

Projeto e Implementação da Manutenção em Frotas, um relato de experiência

Acires Dias, João Renato Padula Castro e Frederico F. de C. Matos



Brasil

PUBLICADO
3/09/2002

O objetivo deste trabalho é orientar os agentes de manutenção na escolha de métodos, ferramentas e processos que facilitem a melhoria das práticas existentes ou a implementação de novas práticas. O trabalho foi implementado considerando que a atividade de manutenção, para se tornar um diferencial competitivo, deve ser programada seguindo os mesmos passos do desenvolvimento de um produto. Para tanto se apresenta a metodologia utilizada, sistematizada nas fases do projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Faz-se um relato de cada uma destas fases, voltada para a implementação da manutenção. Como resultado obteve-se a evidência dos verdadeiros problemas de manutenção, o que ajudou a redirecionar a logística da frota, a tomada de decisão para renovação da frota e a compra de novos modelos, agora com características apropriadas às operações específicas, visando o aumento de disponibilidade. Em termos de índices, tem-se disponível dados relativos à redução de custos, a redução de socorros, aumento da satisfação dos clientes internos e externos, aumento da confiabilidade e redução manutenção corretiva.

1. Introdução

As exigências de mercado vêm incentivando as empresas dos mais diversos ramos de atividade a reverem suas prioridades relativamente à manutenção. Essa mudança de atitude é impulsionada pela necessidade de redução de custo, aumento de confiabilidade e de disponibilidade de seus negócios. É um momento ou uma oportunidade para pensar, discutir, estudar e implementar processos e metodologias que proporcionem conhecimento e estabilidade para os negócios. O conhecimento oportuniza planejar e implementar processos de olho no futuro. A estabilidade é possível de ser obtida mediante o controle das informações e dos processos de análise quando perfeitamente dominados e integrados ao momento econômico vivido.

Esses desafios e a perspectiva de contribuir com a atividade de manutenção de frotas, motivaram o desenvolvimento deste trabalho. Assim estabeleceu-se como objetivo, desenvolver uma metodologia para orientar os agentes de manutenção na escolha de métodos, ferramentas e processos que facilitem a melhoria das práticas existentes ou a implementação de novas práticas.

A validação da metodologia foi feita numa empresa de ônibus da região de Florianópolis. O momento foi adequado para a implantação do processo devido à ocorrência da fusão de duas empresas de ônibus, com frotas e linhas de operação bem distintas. Uma frota operava em linhas curtas e pavimentadas e a outra operava em linhas longas, com estradas com longos trechos ainda não pavimentados. A empresa tinha agora duas equipes de manutenção bastante distintas, em relação às suas práticas, costumes, forma de trabalho, salários, funções, ferramental, respectivos encarregados, etc, numa mesma oficina.

A frota ficou constituída, inicialmente, de 84 veículos de marcas, práticas de manutenção e idade diferenciadas. Para se ter uma idéia, a nova frota possuía 5 padrões de pintura.

O maior problema estava associado às informações sobre a frota: almoxarifado; processo para cálculo dos custos; registros de tempo médio entre falha; tempo médio de manutenção; peças sobressalentes. Pode-se dizer que o histórico era praticamente inexistente e, as informações que se tinha eram pouco consistentes para análises mais apuradas.

A manutenção era exclusivamente corretiva, excetuando uma pequena ronda e lubrificação noturna o que gerava grande concentração dos serviços no horário noturno, devido à pequena frota reserva. Diante desse quadro, a empresa sentiu a necessidade de usar uma metodologia para auxiliar no processo de reestruturação do sistema de manutenção (SM). Desejava resolver esses problemas conjunturais para conseguir o objetivo de ter uma empresa equilibrada financeiramente e, ao mesmo tempo, prestar um serviço de qualidade a população.

É interessante considerar o aspecto particular da manutenção em frotas. Nesse caso o dispositivo de produção, o ônibus, não está concentrado num espaço físico determinado. Esse fato exige uma logística adequada para diminuir os custos provenientes das falhas. Sabe-se que a principal função do ônibus é transportar o usuário ao seu destino, com conforto, segurança e num tempo previamente determinado. As falhas que geram o impedimento dessa função principal, proporcionam transtornos que vão além do não cumprimento da função. Têm efeitos diretos nos usuários, atuação da fiscalização com possíveis aplicações de multas, congestionamentos devido à interrupção das vias de acesso, além dos elevados custos de socorro.

É neste contexto geral que se desenvolveu este trabalho. Ele é o resultado de um conjunto de fatores assim resumidos: a necessidade e a consciência da problemática por parte dos dirigentes da empresa, a vontade de fazer da manutenção uma vantagem competitiva, a oportunidade de reestruturar todo o sistema de manutenção, aproveitando o momento que estava sendo propiciado pelo desenvolvimento de uma dissertação de mestrado focado nesta temática, junto ao programa de pós-graduação da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (Matos, 1999).

2. Metodologia para estruturação da manutenção da frota

A metodologia apresentada neste trabalho, foi baseada na Metodologia de Projeto de Produtos Industriais, que vem sendo desenvolvida no NeDIP Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos, UFSC (Back and Forcellini, 1997, Matos, 1999). A metodologia incorpora os conceitos de manutenção e manutenibilidade. A manutenção é entendida como o conjunto de estruturas, inter-relacionáveis, que atuam com o objetivo comum de dar suporte e ou executar ações de manter ou reparar algo. Manutenibilidade é assumida como uma característica inerente do produto, definida no projeto (Matos, 1999 e Blanchard, 1995).

O objetivo foi adequar a metodologia para ser aplicada em qualquer empresa. Contudo, as maiores carências estão nas empresas pequenas, prestadoras de serviço, cujo ramo de atividade está circunscrito a uma cidade ou região, com mão de obra pouco qualificada. Por isso optou-se por validar a metodologia numa empresa deste porte e neste ramo de atividades.

A metodologia está dividida em quatro fases. Na primeira fase, chamada de informacional, obtém-se as informações necessárias para conhecer as características da empresa, as expectativas de seus dirigentes e colaboradores e, levantar o estado da arte em relação ao contexto da empresa. Após, na fase conceitual, é estabelecido os conceitos para a implementação e prática do sistema de manutenção que deverá ser discutido com todos os agentes. Após definir-se por um ou mais conceito de manutenção, inicia-se a fase preliminar que define a principais estruturas e práticas possíveis de serem utilizadas. Finalmente, vem a fase de detalhamento das ações e a aplicação. A figura 1, apresenta a síntese das diferentes fases e os relacionamentos existentes, que serão detalhadas ao longo do trabalho.

Figura 6: Metodologia para análise e estruturação de sistemas de manutenção de frotas (Matos, 1999)

3. Projeto Informacional

O projeto informacional é a fase na qual o analista busca identificar as necessidades da empresa em fazer manutenção da frota traduzindo-as em especificações técnicas, objetivas e sem ambigüidades para o setor de manutenção. As especificações devem descrever quais os objetivos e metas do SM para satisfazer, da melhor maneira possível, as necessidades da empresa.

A figura 1 sistematiza a seqüência de etapas para tratamento das informações, baseada na metodologia proposta por Fonseca (1996).

3.1. Estudo Preparatório

Neste estudo procura-se conhecer e compreender o campo de trabalho onde o analista irá atuar, antes de iniciar a pesquisa das necessidades junto aos usuários do sistema.

Na condução dessa tarefa, diferentes parâmetros devem ser considerados para caracterizar a configuração do SM: demanda ambiental, compromissos com pontualidade, variedade e estrutura de produtos, cadeias de fornecimento e suprimento, demanda de qualidade, processo de produção requerido, necessidade de segurança e qualificação de mão de obra (Riis, 1997). Estes parâmetros podem ser agrupados em: características do ramo de atividade; características da organização; características dos veículos; e características operacionais dos veículos.

3.2. Identificação dos usuários do sistema de manutenção

Objetiva identificar todos as pessoas ou entidades que se relacionam com o SM da frota, quer sejam os funcionários da manutenção, diretores, gerentes de operação e produção, motoristas, dentre outros. É importante levantar informações também daqueles que sofrem as conseqüências do SM e que não pertencem à empresa, como o meio ambiente e os passageiros.

Figura 2: Seqüência de etapas da fase Informacional

Além destas, outras características devem ser conhecidas:

Características do ramo de atividade:

a) Características do mercado no qual a empresa está inserida tem as seguintes características: Sistema de transporte público de passageiros de Florianópolis é composto por 05 empresas concessionárias; é gerenciado por um núcleo de transporte da própria prefeitura; A remuneração é por passageiro transportado; Está suscetível às decisões políticas; Usuários tem com boa instrução; A diretoria preocupa-se com a competência técnica em realizar a tarefa (transportar passageiros) com custos operacionais e níveis de qualidade cada vez menores; As variações provocadas pela economia local na quantidade de passageiros transportados são pouco significativas; Não há dependência da empresa em relação a outras empresas.

b) Legislações: o CONTRAN (1997) e inspeções periódicas da prefeitura.

c) Meio ambiente e vizinhança.

d) Efeitos, devido à deficiência de manutenção, percebidos pelos clientes da empresa: Acidentes que podem provocar danos materiais, físicos ou mesmo fatais; Pontualidade do transporte; Limpeza interna dos ônibus; Excesso de ruído no interior da cabine; Farpas e parafusos expostos que provocam danos físicos e materiais aos passageiros.

d) Competitividade da concorrência: a distribuição das linhas não favorece a competição entre as empresas; A empresa opera 19 linhas que servem a uma determinada região da cidade de Florianópolis.

Características da organização:

Administrativamente é organizada em 04 departamentos: Manutenção: responsável pela manutenção da frota e instalações prediais além do gerenciamento dos recursos humanos da manutenção (treinamento, seleção para contratação e política motivacional), informática relativa à manutenção, abastecimento, armazenamento e compra de combustível, controle de pessoal da manutenção, gestão ambiental, limpeza da garagem e dos veículos, administração de materiais (suprimento e almoxarifado), equipes de emergência, emissão de laudos técnicos, pequenos projetos sobre veículos e equipamentos das instalações prediais. Operação, Administração e financeiro, Departamento de pessoal.

Observou-se também: Não existência de um sistema computacional que integre todos os setores da empresa. Duas equipes de manutenção distintas dentro da mesma oficina. Controles, procedimentos e fluxos de informações da manutenção são atualmente caracterizados pela informalidade. Não haviam dados que totalizassem os custos diretos e indiretos. Custo operacional total não foi fornecido, portanto não se pode estimar a parcela relativa dos custos de manutenção sobre este. Sem meta orçamentária para manutenção. Sem previsão orçamentária para estruturar o sistema de manutenção. Qualificação e habilidade profissional. Qualificações diversificadas de acordo com o cargo ocupado: de serventes, ajudantes a mecânicos experientes e supervisores. Pessoal antigo, com forte fator cultural; Grande resistência em registrar os serviços realizados. Sem procedimentos de contratação, políticas de formação e treinamento, plano de carreira, incentivos, planos de desempenho, até mesmo devido ao estágio de estruturação da empresa.

Características dos veículos:

Os modelos de chassis da frota são diversos, com idade média inicial de 4,8 anos, com estado de conservação e limpeza bastante precário. Dados históricos inexistentes e a verificação da condição dos veículos são, informalmente, realizadas pelo motorista quando do início da operação.

Características operacionais:

O pessoal de manutenção fica concentrado em uma única garagem. A operação da frota se concentra em uma região da cidade de Florianópolis. Todas as linhas convergem para um único terminal central. Durante o dia os veículos escalados para operação ficam a disposição no terminal, juntamente com alguns reservas. No caso de falha de algum ônibus, este é, de imediato, substituído por um reserva. Os veículos são deslocado até a garagem para reparos. Há necessidade de um veículo para socorro. Devido às condições das linhas o serviço é caracterizado de severidade alta. Não há qualquer índice estipulado pela prefeitura que avalie o desempenho operacional de cada empresa do sistema. Não há exigências quanto idade média da frota, apenas idade máxima do veículo (10 anos convencionais e 15 anos os articulados). A empresa não dispõe de dados de tempo médio de atendimento de emergência a falhas em operação.

3.3. Definição das necessidades de cada usuário em relação ao sistema de manutenção

Objetiva captar os desejos e expectativas de cada usuário em relação ao SM complementando e certificando as informações colhidas no estudo preparatório.

Tal tarefa torna-se muito importante na medida em que capta a experiência interna da empresa, pois muitas das decisões são reflexos de características particulares, difíceis de serem captadas por um observador externo. Transforma as informações empíricas de domínio individual dos funcionários em informações técnicas organizadas para treinamento interno.

Para execução dessa tarefa são indicadas técnicas como: questionários estruturados (entrevistas ou formulários) específicos a cada usuário; observações; e posicionamento do analista como um usuário. Recomenda-se também uma lista de verificação (check-list) de informações a serem pesquisadas junto aos usuários da frota.

3.4. Conversão das necessidades em requisitos de usuários

As necessidades identificadas pelo analista até este ponto devem agora ser compiladas buscando uma expressão mais técnica, ainda mais qualitativa que quantitativa. Ao fazer esta conversão, os requisitos do usuário foram agrupados em: requisitos operacionais dos veículos e requisitos estratégicos da organização, como mostrado na tabela 1.

3.5. Lista dos requisitos de projeto

A atividade de manutenção para caracterizar seu sucesso deve ser mensurada. Neste sentido, os requisitos de projeto referem-se às características técnicas mensuráveis do SM.

Assim, os requisitos de projeto de um SM refletem-se exatamente nas características de manutenibilidade dos veículos: medidas de eficiência e suporte de manutenção associado ao projeto dos veículos.

As medidas de manutenibilidade dos veículos são os parâmetros técnicos que caracterizam o desempenho e o suporte que o SM deve possuir para satisfazer as necessidades do frotista, seus funcionários e usuários. Determinam as métricas que o sistema de manutenção deve cumprir e justificam todas as estruturas necessárias ao sistema de manutenção.

As características de manutenibilidade dos veículos (requisitos de projeto) podem ser agrupadas num conjunto de fatores (Blanchard et al, 1995): confiabilidade da frota: relacionados às falhas em operação; tempos de manutenção: duração das tarefas de manutenção; frequências de manutenção: frequência das tarefas para satisfazer as necessidades; custos diretos de manutenção; custos indiretos de manutenção; utilização de mão de obra: necessidade de quantidade e qualificação humana para manter níveis de manutenção desejados; disponibilidade da frota; dependabilidade da frota: capacidade de atender as manutenções de emergência sem prejudicar a operação; considerações humanas: importância que a estrutura de manutenção deve ter em relação aos limites humanos; suporte logístico: suporte à atividade de manutenção; econômicos: consideração da importância do desdobramento dos custos necessário para avaliar a manutenção dos veículos, das taxas financeiras e inflacionárias e das estimativas de gastos futuros; eficácia da manutenção: equilíbrio entre desempenho técnico e custos – confiabilidade a um baixo custo por exemplo.

3.6. Relacionamento entre requisitos de usuários e requisitos de projeto

Para compor a lista de especificações do sistema de manutenção é necessário agora promover uma análise associativa de quais características técnicas de desempenho do SM – requisitos de projeto - melhor se identificam e assim satisfazem os requisitos dos usuários – necessidades da empresa. Ou seja, os requisitos de confiabilidade em sistemas de transporte coletivo, por exemplo, relacionam-se com o desejo de pontualidade, expresso pelos passageiros, e o desejo de reduzir multas decorrentes de manutenções de emergência, desejo dos gerentes e diretores da empresa.

Para executar tal tarefa, pode-se utilizar o QFD (Quality Function Deployment), através da sua 1ª matriz – a casa da qualidade, figura 3. A tabela 2 apresenta a síntese dos requisitos do sistema de manutenção da frota que está sendo analisada, identificando os 12 mais importantes.

Figura 3: Casa da qualidade

3.7. Elaboração das especificações do SM

A lista de especificações será formada pelos requisitos de projeto que se revelaram, na matriz do QFD, como relevantes para a satisfação das necessidades. Para descrever totalmente a especificações faltam ainda definir o índice de desempenho que irá medir, a meta a alcançar para satisfação e o período de análise das metas. A Tabela 3 mostra as últimas especificações em relação aos requisitos mais relevantes.

As metas entretanto, à exceção da disponibilidade da frota, não puderam ser estimadas com exatidão pela falta de dados disponibilizados que viabilizasse as análises.

3.1 Projeto conceitual

A fase conceitual objetiva a formulação de concepções de manutenção. Visa estabelecer, sobretudo, uma idéia de como poderá ser a manutenção dos veículos, de forma que sirva de

base para estabelecimento das metas e objetivos definidos no projeto informacional e de base para estabelecimento para suporte logístico total do SM (Blanchard & Fabricky, 1990).

Neste ponto da estruturação, as análises não são muito objetivas, sendo mais uma compreensão genérica das estruturas humana, lógica, física e logística da organização necessária para satisfação das especificações do projeto, mas capaz de consubstanciar o direcionamento das análises da fase preliminar. A figura 4 mostra as três etapas desta fase, comentadas a seguir.

Figura 4: Seqüência de etapas da fase conceitual

3.8. Análise operacional da frota

Esta etapa objetiva identificar as funções e fluxos funcionais necessários à manutenção da frota. Para tal, deve-se, primeiramente, compreender como ela opera (Blanchard et al., 1995; Kelly, 1989).

A análise operacional da frota é, propriamente, um complemento da caracterização dos requisitos operacionais da frota realizado no projeto informacional, pois, como consequência destas e em conjunto com as características de manutenibilidade dos veículos, as funções necessárias à manutenção se evidenciam, no sentido de corrigir ou prevenir desvios na eficiência operacional.

Nesta etapa deve-se também identificar as funções auxiliares à operação dos veículos que estejam, gerencialmente, agregadas ao departamento de manutenção, devendo o SM estar estruturado para supri-las. Exemplos destas funções auxiliares são: abastecimento do veículo, administração de materiais e tratamento dos resíduos originados da manutenção (sucatas e esgoto). Assim, as funções que o SM devem gerir podem tornar-se bem diversificadas.

Identificadas as funções e fluxos necessários à manutenção, ficam expostas a composição da estrutura geral do SM. Contudo, a questão de como estas funções serão estruturadas dependerão das diretrizes estratégicas da organização. É o caso da necessidade de instalação para recuperação e montagem de motores. Caso a empresa adote uma política de renovação prematura da frota, não há necessidade de prever instalações de recuperação e montagem de motores.

A primeira tarefa desta etapa é analisar a distribuição exercida durante a operação da frota, buscando identificar: localidades e trechos de operação; distância de cada uma à central de manutenção (garagem); concentração de veículos em cada localidade; possíveis tempos previstos de intervalo entre viagens, momento em que os veículos estão disponíveis para pequenos reparos; e os tempos médios de viagens.

Em seguida são realizadas análises para identificar os ciclos de operação dos veículos. A figura 5 ilustra um conceito de integração entre o fluxo de operação e a estrutura de manutenção. O ciclo operacional, neste exemplo, equivale a um dia de operação. Verifica-se que o veículo alterna três funções: em operação, no estacionamento, em manutenção. No estacionamento significa que o veículo está disponível para operação.

Figura 5: Diagrama de fluxos da operação dos veículos

No início do ciclo operacional, o veículo pode encontra-se em dois estados: de prontidão ou ativo. O estado de prontidão pode localizar-se na garagem ou no terminal "X". Em atividade, no terminal "X", ele inicia a primeira viagem até o terminal "Y", do terminal "Y", cumprindo a viagem, retorna ao terminal "X" e neste loop, prossegue até cumprir sua programação, quando retorna à garagem. A figura indica também os momentos em que a manutenção deve atuar. Sempre quando qualquer falha aparecer durante as viagens ou após cumprir a programação do dia e retornar à garagem.

Verifica-se que as funções de manutenção derivam das necessidades operacionais e de manutenibilidade dos veículos; função manutenção.

Figura 6: Sistema de manutenção de frota de ônibus urbano

A figura 6 ilustra as funções e fluxos do SM de uma frota inglesa (Kelly, 1989). Pela análise operacional desta frota, foram identificadas como funções necessárias à manutenção: serviços (abastecimento, lavagem, limpeza, calibrações, inspeções), trabalhos de reparos e reforma, socorro mecânico, almoxarifado, recondiçionamentos e compras. Observa-se na figura que após a execução de socorro mecânico (2.4) os veículos retorna ao estado de operação (REF. 1.0) e que após sofrer reparos, serviços ou reforma, fica disponível no estacionamento (REF. 0.0).

3.9. Análise das alternativas de solução

Identificadas as funções que devem ser geridas pela manutenção da frota o próximo passo é analisar as alternativas para sua estruturação (Figura 4). O processo de decisão das alternativas deve recair tanto sobre os objetivos declarados pela organização em relação à manutenção e ao desempenho dos equipamentos como também sobre as características da situação da empresa. Estas devem, por sua vez, estar bem definidas nas especificações – Projeto Informacional.

Para entender o objetivo desta etapa, deve estar claro que uma concepção de manutenção é uma solução genérica para o projeto do SM em foco. Assim, não deve se concentrar em análises

específicas de como fazer o plano de ação em cada componente do equipamento. Deve concentrar-se em compor uma estrutura que dimensione, delegue e direcione, em termos gerais, as políticas de reparo necessárias pela execução da manutenção, ajustadas à capacidade de investimento, da gestão dos recursos de manutenção e dos objetivos da empresa.

3.10. Síntese de concepções de manutenção

Na última etapa para definição das concepções de manutenção (Figura 4) o analista sintetiza soluções gerais para o SM através da combinação das alternativas apresentadas na etapa anterior.

Como resultado desta síntese, várias configurações serão expostas como possibilidades de solução para o SM da frota. A tarefa então é destacar a melhor, ou as melhores soluções (no caso de não haver grande diferencial da melhor solução em relação a outras soluções) que serão desenvolvidas no projeto preliminar.

Como meio de decisão para selecionar quais alternativas serão mais ajustada às pretensões da empresa análises comparativas devem ser realizadas sob critérios como vida programada dos veículos, custo de manutenção da frota, comprometimento à segurança e ao meio ambiente, desempenho operacional, disponibilidade requerida e outros desde que estejam de acordo com as especificações (projeto informacional).

3.11. Projeto preliminar

Neste ponto do projeto, já se tem em mente algumas alternativas para a estrutura do SM, ou seja, as concepções de manutenção. Então, na fase preliminar, é desenvolvido um detalhamento buscando embasar o processo de decisão sobre qual concepção será, seguramente, a melhor. Visa responder, para cada alternativa de concepção, questões como: ferramentas necessárias; capacidade de sobressalentes; plano das ações (corretiva, preventivas, preditivas) sobre os modos de falhas dos veículos; necessidades de recursos humanos (quantidade, treinamento, qualificação); teste de monitoramento da condição dos veículos e equipamentos de suporte são recomendado; dentre outras.

Esses questionamentos se justificam pois, a eficácia na execução das tarefas de manutenção é função tanto da configuração do projeto dos veículos como das instalações, ferramentas, testes, planejamentos e qualificação do pessoal requerido para realizá-las apropriadamente (Blanchard et al., 1995).

A fase conclui pela seleção da melhor concepção de manutenção para o SM, porém, agora, com descrições apresentadas em termos de especificações detalhadas que servirão de base para as tarefas executadas no projeto detalhado.

Para orientar os questionamentos, a figura 7 mostra as cinco etapas recomendadas.

Figura 7: Sequência de etapas do projeto preliminar

3.12. Análise funcional dos veículos

Na análise funcional dos veículos o analista aprofunda seu conhecimento sobre o funcionamento

dos veículos da frota, através da análise da interação dos subsistemas, e de sua composição, através dos agrupamentos e esquemas de montagem de seus subsistemas. A análise funcional facilita a percepção dos efeitos das falhas na operação dos veículos e, ao evidenciar o esquema de montagem, ajuda no estabelecimento de metas e objetivos mais específico para cada subsistema.

Primeiro objetivo é retratar a composição dos veículos através de seus subsistemas e esquemas de montagem. Este diagrama facilita a compreensão dos itens constituintes dos veículos e reduz a possibilidade da não consideração de algum item relevante quando da análise da manutenibilidade.

No segundo, diagrama de fluxo funcional, é descrito o funcionamento do veículo através das funções e fluxos de seus subsistemas, promovendo o entendimento dos relacionamentos e da interação entre os subsistemas, facilitando a compreensão dos efeitos de falhas de um em relação aos outros e no veículo.

A figura 9 exemplifica um diagrama de fluxo funcional de um ônibus, chassis Scania F-113. No nível 1 (REF. 1.0) fica registrado o entendimento da interação dos seus subsistemas, como por exemplo, o sistema elétrico (1.1), mais acionamento humano gera uma tensão e, juntamente com ar e óleo diesel, aciona o sistema motriz (1.3).

Para completar as informações do diagrama de fluxo funcional, cada um dos sinais de força, movimento, pressão e outros que possam ocorrer, podem ser identificados através de suas medidas máximas e mínimas.

3.13. Análise da manutenibilidade

Na segunda etapa do projeto preliminar, sobre cada subsistema desdobrado são pesquisados os recursos impostos pela configuração de projeto dos subsistemas dos veículos a sua manutenção (estruturas lógica, logística, humana e física) (figura 10).

A composição da estrutura lógica é formada por três conjuntos de informações: análise de desempenho, avaliação do projeto do veículos quanto a manutenção e modelagem da gestão de manutenção.

O módulo de análise de desempenho visa identificar as informações que caracterizam a eficiência e a eficácia de desempenho dos subsistemas dos veículos. Para tal, dois conjuntos preenchem as necessidades de informações:

- informações de desempenho passado a partir de dados observados relacionados às ações de manutenção e operação. Essas informações são fundamentais para formação de um banco de dados de manutenção que seja eficiente e versátil.
- Informações de expectativa de desempenho futuro a partir de dados observados ou estimados de falha, de tempos e do custo de ações de manutenção dos equipamentos aplicados a modelos matemáticos probabilísticos.

O segundo módulo da estrutura lógica - avaliação do projeto do veículo quanto a manutenção - objetiva descrever as características de projeto dos veículos, não mensuráveis, relacionadas à manutenção, que influenciam o desempenho da manutenção, posicionando o analista frente às dificuldades impostas pelo projeto dos veículos. Tal descrição deve ser apresentada na forma de sugestões para reprojeto.

O último módulo da estrutura lógica - modelagem da gestão de manutenção - objetiva formar o plano de ações frente aos sub-sistemas dos veículos juntamente com os procedimentos de execução.

A análise da estrutura logística visa identificar a estrutura de apoio necessária para execução com eficiência das tarefas de manutenção dos subsistemas. Compõe a análise do suporte logístico: necessidades de administração de materiais e suprimento; características de consumo de materiais; necessidades de estrutura especial para manuseio dos materiais de consumo e sobressalentes e de transporte de peças e pessoal.

A análise da estrutura física objetiva identificar o suporte de ferramental, de testes e de estruturas prediais para realização eficaz e segura das tarefas de manutenção. Para tal são realizadas análises de: ferramentas e teste necessários para monitoramento, equipamentos de segurança pessoal e ambiental como instalações prediais e especiais.

A análise da estrutura humana objetiva identificar os requisitos humanos necessários para desempenhar eficazmente as tarefas de manutenção associadas aos subsistemas dos veículos. Consta das análises: programa de treinamento; características da mão de obra; e definição da equipe responsável pela manutenção (associado ao nível de manutenção que realizará reparos nos subsistemas).

3.14.Otimização da análise da manutenibilidade

Terminada a análise da manutenibilidade dos veículos, o analista possui, para cada concepção de manutenção, um conjunto de informações sobre os recursos necessários para manter cada subsistema dos veículos. Contudo é preciso agora, a partir dos recursos identificados para a manutenção de cada subsistema, sintetizar soluções totais para cada concepção de manutenção, através da combinação e otimização das necessidades de recursos e gestão identificados para cada subsistema, ou seja, é otimizada a estrutura física, humana, lógica e logística.

Alguns exemplos de estudos de otimização são: análise da necessidade de programas computacionais (softwares próprios, comerciais, banco de dados, e capacidade de hardwares; estrutura do departamento de controle; necessidade de sistema de gerenciamento e seleção de pneus; dimensionamento do quadro de funcionários para todo o SM; regime de contratação (contratada, terceirizada ou mista / temporária, permanente ou serviços de terceiros); definição dos recursos necessários ao abastecimento dos veículos (compra de combustíveis, controles de abastecimento, qualidade, estoque e outros); definição do suporte de administração de materiais e suprimento (estrutura de almoxarifado, controle de fluxos e estoque de materiais); definição dos recursos de transporte de materiais e pessoal; estrutura e recursos de preservação do ambiente de trabalho (ventilação, filtros de ar, ar condicionado, iluminação, prevenção de incêndios e outros; dimensionamentos do número de valas para manutenção de toda a frota (Dolce, 1998); e outras.

3.15.Seleção da melhor concepção de manutenção

Após concluir as análises de otimização, significa que foram detalhadas as sínteses de cada concepção de manutenção, selecionadas na fase conceitual. A tarefa agora é definir a melhor alternativa através de análises comparativas. Uma forma possível é utilizar as diretrizes propostas nas especificações do SM (projeto informacional). Após, deve-se iniciar o detalhamento da melhor concepção.

4. Projeto Detalhado

No projeto detalhado é feito o detalhamento do projeto dos componentes do SM definidos no projeto preliminar. Tem-se: desenvolvimento dos softwares; projeto das instalações prediais; projeto da central de controle; projeto para tratamentos de informações; elaboração dos procedimentos técnicos na forma de manuais técnicos e administrativos, elaboração de organogramas, planilhas e outros formulários relativos ao controle dos serviços e de fluxo de materiais; elaboração do plano de compra dos equipamentos de teste, de suporte, ferramental; planejamento de contratação e de treinamentos dos funcionários.

É importante ressaltar que as frentes de trabalho definidas não são desenvolvidas necessariamente com a mesma velocidade. Enquanto determinadas tarefas evoluem até a fase

de projeto detalhado, fornecendo feed-back para remodelagens de fases anteriores, outras sequer saíram da etapa informacional. Tal fato demonstra a importância da metodologia diante de contextos tão variados, onde se tem especificado as tarefas a serem cumpridas e os diferentes estágios em que se encontram.

A seguir alguns exemplos reais do desenvolvimento do projeto são mostrados.

4.1. Custos

O principal requisito levantado na fase informacional foi o custo por isso ele é o primeiro a ser abordado.

Inicialmente a empresa não possuía dados específicos sobre os custos de manutenção. Com a entrada da nova diretoria, os primeiros custos foram levantados pelo departamento financeiro através do controle de contas a pagar. Identificou-se que a manutenção, em março de 1998, representava 25,2% do total de despesas, sendo distribuídos em: 25,6% com combustível, 21,3% com peças e acessórios, 6,3% com reforma de veículos, 5,2% com pneus e recapagem e 1% com lubrificantes. A figura 11 mostra a variação destas porcentagens ao longo do tempo. Os custos, por serem avaliados pelos valores das contas pagas, podem apresentar distorções (parcelamentos). O percentual do custo de diesel varia com as mudanças da operação (maior ou menor utilização dos carros). O percentual do custo de peça apresentou retração até o início da preventiva em novembro de 2000.

Porém este é um panorama macro dos custos da manutenção, sendo necessário um detalhamento maior para análises mais criteriosas. A seguir apresenta-se um detalhamento para o custo com peças e acessórios.

O custo com peças e acessórios está diretamente relacionado com o controle do estoque. Diante do panorama anteriormente descrito, iniciou-se uma reestruturação do estoque através da identificação das peças, quantidades, localização nas prateleiras, instalação de software de controle, registro informatizado, estabelecimento de procedimentos de saída e entrada do estoque, responsabilidades e autoridades.

Porém todas essas modificações tiveram de estar de acordo com a disponibilidade de recursos e com a dinâmica diária da oficina, levando três anos para sua implementação. Nesse período, os controles intermediários foram criados no sentido de observar características específicas do custo de peças e assim refinar as ações a serem tomadas. Na figura 12 tem-se os primeiros dados referentes ao controle de compra para cada um dos sistemas.

O acompanhamento deste tipo de informação possibilitou ações mais direcionadas como: redução da quebra de motores, política de recondicionamento de componentes elétricos, etc.

Atualmente o custo com peças e acessórios permite analisar esses componentes considerando parâmetros, como: quilômetro rodado, modelo de carro, fabricante, etc. Conta com um estoque de aproximadamente 2400 itens, divididos em 40 sistemas, abastecidos por fornecedores de toda região sul e sudeste do Brasil. Uma segunda reestruturação está sendo feita, onde as peças estão sendo realocadas ou eliminadas através da análise da curva ABC e o espaço físico ampliado.

O refinamento dessas informações permite, seguindo a diretriz básica estabelecida, a conceituação de soluções apropriada as necessidades do dia-a-dia. Caso necessário volta-se as fases da metodologia

4.2. Redução manutenção corretiva

A análise dos serviços realizados é imprescindível na redução das manutenções corretivas. Além de todas as dificuldades impostas pelo contexto já descrito, deve-se ressaltar ainda a

inexistência de manuais de oficina desenvolvidos para as carrocerias, e o fator cultural que representou silenciosa resistência à marcação dos serviços.

Nesse cenário iniciou-se o registro dos serviços através da divisão desses em 23 subsistemas do sistema ônibus, que se estendeu até maio de 2000. A partir de junho de 2000, já com um maior comprometimento da equipe, esses registros foram aprimorados de maneira a serem especificados e codificados, mantendo-se a referência do sistema.

A figura 13 abaixo mostra o total dos serviços realizados pela manutenção corretiva ao longo do tempo. De maneira resumida pode-se fazer a seguinte análise: No primeiro mês de registros foi feita uma campanha de conscientização junto ao pessoal da oficina, porém os registros não alcançaram 100% dos serviços executados. Nos primeiros meses do processo a cultura do pessoal falou mais forte, apresentando a cada mês uma quantidade menor de registro, o que não era compatível com a realidade; Após mais um a campanha em junho de 1999 e já com um novo cenário na manutenção, os registros foram ficando mais fiéis. A nova sistemática implantada em junho de 2000 apresentou um aumento nos registros dado que alguns serviços foram subdivididos em mais partes, ou novos serviços.

Figura 13 – Serviços Corretiva

Essa análise visa demonstrar a dificuldade de obtenção da informação desejada, enfatizando o acompanhamento do processo e reforçando a importância de uma metodologia que permita nortear as ações. Hoje, com um banco de dados parcialmente estruturado, com 800 serviços registrados, com o pessoal bastante comprometido, iniciou-se o registro das horas trabalhadas.

4.3. Redução de Socorros

Os socorros representam as falhas do veículo em operação. Seu registro passou por dificuldades de implementação maiores que o registro das corretivas. Muitas vezes o projeto conceitual desenvolvido para a obtenção dos dados teve de ser revisto e modificado evoluindo para a situação atual que é bem confiável. A figura 14 ilustra a média de registros de socorros por mês.

Observa-se um grande aumento em abril de 2000, onde foram implantadas novas formas de levantamento dos dados, e outra em março e maio de 2001, onde o projeto atual foi testado e depois implementado.

4.4. Outros aspectos

Pode-se citar ainda outros aspectos importantes relacionados com a implementação do projeto na empresa em questão. São eles: Padronização das pinturas e itinerários.

Funcionamento e aferição de todos os odômetros. Renovação da frota observando os critérios técnicos levantados, conforme mostra a figura 15. Racionalização dos recursos humanos. Melhora do nível técnico do pessoal devido aos programas de treinamento. Isonomia salarial. Aquisição de ferramental adequado, incluindo alguns pneumáticos. Fim das corretivas noturnas. Implantação da preventiva e preditiva nos motores. Diminuição real dos socorros e corretivas. Novo procedimento de limpeza, praticamente, eliminando as reclamações de usuários. Remodelação da garagem e novo layout da oficina. Novo processo de abastecimento e estocagem. Certificando-se com a ISO 9000.

Figura 15 – Mudança na composição da frota

4.5. Conclusões

A metodologia apresentada facilitou a implementação do processo de manutenção e cumpriu com a expectativa dos vários agentes que dependem de frotas: proprietários, controladores e usuários, na medida em que facilitou a estruturação das informações possibilitando satisfazer a necessidade de cada um deles. Com a metodologia, o registro da problemática da frota ocorreu de forma sistematizada e ordenada, permitindo a gestão processar as mudanças exigidas pela atualidade de forma controlada, compreensível e economicamente viável e, ao mesmo tempo, constante ao longo do tempo, sem perder o rumo das ações. Deve-se ressaltar ainda que nas três primeiras fases a alocação de recursos para a implementação da metodologia, se resume ao trabalho de pensar, organizar e decidir. Somente na fase de detalhamento é que são requeridos os primeiros investimentos. Nesse instante, há um razoável grau de certeza quanto ao retorno do investimento a ser realizado.

Observando friamente os gráficos apresentados tem-se a impressão que o projeto implantado teve um efeito negativo na manutenção da empresa, onde os índices observados parecerem piores do que os existentes antes da reestruturação. Porém estes dados, além de evidenciarem a carência de informações da referida empresa, mostram a dificuldade de obtenção deles. Tais fatores comprovam assim a necessidade de utilização de uma metodologia que possa orientar os agentes no conturbado cotidiano do setor de manutenção deste tipo de empresa. Sem ela, em função da complexidade existente, pode-se ficar reinventando a roda o tempo todo.

Referências

- BACK, N., and FORCELLINI, F.A., 1997, Projeto de Produtos; Apostila de Aulas, UFSC/NeDIP;
MATOS, Frederico F.de C., 1999, Metodologia para Análise e Estruturação de Sistemas de Manutenção de Frotas Automotivas, Dissertação de Mestrado, UFSC;
FONSECA, A.,J.H., 1996, Desenvolvimento de uma Sistemática para a Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais, Dissertação de Mestrado, UFSC;
RIIS, J.O., Luxhoj, J.T., and THORSTEINSSON, U, 1997, A Situational Maintenance, International Journal of Quality & Reliability Manager, vol. 4;
BLANCHARD, B. S., VERMA, D., and PETERSON, E. L., 1995, Maintainability, A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management, John Wiley & Sons, New;
EUREKA, W.E. and RYAN, N.E., 1992, QFD, Perspectivas Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade, Quality Mark Editora, RJ;
BLANCHARD B. S., and FABRICKY, W. J., 1990, Systems Engineering and Analysis, Prentice-Hall;
KELLY, Anthony, 1989, Maintenance Planning and Control, Butterworths;
ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção, 1997, A Situação da Manutenção no Brasil – Documento Nacional, RJ;
PRADHAN, S., 1996, New Maintenance Methods: Are They for You?, Process Plant Reliability Conference, Amsterdam;
DOLCE, John, 1998, Analytical Fleet Maintenance Management, SAE, 2o ed., USA;

bibliográficas

Acires Dias, Professor at Federal University of Santa Catarina, Department of Mechanical Engineering. Dr. Eng. Universidade Estadual de Campinas, SP., UNICAMP, 1996, Post Doctorate at University of Maryland, Department of Materials & Nuclear Engineering, USA (2002-2003). Teaching experience: Strength of Materials, Machine Elements, Agriculture Machines Design, Design for Reliability and Maintainability, Maintenance Management. Research experience: Mechanics of Elastic-Plastic Fracture, Failure Analysis in Machine Elements, Appropriate Technology for Machines and Agricultural Implements for Small Farm Lands, Design for Safety in Agricultural Machines, Reliability Analysis of Automotive Pneumatic Brakes, Methodology for Planning Fleet Maintenance Systems, Design for Reliability and Maintainability, Assessment of Maintenance Procedures. Granted activities: ELETROSUL – Central Electric of the South of Brazil, Hydroelectric Power Plant Itaipú, ANEEL- National Agency for Electrical Energy, Camargo Correia Equipments and Systems S/A., Tigre S/A., State Department of Highway of Santa Catarina. acires@emc.ufsc.br

João Renato Padula Castro, Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999). Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina (2002). Engenheiro chefe do setor de manutenção e operação da Ribeironense Transporte Coletivos Ltda. Florianópolis, SC.

Frederico Freire de Carvalho Matos, Engenheiro Mecânico Universidade Federal da Bahia (1994), Salvador, Bahia. Mestre Eng. Mec. Universidade Federal de Santa Catarina (1999), Florianópolis, Santa Catarina, Dissertação: Metodologia para Planejamento e Estruturação de Sistemas de Manutenção de Frota Automotiva. Professor titular do curso de graduação e pós-graduação de Engenharia e Sistemas de Qualidade da Universidade Salvador - UNIFACS – Salvador, Bahia, disciplinas: Estatística, Sistemas de Qualidade e Materiais de Construção Mecânica. Experiência profissional: manutenção de frotas com trabalhos relacionados ao planejamento e informatização da atividade em setores de ônibus urbano e colheita florestal. Consultor de empresas em sistemas de qualidade, certificação ISO 9000 e planejamento de manutenção de frotas e industrial tendo como principais clientes/trabalhos desenvolvidos: MONSANTO - Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM, ALCOA - Poços de Caldas/MG - Treinamento em Excelência em Manutenção, CNT - Confederação Nacional do Transporte - Brasília/DF - Programa de Qualidade no Transporte, AGERBA - Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transporte e Comunicação da Bahia - Ferramentas para Avaliação da Qualidade na Prestação de Serviços de Transporte Rodoviário na Bahia, PARTEK FOREST - equipamentos de colheita florestal - planejamento de manutenção da frota, Empresas de ônibus urbano - Salvador/Bahia - planejamento de manutenção da frota. Capacit Assessoria e Consultoria Ltda. (71) 9146-2531 - frederico.matos@unifacs.br