade Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva.

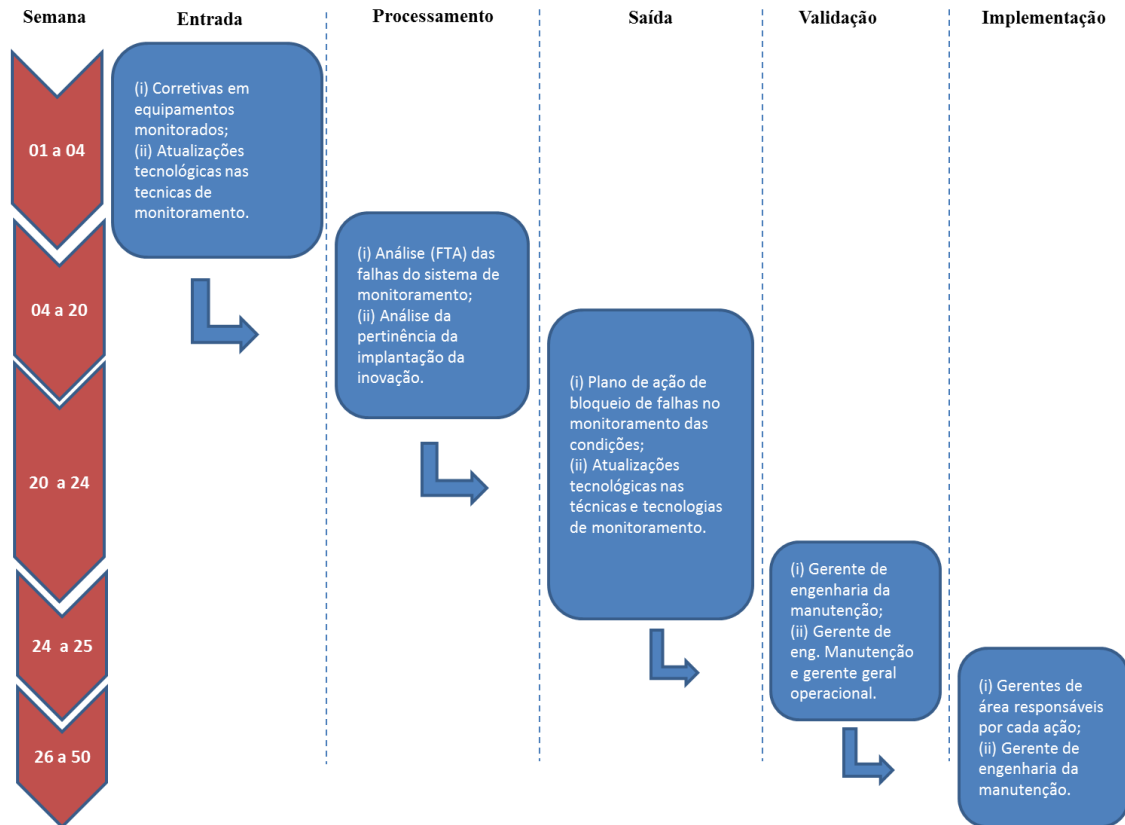


Figura 40 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Sistema de monitoramento das condições - Inspeções Preventiva e Preditiva

5.10 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) envolvem: *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.

O estudo de *Benchmarking* é, segundo Camp (2002), a busca pelas melhores práticas que conduzem uma organização à maximização da performance empresarial. O mesmo autor indica que dentre outras vantagens destes estudos, algumas delas são possibilitar: *i*) incorporar as melhores práticas existentes na organização; *ii*) proporcionar estímulo aos colaboradores da organização, os quais estarão envolvidos em processos de criatividade e *iii*) identificar avanços tecnológicos que de outra forma não seriam sistematizados.

A definição das lacunas de desempenho dos ativos, baseadas em estudos de *benchmarking*, deve ser realizada por um grupo focado reunindo engenheiros de produção e manutenção.

Esse grupo 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).

Segundo Fernandes e Rebelato (2006), o *FMEA* é um método para identificar, de forma sistemática, falhas potenciais em processos pela definição de suas causas e efeitos e, a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas. Reid (2005) ainda destaca que o *FMEA* tem a capacidade de quantificar os riscos do processo, de modo com que os riscos maiores sejam facilmente identificados, importante aspecto para a fase de priorização das ações a serem tomadas.

O mesmo grupo focado deve aplicar o *FMEA* nas lacunas identificadas, gerando o plano de tratamento para eliminação ou redução da ocorrência dos modos de falha priorizados.

O grupo 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.

A Figura 41 ilustra a disposição das atividades e seus responsáveis na revisão da macro atividade revisão do Sistema de gestão de riscos (confiabilidade), indicando no calendário quando as mesmas devem ser executadas.

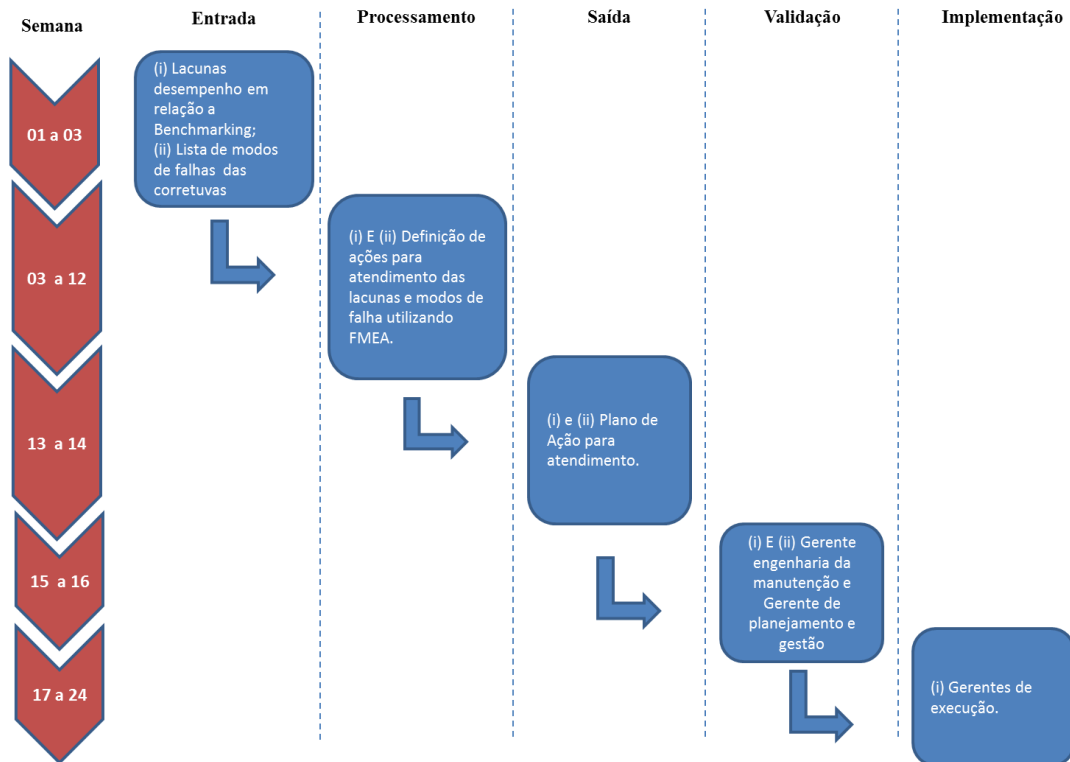


Figura 41 – Quadro resumo da revisão da macro atividade revisão do Sistema de gestão de riscos (confiabilidade)

5.11 MACRO ATIVIDADE 11: SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO

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 um grupo focado formado 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 o grupo focado 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 pelo grupo focado de engenheiros da manutenção e analistas da gestão econômica, tendo como universo de comparação, as outras unidades produtoras de minério de ferro da VALE S/A, buscando melhores práticas de performance em consumos específicos de itens de manutenção. Esse estudo permitirá investigar como a unidade de Carajás pode alcançar o mesmo desempenho, tais respostas geraram um plano de ação para melhoria do desempenho em custos.

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. A Figura 42 ilustra a lógica da revisão do sistema de custeio da manutenção e posiciona as atividades ao longo do ano.

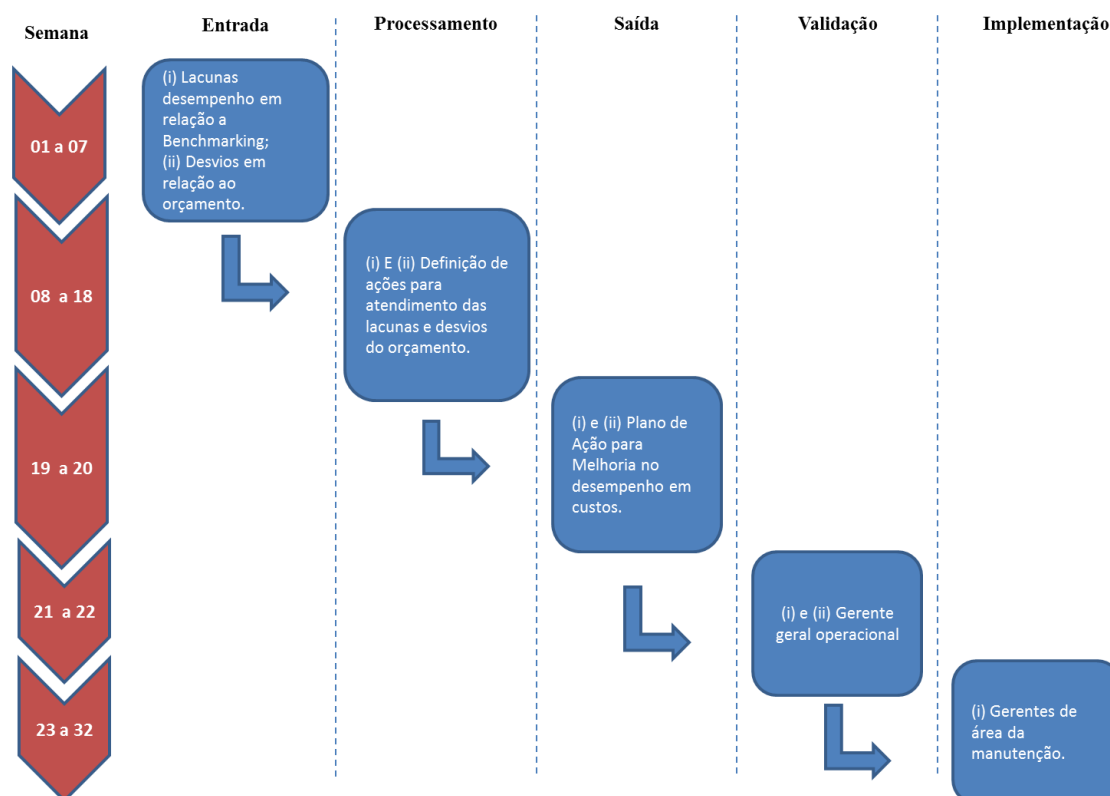


Figura 42 – Quadro resumo da revisão da macro atividade revisão do Sistema custeio da manutenção

5.12 MACRO ATIVIDADE 12: INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

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

Tais pontos serão levantados por um grupo focado formado 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. A Figura 43 ilustra o raciocínio exposto e indica quando as atividades devem ocorrer ao longo do calendário anual.

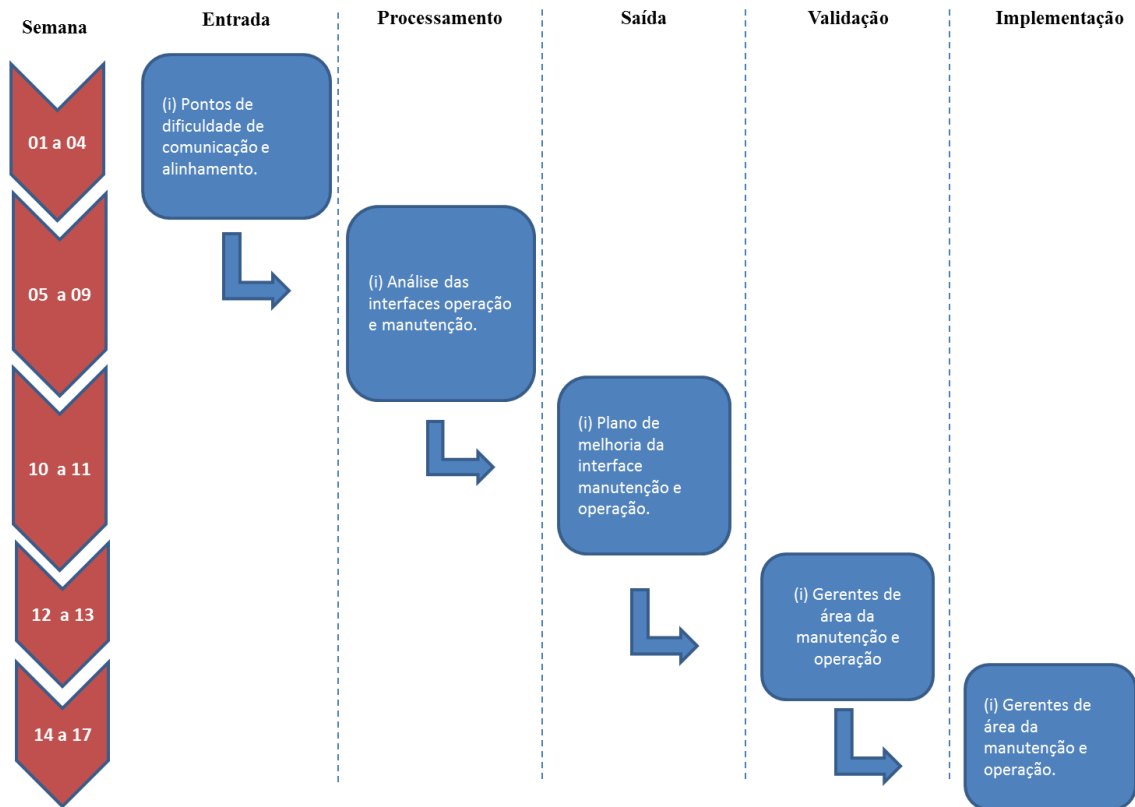


Figura 43 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Integração manutenção e operação

5.13 MACRO ATIVIDADE 13: MELHORIA CONTÍNUA

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. Um grupo focado formado 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, o grupo focado de engenheiros da manutenção deve estabelecer a lista de ações para melhoria contínua pertinentes, visando sua implantação no ano subseqüente. 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. A Figura 44 ilustra a logica aplicada na revisão da macro atividade Melhoria continua e indica quando as atividades devem ser realizadas.

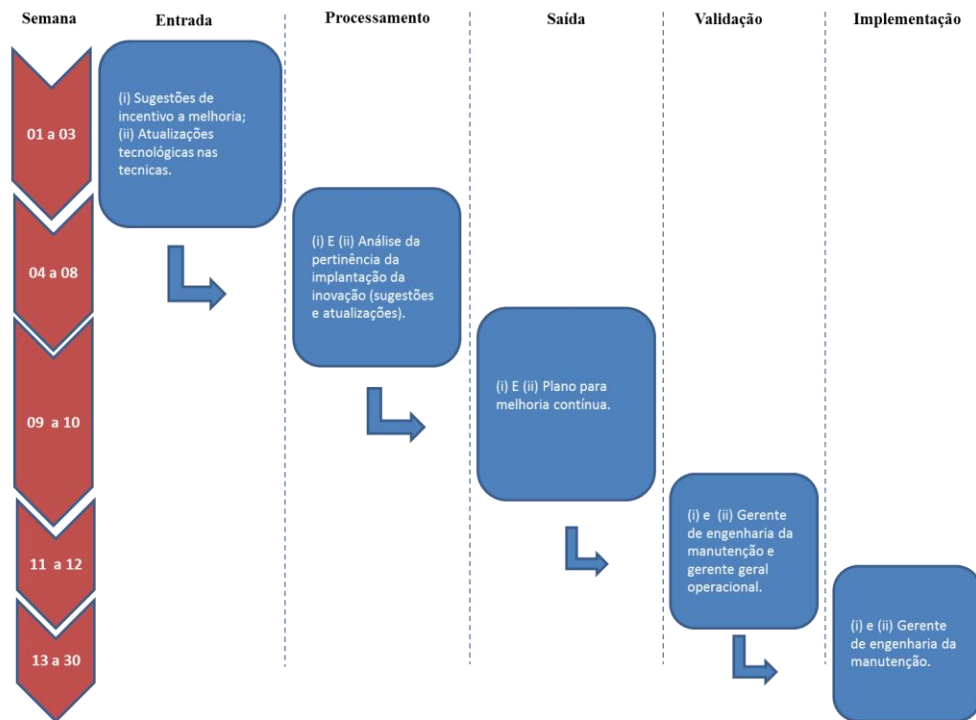


Figura 44 – Quadro resumo da revisão da macro atividade Melhoria Continua

6 INDICADORES

O objetivo deste capítulo é estabelecer um conjunto de indicadores chaves para o controle do desempenho das atividades de manutenção, capazes de traduzirem os fatores de sucesso na gestão da função manutenção.

Observando o modelo proposto por Peres e Lima (2008) para aplicação de indicadores balanceados no controle de custos de manutenção, percebeu-se a oportunidade de replicar a lógica adotada na discussão apresentado por esses autores para definição dos indicadores que traduzem os fatores de sucesso.

A Figura 45 ilustra a lógica adaptada do modelo de Peres e Lima (2008), utilizada na definição dos indicadores. O primeiro passo consiste em elencar o fator de sucesso a ser estudado, seguindo para a identificação dos indicadores que o influenciam nas seguintes perspectivas: *i*) Financeira; *ii*) dos clientes; *iii*) dos processos internos e *iv*) do aprendizado e crescimento. Nota-se que tais perspectivas são as ditas clássicas, uma vez que são utilizadas no modelo inicial proposto por Kaplan e Norton (1997) na ferramenta batizada por eles como *balanced scorecard (BSC)*. Para o trabalho desta tese percebe-se a necessidade da definição de perspectivas diretamente vinculadas ao tema central do estudo, daí a escolha repousar em três perspectivas: *i*) Qualidade, *ii*) Produtividade e *iii*) Custos de manutenção.

Considerando o ponto de vista da Gestão da Manutenção, pode-se fazer o seguinte paralelo entre as perspectivas clássicas e as perspectivas propostas: Produtividade corresponde à perspectiva Financeira (é o que gera lucro para a empresa); Qualidade corresponde à perspectiva dos Clientes (considerando que os clientes da manutenção são clientes internos); enquanto Custos de manutenção correspondem à perspectiva dos Processos interno (estão diretamente vinculados aos processos de manutenção). Adicionalmente, a dimensão clássica do *BSC* aprendizado e crescimento também será considerada neste trabalho, através de um indicador global de horas de treinamento alocadas ao pessoal da manutenção.

Conforme explicado, a utilização das perspectivas na definição de indicadores tem como fundamento o modelo de Kaplan e Norton (1997), o *balanced scorecard (BSC)*, que consiste segundo Peres e Lima (2008), em uma ferramenta que traduz a missão e a estratégia das empresas num conjunto abrangente de medidas de desempenho que serve de base para um sistema de medição e gestão estratégica.

No modelo proposto, elenca-se primeiramente o fator de sucesso a ter seus indicadores estudados, em seguida busca-se identificar os indicadores que traduzem o fator de sucesso, sob as perspectivas citadas.

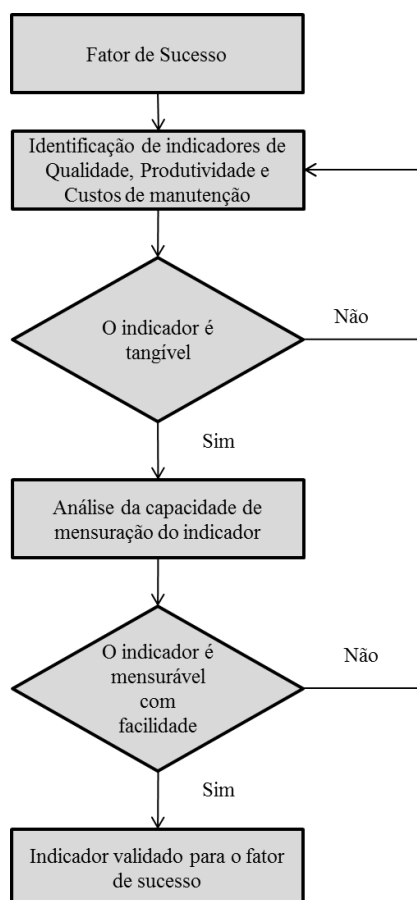


Figura 45 – Fluxograma para definição de indicadores que representem os fatores de sucesso

Após a listagem dos indicadores que mensuram o fator de sucesso, verifica-se sua tangibilidade, observando se os mesmos apresentam um significado tangível para os envolvidos. Aqueles que não apresentam significado tangível são descartados, os demais passam para a etapa seguinte, que consiste na avaliação da capacidade de mensuração. Nessa etapa, é avaliado se o indicador pode ser medido com facilidade e consolidado em diversos períodos temporais. Aqueles que demonstrarem tais características são validados como indicadores que serão utilizados para traduzir as perspectivas importantes associadas ao fator de sucesso. Esses indicadores devem ser acompanhados, gerando ações de controle decorrente de tal acompanhamento.

O grupo focado formado pelo Gerente Geral de Operações e os Gerentes de área de Manutenção avaliaram os fatores de sucesso nas perspectivas Qualidade, Produtividade e Custos de Manutenção, chegando a uma lista de indicadores que, a priori, seriam capazes de representar o desempenho dos mesmos.

A Figura 46 indica a lista pertinente aos fatores do bloco da “Estrutura Básica”, e a Figura 47 àqueles relacionados aos fatores do bloco “Operação, avaliação e melhoria”.

Fator	Perspectivas		
	Qualidade	Produtividade	Custos de manutenção
Estrutura Organizacional		(i) Percentual de Horas Extras; (ii) Relação de pessoal suporte com pessoal direto.	(iii) Massa Salarial do efetivo de manutenção; (iv) N° de subordinados por Supervisão.
Sistema de Gestão de Pessoas	(v) Aproveitamento nos treinamentos; (vi) Índice de favorabilidade na pesquisa de clima. (vii) Média de reação aos treinamentos.	(viii) Percentual de horas de treinamento; (ix) Percentual de <i>No-show</i> em treinamentos.	(x) Custos com treinamento do staff da manutenção ou em aspectos relacionados à Manutenção; (xi) Custos com adequações das condições de trabalho.
Sistema Seg. Saúde	(xii) Aderência ao SGSS; (xiii) Taxa de gravidade de acidentes; (xiv) Taxa de frequência de acidentes.	(xv) Percentual de acidentes investigados; (xvi) Aderência às ações de bloqueios de acidentes Críticos e Catastróficos.	(xvii) Custos com OS's de Segurança.
Sistema Gestão Ambiental	(xviii) Aderência ao SGA; (ixx) Taxa de frequência de acidentes ambientais.	(xx) Percentual de acidentes investigados; (xxi) Aderência às ações de bloqueios de acidentes Críticos e Catastróficos.	(xxii) Custos com OS's de Meio-ambiente.
Suprimentos de materiais	(xxiii) Percentual de itens garantia operacional no armazém; (xxiv) Índice de perdas de materiais estocados; (xxv) Indisponibilidade física por falta de material.	(xxvi) <i>Lead-time</i> de ressuprimento de itens A.	(xxvii) Custo de materiais estocados.

Figura 46 – Lista de indicadores dos fatores do bloco “Estrutura Básica”

Os objetivos e conceitos dos indicadores listados na Figura 46 são esclarecidos a seguir:

- (i) Percentual de Horas Extras fornece a noção do grau de exigência sobre a equipe em trabalhos extras, possibilitando otimizações de forma a equalizar o efetivo entre as diversas funções na manutenção;
- (ii) Relação de pessoal suporte com pessoal direto visa averiguar o a participação do pessoal que executa atividades de suporte em relação ao efetivo direto, o qual atua na execução da manutenção. O objetivo é alcançar um equilíbrio adequado entre o tripé inteligência x controle x execução;
- (iii) Massa Salarial traduz o dispêndio da empresa com o efetivo de manutenção;
- (iv) N° de subordinados por Supervisão indica quantos empregados estão ligados diretamente ao Supervisor, indicando assim o grau de esforço no gerenciamento do efetivo, possibilitando avaliações que podem sugerir redução de efetivo ou aumento de acordo com o indicador para cada supervisão;

- (v) Aproveitamento nos treinamentos será representado pela média das notas dos testes aplicados ao final de cada treinamento, o objetivo é aferir o poder de assimilação dos empregados diante da exposição do conhecimento;
- (vi) Índice de favorabilidade na pesquisa de clima averigua o engajamento e motivação do quadro da manutenção, indicando assim lacunas em diversos os aspectos passíveis de ações de correção ou reforço;
- (vii) Média de reação aos treinamentos demonstra o nível de satisfação dos empregados perante os treinamentos ministrados, tal informação visa aperfeiçoar o sistema de aprendizado ao longo do tempo;
- (viii) Percentual de Horas de treinamento leva em consideração a quantidade de horas dedicada a treinamento do efetivo da manutenção, em relação à quantidade de horas trabalhadas por este efetivo, desta forma se observa o quanto é dedicado pela estrutura às atividades de capacitação;
- (ix) Percentual de *No-show* em treinamentos retrata as ocorrências de faltas de empregados aos treinamentos programados, o objetivo é apurar o grau de interesse dos empregados com as ações de capacitação, bem como, de organização da empresa na gestão de horários e programações;
- (x) Custos com treinamento aponta o investimento realizado na capacitação dos empregados;
- (xi) Custos com adequações das condições de trabalho traduz o investimento na resolução de lacunas nas condições de trabalho oferecidas para a equipe da manutenção;
- (xii) Aderência ao SGSS indica o quanto a área se encontra em acordo com as premissas do sistema de gestão de saúde e segurança, trazendo assim informações pertinentes para melhorias neste tema;
- (xiii) Taxa de gravidade de acidentes traduz a quantidade de dias perdidos devido a afastamentos motivados por acidentes do trabalho em relação um milhão de horas trabalhadas, com esta informação torna-se viável a análise da gravidade dos acidentes ocorridos na empresa;
- (xiv) Taxa de frequência de acidentes é a frequência de acidentes ocorridas a cada um milhão de horas trabalhadas, este indicador informa a frequência dos acidentes em uma determinada área;

- (xv) Percentual de acidentes investigados responde ao questionamento: dos acidentes ocorridos na área, quantos foram investigados? Com isso percebe-se o grau de importância dado pela organização ao tratamento das ocorrências;
- (xvi) Aderência às ações de bloqueios de acidentes críticos e catastróficos traduz o quanto se está aderente à resolução das ações de bloqueio para acidentes graves do trabalho;
- (xvii) Custos com OS's de Segurança revela o dispêndio da área na correção de não conformidades no ambiente de trabalho que podem causar acidentes no trabalho;
- (xviii) Aderência ao SGA indica o quanto a área se encontra em acordo com as premissas do sistema de gestão ambiental, trazendo assim informações pertinentes para melhorias deste sistema;
- (xix) Taxa de frequência de acidentes ambientais é a frequência de acidentes ambientais ocorridas a cada um milhão de horas calendário, este indicador informar o quanto acidentes ambientais são frequentes em determinada área;
- (xx) Percentual de acidentes investigados é a relação entre os acidentes ambientais investigados com a quantidade total de acidentes ocorridos na área, com isso percebe-se o grau de importância dado pela organização ao tratamento das ocorrências ambientais;
- (xxi) Aderência às ações de bloqueios de acidentes críticos e catastróficos traduz o quanto se está aderente à resolução das ações de bloqueio para acidentes ambientais graves;
- (xxii) Custos em OS's de Meio-ambiente reúne os valores gastos na resolução de não conformidades capazes de favorecer a ocorrência de acidentes ambientais;
- (xxiii) Percentual de itens garantia operacional no armazém é a relação entre o valor de estoque classificado como item de garantia operacional com o valor total do estoque, desta forma, observa-se o equilíbrio entre os diversos itens estocados;
- (xxiv) Índice de perdas de materiais estocados refere-se aos valores relacionados a itens de estoques depreciados, por obsolescência ou má condição de estocagem;
- (xxv) Indisponibilidade física por falta de material retrata a perda em Disponibilidade física dos equipamentos devido à falta de material para o seu reparo;
- (xxvi) *Lead-time* de ressurgimento de itens A é o tempo médio que se leva para reposição de um item classificado como prioridade A para manutenção, com

esta informação checa-se eventuais riscos de elevação da indisponibilidade física por falta de material;

(xxvii) Custos de materiais estocados é capital empenhado em estoque, a busca de um valor mínimo em equilíbrio com um risco baixo às operações, traduz um traço de eficiência da empresa.

A Figura 47 elenca os indicadores relacionados aos fatores do bloco “Operação, avaliação e melhoria”.

Fator	Perspectivas		
	Qualidade	Produtividade	Custos de manutenção
Sistemas Computadorizados	(i) Índice de favorabilidade na pesquisa	(ii) Aderência ao plano de melhoria do sistema	
Sistema PCM	(iii) Aderência ao VPS-M (requisitos de PCM)	(iv) IMP – Índice de manutenção planejada (v) Aderência ao plano de atendimento de lacunas do VPS-M.	(vi) Percentual de gastos ligados a OS
Engenharia da manutenção	(vii) Aderência ao VPS-M (requisitos de engenharia)	(viii) Aderência ao plano de atendimento de lacunas do VPS-M.	
Sistema monitoramento condições	(ix) Índice de corretivas em equipamentos monitorados	(x) Aderência ao plano de bloqueio de falhas em equipamentos monitorados (xi) Aderência ao plano de inovação tecnológica no monitoramento	(xii) Perda financeira com corretivas em equipamentos monitorados
Sistema gestão de riscos		(xiii) Aderência ao benchmarking pesquisado (xiv) Aderência ao plano de atendimento às lacunas de benchmarking	(xv) Perdas financeiras das lacunas em relação ao benchmarking
Sistema de custeio manutenção		(xvi) Aderência ao benchmarking pesquisado (xvii) Aderência ao plano de atendimento as lacunas de benchmarking	(xviii) Aderência orçamentária (xix) Aderência ao plano de bloqueio de desvios orçamentários
Integração manutenção e operação	(xx) Aderência ao plano de melhoria da interface	(iv) IMP – Índice de manutenção planejada	(xxiii) Ganhos financeiros com melhorias implantadas
Melhoria contínua	(ix) Índice de corretivas em equipamentos monitorados	(xxi) Aderência do efetivo ao grupos de CCQ (xxii) Aderência ao plano de implantação de inovação tecnológica	(xxiii) Ganhos financeiros com melhorias implantadas

Figura 47 – Lista de indicadores dos fatores do bloco “Operação, avaliação e melhoria”.

Os objetivos e conceitos dos indicadores listados na Figura 47 são esclarecidos a seguir:

(i) O índice de favorabilidade na pesquisa do sistema (*software*) de manutenção indica o grau de satisfação dos usuários do mesmo, bem como, através do

desdobramento dos aspectos pesquisados, os pontos de melhoria a ser trabalhados no exercício subsequente;

- (ii) A aderência ao plano de melhoria do sistema de manutenção orienta a evolução da resolução dos desvios identificados na pesquisa de satisfação do software;
- (iii) Aderência ao VPS-M (requisitos de PCM) indica o quanto a área se encontra em acordo com as premissas do sistema de gestão manutenção nos requisitos pertinentes ao PCM, trazendo assim informações pertinentes para melhorias neste tema;
- (iv) IMP (Índice de manutenção planejada) representa a quantidade de OS's planejadas em relação ao total de OS's executadas, indicando assim o grau de planejamento da área em relação a total de demanda de trabalho;
- (v) A aderência ao plano de atendimento de lacunas do VPS-M (requisitos de planejamento) indica o quanto a área vem avançando no atendimento ao bloqueio de desvios observados na auditoria de seus processos;
- (vi) O percentual de gastos ligados a OS demonstra o quanto a área utiliza o sistema para apuração de seus gastos, indicando assim o grau de disciplina na apuração de gastos;
- (vii) Aderência ao VPS-M (requisitos de engenharia) indica o quanto a área se encontra em acordo com as premissas do sistema de gestão manutenção nos requisitos pertinentes da engenharia, trazendo assim informações pertinentes para melhorias neste tema;
- (viii) A aderência ao plano de atendimento de lacunas do VPS-M (requisitos de engenharia) indica o quanto a área vem avançando no atendimento ao bloqueio de desvios observados na auditoria de seus processos;
- (ix) Índice de corretivas em equipamentos monitorados aponta quantas falhas corretivas ocorreram em equipamento que são monitorados, indicando assim possíveis anomalias no processo de monitoramento;
- (x) A aderência ao plano de bloqueio de falhas em equipamentos monitorados indica o quanto a área vem avançando na solução de desvios causadores de anomalias no processo de monitoramento;
- (xi) A aderência ao plano de inovação tecnológica no monitoramento indica o quanto a área vem avançando na melhoria do processo de monitoramento;

- (xii) Perda financeira com corretivas em equipamentos monitorados representa o somatório do gasto com a corretiva e mais a perda de produção devido a interrupção do processo produtivo;
- (xiii) Aderência ao *benchmarking* pesquisado (confiabilidade) traduz o quanto a área está posicionada em relação ao *benchmarking* pesquisado externamente, fornecendo assim a noção do posicionamento da área quanto ao melhor desempenho;
- (xiv) Aderência ao plano de atendimento às lacunas do *benchmarking* (confiabilidade) demonstra o quanto a área vem eliminando as lacunas identificadas para se alcançar o *benchmarking*;
- (xv) Perdas financeiras das lacunas em relação ao *benchmarking* indica o quanto a área vem deixando de capturar em custos com a distância em que se encontra do *benchmarking* pesquisado;
- (xvi) Aderência ao *benchmarking* pesquisado (custeio manutenção) traduz o quanto a área está posicionada em relação ao *benchmarking* pesquisado externamente, fornecendo assim a noção do posicionamento da área quanto ao melhor desempenho;
- (xvii) Aderência ao plano de atendimento às lacunas do *benchmarking* (custeio manutenção) demonstra o quanto a área vem eliminando as lacunas identificadas para se alcançar o *benchmarking*;
- (xviii) Aderência orçamentária demonstra o quanto a área está aderente ao seu orçamento anual;
- (xix) A aderência ao plano de bloqueio de desvios orçamentários fornece para área a noção do quanto a mesma vem evoluindo no bloqueios das causas de desvios no seu orçamento;
- (xx) Aderência ao plano de melhoria de interface indica o atendimento às ações definidas entre a manutenção e operação com vistas para melhoria do seu relacionamento operacional;
- (xxi) Aderência do efetivo aos grupos de CCQ indica o nível de engajamento dos empregados (total do efetivo) ao programa do círculo de controle da qualidade, fornecendo assim o grau de engajamento dos executantes a este programa de melhoria contínua;
- (xxii) A aderência ao plano de implantação de inovação tecnológica indica o quanto vem sendo implantando das melhorias elencadas pela equipe para o ano;

(xxiii) Os ganhos financeiros com melhorias implantadas demonstra o quanto as melhorias implantadas representaram financeiramente para a empresa em termos de redução de custos e também aumento de produção, sendo tais números validados pela equipe da gerencia financeira.

As Figuras 46 e 47, em conjunto, resumem o sistema de indicadores propostos para o controle do desempenho das atividades de manutenção. Conforme apresentado, este sistema de indicadores foi construído utilizando as etapas propostas por Peres e Lima (2008) e a orientação propiciada pelos fatores de sucesso identificados (resultado do Capítulo 4: Identificação dos fatores de sucesso da gestão da manutenção).

7. ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR

O presente capítulo apresenta o teste da estrutura de elaboração de plano diretor, através da aplicação da proposta apresentada no capítulo 5 para a planta industrial de Carajás para o triênio 2014 – 2016, apontando considerações a cerca da viabilidade e utilidade da proposta e aprendizado adquirido.

A aplicação foi realizada conforme o cronograma previsto no Apêndice 1, com pequenas alterações sem relevância para serem reportadas. Participaram das discussões diversas áreas de interface da Manutenção da Usina de tratamento de minério de Ferro de Carajás, tais como: Recursos Humanos, Operação, Gestão Econômica, Gestão de Estoques e Armazém, Gestão da Qualidade, Gestão de Meio Ambiente, Tecnologia da Informação, Projeto One Vale, Saúde e Segurança.

Como previsto na estrutura proposta (ver capítulo 5) vários grupos focados foram fomentados para construção do plano diretor. Cada um desses grupos focados teve um líder indicado, onde o mesmo funcionou como moderador. Todos os moderadores foram treinados com base no processo estipulado no capítulo 5.

Vários foram os momentos de discussões em grupos focados, a Figura 48 ilustra alguns deles. Cada grupo buscou detalhar as saídas de cada macro atividade, explorando para tanto os detalhes necessários para sua construção. As próximas seções deste capítulo discutem cada módulo da estrutura proposta.



Figura 48 – Fotos dos grupos focados

7.1 REVISÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu primeiramente as seguintes informações: *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.

A discussão da lista de novos ativos foi influenciada pela entrada da nova planta industrial de Carajás, responsável pelo incremento de 40 milhões de toneladas à produção atual, e a saída de operação das instalações da moagem, visto a desmobilização da planta de pelotas em São Luís. Em função disso, a discussão concentrou-se na definição do modelo organizacional adequado para área indústria diante dessas mudanças representativas.

Na Figura 49, observa-se a localização da nova planta (+40MTPA) em relação a atual planta. Percebe-se que a nova planta é totalmente independente das atuais operações, ensejando assim a possibilidade de uma gestão de seus processos de operação e manutenção com estrutura própria.

No entanto, após discussões, os grupos focados definiram uma estrutura capaz de assegurar sinergia com os processos gerenciais já existentes nas operações atuais. Nesse sentido, a proposta foi assimilar a planta do + 40 MTPA, distribuindo suas responsabilidades por área de acordo com o atual organograma (ver Figura 1), realizando algumas alterações.

As áreas de manutenção de britagens (GASMN) e pátio e expedição (GATON) passaram a assumir as novas instalações pertinentes aos seus processos da nova planta, no caso, a britagem semimóvel 5 (BSM-5) e pátios G, H e silo 4, respectivamente.

Os processos matriciais de inspeção, engenharia de manutenção, oficina e vulcanização da nova planta, foram assimilados pelas atuais gerências GASGN, GAAUN e GAVUN, respectivamente.

A exceção ao modelo que buscou sinergia foi a manutenção da classificação, pois a gerência GAUAN da planta atual manteve-se com suas atuais atribuições, sendo que a GAMCN passou a responder pela área de filtragem a disco (parte da planta atual) e a parte da classificação do + 40 MTPA. Isso foi feito porque a saída da planta de moagem possibilitou a otimização desta gerência de manutenção.



Figura 49 – Vista aérea das operações industriais de Carajás com indicação da localização da planta do +40 MTPA

Adicionalmente, houve necessidade de reforço nos processos do tema elétrica, automação e instrumentação, o que resultou na criação da GAMSN, nova gerência de manutenção responsável pelas subestações do site e processos especializados de automação e instrumentação.

O perfil de perdas produtivas foi analisado pelo grupo focado, mas não ensejou mudanças relevantes na estrutura organizacional, uma vez que as perdas do último ciclo produtivo estarem baseadas em questões técnicas e não gerenciais.

A Figura 50 ilustra o novo organograma no nível de gerências de área, proposto pelos grupos focados, em virtude das entradas: *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.

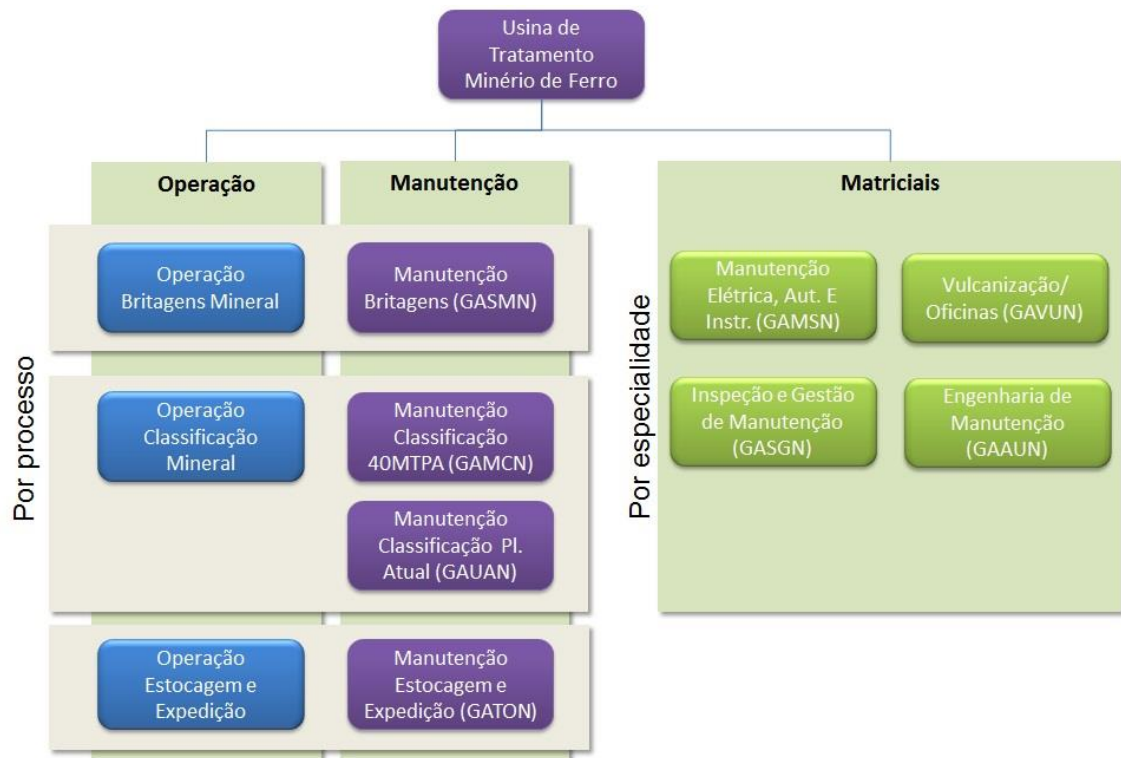


Figura 50 – Organograma proposto pelo grupo focado para revisão da estrutura organizacional de manutenção industrial de Carajás

Lembrando que o foco do trabalho do grupo focado repousou na estrutura da manutenção, o principal resultado refere-se às oito gerências de manutenção (execução e matriciais), mas o trabalho resultou também em uma revisão das gerências operacionais (responsáveis pelas operações), capaz de corresponder ao modelo proposto.

A homologação do novo arranjo organizacional da manutenção industrial ficou sob a responsabilidade do Gerente Geral da usina e Gerente Geral de RH. A implantação ficou a cargo do Gerente Geral, que irá contar com o suporte dos Gerentes das áreas do novo organograma.

7.2 SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS: CAPACITAÇÃO E MOTIVAÇÃO

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das três entradas previstas para o início das 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.

Ficou patente nas discussões do grupo focado o entendimento que, na Gerência de Tratamento de Minério de Ferro de Carajás, as pessoas são o fundamento mais importante da empresa. Elas são as fontes das ideias, inovações e conhecimentos que asseguram a melhoria contínua e

a criação de valor. O desenvolvimento da carreira dos empregados requer clareza no conhecimento do caminho a ser trilhado ao longo dos anos.

Avaliando a matriz de competências da equipe, o grupo focado identificou oportunidades de capacitação, gerando uma proposta de Plano de capacitação da equipe de manutenção. A proposta foi elaborada utilizando a estrutura de treinamentos disponibilizada pela empresa, a qual estabelece tipos de modelos educacionais de acordo com as definições a seguir:

- (i) **Mapa de Desenvolvimento** – É um modelo educativo que mapeia sistematicamente os processos e competências técnicas críticas das diferentes áreas de negócio da empresa. As ações educativas são para os técnicos especialistas da Vale - engenheiros, geólogos, consultores, gestores, entre outros.
- (ii) **Trilha de Liderança** – As trilhas de gestão e liderança estão estruturadas para oferecer soluções educacionais diferenciadas para cada nível de gestão da Vale, tendo como propósito o desenvolvimento das competências de liderança por meio de ações sistematizadas e estrategicamente concebidas, contribuindo para a consolidação de uma Liderança Transformadora capaz de ancorar as mudanças necessárias aos objetivos estratégicos da empresa.
- (iii) **Trilha Técnica** – Os técnicos operacionais são a base de mão-de-obra dos negócios Vale. Maquinistas, operadores e técnicos de manutenção têm papel fundamental na excelência de desempenho da empresa e precisam estar em constante desenvolvimento. As Trilhas Técnicas da Vale (Setor educacional da Vale) estruturam as ações educativas dos empregados que atuam neste nível. São, no entanto, muito mais do que um catálogo de formação. Contemplam os processos e competências de cada perfil profissional dos diferentes negócios da empresa.
- (iv) **Transversal** – São treinamentos denominados de eixo comum, relacionados às competências de português, matemática, saúde e segurança e meio ambiente.
- (v) **Transversal RAC** – São treinamentos voltados para a capacitação nos Requisitos de Atendimento as Atividades Críticas (RAC), onde se aborda os procedimentos de segurança a serem seguidos em tais atividades.

Os grupos geraram a proposta de Plano de capacitação da equipe de manutenção, o qual foi homologado pelo Gerente Geral da Usina e os Gerentes de áreas, sendo sua implementação de responsabilidade da área de RH e supervisores das equipes.

No plano de capacitação se destacou o aumento de horas treinadas para o ano de 2014, bem como, um maior foco nos treinamentos da trilha técnica, que saltaram de um peso de 30% em 2013, para 51% a partir de 2014, dado o entendimento do grupo focado, validado pelos Gerentes, que as equipes demandavam uma maior qualificação técnica, em virtude a entrada em operação de novas tecnologias e equipamentos no site, como por exemplo, a nova planta do +40 MTPA.

Nas Tabelas 3 e 4, é apresentado um resumo da proposta de horas treinadas e participações em treinamentos na Gerência de Usina de Tratamento de Minério de Ferro de Carajás para 2014.

Tabela 3 – Relação de horas treinadas e participações no plano de capacitação da equipe de manutenção

Ano	Horas Treinadas	Participações
2012	78.154	7.847
2013	73.302	8.020
2014	82.062	8.450
2015	82.100	8.400
2016	82.104	8.420

Tabela 4 – Peso das ações de treinamento por tipo de modelo educacional

Ano	Tipos de treinamentos				
	Mapa	Transversal	Transversal RAC	Liderança	Trilha Técnica
2012	3%	22%	62%	1%	12%
2013	1%	21%	47%	1%	30%
2014	1%	15%	32%	1%	51%
2015	1%	10%	32%	4%	53%
2016	1%	10%	32%	4%	53%

A avaliação das condições no ambiente de trabalho do último ano e a Pesquisa de engajamento mais recente subsidiaram as discussões do grupo focado. Essas discussões permitiram gerar o Plano de ação com iniciativas para melhoria das condições de trabalho e de engajamento para 2014, 2015 e 2016. Sua validação ficou a cargo do Gerente Geral e Gerentes de área, e sua implementação sob responsabilidade destes últimos. Entre as principais ações deste plano destacam-se: *i)* Mapear pontos com iluminação abaixo da norma, definindo estratégia de priorização dos locais para providências imediatas; *ii)* Finalizar construção e iniciar operação do novo restaurante da Usina no primeiro semestre de 2014; *iii)* Cumprir plano de acessibilidade para pessoas com deficiências nas áreas operacionais até dezembro de 2014 e *iv)* Implantar comitê de ergonomia até janeiro de 2014.

7.3 SISTEMA DE SEGURANÇA NO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões do sistema de Segurança no trabalho e saúde ocupacional: *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”.

O grupo focado entendeu que a implantação do Sistema de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional é o principal pilar de sustentação do resultado da manutenção industrial no curto, médio e longo prazo na redução dos acidentes pessoais e materiais. As ações de bloqueios identificadas nas investigações de eventos com severidade “crítica” ou “catastrófica” devem ser tratadas e monitoradas de forma a garantir a não reincidência destes eventos.

Conforme auditorias periódicas realizadas nas gerências de área, foram mapeadas as principais lacunas existentes no sistema SGSS da planta industrial de Carajás. As lacunas observadas na auditoria de fevereiro de 2013 indicaram oportunidades para melhoria do processo de segurança na Usina de Carajás, A seguir são listadas aquelas que o grupo focado identificou como sendo as principais:

- (i) Revisão da ferramenta de gestão de risco de processo APR (Avaliação Preliminar de Risco);
- (ii) Criação de procedimento de Gestão de Mudança;
- (iii) Inventários de pontos fixos de instalação de linhas de vida para trabalho em altura e sua instalação;
- (iv) Inventário de equipamentos com necessidade de proteção de partes móveis e sua instalação;
- (v) Inventário de energias perigosas e os pontos de bloqueio de cada uma delas;
- (vi) Inventário de acessórios de movimentação de cargas, incluindo TAG (identificação) e capacidade de carga.

O plano de ação de atendimento as lacunas do SGSS foi validado pelo Gerente Geral da planta e o Gerente Geral de segurança e saúde, sua implementação ficou a cargo dos Gerentes de cada área, sendo que as datas limites para os principais pontos foram estabelecidas da seguinte forma: itens (i), (ii) até 31/12/2013; itens (iii) e (vi) até 30/06/2014 e itens (iv) e (v) até 31/12/2014.

No que tange as ações de bloqueio definidas nas investigações dos acidentes e quase acidentes com severidade “crítica” ou “catastrófica”, foi realizado um levantamento com base no histórico de acidentes “críticos” e “catastróficos” da planta industrial ocorridos nos anos de

2008 a 2012. Com o apoio da consultoria Decibel de Belo Horizonte, esses dados foram tratados e resultaram na distribuição dos acidentes em 13 grupos de riscos. A seguir, para cada grupo de risco, foi calculada a taxa de falha, que se resume na probabilidade de ocorrência de uma fatalidade por milhão de pessoas expostas por ano. Abaixo segue a tabela com os valores de taxa de falha por grupo de risco na planta industrial de Carajás (Tabela 5). Cada grupo de risco foi estudado por um grupo focado, que reuniu profissionais da Usina donos de experiência de campo em cada um dos temas. Os grupos geraram um plano de ação com 1.035 ações com prazo de solução entre 2013 e 2015, objetivando a redução da probabilidade de ocorrências de acidentes similares.

Tabela 5– Grupos de risco

Grupo de Risco	Taxa Falha (fatalidades/milhão de pessoas expostas ao ano)
Manuseio de carga	4,63
Movimentação de carga	4,37
Acidente com veículos leves e pesados	4,27
Acidente com equipamento	3,32
Ferramentas elétricas, pneumáticas e outras	3,31
Queda de material	3,18
Condição insegura de acessos	2,52
Bloqueio de energias	1,82
Isolamento de area	1,36
Trabalho à quente	1,14
Trabalho em altura	0,74
Choque elétrico	0,63
Produtos químicos/explosão/incêndio	0,58

Alguns exemplos destas ações estão ilustrados na Figura 51, criação de pontos de referência para o basculamento nas britagens, e na Figura 52, utilização de cintos com sistema de indicação de ruptura.



Figura 51 – Pontos de referência para o basculamento nas britagens



Figura 52 – Utilização de cintos com sistema de indicação de ruptura

7.4 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões do sistema de gestão ambiental: *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 observadas na auditoria de fevereiro de 2013 indicaram oportunidades para melhoria do processo de gestão ambiental na Usina de Carajás. Abaixo são listadas aquelas que o grupo focado identificou como sendo as principais:

- (i) Criar rotina de envio de relatório referenciando as ações de não conformidades vencidas, planejadas e concluídas;
- (ii) Melhorar gerenciamento de resíduos advindos das grandes manutenções em equipamentos.

O plano de ação de atendimento as lacunas do SGA foi validado pelo Gerente Geral da Planta e Gerente Geral de Meio Ambiente. Sua implementação ficou a cargo dos Gerentes de cada área, sendo que as datas limites dos itens (i) e (ii) foram estabelecidas para 31/12/2013.

Em relação às ocorrências ambientais, o grupo focado observou que não houve em 2012 e 2013 nenhum evento crítico ou catastrófico. Em função disso, o grupo resolveu analisar os demais eventos e constatou a ocorrência de 320 eventos relativos a vazamentos de água. A partir desta observação resolveu-se realizar uma revisão dos planos de manutenção de tubulações e bombas do sistema de água da planta industrial. Esta revisão está sendo implementada neste ano de 2013.

7.5 SUPRIMENTOS DE MATERIAIS

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das quatro entradas previstas para o início das revisões da macro atividade Suprimentos de materiais: *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.

O grupo aprendeu através das discussões que, para a garantia da quantidade e qualidade dos itens, a área de manutenção deve estabelecer uma rotina eficaz de classificação, monitoramento, armazenamento, manuseio, transporte e inspeção dos materiais. Além disso, deve estabelecer e monitorar os acordos de nível de serviço com a área de suprimentos, tratando os desvios identificados.

Foram geradas pelo grupo focado todas as saídas previstas no capítulo 5, sendo elas: *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.

A validação das saídas, bem como, o estabelecimentos dos prazos e seu atendimento ficaram sob responsabilidade do Gerente da área de Planejamento da Manutenção, Gerente do Armazém e Gerente de Suprimentos.

Destaca-se na análise a Revisão de requisitos técnicos de armazenagem, onde o grupo focado revisou a padronização existente adequando-a. Para o armazenamento, manuseio e transporte de itens no próprio armazém ou áreas externas da Vale, deverão ser seguidos os requisitos descritos no PRO 008082 - Preservação de Materiais no Armazém.

As responsabilidades de cada área nesse processo são as seguintes:

Engenharia da manutenção: (a) definir e divulgar o cronograma de inspeção a ser realizado pelos fornecedores do PCM e (b) definir as amostras que deverão ser inspecionadas pelo PCM, conforme relação divulgada, com pelo menos uma semana de antecedência;

Armazém: garantir que os itens definidos como inspecionáveis no armazenamento sejam manuseados e transportados no armazém conforme os critérios estabelecidos pela no PRO 008082 - Preservação de Materiais no Armazém;

Planejamento e Controle da Manutenção (PCM): inspecionar periodicamente os itens mencionados neste documento (Garantia Operacional, Crítico “A”). Conforme amostra definida pela engenharia de manutenção, através de visitas ao armazém, a tratativa dos desvios encontrados serão feitos através das recomendações do Anexo 2 do EPS 001605 (*Check-list – Armazenamento*).

Ressalta-se ainda que os itens de Garantia Operacional e Crítico “A”, a cada quatro meses, terão uma amostra escolhida de forma aleatória, inspecionada pela área de execução nos armazéns considerando os requisitos: quantidade física, limpeza, preservação, acondicionamento, localização e identificação.

As inspeções no almoxarifado poderão ter os resultados Emergencial, Crítico e Aceitável:

- (i) Emergencial: as não conformidades registradas deverão ser novamente vistoriadas, no mês posterior a execução da última ação para eliminação das não conformidades;
- (ii) Crítico: as não conformidades registradas deverão ser novamente vistoriadas, na próxima auditoria conforme o ciclo definido nesse procedimento (quatro meses), posterior à execução da última ação para eliminação das não conformidades;
- (iii) Aceitável: as não conformidades registradas não precisarão obrigatoriamente ser vistoriadas, após a execução da última ação para eliminação das não conformidades.

Fazendo parte integrante da inspeção de armazém, encontra-se a “inspeção de recebimento”. Este requisito corresponde aos itens que necessitam de verificação técnica, de acordo com o plano de inspeção do armazém, de forma a certificar que o material recebido está em conformidade com as características técnicas desejadas e formalizadas em documentos contratuais.

Para área industrial de Carajás, os itens definidos como inspecionáveis no recebimento foram: *i)* acoplamento hidrodinâmico, *ii)* cimento vulcanizante, *iii)* correias transportadoras, *iv)* polias, *v)* correias de transmissão, *vi)* roletes, *vii)* cavaletes, *viii)* roda de truck, *ix)* rolamentos, *x)* módulos Eletrônicos, *xi)* inversores de frequência e *xii)* sensores indutivos.

A engenharia de manutenção deverá elaborar os planos de inspeção no recebimento para cada item definido acima, enviando esta planilha ao planejador de estoque para cadastro destes planos. A responsabilidade pela inspeção dos itens inspecionáveis, no momento do recebimento, com registro no aviso de recebimento, será do operador logístico do armazém.

7.6 SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso teve como base os dados originados da aplicação de pesquisa sobre a qualidade do sistema junto aos usuários. Foi elaborado um formulário eletrônico e disponibilizado aos usuários mapeados através de *link* na intranet da Vale.

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

Dos 19 aspectos abordados na pesquisa, cinco se destacaram para um tratamento junto a TI visto apresentarem características intoleráveis. Segue o detalhamento desses aspectos intoleráveis:

- (i) A velocidade das rotinas no MAXIMO lhe atende? Sim (40%) & Não (60%);
- (ii) Em caso de falhas no MAXIMO, o diagnostico da sua causa é rápido e preciso? Sim (30%) & Não (70%);
- (iii) O atendimento para solução de problemas no MAXIMO é rápido e preciso? Sim (27%) & Não (73%);
- (iv) A interação do MAXIMO com outros softwares é rápida e precisa? Sim (41%) & Não (59%);
- (v) Quando ocorre uma falha no MAXIMO, é fácil seu retorno à operação normal? Sim (39%) & Não (61%);

Em virtude da migração dos sistemas Vale para a plataforma *SAP*, que ocorrerá em 2014, foi criado um comitê corporativo responsável pela transição, denominado “One Vale”. Os resultados da pesquisa, em especial os cinco itens listados anteriormente, foram analisados e

deliberados junto ao representante do “One Vale” para identificar se tais problemas tinham sido mapeados e se o *SAP* apresentará melhorias nestes aspectos.

O Projeto “One Vale”, através de seu representante e em conjunto com o grupo focado de elaboração deste fator de sucesso, definiram ações de acompanhamento de “virada de chave” entre MAXIMO e *SAP* para garantir a continuidade dos processos no período crítico. A Tabela 6 lista as ações em destaque para tratamento dos pontos levantados.

Tabela 6 – Ações de melhoria do sistema informatizado

Ação	Responsável	Data Limite
Antecipar a aquisição de recursos previstos para as manutenções previstas no período de transição do sistema	PCM	jul/14
Verificar junto ao Armazém possibilidade de aumento de estoque de itens de garantia operacional durante período de transição do sistema	Controle	jun/14
Garantir que todos os componentes mapeados para reforma externa sejam codificados para tornar possível envio para reforma externa	Oficina Subconjuntos	jul/14
Mapear pontos críticos de infraestrutura na Usina	PCM	jan/14
Realizar testes de performance do Sistema e rede nos pontos mapeados da Usina	TI	jun/14
Revitalizar a Infraestrutura de TI para suportar utilização plena do SAP	TI	jun/14
Avaliar se a localização do Servidor do SAP trará impactos à unidade de Carajás	One Vale	dez/13
Apresentar impactos provenientes de má utilização do SAP aos usuários	One Vale	jun/14

7.7 SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso baseou sua análise nas informações referente às lacunas identificadas na auditoria do Sistema Vale de Produção (VPS). As lacunas observadas na auditoria de fevereiro de 2013 indicaram oportunidades para melhoria do processo de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) na Usina de Carajás. A seguir são listadas as oportunidades que o grupo focado identificou como sendo as principais:

- (i) Definir novos critérios e sistemática para a avaliação dos riscos de antecipação e postergação das atividades e paradas de manutenção;
- (ii) Elaborar formulário com a definição dos testes a serem realizados antes da entrega do ativo nas manutenções relevantes;
- (iii) Criar sistemática de verificação e apresentação dos resultados propostos dos investimentos correntes;
- (iv) Melhorar definição do acordo de nível de serviço entre a manutenção e a operação para entrega e devolução de equipamentos para manutenção, e desta para operação.

O plano de ação de atendimento as lacunas do processo PCM foi validado pelo Gerente Geral da Planta. Sua implementação ficou a cargo dos Gerentes de cada área, sendo que as datas limites dos itens (i) a (iv) foram estabelecidas para 31/12/2013.

7.8 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

Durante as discussões sobre o fator de sucesso “Engenharia de Manutenção”, o grupo focado teve como lição aprendida a conceituação e finalidade das rotinas de uma engenharia da manutenção, entendendo que a mesma é o ramo da engenharia vocacionado para a aplicação dos seus conceitos à otimização dos equipamentos, dos processos e dos orçamentos, de modo a alcançar uma melhor manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso baseou sua análise nas lacunas identificadas na auditoria do Sistema Vale de Produção (VPS). As lacunas observadas na auditoria de fevereiro de 2013 indicaram oportunidades para melhoria do processo de Engenharia da Manutenção. A seguir são listadas as oportunidades que o grupo focado identificou como sendo as principais:

- (i) Revisar a sistemática de avaliação dos resultados dos tratamentos de perdas;
- (ii) Implementar sistema informatizado para a gestão das falhas pontuais e perdas sistêmicas na usina;
- (iii) Reforçar estudos objetivando alternativas de novos materiais para manutenção;
- (iv) Estender aplicação do FMEA para todos aos ativos da planta, uma vez que 50% dos ativos de criticidade “A” não foram ainda foco de estudos de confiabilidade.

O plano de ação de atendimento as lacunas do processo “Engenharia da Manutenção” foi validado pelo Gerente Geral da Planta, sua implementação ficou a cargo do Gerente de Engenharia da Manutenção, sendo que as datas limites para os principais pontos foram estabelecidas da seguinte forma: itens (i) e (iii) até 31/12/2013 e itens (ii) e (iv) até 31/12/2014.

7.9 SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES - INSPEÇÕES PREVENTIVA E PREDITIVA

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões: *i)* Ações de bloqueio definidas nas análises de corretivas ocorridas em equipamentos monitorados no último ano e *ii)* Atualizações tecnológicas de técnicas de monitoramento.

A partir do trabalho do grupo, foram geradas as saídas: *i*) plano de ação de bloqueio de falhas no monitoramento das condições e *ii*) atualizações tecnológicas nas técnicas e tecnologias de monitoramento. Sendo este último com o apoio de *gatekeepers* que visitaram encontros de monitoramento promovidos por entidades como a empresa Vitek, representante da CSI no Brasil, e *expomine*, feira de equipamento e soluções para o mercado de mineração.

A saída *i*) foi validada pelo Gerente de Engenharia da Manutenção. A saída *ii*) foi homologada tanto pelo Gerente de Engenharia de Manutenção como pelo Gerente Geral da Planta. A implementação ficou a cargo dos Gerentes de área responsáveis por cada ação do plano do item *i*) e do Gerente de Engenharia da Manutenção no caso do item *ii*). Ambos os itens tiveram seus prazos de atendimento definidos em 30/06/2014.

Destaca-se nas ações para atualização tecnológica das técnicas de monitoramento, os seguintes pontos:

- (i) Aplicação do *Phase Array*. Essa técnica permite maior flexibilidade na utilização do ultrassom para mapear as condições de superfícies e verificação de descontinuidades. Exemplo disso é o ensaio em eixo de tambores sem a necessidade de retirar a tampa dos mancais para realizar a medição;
- (ii) Monitoramento de vibração por pontos remotos, o que melhora a qualidade do sinal. Isso foi aplicado em Caixas Excitadoras das Peneiras instaladas nas plantas de entradas da Usina (Britagem I e Britagens Semimóveis);
- (iii) Aplicação da Análise de Transiente, que permite a verificação da onda para baixíssimas rotações. Sendo de grande valia para determinação de oscilações na vibração emitida por equipamentos que possuem essa característica de funcionamento tais como, rodas de caçamba e alimentadores de sapatas.

7.10 SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS (CONFIABILIDADE)

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões: *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.

O grupo gerou o Plano de Ação para atendimento das lacunas e modos de falha mais impactantes na planta industrial tendo como base os dados referentes ao ano de 2012. A validação do plano ficou a cargo do Gerente de Engenharia e Gerente de Planejamento e

Gestão da Manutenção, e sua implantação pelos Gerentes de Execução da Manutenção. As datas para atendimento destas ações ficaram distribuídas nos anos de 2013 e 2014.

Um destaque deste plano de ação diz respeito ao bloqueio do modo de falha “travamento de britadores por blocos (Matacão)”. Os blocos de minério com granulometria acima de 1.200 mm representam risco para operações do britador, uma vez que superam a dimensão de britagem dos mesmos. Em 2012, esse problema foi acentuado devido a mudança das características geológicas das minas: a mina de N4WN começou a lavar frentes de contato de zona limite entre jaspilito e hematita dura, já na mina de N5S passou a lavar com mais intensidade a capa de canga (minério de teor menor e de grande tenacidade), este tipo de minério uma vez detonado gera inúmeros blocos que no circuito da usina tendem a se “engaiolar” e obstruir chutes e britadores.

Durante o estudo desse modo de falha, observou-se que as perdas provocadas pelo mesmo representaram mais de 1.000 horas de interrupção do processo produtivo de cominuição (britagens), além de gerar danos aos equipamentos e riscos aos empregados da manutenção durante o atendimento da corretiva provocada pelo mesmo. A Figura 53 indica em horas corretivas o impacto do modo de falha em cada planta de britagem da usina de Carajás.

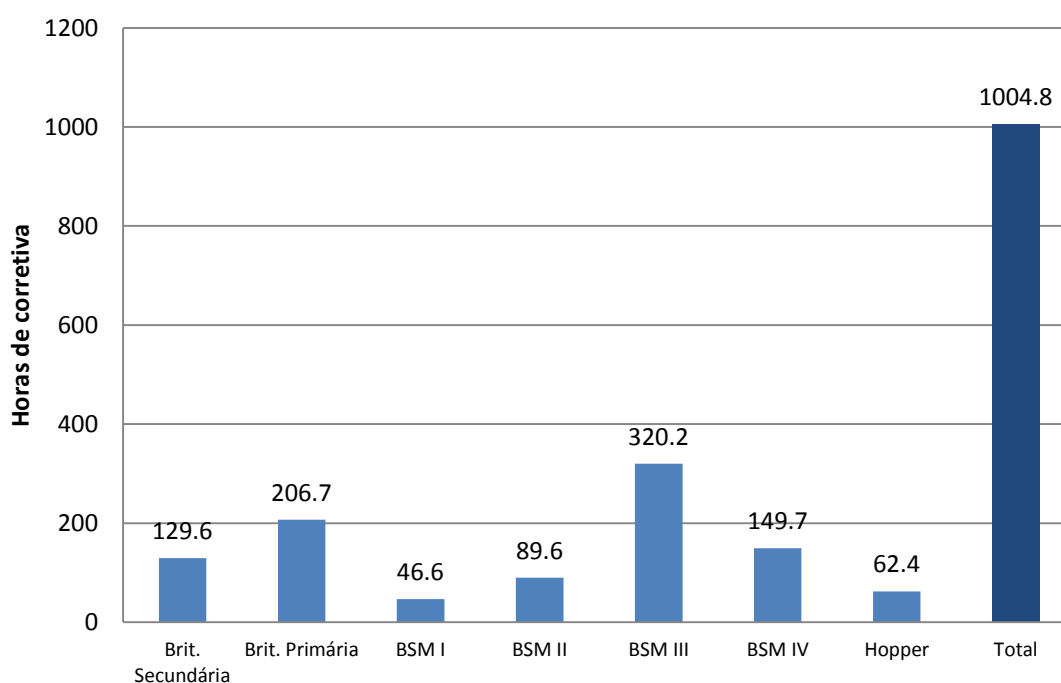


Figura 53 – Horas corretivas em cada planta de britagem devido ao modo de falha “travamento de britadores por blocos (Matacão)”.

A partir dos números que aparecem na Figura 53, verifica-se que as plantas mais impactadas por essa ocorrência são respectivamente: BSM III, BRIT I e BMS IV. Além das perdas em

produção, este modo de falha provoca uma exposição a riscos das equipes de manutenção, como ilustrado na Figura 54.



Figura 54 – Intervenções nas plantas de britagem devido ao modo de falha “travamento de britadores por blocos (Matacão)”.

A ação para tratamento deste modo de falha foi a introdução de uma grelha fixa na moega de alimentação dos britadores, capaz de reter os matacões em sua superfície, impedindo assim sua chegada às grelhas vibratórias e, por conseguinte, no britador. A Figura 55 ilustra o posicionamento e funcionamento da grelha fixa, quando do basculamento dos caminhões nas plantas de britagem.

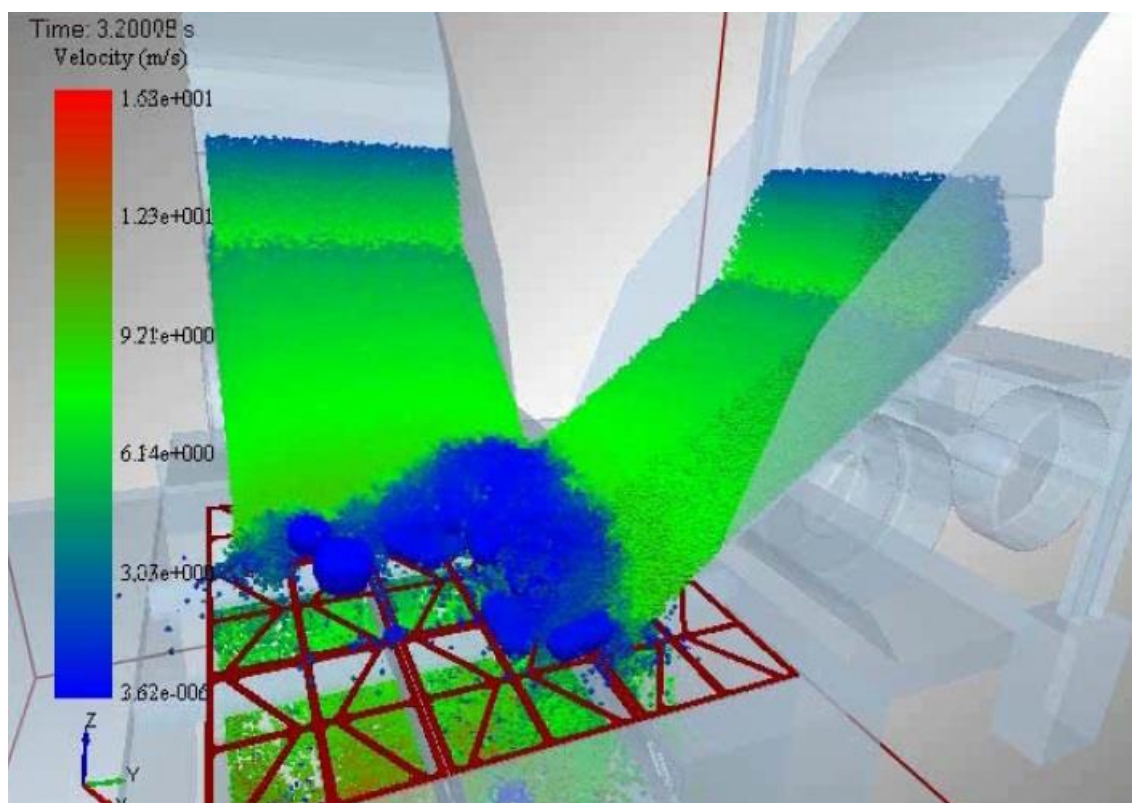


Figura 55 – Posicionamento e funcionamento das grelhas fixas nas plantas de britagem.

A grelha fixa também gerou uma condição mais segura para o basculamento dos caminhões, uma vez que com o tempo a operação de basculamento vai perdendo a referência dos batentes que impedem o caminhão de entrar na zona de carga da moega. A grelha impõe um gabarito

fixo que impede o avanço do caminhão na área útil da moega. A Figura 56 ilustra um acidente ocorrido na planta da BSM-3 em 2012, quando um caminhão caiu na moega da planta.



Figura 56 – Acidente com caminhão na planta de britagem.

A solução da grelha foi projetada pelos engenheiros da Engenharia da Manutenção da planta industrial, onde cada planta de britagem ensejou um modelo customizado, dada suas diferenças. A Figura 57 apresenta uma ilustração para a planta da BSM-3.

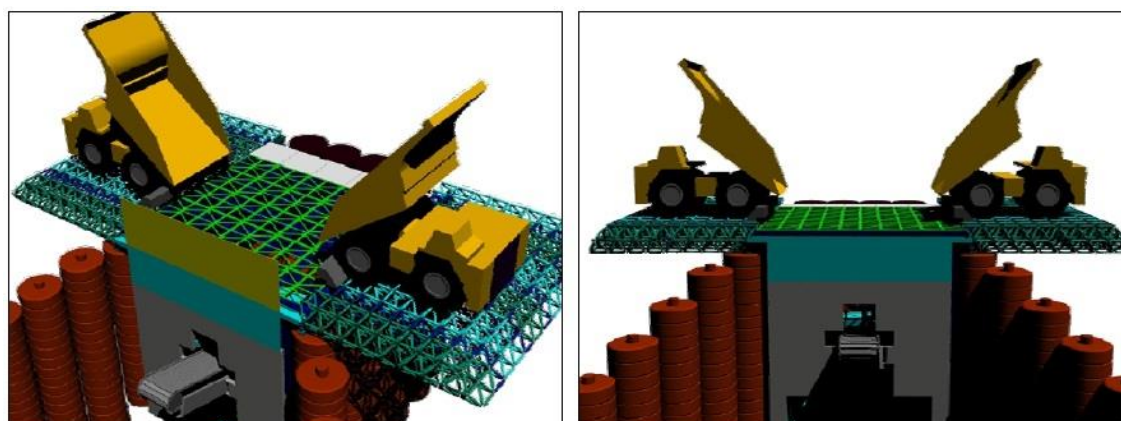


Figura 57 – Modelo de grelha para planta de britagem BSM-3.

Os projetos mecânicos foram acompanhados de projetos geotécnicos, com o objetivo de análise de estabilidade do solo e taludes onde seriam apoiadas as grelhas. A fase de montagem das grelhas ocorreu no final do primeiro semestre de 2013, quando finalizou a implantação da última grelha na planta da BSM-3. A Figura 58 apresenta momentos da montagem da grelha na planta da BSM-4 na mina de N4WN.



Figura 58 – Momentos de montagem da grelha na planta de britagem BSM-4.

7.11 SISTEMA DE CUSTEIO DA MANUTENÇÃO

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões: *i)* desvios na execução orçamentária no último exercício e *ii)* lacunas de desempenho em custos, baseadas em estudos de *benchmarking*.

O grupo gerou o Plano de Ação melhoria do desempenho em custos da planta industrial tendo como base os dados referentes ao ano de 2012. A validação do plano de melhoria do desempenho em custos foi de responsabilidade do Gerente Geral Operacional, e sua implementação cabe aos Gerentes de Área da Manutenção. As datas para atendimento destas ações ficaram distribuídas nos anos de 2013 e 2014.

O estudo de *benchmarking* indicou a unidade da Vale de Minas Centrais, localizada em Minas Gerais, como sendo a instalação de referência no desempenho em custos. O grupo estudou sua composição de custos comparando-a com os custos realizados na planta de Carajás, analisando principalmente os gastos relativos ao período de janeiro a setembro de 2012. A Figura 59 ilustra o comparativo entre contas, com um destaque para a conta “serviços de manutenção”.

Observa-se que, para atingir o *benchmarking*, a planta de Carajás teria um desafio de redução em 33% na execução da conta “Serviços de manutenção”, perfazendo um valor de redução de US\$ 9,5 milhões.

O grupo gerou uma série de ações na busca das reduções nesta conta. Um exemplo dessas ações é a diminuição da necessidade de montagem de andaimes para manutenções na planta, com a utilização de plataformas removíveis, capazes de eliminar a necessidade de montagem de andaimes em momentos de utilização recorrente dos mesmos. A escolha dos pontos para instalação das plataformas levou em conta a análise com base nas últimas 36 medições da

empresa contratada para tal serviço, onde os pontos com maior índice de montagens e desmontagens foram colocados em forma de pareto e priorizados para o início do projeto.

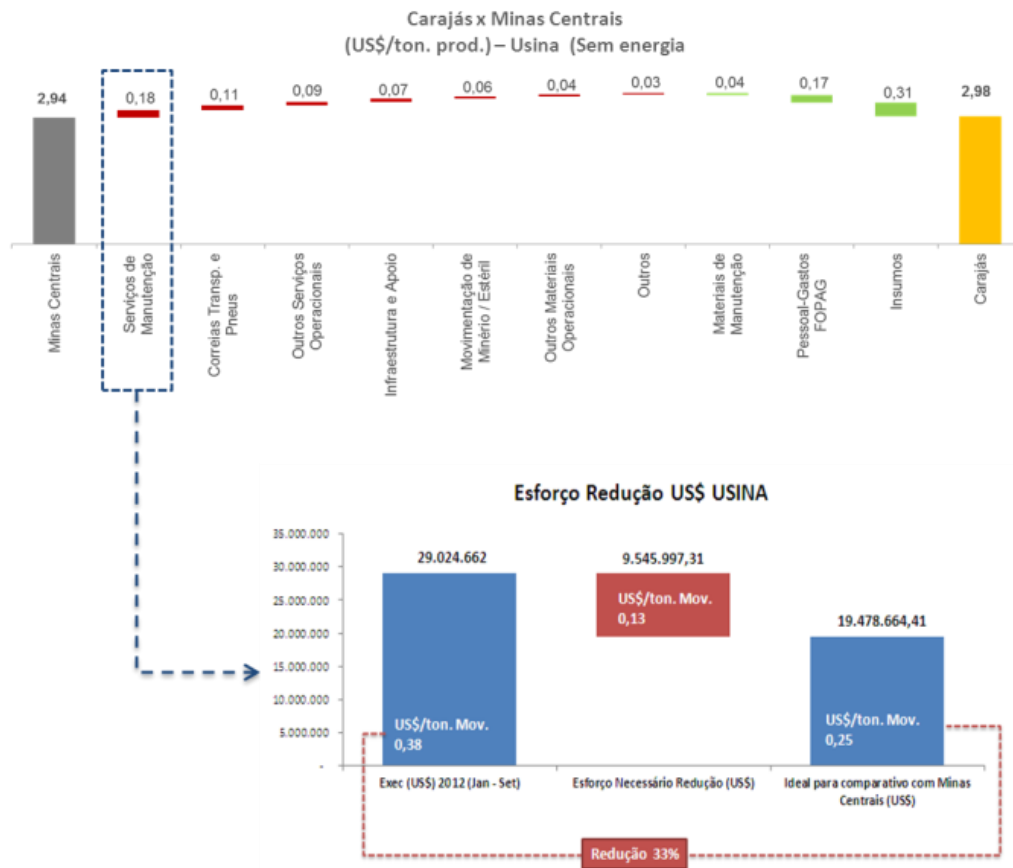


Figura 59 – Comparativo de benchmarking em custos por conta entre Carajás e Minas Centrais.

Ficou a cargo da Engenharia da Manutenção a elaboração dos projetos customizados das plataformas para cada montagem priorizado, a Figura 60 indica exemplos com a indicação da metragem linear de montagem de andaime economizada e sua economia em reais.



Figura 60 – Exemplos de plataformas instaladas com indicação da redução de custos no serviço de montagem de andaimes.

Foram priorizados para 2013 e 2014 pontos com redução total de 7.786 metros lineares de montagem de andaimes, que, ao considerar a sua frequência de montagem, indicaram uma redução anual de R\$ 282.635,00 devido a eliminação de necessidade de montagem de cerca de 7.786 metros lineares de andaime.

Outras ações que propiciaram a redução de custo, mas não detalhadas nesta tese em função de espaço, foram: *i)* Redução no custo com acidentes em correias transportadoras, projetando redução de R\$ 1,3 milhões para 2014 e *ii)* Redução na frota de veículos que atendem a manutenção, projetando redução de R\$ 1,0 milhão para 2014.

7.12 INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

As informações que foram reunidas para condução do processo de Integração da manutenção e operação envolveram pontos de dificuldade de comunicação e alinhamento entre as funções manutenção e operação.

Baseado nessas informações, o grupo gerou o plano de melhorias da interface. A validação do plano de melhoria da interface manutenção e operação ficou a cargo dos Gerentes de Área da Manutenção e da Operação, cabendo aos mesmos também a sua implementação até 31/21/2013.

No plano de melhoria da interface observou-se que a rotina de integração entre operação e manutenção deveria ser reforçada com encontros semanais e diários, realizados de forma estruturada, capazes de fornecer uma visão compartilhada no horizonte do dia seguinte (D+1) e semana seguinte (S+1). Através desta rotina, as informações de paradas de manutenção são atualizadas e repassadas diariamente para a operação e as mesmas são cadastradas no GPVM (Gestão de Produção Vale Mineração). A Figura 61 mostra as principais atividades da agenda compartilhada da manutenção e operação.

A agenda compartilhada irá permitir uma excelente integração entre as áreas, uma vez que ambas irão trabalhar em conjunto de forma sistemática (através de encontros regulares) e estruturada (em função da predefinição das atividades a serem realizadas em cada encontro).

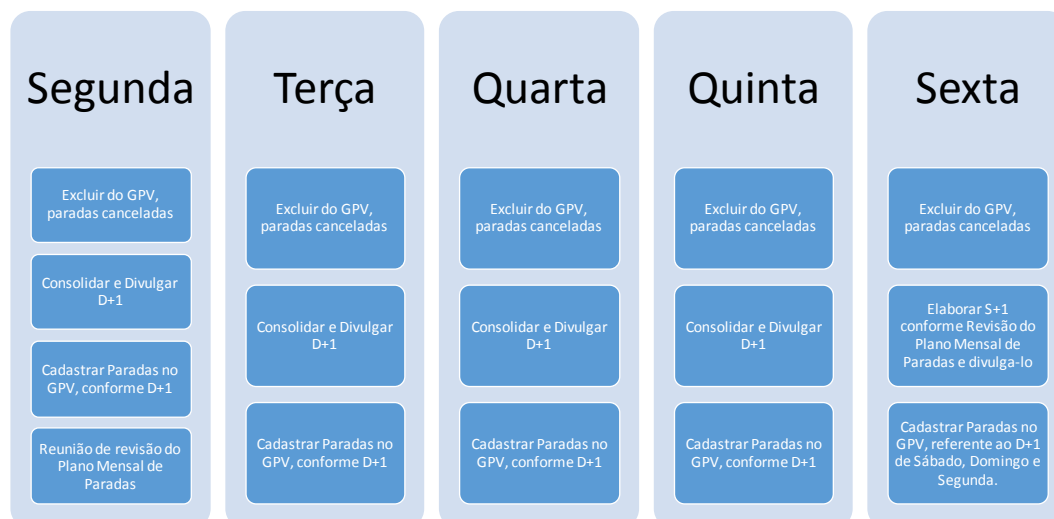


Figura 61 – Agenda compartilhada da operação e manutenção.

7.13 MELHORIA CONTÍNUA

O grupo focado que trabalhou neste fator de sucesso reuniu informações das duas entradas previstas para o início das revisões: *i*) ações de incentivo para a melhoria contínua e *ii*) atualizações tecnológicas para manutenção.

O grupo gerou como saída o plano de ações para melhoria contínua. A validação desta lista de ações ficou sob a responsabilidade do Gerente de Área de Engenharia da Manutenção e Gerente Geral da Planta, e sua implementação ficou a cargo do próprio Gerente da Engenharia da Manutenção em datas nos anos de 2013 e 2014.

As ações em destaque no plano de melhoria contínua foram as seguintes:

- (i) Capacitar todos os engenheiros da planta de Carajás na utilização da ferramenta seis sigma.
- (ii) Realizar evento de premiação de melhores ideias dos empregados da planta de Carajás.
- (iii) Implantação de núcleo de pesquisa e desenvolvimento da planta de Carajás.
- (iv) Incentivar e viabilizar a apresentação de trabalhos pelos engenheiros da planta de Carajás em seminários e congressos de manutenção e mineração.
- (v) Desenvolver um programa de intercâmbio técnico da planta de Carajás com outros sites da Vale.

7.14 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA ESTRUTURA PROPOSTA

Esta seção é dedicada à análise da estrutura proposta, considerando o aprendizado adquirido ao longo da utilização da mesma na elaboração do Plano Diretor da Manutenção da planta industrial de Carajás (PDM).

A primeira constatação refere-se ao fato que o método prescrito nesta tese é mais completo que aquele utilizado em anos anteriores. Ele é mais completo porque incorpora explicitamente as análises das equipes para cada fator de sucesso, capturando planos de melhorias para cada um deles. Esses aspectos, anteriormente, eram tratados informalmente ou superficialmente.

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 processos, devido à utilização de grupos focados organizados de acordo com *expertise* e envolvimento operacional em cada fator de sucesso.

No que tange ao tempo de entregas, foi observada uma evolução comparado com os últimos anos, uma vez que o método sistemático de revisão, propiciado pela estrutura proposta, permitiu uma programação eficaz de todas as etapas envolvidas, que foram completadas no prazo previsto. Em anos anteriores, certas atividades não eram realizadas no prazo, pois não estavam formalmente incorporadas ao planejamento.

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.

Faz-se necessário esclarecer que a cada ano haverá uma revisão, tendo como maior foco o exercício subsequente, realizando as devidas revisões nos demais anos que completam o triênio.

O maior engajamento da equipe é outro diferencial da estrutura proposta. Isso foi alcançado, em parte, através da ampla utilização da técnica de grupos focados na planta industrial de

Carajás, 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 de Carajás. 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 de Carajás 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.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguir são apresentadas as conclusões deste trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

8.1 CONCLUSÕES

Esta tese foi elaborada considerando os seguintes objetivos específicos: *i)* identificação de fatores determinantes do sucesso da gestão da manutenção; *ii)* estabelecimento de uma estrutura para a elaboração de plano diretor de manutenção e definição de conjunto de indicadores chaves para controle; e *iii)* teste da estrutura de elaboração de plano diretor de manutenção, através da aplicação da estrutura proposta na definição do plano diretor de manutenção da planta industrial de Carajás para o triênio 2014-2016.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura buscando o entendimento adequado de vários autores sobre quais são e como se processam os fatores de sucesso na gestão da função manutenção. Nesta revisão foi possível posicionar os fatores de sucesso considerando os itens propostos na literatura e as variações na terminologia adotada por diferentes autores.

A identificação dos fatores determinantes para o sucesso da gestão da manutenção apoiou-se tanto na revisão de literatura como em discussões em grupos focados. O estudo em grupos focados foi desenvolvido conforme os seguintes passos: *i)* planejamento; *ii)* condução dos grupos focados; *iii)* descrição, interpretação e análise dos dados. O tamanho dos grupos foi definido conforme as recomendações da literatura. O roteiro de perguntas era simples, baseado em dois questionamentos: *i)* Na sua visão quais são os fatores determinantes para o sucesso da gestão da manutenção? *ii)* Quais são os ganhos para uma empresa onde os fatores de sucesso estão presentes? De posse das informações dos grupos focados e da revisão da literatura, os dados reunidos foram organizados. A análise desses dados permitiu elaborar uma primeira lista de fatores de sucesso na gestão da manutenção. Em seguida, realizou-se o retorno aos mesmos grupos focados para discussão da lista organizada dos fatores de sucesso, buscando compreender a influência desses fatores no ambiente específico de Carajás. Após o retorno aos grupos focados, novamente os dados colhidos foram analisados, gerando, através dessa análise, uma segunda lista organizada de fatores de sucesso, a qual serviu de base para a continuação dos estudos da tese.

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 (Apêndice 1), 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 de Carajás 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 (estrutura descrita no capítulo 5); *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 de Carajás 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\$ 299,1 milhões; e *iii*) redução no orçamento da manutenção em 13,3%, o que representa uma redução de custos na ordem R\$ 18,63 milhões.

A memória dos cálculos sobre tais ganhos é apresentada no apêndice 2.

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 de Carajás.

8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo realizado abriu uma série de perspectivas que podem ser desdobradas em novas pesquisas, seja em nível de mestrado ou doutorado. Percebe-se a necessidade de um aprimoramento sobre o fator humano na gestão da manutenção, observando a relação entre o nível de engajamento das equipes mantenedoras e os resultados obtidos nos indicadores de performance. Entender as correlações entre estes dois aspectos pode contribuir para a formulação de estratégias para gestão de pessoas na função manutenção.

Verificou-se também a necessidade de pesquisar os custos envolvidos na ocorrência de acidentes de trabalho na manutenção, não se limitando apenas aos gastos legais, como, por exemplo, seguros previdenciários, mas estendendo a análise para a perda de produção associada aos eventos específicos, e também ao clima de insegurança capaz de diminuir a produtividade das equipes.

Também se sugere uma pesquisa aplicada sobre quais os melhores modelos de sistemas informatizados para uso na manutenção do setor mineral, observando os aspectos importantes para sua escolha, sua rede de interface com outros sistemas e sua efetiva satisfação ao cliente, aferida através de pesquisas junto aos mesmos em diversas empresas do setor.

Observa-se necessário um estudo abordando sistema de gestão de riscos, abordando a utilização dos conceitos da confiabilidade em uma visão mais sistêmica, indo além da visão mais corriqueira sobre os equipamentos.

Por fim, cabe uma abordagem mais detalhada sobre o processamento do fator de sucesso “Inovação” na função manutenção, pesquisando e sugerindo formas da sua concretização nas empresas, de maneira a se maximizar os investimentos em inovação, com o estabelecimento de um processo adequado de escolha de projetos a serem implantados pelas empresas em cada ciclo orçamentário.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN). **Documento Nacional**. Curitiba: ABRAMAN, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/IEC 9126 Tecnologia de informação – Avaliação de produto de software, Características de qualidade e diretrizes para o seu uso**. Rio de Janeiro: 1996.

AHMAD, M. M.; DHAFR, N. Establishing and improving manufacturing performance measures. **Proceedings of the 11^o International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing**, 2002.

ALMEIDA, D. A.; LEAL, F.; DE PINHO, A. F.; FAGUNDES, L. D.. Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação, **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 171-188, 2006.

ANCONA *et al.*. **Organizational behavior et process: management for the future**. Massachusetts: Ed South Western, Massachusetts Institute of Technology, 1999.

ANDRICA, J.. Managing Maintenance for a Greater Contribution. **Proceedings of the Automatic Factory 5 Conference**. Detroit, 1983.

ANSOFF, H. I.. **Estratégia Empresarial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.

ANTONIONI, J. A.; ROSA, N. B.. **Qualidade em Software**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ARCURI FILHO, R.. **Medicina de sistemas: uma abordagem holística, estratégica e institucional para a gestão da manutenção**, Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Gestão, UFF, 2005.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E.. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

BEVILACQUA, M.; BRAGLIA, M.. The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection. **Reliability Engineering and System Safety**, n. 70, p. 71–83, 2000.

BLANCHARD, B. S.; VERMA, D.; PETERSON, E. L.. **Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management**. New York: Wiley Interscience, J. Wiley, 1995.

BLANCO, S. SOTUYO.. Mantenimiento clase mundial. In: **UPADI, II Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento**. San José, Costa Rica, 1996.

BORSATTO, G.. **Dimensionamento de força de trabalho: estudo de casos múltiplos em organizações com trabalho organizado**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa

de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

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

CALIL, S. J.. **Gerenciamento de manutenção de Equipamentos Hospitalares**. São Paulo: USP, 1998.

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.

CAMP, R. C.. **Benchmarking: O Caminho da Qualidade Total**. 3. Ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

CAMPBELL, J. D.. **Uptime: Strategies for excellence in maintenance management**. Portland: Productivity Press, 1995.

CATTINI, O.. **Derrubando os Mitos da Manutenção**. São Paulo: STS Publicações e Serviços Ltda., 1992.

CHEU, S.; CHIEN, Y.. Optimal replacement policy of a system subject to shocks with random leadtime. **European Journal of Operational Research**, n. 159, p. 132-144, 2004.

CHURCHILL JUNIOR, G. A.; NIELSEN JUNIOR, A. C.. **Marketing Research, Methodological Foundations**. 6 ed. The Dryden Press, s.d. Cap. 4, p.153-161: Research Design, 1999.

CODA, R.. Pesquisa de clima organizacional e gestão estratégica de recursos humanos. In: BERGAMINI, M. C. (Org.). **Psicodinâmica da vida organizacional: motivação e liderança**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

COSTA R. S.; JARDIM E. G. M.. **Uma introdução à estratégia de manufatura**. NET, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.trilhaprojetos.com.br>.

COTTEN, A.. Seven Steps of Effective Workforce Planning. **Human Capital Management Series**, 2007. Disponível em <http://www.businessofgovernment.org/pdfs/CottenReport.pdf>, acessado em 16 de janeiro de 2013.

COUSSEAU, V. L.. **Aplicação de um método de implantação da manutenção produtiva total a partir da ótica da teoria das restrições na linha de fabricação de painéis da Tramontina Farroupilha S.A.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2003.

CRESPO-MARQUEZ, A.; IUNG, B.. **A review of e-maintenance capabilities and challenges**. Sri Lanka: Department of Industrial Management, University of Kelaniya, 2008.

DEKKER, S.. **Drift into Failure**. Burlington: Ashgate, 2011.

DEPARTAMENTO DE ENERGIA DO REINO UNIDO. **Guide to workforce planning at the Department of Energy**, 2005.

DONAS, M. L. M.. **A Gestão da Manutenção de Equipamentos em uma Instituição Pública de C&T em Saúde, Escola nacional de saúde pública fundação Oswaldo Cruz.** Dissertação de mestrado profissional em gestão de C & T em saúde, 2004.

ETI, M. C.; OGAJI, S. O. T.; PROBERT, S. D.. Development and implementation of preventive-maintenance practices in Nigerian industries. **Applied Energy**, v. 83, p. 1163–1179, 2006.

FERNANDES, J. M. R.; REBELATO, M. G.. Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA. **Gestão e Produção**, v. 13, n. 2, p. 245-259, 2006.

FERNADES, M. A.. Como aumentar a disponibilidade das máquinas e reduzir custos de manutenção. **Revista Máquinas e Metais**, ed. de abril, p. 316-329, 2003.

FERRAZ JUNIOR, J. E.. **Mapeamento das percepções de desempenho da gestão da manutenção de sistemas de climatização prediais – O caso do INMETRO.** Dissertação apresentada ao programa de mestrado da Universidade Federal Fluminense (UFF), 2009.

FINSTER, M.. From continuous improvement to continuous innovation. **Quality Management Journal**. [s.l.], v.8, n. 4, 2004.

FREIRE, P.. **Educação e mudança**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GELL-MANN, M.. **The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex**. New York: W. H. Freeman and Company, 1994.

GOMES, L. F. M. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T.. **Tomada de decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. Rio de Janeiro: Atlas, 2002.

GOMES, L. F. M. A.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C.. **Tomada de decisões em cenários complexos**. São Paulo: Pioneira, 2004.

GONÇALVES, K. H. C.; DESCHAMPS, F.; LOURES, E. F. R.. Modelo de referência para a gestão da manutenção no contexto de sistemas de informação do chão de fábrica. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

GONZALEZ, I. V. D. P.; LIMA, C. R. C.; BATISTA, J. A.; PELISSARI, A. S.. Processo de aprendizagem no contexto da gestão de manutenção visando à confiabilidade. **Revista Gestão Contemporânea**, v.2, n.1, 2012.

GREENBAUN, T. L.. **Moderating Focus Groups: a Practical Guide for Group Facilitation**. 1ª Ed. Thousand Oaks, USA: Sage Publications, 2000.

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

GUZMAN, G. A. C.; NACIF, R. S.. A influência da estrutura organizacional na execução dos processos de manutenção. **Revista Administração, FACES**, n. 2, v. 2, p. 54-65, 2003.

HAARMAN, M.; DELAHAY, G.. **Value driven maintenance (VDM): New faith in maintenance**. Holanda: Mainnovation, 2004.

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

HARRY, M. J.; SCHROEDER, R.. **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York: Doubleday, 2000.

HATAKEYAMA, K.; RODRIGUES, M.. Analysis of the fall of TPM in companies. **Journal of Materials Processing Technology**, 2006.

HELMANN, K. S.; MARÇAL, R. F. M.. Método multicritério de apoio à decisão na gestão da manutenção: aplicação do método ELECTRE I na seleção de equipamentos críticos para processo. **Revista Gestão Industrial**, v. 03, n° 1, p. 123-134, 2007.

HIRATA, H. S.. Os mundos do trabalho: convergência e diversidade num contexto de mudança dos paradigmas produtivos. In: CASALI, A. *et al.* (Org.). **Empregabilidade e educação: novos caminhos no mundo do trabalho**. São Paulo: Educação, 1997.

HOUNSLOW, M.. **Workforce planning guide**. Queensland University of Technology. Brisbane, 2007.

IMAI, M.. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.

IUNG, B.; STING, B.; MOREL, G.. Maintenance Reference Model: REMAFEX Solutions to anexpandable DMS Architecture – WP8 – TEAM, CEC and reviewers, 1999.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro: Editora Campos, 1997.

KARDEC, A.; NASCIF, J., **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

LINHARES, A.; GARCIA, P. C.. Contratos de terceirização de manutenção industrial modalidade risco: análise das expectativas do setor industrial e dos provedores de serviços. **Revista de Administração Mackenzie**, ano 05, n° 02, p. 79-98, 2004.

LODI, J. B.. **A empresa familiar**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

MACEDO M. A. S.; MARÇAL R. F. M.; RESENDE L. M. M.. Retenção do Conhecimento nas Atividades de Manutenção em Pequenas Centrais Hidrelétricas no Norte Pioneiro do Estado do Paraná. **PCH Notícias**. – Itajubá, ano 9, 37 ed. 37, p. 18-21, 2008.

MAITLAND, I. **Como motivar pessoas**. São Paulo: Nobel, 2002.

MARÇAL, R. F. M.; SUSIN, A. A.. Predizendo Falhas em Sistemas Rotativos usando para o diagnóstico lógica Fuzzy. Anais **20° Congresso Brasileiro de Manutenção**. Belo Horizonte: ABRAMAN, 2005.

MARCONI, N.. **Planejamento da força de trabalho no governo federal**. 2002. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/pl000008.pdf>>. Acessado em 09 de janeiro de 2013.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C.. Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 11, n° 22, p. 35-42, 2003.

MARINI, M. J.. **Uma ferramenta de suporte à avaliação da qualidade de software de aplicativos voltados à gestão empresarial**. Dissertação submetida à Universidade Federal de

Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, Florianópolis, 2002.

MÁRQUEZ, A. C.; GUPTA, J. N. D.. Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. **International Journal of Management Science**, v. 34, p. 313-326, 2006.

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.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

McGUEN, J.. Area and centralized maintenance control. In: HIGGINS, L. R., MOBLEY, R. K. **Maintenance engineering handbook**. 6ª ed. USA: McGraw-Hill, 2001.

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

MILAN, M.. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. Tese (Livre Docência em Mecânica e Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MINTZBERG, H.. **Criando organizações eficazes**. São Paulo: Ed. Atlas, 1995.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. C.. **Manutenção – combate aos custos na não-eficácia – a vez do Brasil**. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda., 1993

MIRANDA, L. C.; SILVA, A. M. A.. “Sistemas de Custeio para Apoio à Gestão da Manutenção” in ALMEIDA; SOUZA **Gestão da Manutenção na Direção da Competitividade**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001.

MONCHY, F.. **A Função Manutenção – Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Durban Ltda / EDBRAS – Editora Brasileira Ltda, 1989.

MOREIRA, M. A.. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, n. 4, v. 2, p. 38-44, 2005.

MOSTAFA S. I.. Implementation of proactive maintenance in teh Egyptian Glass Company. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. n. 2 , v. 10, p. 107-122, 2004.

MOUBRAY, J.. **Introdução à manutenção centrada na confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

MUNIZ, R. P. D.. **Requisitos de manutenibilidade na execução dos serviços de manutenção**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2010.

MURTHY D. N. P.; ATRENS, A.; ECCLESTON J. A.. Strategic maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. n. 2, v. 8, p. 287-305. 2002.

NAGAO, S. K.. **Manutenção Industrial – análise, diagnóstico e propostas de melhoria de performance em indústrias de processo**. XIV Congresso Brasileiro de Manutenção, Foz do Iguaçu: ABRAMAN, 1999.

NUNES, E. L.; VALLADARES, A.. Gestão da manutenção e do conhecimento como estratégia na instalação de unidades geradoras de energia elétrica. **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis: ENEGEP, 2004.

NYMAN, D.; LEVITT, J.. **Maintenance planning, scheduling and coordination**. New York: Industrial Press Inc., 2001.

OLIVEIRA, D. P. R.. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 23 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. M. R.. Focus group – pesquisa qualitativa: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. **Revista de Administração**, São Paulo, v.33, n.3, p. 83-91, 1998.

OPRIME, P. C.; MONSANTO, R.; DONADONE, J. C.. Análise da complexidade, estratégias e aprendizagem em projetos de melhoria contínua: estudos de caso em empresas brasileiras. **Revista Gestão e Produção**, v. 17, n. 4, p. 669-682, 2010.

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

PERES, C. R. C.; LIMA, G. B. A.. Análise do Capital Organizacional da Manutenção sob a Perspectiva do Aprendizado e Crescimento do Balanced Scorecard. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Niterói: UFF, 2008.

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

PIRES, S. R. I.. **Gestão estratégica da produção**. Piracicaba: Editora Unimep, 1995.

PIRES, S. R. I.; NETO, M. S.. Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística. **Revista Produção**, v. 20, n. 2, p. 172-185, 2010.

PORTER, M. E.. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 7ª ed., Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PRESTON, I.. **Changing Maintenance Practices**. [online]. Disponível na Internet <<http://www.marshallinstitute.com/pubs/changing.htm>>, 2001.

PYZDEK, T.. Uma ferramenta em busca do defeito zero. **HSM Management**, n. 38, 2003.

RAUSAND, M.; VATN, J.. **Reliability Centered Manitenance**. In C. G. Soares editor, Balkema, Holland, 1998.

REID, R. D.. FMEA - Something old, something new. **Quality Progress**, v. 38, p. 90 - 93, 2005.

RIBEIRO, J. L. D.; FOGLIATTO, F. S.; TORTORELLA, G. L.. Identificação de fatores que afetam a sustentabilidade de melhorias em células de manufatura usando grupos focados. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

RIBEIRO, J. ; NEWMANN, C.. Planejamento e condução de grupos focados. In: RIBEIRO, J. (Org.) **Grupos focados: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEENG-UFRGS-PPGEP, 2003.

RIIS, J. O. *et al.*. A situational maintenance model. **International Journal of Quality & Reliability Engineering**, v. 14, n. 4, p. 349-366, 1997.

ROSA, E. B.. **Indicadores de desempenho e sistema ABC: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. Tese, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2006.

SALAZAR, G.T. Administração geral: teoria e gerência das organizações. Lavras: UFLA/FAEPE, P. 153. 2001.

SALERNO, M. S.; AULICINO, M. C.. Engenharia, manutenção e operação em processos contínuos: elementos para o projeto de fronteiras organizacionais móveis e interpenetrantes, **Revista Gestão Produção**, v. 15, n. 2, p. 337-349, 2008.

SEA, AIR AND SPACE. **SAE JA 1011: Evaluation Criteria for Reliability- Centered Maintenance (RCM) Processes**. Warrendale, USA, 1999.

SEA, AIR AND SPACE. **SAE JA 1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard**. Warrendale, USA, 2002.

SELLITO, M. A.. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Revista Produção**, v. 15, n. 1, p. 044-059, 2005.

SILVA, A. M.. A manutenção preditiva e a engenharia de manutenção aplicadas como ferramentas para aumento da disponibilidade e manutenibilidade. **Congresso Brasileiro de Manutenção**, Florianópolis: ABRAMAN, 2007.

SIMON, J. S.. How to conduct focus group. Nonprofit Word. **Madison**, v.17, n.5, p. 40–43, 1999.

SIQUEIRA, I. P.. **Manutenção centrada na confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SKINNER, W. Manufacturing-Missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, p. 136-145, 1969.

SOURIS, J. P., Manutenção Industrial – custo ou benefício. Tradução de Elizabete Batista. Lisboa: Lidel, 1992.

SOUSA, E. P. M. *et al.*. Gestão da manutenção no setor de tecnologia de informação de uma Universidade federal. **VI Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste**, Campina Grande, 2011.

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.

SOUZA, J. B.. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Campus Ponta Grossa, da UTFPR, 2008.

- STEVENSON, W. J.. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- SUZUKI, T.. **TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: JIPM & IMC, 1993.
- SWAMIDASS, P. M.. Manufacturing strategy: Its assessment and practice. **Journal of Operations Management**, v. 6, n. 4, p. 471-484, 1986.
- SWANSON, L.. An empirical study of the relationship between production technology and maintenance management. **International Journal of Production Economics**, v. 53 , p. 191-207, 1997.
- TAVARES, L.. **Administração Moderna de Manutenção**. New York: Novo Pólo Editora, 1998.
- TSANG, A. H. C.. Strategic dimensions of maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 8, n.1, p. 7-39, 2002.
- VERGARA, S. C.. **Gestão de pessoas**. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2000
- VIANA, H. R. G.. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- VICHAS, R. P.. **Complete Handbook of Profitable Marketing Research Techniques**. New Jersey: Englewood Cliffs e Prentice-Hall, 1982.
- VOSS, C. A.. Alternative paradigms for manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1211-1222, 2005.
- WHEELWRIGHT, S. C.. Manufacturing strategy: defining the missing link. **Strategic Management Journal**, v. 5, p. 77-91, 1984.
- WIREMAN, T.. World Class Maintenance Management. **Proceedings of the Automatic Factory Conference**, Detroit, United States, 1989.
- WIREMAN, T.. **Developing Performance Indicators for Managing Maintenance**. Nova York: Industrial Press, 1998.
- WOLCOTT, H. F.. **Transforming qualitative data: description, analysis, and interpretation**. Thousand Oaks: Sage Publication, 2004.
- XAVIER, A. C. R.. **Rompendo paradigmas: a implantação da gestão da qualidade total nas escolas municipais de Cuiabá**. Brasília: IPEA, 1994.
- XAVIER, J. N.. Manutenção Classe mundial. **Congresso Brasileiro de Manutenção**. Salvador: ABRAMAN, 2005. Acessado pelo site <http://www.tecem.com.br/downloads/manutencao.pdf> em 01/05/2012.
- XENOS, H. G.. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.
- ZAIIONS, D. R.. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose de papel**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2003.

APÊNDICE 2 – Memória dos cálculos dos ganhos.

2.1 – Taxa de Frequência de acidentes

Indicador	2012	2013*	Redução
Taxa de frequência	3,09	2,47	20%

2013* – Taxa acumulada até agosto/2013, mês do fechamento da versão final da tese.

2.2 – Disponibilidade Física da planta da BSM-3

Indicador	2012	2013*	Aumento
DF	79,95	83,74	3,79 p.p.
Horas Disponíveis	7.003,62	7.335,62	332,00
Produtividade (t/h)	4.596,00	4.901,00	305,00

Considerando um ganho em 332 horas disponíveis no ano na planta da BSM-3 e tendo sua produtividade em 4.901 toneladas por hora, chega-se a um potencial de minério processado de 1,60 milhões de toneladas a mais, retirando a perda por recuperação mássica de 8%, temos um potencial de 1,49 milhões de toneladas, que a um preço médio de R\$ 200,00 a tonelada, indica um ganho potencial de R\$ 299,1 milhões em receita.

2013* – Disponibilidade física acumulada até agosto/2013, mês do fechamento da versão final da tese.

2.3 – Orçamento da manutenção

<u>Indicador</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>	<u>Redução</u>
Custo Materiais (US\$)	17,35	11,54	-33,5%
Correias Transp. (US\$)	17,42	20,70	18,8%
Serviços Manut. (US\$)	27,59	21,83	-20,9%
Custos Manutenção (US\$)	62,36	54,08	-13,3%

Em relação ao orçamento de 2013, o orçamento 2014 apresentou uma redução de 13,3% nas principais contas do custo de manutenção (Correias transportadoras, Materiais e Serviços), o que representou uma redução de US\$ 8,28 milhões, o que a uma taxa de cambio utilizada de R\$ 2,25/dólar, chegou-se ao valor de redução de R\$ 18,63 milhões.

Nota-se um acréscimo na contas “Correias Transportadoras”, fato este decorrente da entrada em operação da nova planta da usina 2, elevando o parque instalado, aumento este compensado pelas melhorias em outras contas.