

# GESTÃO DA MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES DE PERFORMANCE

Marino José de Oliveira<sup>1</sup>

## Resumo

No contexto industrial atual, a função “manutenção” ou processo “manter” vem se apresentando como alavancador de grandes resultados para as organizações. A mudança de visão relacionada à importância da manutenção para a obtenção de resultados leva as empresas a direcionar sua atenção para temas como o desenvolvimento de Engenharia de Manutenção, a aplicação de técnicas e metodologias de manutenção, tais como Manutenção Produtiva Total - TPM, Manutenção Centrada em Confiabilidade - RCM, Manutenção Preditiva Precisa<sup>2</sup> (análise de vibrações, termografia, análise de óleo, ensaios não destrutivos, etc), Análise de Falhas, investimento para formação de uma estrutura sólida de PCM – Planejamento e Controle da Manutenção objetivando maior eficácia e eficiência das atividades de manutenção, investimento em Gestão de Materiais com o objetivo de ganhos na aquisição de materiais (sobressalentes) para utilização na manutenção de equipamentos bem como, na administração de materiais armazenados (estocados), desenvolvimento do pessoal da manutenção em todos os níveis (treinamentos específicos nas atividades de manutenção, Programas de Desenvolvimento Gerencial, Matriz de gestão do conhecimento da manutenção, PNQC<sup>3</sup>), utilização de CMMS, gestão de Ativos, auditorias pontuais da função manutenção e Implementação de Indicadores de Gestão da Manutenção. Chegamos à conclusão de que nada adianta implementar uma série de novas e melhores práticas de manutenção se não possuímos uma forma confiável de mensurar e demonstrar a evolução da manutenção e os ganhos obtidos provenientes desse investimento. O objetivo desse trabalho é apresentar, através de indicadores de performance da manutenção desenvolvidos, consolidados e gerenciados pela Engenharia de Manutenção, os resultados obtidos pela V & M do Brasil ao buscar a adoção das melhores práticas de manutenção.

**Palavras-chave:** Manutenção; Indicadores; Performance.

---

<sup>1</sup> Marino José de Oliveira, Especialista em Gestão e Tecnologia da Qualidade pelo CEFET-MG, Graduado em Tecnologia em Normalização e Qualidade Industrial pelo CEFET-MG, Técnico em Mecânica Industrial pelo CEFET-MG, e hoje exerce o cargo de Técnico de Planejamento e Controle de Manutenção da V & M do Brasil Vallourec & Mannesmann Tubes atuando nas atividades de Gestão e Métodos de Manutenção pela Engenharia de Manutenção, tel. (031) 3328-2180, [marino.oliveira@vmtubes.com.br](mailto:marino.oliveira@vmtubes.com.br)

<sup>2</sup> Manutenção Preditiva Precisa - Manutenção realizada através da utilização de técnicas e equipamentos de análise sofisticados para prever a ocorrência de falha/defeito em itens de manutenção.

<sup>3</sup> Programa Nacional de Qualificação e Certificação

## **1 INTRODUÇÃO – NOSSA EMPRESA**

A V & M do BRASIL S.A. (ex-Mannesmann S.A.) foi fundada em 1952, a pedido do Governo Brasileiro, para atender à necessidade de tubos de aço sem costura da emergente indústria petrolífera nacional, a Petrobrás. A cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, foi escolhida para sediar a empresa por possuir recursos abundantes de reservas de minério de ferro, além de reservas hídricas, como fonte de energia elétrica.

Em agosto de 1954 foi inaugurada a primeira Prensa de Extrusão, e dois anos mais tarde iniciou-se a produção própria de aço. Nos anos 50 e 60, quando o Brasil exibiu um crescimento econômico acima de dois dígitos, induzindo companhias internacionais a investir no país, estabeleceu-se forte base industrial para o consumo de amplo espectro de produtos tubulares.

Duas minas para extração de minério de ferro foram adquiridas em 1956. Em 1961, foi adquirida a Mina Pau Branco, atual V & M MINERAÇÃO Ltda., que é responsável pelo abastecimento do minério de ferro, insumo básico para produção de aço da Usina Barreiro e que possui reserva suficiente para os próximos 40 anos.

No ano de 1963, um alto forno abastecido a coque metalúrgico foi posto em marcha. A fabricação de aço foi convertida em uma Aciaria LD e foi instalada uma planta para Deformação a Frio de Tubos de Precisão. Em 1965, a produção do novo Alto Forno teve que ser interrompido, uma vez que o Governo Brasileiro impôs severas taxas de importação ao coque. Como consequência, a então Mannesmann S.A. resolveu fundar uma empresa de reflorestamento para a produção própria de carvão vegetal, a atual V & M FLORESTAL Ltda..

Em 1990, em função da nova política brasileira de abertura de mercado, a V & M do BRASIL se viu frente a uma forte concorrência internacional, sendo necessário uma série de investimentos tecnológicos, além de medidas de contenção de custos e significativas reestruturações operacionais.

A produção de ferro gusa foi concentrada nos altos fornos, desativando os baixos fornos. As aciarias elétricas foram desativadas, concentrando a produção de aço na aciaria LD. Através da instalação de uma nova laminação contínua de tubos, a partir 1995, com a desativação da laminação passo peregrino e das duas prensas de extrusão, deu-se início à um extenso programa de modernização. Em 1996, houve o redirecionamento do foco da empresa para sua principal atividade, a produção de tubos de aço sem costura, abandonando a linha de aços especiais.

Em 1999 a empresa atingiu a meta de abastecer as fábricas de tubos com matéria prima exclusiva proveniente do Lingotamento Contínuo, desativando o Lingotamento Convencional e a Laminação de Barras. A empresa também passou a investir sistematicamente em tecnologia, modernização e meio ambiente.

O ano de 2000 tornou-se um novo marco histórico para a empresa, quando passou a integrar a VALLOUREC & MANNESMANN TUBES, com o nome de V & M do BRASIL S.A. Isto contribuiu para o fortalecimento da empresa e para o aumento da competitividade.



**Figura 1.** Laminação Automática



**Figura 2.** Usina Barreiro - Laminação contínua RK.



**Figura 3.** Tubos petrolíferos

Já 2001 foi considerado o "Ano da Virada" na V & M do BRASIL S.A. (VMB). Neste ano a empresa alcançou excelentes resultados, apresentando um lucro líquido consolidado de R\$ 101,4 milhões, um aumento da produção de tubos sem costura em 9%, quando comparado com 2000, e do despacho total de tubos sem costura em 7%, também em comparação com o exercício anterior. Ao todo, foram despachadas 418 mil toneladas de tubos sem costura, o maior volume da história da empresa.

Combinando excelência em qualidade, tecnologia em pesquisa e desenvolvimento, a V & M do BRASIL pode oferecer aos seus clientes nacionais e internacionais uma nova performance. Sua política é operar com elevado padrão de qualidade e modernas tecnologias, visando manter-se na liderança do mercado com produtos e serviços que atendam às necessidades de seus clientes; promover a saúde e segurança no trabalho; e a preservação do meio ambiente.

Com esta filosofia, o grupo obteve importantes certificações: ISO 9000:2000, API, Shell, QS 9000, ISO 14001, ISO TS 16949:2002 e OHSAS 18001 entre outras. Estas certificações confirmam que o processo industrial da V & M do BRASIL é um exemplo bem sucedido da aplicação de energia renovável em produção de larga escala que contribui para a redução do efeito estufa através da fixação do gás carbônico da atmosfera nas florestas em crescimento, sendo também fonte regeneradora de oxigênio. Este processo resulta em um importante diferencial dos nossos produtos, permitindo dizer que produzimos "tubos verdes" ambientalmente corretos.

## **2 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO**

Com objetivo de maior apoio às manutenções de áreas (manutenção responsável pela continuidade do ciclo operacional) e consolidação das manutenções preventiva (manutenção geradas pelos planos de manutenção ou programadas pelos inspetores de manutenção) e preditiva (sensitiva – utilizando os sentidos humanos para detecção de anomalias e programação de ações preventivas e precisa – realizadas através da utilização de técnicas e equipamentos de análise sofisticados para prever a ocorrência de falha/defeito em

itens de manutenção) foi criada em 2001 a estrutura da Engenharia de Manutenção, responsável pela definição das políticas e diretrizes da manutenção da V & M do Brasil.

Essa estrutura é composta de 3 grupos específicos de atuação para atendimento às demandas da manutenção:

- **Engenharia de Manutenção:** Responsável pelos estudos de melhorias em equipamentos, análises de falhas em campo, etc;
- **Tecnologia de Manutenção:** Responsável pela implementação e gerenciamento das atividades de manutenção preditiva precisa. Atualmente a Tecnologia de Manutenção coordena as atividades relacionadas aos planos de análise de vibração, termografia, análise de óleo, ensaios não destrutivos e lubrificação.
- **Gestão e Métodos de Manutenção:** Responsável pela padronização das atividades de manutenção (onde a padronização agrega valor), aplicação das metodologias de manutenção (TPM, RCM, etc), gestão dos custos da Engenharia de Manutenção e cálculos de ROI (Retorno sobre Investimentos), auditorias pontuais da manutenção, gestão de materiais, gestão do cadastro técnico de equipamentos e planos de manutenção, gestão macro do SAP/PM e ***desenvolvimento, consolidação e acompanhamento dos indicadores de performance da manutenção.***

### 3 GESTÃO E MÉTODOS DE MANUTENÇÃO

Conforme já mencionado, a equipe de Gestão e Métodos de Manutenção tem, dentre outras funções, a Gestão da Manutenção da V & M do Brasil através de indicadores de performance de manutenção. Para que esta gestão seja realmente eficaz se faz necessário a criação, consolidação e implementação de indicadores de manutenção confiáveis, consideravelmente fáceis de serem monitorados e medidos e que possibilitem a tomada de ação pelos gerentes de manutenção através de uma visualização macro do seu sistema de manutenção, ou seja, deve-se medir aquilo que de alguma forma vai agregar valor à manutenção.

Situado neste contexto e baseado na premícia de melhoria constante da performance da manutenção da VMB, a Engenharia de Manutenção (Gestão e Métodos de Manutenção) suporta-se em dois pilares básicos para a sua atuação e apuração de indicadores:

- Performance do Processo Manutenção (Gestão): Aumento da produtividade organizacional e individual;
- Performance dos Ativos: Maximização do desempenho global e aumento da confiabilidade dos equipamentos/componentes.

Em paralelo a esses dois pilares a Coordenação de Gestão e Métodos coordena o monitoramento das atividades internas da Engenharia de Manutenção através do “Gerenciamento da Rotina”, reuniões mensais onde são apresentados os resultados obtidos no mês. Os indicadores monitorados são definidos em

alinhamento ao “Planejamento Estratégico” da Engenharia de Manutenção que por sua vez, é o desdobramento das diretrizes da diretoria para a manutenção da VMB. A forma de apresentação gráfica é seguindo o modelo TQM (Total Quality Management) Figura 4, adotado pela empresa, onde se faz o cruzamento do valor apurado no mês com a meta estabelecida e para indicadores onde a meta não foi atingida se adota um plano de ação. Esses indicadores são agrupados por coordenações da Engenharia de Manutenção (Gestão e Métodos de Manutenção, Tecnologia de Manutenção, Engenharia de Manutenção) e são monitorados também os indicadores macro da gerência. Abaixo alguns indicadores monitorados via TQM – Engenharia de Manutenção:

- Cumprimento do plano de treinamento da Gerência de Engenharia de Manutenção;
- N° de colaboradores certificados no mês / n° total de efetivo da manutenção no PNQC;
- Valor do Estoque / Valor do Ativo X 100;
- INDICE DE CONCENTRAÇÃO - N° de pontos sobreaquecidos / N° de posição sobreaquecidos;
- N° de análise de vibração realizadas / n° de análise de vibração programadas X 100;
- N° de Estudos de estudos de falha e GTP;
- N° de Solicitações Atendidas / N° de Solicitações Recebidas X 100.



### PLANO DE GERENCIAMENTO DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

OBSERVAÇÕES	PLANO DE AÇÕES	PROCESSOS CHAVES	INDICADORES MENSURÁVEIS A MELHORAR		Unidades
			Indicadores mensuráveis a melhorar	Fatores de comando e Indicadores a monitorar	
			GMC....	GTP.....	
				5S	
			Benchmarking..., Controle fino do gasto..., FMEA..., SWOT..., Investimento..., Projeto... , Ação...		
<b>PS</b>		<b>1.0 CONTROLE DA GESTÃO DO PMM</b>			
		1.01	Melhorar nota do Programa 5S		Nota
		1.02	Índice de Ocorrência de Acidentes - PMM		IOA
	<b>PL</b>	1.03	ROC do PMM		Unidade
<b>PS</b>		1.04	Planejamento e controle geral dos gastos do PMM		R\$
↙	<b>PL</b>	1.05	Controle de custos dos centros de custos do PMM (8875 - ENGENHARIA)		R\$
↙	<b>PL</b>	1.06	Cumprimento do plano de treinamento da Gerência do PMM		%
		1.07	Efetivo da Manutenção (VMB)		Unidade

**Figura 4.** Modelo TQM utilizado para “Gerenciamento da Rotina” da Engenharia de Manutenção

#### 4 INDICADORES DE PERFORMANCE DO PROCESSO MANUTENÇÃO (GESTÃO)

Visualizando o Processo Manutenção, também definido na organização como “Processo Manter”, como agregador de valor ao processo “Produzir” (operação + manutenção) a Engenharia de Manutenção estabelece as políticas e diretrizes a serem seguidas por este processo visando a melhoria contínua e a constante adequação às melhores práticas de manutenção adotadas.

Estas políticas e diretrizes são definidas utilizando-se o desdobramento do Plano Estratégico de Médio e Longo Prazo estabelecido pelo Comitê Diretivo da Manutenção (formado por representantes da Diretoria, Superintendentes e Gerentes de Manutenção). Cabe ao Comitê Executivo (formado por Gerentes de Manutenção e Engenheiros) desdobrar as ações definidas no Comitê Diretivo aos departamentos (Manutenções de Linha, Manutenção de Apoio e Engenharia de Manutenção) e pessoal responsável pela execução de cada ação. As discussões referentes à implementação dessas ações na rotina da manutenção se dão através da criação das Subcomissões de Trabalho (grupos constituídos por representantes de cada gerência de manutenção que atuam sobre pontos específicos para o desenvolvimento da manutenção como um todo). Como exemplo dessas Subcomissões de Trabalho citamos a Subcomissão de Padronização e a Subcomissão de Manutenção Preditiva, ambas coordenadas pela Engenharia de Manutenção). Este processo é visualizado na Figura 5.

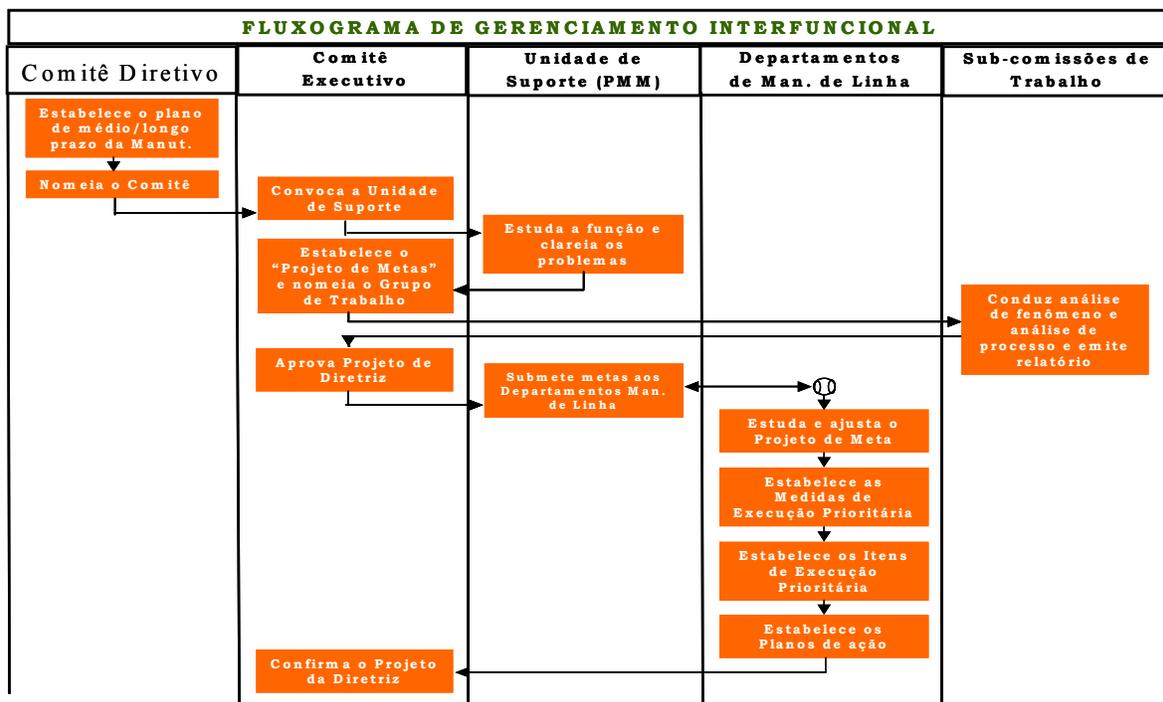


Figura 5. Fluxograma de Gerenciamento Interfuncional

O nível de implementação e atendimento a estas diretrizes são avaliados/monitorados principalmente através das auditorias pontuais de manutenção.

Os resultados alcançados nas auditorias permitem visualizar o nível de performance (Gestão) do processo manutenção de cada área de manutenção levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- Nível da estrutura organizacional;
- Produtividade Individual e das Equipes de Manutenção (Centros de Trabalho);
- Nível de qualidade do planejamento e programação das atividades de manutenção (principalmente a utilização do SAP/PM como ferramenta de planejamento e gerador do histórico de manutenção dos ativos da organização);
- Política de Gestão de Estoques de Sobressalentes;
- Política de Contratação de Serviços;
- Sistematização da Gestão (grau de atendimento aos procedimentos estabelecidos pelas Subcomissões de Trabalho).

Outro ponto forte na questão da medição da Gestão e Performance do Processo Manutenção é o comportamento dos custos de manutenção à medida em que as melhorias são adotadas, Figura 6. Como indicadores voltados exclusivamente para o controle dos custos de manutenção temos:

- Custo de manutenção em relação ao faturamento bruto (Relação entre o custo total de manutenção e o faturamento da empresa no período);
- Custo de manutenção em relação ao valor do ativo (Relação entre o custo de manutenção e o valor do ativo da empresa);
- Valor do estoque de peças sobressalentes em relação ao valor do ativo (Relação entre o valor do estoque de peças sobressalentes de manutenção e o valor do ativo);
- Custo de manutenção em relação ao valor agregado (É a razão entre o custo de manutenção e o valor agregado);
- Custo de material em relação ao custo total de manutenção (Relação entre o custo de material de manutenção e o custo total de manutenção);
- Custo da mão-de-obra própria de manutenção em relação ao custo total de manutenção (Relação entre o custo da mão-de-obra própria utilizada na realização dos serviços de manutenção e o custo total de manutenção)
- Custo de contratações/terceiros em relação ao custo total de manutenção (Relação entre o custo de contratados/terceiros e o custo total de manutenção);
- Custo de manutenção em relação à quantidade de produto acabado (Custo de Manutenção em relação ao volume do produto acabado, expresso em tonelada).

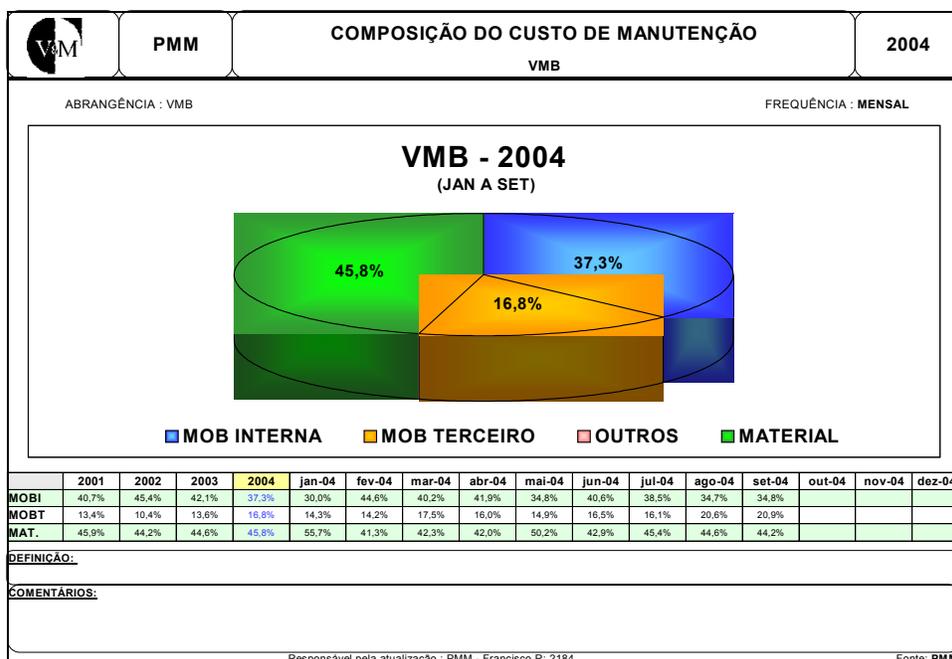


Figura 6. Composição dos Custos de Manutenção

## 5 INDICADORES DE PERFORMANCE DOS ATIVOS

A melhoria de performance dos ativos passa necessariamente pela medição dos indicadores de confiabilidade e manutenibilidade dos mesmos e no contexto operacional, na identificação e combate das perdas de TEMPO (o indicador utilizado mundialmente para mensurar essas perdas é o OEE – Eficiência Global do Equipamento). Com base no conhecimento desses indicadores se torna possível a definição de quais ferramentas/metodologias adotar para a melhoria da performance do ativo e até a melhoria da performance da operação do equipamento.

A medição da performance dos equipamentos da VMB é feita atualmente através dos seguintes indicadores:

- Disponibilidade de equipamento (É a percentagem do tempo calendário em que o equipamento ficou disponível para operar);
- Índice de quebra – breakdown (É a percentagem do tempo calendário na qual o equipamento ficou parado em manutenção corretiva por quebra);
- Índice de perdas por quebras (É a percentagem do tempo de funcionamento “virtual” em que o equipamento deixou de produzir devido a Manutenção Corretiva por Quebra).
- Índice de funcionamento (É a percentagem do tempo calendário em que o equipamento esteve efetivamente em operação);
- Fator de operação (É a percentagem do tempo programado para operação em que o equipamento funcionou);
- MTBF – Tempo médio entre falhas (É uma medida de confiabilidade do equipamento. É igual ao tempo de operação em um dado período

dividido pelo o número de falhas - que ocasionaram paradas - no período);

- MTTR - Tempo médio para reparo (Relação entre o tempo total de Manutenção Corretiva por Quebra em um item ou conjunto de itens com falha e o número total de falhas detectadas neste (s), em um determinado período);
- OEE - Eficiência global de equipamento (É a medida da performance do equipamento levando-se em consideração o tempo disponível para operação, a taxa de produção em relação à nominal, e à de rejeição por má qualidade).

Esses indicadores são monitorados mensalmente (por equipamentos ou linhas de equipamentos) e apresentados nas reuniões de Avaliação dos Resultados da Manutenção. Neste fórum são analisados os resultados obtidos e discutidas as ações a serem tomadas para a correção, manutenção e melhorias da performance dos ativos.

## 6 SISTEMA DE INFORMAÇÕES DW – DATA WAREHOUSE: PROCESSO DE GERAÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DA MANUTENÇÃO

As dificuldades para geração, análise e tomada de ação com base nestas informações principalmente do nível gerencial, levou ao desenvolvimento de uma solução onde as informações são buscadas na íntegra dentro do SAP/PM e disponibilizadas ao usuário de acordo com as suas necessidades (lay out, conteúdo, etc). São os chamados “cubos” onde o usuário visualiza as informações que agregam para uma possível tomada de decisão. A Figura 7 ilustra um relatório extraído do DW.

EFEX - Eficiência de Execução por Centro Trabalho				
2004				
E FEX (%) = (HRT/HPT) x 100 HRT (H/hora) = Hn reportado (PMO2/PM13) HPT (H/hora) = Hn planejado total				
Ordens encerradas em 10/2004				
PLANEJAMENTO	Hn	CONFIRMAÇÃO	Hn	EFEX
Centro Trabalho - PA	8.509		3.979	46,78
MOT4 Instrum e instalação da Lam Injeção Automática	156		156	
LI da PA	156		156	
<a href="#">Ordens</a> MOT4 Instrum e instalação da Lam Injeção A	156	MOT4 Instrum e instalação da Lam Injeção Automática	156	100,00
MOT5 Manutenção Mecânica tanque W - LA	165		157	
LI da PA	165		157	
<a href="#">Ordens</a> MOT5 Manutenção Mecânica tanque W - LA	1	CT a confirmar	0	
<a href="#">Ordens</a> MOT5 Manutenção Mecânica tanque W - LA	164	MOT5 Manutenção Mecânica tanque W - LA	157	96,16
MOT6 Logística Manutenção Lam . Automática	557		50	
LI da PA	557		50	
<a href="#">Ordens</a> MOT6 Logística Manutenção Lam . Automática	304	CT a confirmar	0	
<a href="#">Ordens</a> MOT6 Logística Manutenção Lam . Automática	225	MOT6 Logística Manutenção Lam . Automática	44	7,28
<a href="#">Ordens</a> MOT6 Logística Manutenção Lam . Automática	28	MOT8 Execução Mecânica Lam Injeção Automática	6	0,00

Figura 7. Relatório Extraído Via Data Warehouse - DW

# MAINTENANCE MANAGEMENT THROUGH PERFORMANCE INDICATORS

*Marino José de Oliveira*

## **Abstract**

In today's industrial context, maintenance function or "maintain process" are shown as important bases of nice results for the organizations. The view change related to the maintenance importance for results reach, have influenced companies to direct their attention for themes like Maintenance Engineering development, maintenance methodologies techniques applying, such as, TPM (Total Productive Maintenance), RCM (Reliability Centered Maintenance), Precise Predictive Maintenance (vibration analysis, infrared thermography systems, oil analysis, non-destructive tests, etc), Failure Analysis, investments for a solid MPC structure consolidation (MPC – Maintenance Planning and Control) with the aim of higher effectiveness and efficiency in maintenance activities, investments in material management, aiming gains in material acquisition (spare parts) for the use in equipments, or even in the administration of stock. Maintenance personnel development in all levels (National Program of Qualification and Certification – PNQC, specific maintenance activities trainings, Managerial Development programs, Maintenance Knowledge Management Matrix), CMMS utilization, Asset Management, Maintenance Auditing and KPI (Key Performance Indicators) implementation for maintenance management. The aim of this paper is to show, through KPI developed for maintenance, consolidated and managed by Maintenance Engineering, and also the results obtained by V & M do Brazil in adopting the best maintenance practices.

**Key-words:** Maintenance, Indicators, Performance.