

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM LOGÍSTICA

**GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS DE BAIXÍSSIMO GIRO
CONSIDERANDO PROCESSOS CRÍTICOS PARA A ORGANIZAÇÃO**

JENER DE CASTRO COSTA

Florianópolis – SC

2009

JENER DE CASTRO COSTA

**GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS DE BAIXÍSSIMO GIRO
CONSIDERANDO PROCESSOS CRÍTICOS PARA A ORGANIZAÇÃO**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Civil na área de Infra-estrutura e Gerência Viária com ênfase em Transportes, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof^ª. Janaide Cavalcante Rocha, Dra.-Ing
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof^ª. Mirian Buss Gonçalves, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Prof^ª. Eunice Passaglia, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. João Carlos Souza, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Sidnei Vieira Marinho, Dr.
Universidade do Vale do Itajaí

DEDICATÓRIA

A toda minha família, incluindo todos os amigos.

Aos meus avós Paulo Máximo Castro, América Araújo, Otávio T. Costa e Maria A. Costa que se uniram em um ideal de construir as escolas para os seus filhos e demais na pequena cidade de Marliéria, fato que mudou completamente o futuro de uma cidade inteira.

Aos meus pais,

José Horta e Ademir exemplos de dedicação acadêmica e pessoal.

Aos meus irmãos, Marla e Miler, pela amizade e confiança de sempre.

À minha esposa Ana Paula C. Arruda e filha Thaís Arruda e Costa, pela compreensão e apoio durante todos estes anos de estudos e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Às professoras Mirian Buss Gonçalves e Mônica M. L. Detoni pela dedicação e paciência que me auxiliaram na compreensão de conceitos sobre a logística e seus impactos nas organizações.

Aos amigos de curso especialmente, Daniel Arruda e André Luiz Souza Ferreira que através de inúmeros trabalhos em conjunto demonstraram sempre o interesse na solução dos problemas.

A Adans Francisco Cabacinha e Fortunato que apoiaram com conhecimentos e materiais sobre a TPM.

Ao colega Anderson Brum, sempre disponível para esclarecer e acompanhar nas visitas às áreas Fiat, demonstrando na prática como aplicar a TPM.

A equipe de prensas da Fiat que em inúmeras ocasiões contribuíram com conhecimentos, entrevistas, fontes de dados usados no estudo de caso: Willian Johny Miranda, Dalmiro Alberto Freitas e Alexandre Sandy Labille Fávero.

Ao amigo Davi Linhares Freitas com o suporte e acesso aos documentos base sobre o programa WCM Fiat.

A Titiu, minha Tia Almira e Ana Paula, minha esposa, que tanto ajudaram nas leituras e releituras da dissertação buscando um texto mais claro e coerente.

A Fiat Automóveis, na pessoa da Sra. Silvana Rizzioli que através de seu empenho viabilizou a infra-estrutura necessária para realização deste curso.

“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.”

(Leonardo Da Vinci)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 - Apresentação do Problema	14
1.2 - Objetivos.....	16
1.2.1 - Objetivo Geral.....	16
1.2.2 - Objetivos Específicos.....	16
1.3 - Justificativa e Importância	17
1.4 - Limitações da pesquisa	17
1.5 - Resultados Esperados	18
1.6 - Estrutura da dissertação	18
1.7 - Metodologia.....	19
CAPÍTULO 2 - BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA	20
2.1 - Os Processos e as Organizações	20
2.1.1 - O que são os processos.....	20
2.1.2 - Os processos nas organizações.....	24
2.1.3 - A importância da definição da estratégia e o desdobramento em processos para as organizações.....	27
2.1.4 - Os processos críticos	30
2.1.5 - Processos de manufatura - critérios de indicadores.....	30
2.1.6 - Por que esforços no aprimoramento dos processos empresariais?.....	31
2.2 - Gestão de Estoques	32
2.2.1 - Tipos de estoque.....	34
2.2.2 - Custos relevantes do estoque	37
2.2.3 - Classificação de materiais quanto à demanda	39
2.2.4 - Tamanho do lote de reposição.....	41
2.2.5 - Modelos de gestão e controle de estoques	45
2.2.6 - Métodos adequados de classificação de materiais segundo sua classificação e demanda:	46
2.2.7 - O que são os estoques de baixíssimo giro?	49
2.2.8 - Definição de nível de serviço por processo.....	50
2.2.9 - Políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro.....	50
2.3 - Impactos da Gestão de Manutenção sobre o Inventário	55
2.3.1 - O que é TPM?	57
2.3.2 - Fases de implantação da TPM.....	58
2.3.3 - Passos para implantar a TPM.....	60
2.3.4 - O respeito da TPM às necessidades de negócio	62
2.3.5 - Pilares da TPM.....	64
2.3.6 - Manutenção planejada.....	65
2.3.7 - WCM na Fiat – pilar PM (Professional Maintenance).....	67

CAPÍTULO 3 - PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS DE BAIXÍSSIMO GIRO CONSIDERANDO OS PROCESSOS CRÍTICOS..... 74

3.1	- Apresentação Geral do Novo Modelo Proposto	74
3.2	- Descrição das Etapas do Modelo	74
3.1.1	Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias das organizações.....	76
3.1.2	Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.....	76
3.1.3	Processos críticos derivados da visão estratégica.....	77
3.1.4	Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos.....	77
3.1.5	Custos de indisponibilidade dos processos.....	78
3.1.6	Vínculo equipamento x processo.....	79
3.1.7	Identificar os equipamentos gargalos nos processos	82
3.1.8	Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos	82
3.1.9	Sistema de gestão de materiais considerando itens críticos, zero estoque ou uma unidade em estoque.....	83

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO FIAT - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO 86

4.1	- Apresentação do Setor de Aplicação do Modelo.....	86
4.2	- Descrição da Aplicação do Modelo	86
4.3.1	Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias das organizações.....	87
4.3.2	Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.....	89
4.3.3	Realizar uma classificação ABC dos processos de acordo com a criticidade deles para a organização.....	91
4.3.4	Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos. Nesta fase, são definidos os impactos e ações desejadas que estes níveis de serviço causarão na gestão de materiais.....	94
4.3.5	Conhecer os custos causados pela paralisação dos principais processos e subprocessos para a organização. (Custo de indisponibilidade)	96
4.3.6	Vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos. Neste momento, os equipamentos herdam os níveis de serviço dos processos a eles vinculados.....	97
4.3.7	Identificar os equipamentos que são gargalos nos processos.....	100
4.3.8	Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos. Nesta fase é importante considerar o nível de serviço estabelecido para os equipamentos	100
4.3.9	Desenvolver sistema que permita a gestão de materiais, conhecer quais são os equipamentos e componentes, sinalizando qual o nível de serviço exigido, considerando a possibilidade de manter zero ou uma unidade do estoque.....	102
4.3.10	Análise dos dados.....	104
4.3.11	Dificuldades e recomendações.....	107
4.3	- Avaliação do Modelo.....	108

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES..... 110

5.1	- Conclusões	110
5.2	- Sugestões para Trabalhos Futuros.....	112

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

ANEXO A 116

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Fluxo horizontal de trabalho versus organização vertical.
- Figura 2: Hierarquia do processo.
- Figura 3: Exemplo de aplicação de Mudge.
- Figura 4: Tipos de classificação quanto à demanda.
- Figura 5: Classificação Cruzada (ABC e KXYZ).
- Figura 6: Custos totais para manter zero peças em estoque.
- Figura 7: Fração de tempo de permanência de uma peça em estoque.
- Figura 8: CT1 – Custo total para manter sempre uma peça em estoque.
- Figura 9: Fases de implantação TPM.
- Figura 10: Quatro fases da TPM.
- Figura 11: Classificação da manutenção planejada.
- Figura 12: Tipos de manutenção.
- Figura 13: Método de gestão de estoque, considerando os processos da organização.
- Figura 14: Impactos dos níveis de serviço na gestão de materiais.
- Figura 15: Custo do processo e classificação de peças de reposição por importância do processo.
- Figura 16: Processo e operações / equipamentos gargalos.
- Figura 17: Esquema de fontes de informações, principais resultados do sistema e benefícios esperados.
- Figura 18: Valores da Fiat.
- Figura 19: Princípios da Fiat.
- Figura 20: Mapa geral “Interações dos macros processos gestão da Fiasa”.
- Figura: 21: Fluxo do macro processo de estampagem.
- Figura 22: Layout Unidade Operativa de Prensas.
- Figura 23: Detalhamento da linha 17, prensa 17.01
- Figura 24: Critério de classificação das máquinas.
- Figura 25: Planilha para estabelecer critério de classificação de componentes.
- Figura 26: Exemplo de planilha para estabelecer critério de classificação de componentes.
- Figura 27: Árvore de componentes
- Figura 28: Planilha com análise da política de estoque recomendada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratégia de operações e o projeto da função operações.

Tabela 2: Tipos de parâmetros de controle

Tabela 3: Passos e pontos chaves para implantação da TPM.

Tabela 4: Desmembramento de política anual e objetivos TPM da empresa

Tabela 5: Objetivos e pilares da TPM.

Tabela 6: Tipos de manutenção segundo a TPM.

Tabela 7: Relação de paradas.

Tabela 8 : Classificação de equipamentos e tipos de manutenção indicada.

Tabela 9: Esquema de classificação de equipamentos.

Tabela 10: Esquema de classificação de equipamentos proposto.

Tabela 11: Nível de serviços e ações das políticas de estoque.

Tabela 12: Custos de indisponibilidade da linha 17.

Tabela 13: Custos gerados pelas políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro.

Tabela 14: Simulação com valor de criticidade do componente igual a 0,1.

LISTA DE ABREVIATURAS

AM: *Autonomous Maintenance.*

BM: *Breakdown Maintenance .*

CBM: *Conditions Based Maintenance.*

EOQ: *Economic Order Quantity.*

EWO: *Emergency Work Orders.*

FAPS: *Fiat Auto Production System.*

FIAT: *Fabrica Italiana de Automóveis de Torino.*

FMEA: *Análise dos Modos de Falha e Efeitos.*

JIPM: *Japan Institute of Plant Maintenance.*

KPI: *Key Performance Indicator.*

LEC: *Lote Econômico de Compras.*

LUP: *Lição de Um Ponto.*

MTBF: *Mean Time Between Failures.*

PCP: *Planejamento e Controle de Produção.*

PM: *Plant Maintenance - módulo SAP.*

PM: *Professional Maintenance.*

POQ: *Production Order Quantity.*

ROP: *Reorder Point.*

TBM: *Time Based Maintenance.*

TGPC: *Relação entre (T)empo de Reparo, o (G)rau de influência de um equipamento para um processo, a (P)robabilidade de defeito e a (C)riticidade.*

TPM *Total Productive Maintenance* ou *Manutenção Produtiva Total.*

WCM: *Word Class Manufacturing.*

RESUMO

COSTA, Jener de Castro. GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS DE BAIXÍSSIMO GIRO CONSIDERANDO PROCESSOS CRÍTICOS PARA ORGANIZAÇÃO. 2009
Ano. 117 páginas. Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia Civil). Florianópolis.

Este trabalho tem como objetivo analisar e apresentar quais são os impactos para as organizações, caso seja adotado o novo modelo proposto para a gestão de estoques de materiais de baixíssimo giro, considerando a importância dos processos críticos para a organização. Este novo método estabelece nove passos que permitem o desdobramento da visão estratégica na organização, em especial para as equipes de gestão de manutenção e estoque. A preocupação com essas equipes se dá porque os estoques de baixíssimo giro são normalmente compostos por peças usadas nas manutenções de equipamentos industriais, aviões, navios, estações de tratamento de água, esgoto e em outras situações que caracterizam-se por apresentarem um giro menor que uma unidade por ano, pelo o alto custo de obtenção e pelo elevado tempo para reposição. Para entender melhor este cenário foram realizados estudos sobre: processos e sua importância para a organização; gestão de estoques, em especial os estoques de baixíssimo giro desenvolvido por Wanke (2002) e os impactos que a gestão de manutenção exercem sobre o inventário através dos conceitos da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total). Para testar o novo modelo foi realizado um estudo de caso da unidade de Estampagem da Fiat onde foi possível identificar os impactos financeiros e qual seria a política de gestão de estoque mais adequada segundo os critérios de importância do processo estudado. Dentre os principais desafios encontrados é importante destacar a falta de informações estruturadas sobre os materiais, uma vez que parte das peças de reposição não estava registrada no sistema corporativo de gestão de estoque.

Palavras Chaves: estoque de baixíssimo giro, material de manutenção, manutenção produtiva total.

ABSTRACT

COSTA, Jener de Castro. MANAGEMENT OF VERRY LOW TURN OVER SUPPLY OF MATERIALS CONSIDERING CRITICAL PROCESSES FOR ORGANIZATION.

2009 Year. 117 pages. (Course of Master in Civil Engineering). Florianópolis.

The present work has as objective to analyze and to present which they are the impacts for the organizations, in case that the new model considered for the management of supplies of materials of lowest tuner over is adopted, considering the importance of the critical processes for the organization. This new method establishes nine steps that allow the unfolding of the strategically vision in the organization, in special for the teams of management of maintenance and supply. The concern with these teams if of because the supplies of lowest tuner are normally composites for used parts in the maintenances of industrial equipment, airplanes, ships, stations of water treatment, sewer and in other situations that are characterized for presenting a lesser turn that a unit per year, the high o attainment cost and for the raised time for replacement. To understand this scene better studies had been carried through on: processes and its importance for the organization; management of supplies, in special the supplies of lowest tuner developed by Wanke (2002) and the impacts that the maintenance management exert on the inventory through the concepts of methodology TPM (Total Productive Maintenance). To test the new model a study of case of the unit of Stamping of the Fiat was carried through where it was possible to identify the financial impacts and which would be the politics of management of supply more adjusted according to criteria of importance of the studied process. Amongst the main joined challenges it is important to detach the lack of information structuralized on the materials, a time that has left of the parts spare was not registered in the corporative system of supply management.

Words Keys: logistic, low turn supply material, of maintenance, processes, methodology of maintenance.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Como realizar a gestão de materiais de baixíssimo giro, garantindo um nível de serviço de acordo com as expectativas dos clientes sem onerar excessivamente a organização?

A Fiat, como diversas outras organizações, enfrenta o desafio de definir uma política para a gestão das peças de reposição dos equipamentos industriais. A falta de um método que permite fazer uma análise econômica e estratégica provoca distorções e custos adicionais para a empresa, especialmente nos materiais de baixíssimo giro.

Atualmente, para a gestão deste tipo especial de material, a Fiat considera as características de construção dos equipamentos, a durabilidade, vida útil e tempo de garantia das peças de reposição. Do ponto de vista logístico é considerado basicamente o *lead time*. Aspectos de custos e volume de estoque não são prioridades, contribuindo para uma tendência de formação de um estoque superior à necessidade.

Diversos métodos buscam minimizar os custos com o estoque e ao mesmo tempo garantir um elevado nível de serviço, considerando, normal e exclusivamente o aspecto financeiro, ignorando os aspectos estratégicos para a organização. Esses métodos não vinculam os equipamentos aos processos que estão envolvidos, tornando assim todos os equipamentos iguais para o gestor do estoque que, por sua vez, também trata os itens de reposição da mesma forma. O resultado é uma distorção, ou seja, peças de manutenção de um equipamento vinculado a um processo crítico para a organização e considerado gargalo, sendo tratadas da mesma forma que um equipamento que é usado eventualmente e/ou possua outros substitutos.

De que adianta garantir níveis de serviços elevados para itens que não são importantes para atender os processos dos clientes?

Para auxiliar na resposta dessa pergunta é apresentado um método que ajuda a identificar os impactos financeiros e o nível de serviço, caso adotada uma política de estoque

de zero ou uma unidade em estoque proposta por Wanke (2002), considerando a criticidade para a organização do processo que o equipamento está associado.

Dentre os benefícios que podem ser obtidos é possível enumerar:

- a) Estabelecimento de estratégias de compra e gestão de estoque a partir da importância do processo para a organização ao qual o equipamento está associado.
- b) Análise dos impactos financeiros caso adotada uma ou outra política de estoque considerando os custos e a criticidade da peça para o processo (nível de serviço).
- c) Identificar equipamentos e peças gargalos permitindo reduzir custos globais do estoque.

1.1 - Apresentação do Problema

As organizações enfrentam dificuldades para o gerenciamento e definição de políticas de estoques que se caracterizam pelo baixíssimo giro, isto é, aqueles materiais que movimentam menos de uma vez por ano, uma vez que os modelos clássicos de gestão demonstram-se inadequados quando a demanda é muito baixa.

Segundo Wanke (2002) estes estoques são formados por peças de reposição de equipamentos industriais, aviões, navios, estações de tratamento de água, esgoto dentre outras aplicações, que em vários casos apresentam características muito específicas, tais como: elevado tempo de reposição, produção sob demanda, equipamentos desenvolvidos a partir de projeto especial, custo de reposição elevado.

Atualmente as organizações buscam, através de iniciativas isoladas, otimizar os seus processos de gestão de materiais e manutenção. Essas iniciativas podem ser observadas através de alguns modelos e técnicas como a gestão de estoque de baixíssimo giro apresentada por Wanke (2002), TPM, dentre outras.

A gestão de materiais de baixíssimo giro já foi estudada por Wanke (2002) e possui processos otimizados para o seu tratamento, no entanto é considerada de forma isolada dos processos da organização, isto é, não contempla instrumentos que promovam o alinhamento estratégico.

Essa abordagem isolada provoca um distanciamento entre o que a direção da organização determinou como estratégia e as atividades operacionais, ou seja, os gestores de estoque e de manutenção não conseguem orientar os esforços em função dos processos críticos por falta de conhecimento. Como consequência desse distanciamento, os gestores operacionais buscam eficiência segundo somente a visão técnica de seu setor e não para a organização como um todo.

Fabro (2003) apresenta um modelo que propõem o desenvolvimento de esquemas de manutenção específicos em função da criticidade do processo, mas não faz um tratamento específico sobre a gestão de materiais.

Diversos programas de melhoria do processo produtivo tais como o FAPS (*Fiat Auto Production System*) buscam melhorias do processo de manutenção e cada vez mais incorporam uma visão mais clara e alinhada com as estratégias e metas operacionais definidas pela a organização, no entanto no dia-a-dia é possível observar uma grande dificuldade em operacionalizar, isto é, desdobrar as estratégias em ações operacionais.

Um fator ambiental das empresas que pode ser considerada uma barreira é a dificuldade em investir no diagnóstico e mapeamento de uma estrutura de componentes de manutenção dos equipamentos atualizada. Parte desta dificuldade pode ser atribuída pelo desinteresse dos gerentes em reconhecer a importância desta atividade operacional para contribuir no cumprimento de suas metas estratégicas, seja do ponto de vista da redução dos custos, aumento de disponibilidade dos equipamentos, e a garantia do funcionamento e dos níveis de produtividade requeridos pelos processos produtivos.

Através de estudo e reuniões realizadas com as equipes responsáveis pela implantação do método FAPS (descrito detalhadamente nos capítulos 3 e 5) na unidade de Prensas mesmo

seguindo todos os passos previstos no modelo existe uma grande dificuldade em calcular os lotes de peças de reposição.

Esta dificuldade é amplificada pela definição de metas antagônicas entre as equipes envolvidas. Se por um lado a equipe de manutenção está preocupada em manter a maior disponibilidade dos equipamentos e para isto solicita a aquisição do maior estoque possível, a equipe de gestão dos estoques está preocupada em manter o menor estoque possível e desta forma tenta reduzir tanto o custo de oportunidade do estoque quanto perdas por obsolescência, perdas e roubos. Em função destas metas não é difícil observar conflitos entre as equipes.

A partir do capítulo 3 , é analisada a gestão de estoque de materiais de baixíssimo giro, considerando a importância e influência dos processos realizados pela organização para atender os clientes internos e externos. É apresentada uma visão sobre os desdobramentos desta associação, tais como: a determinação do nível de serviço considerando os processos críticos à organização, o auxílio na escolha da política de gestão de materiais, o conhecimento dos equipamentos que são gargalos produtivos e os custos de indisponibilidade e penalidade dos equipamentos.

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Objetivo Geral

O objetivo geral é analisar quais são os impactos para as organizações, caso seja adotado o novo modelo proposto para a gestão de estoques de materiais de baixíssimo giro, considerando a importância dos processos críticos para a organização.

1.2.2 - Objetivos Específicos

- Conhecer o método de gestão da manutenção implantado na organização.
- Identificar quais as dificuldades e limites para se implantar o método desenvolvido.
- Desenvolver um método que proporcione a associação dos processos críticos para uma organização e as políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro.

- Criar uma planilha para permitir a avaliação dos impactos, caso escolhido um ou outro método de gestão de estoque.
- Através de estudo de caso Fiat aplicar o modelo proposto e apresentar o resultado da aplicação do algoritmo, através de dados do processo de estampagem.

1.3 - Justificativa e Importância

Como realizar a gestão de materiais de baixíssimo giro, buscando garantir o equilíbrio entre o investimento financeiro no estoque, o nível de serviço desejado pelos clientes e contribuir para o sucesso das estratégias definidas pela organização de acordo com sua missão e metas?

Organizações que atuam em setores como: naval, aéreo, automobilístico e siderúrgico, normalmente mantêm elevados estoques de itens de reposição que eventualmente ou nunca são consumidos. Esses estoques, por suas características de baixíssimo giro normalmente geram elevados custos, dentre eles: o custo de oportunidade (dinheiro que poderia render, caso aplicado no negócio da organização ou no mercado financeiro), custos de gestão, custos de armazenamento e inventário. Outro aspecto importante é o impacto que causaria a ruptura do estoque, ocasionando, na maioria das vezes, a parada do equipamento e/ou do processo a ele vinculado.

Gerir melhor este inventário é um grande desafio, podendo ser um diferencial competitivo quando se consegue garantir o nível de serviço desejado pelo cliente, gerenciando os riscos de ruptura de estoque e investindo o menor volume de recursos financeiros.

1.4 - Limitações da pesquisa

Os valores dos custos dos processos foram informados pelos gestores e não sofreram validações adicionais.

Depois de aplicados os critérios que caracterizam os materiais de baixíssimo giro a amostra real do estudo que partir de 455 itens foi reduzida a 12 dificultando as análises do método.

1.5 - Resultados Esperados

A proposta é desenvolver e avaliar um método que permita aos gestores de estoque conhecer a criticidade de uma peça de reposição em função da importância que processo tem para a organização. Para atingir este resultado é necessário estabelecer o vínculo entre: o processo, os equipamentos usados e a árvore de componentes de manutenção de cada equipamento.

O mapeamento promoverá um conhecimento mais profundo da organização e permitirá avaliar os impactos decorrentes de uma parada de um processo por falta de um determinado componente de manutenção.

Será desenvolvida uma planilha tem como objetivo ser uma ferramenta que permitirá avaliar e simular os impactos financeiros, no arco de um ano, respeitando as políticas de nível de serviços já adotados pela empresa. Através do preenchimento de parâmetros globais é possível alterar o comportamento e as sugestões de como o gestor de estoque deve atuar para garantir a disponibilidade e nível de serviços requeridos pelo seu negócio.

1.6 - Estrutura da dissertação

No capítulo 2 será apresentado o problema, os fatores e os parâmetros que estão envolvidos na gestão de estoque de baixíssimo giro bem como as vantagens e dificuldades de associar esta gestão à estratégia das organizações.

No capítulo 3 serão apresentados os principais elementos que fundamentam a importância de se relacionar os aspectos estratégicos, financeiros e técnicos para a melhoria na gestão de materiais de manutenção de baixíssimo giro através da revisão teórica sobre temas como : os processos e a sua importância para as organizações, características sobre os estoques e formas de gestão, métodos de gestão de manutenção e os seus impactos no inventário de materiais.

No capítulo 3 será detalhado o novo modelo proposto de gestão que visa facilitar a compreensão por parte do gestor de estoques e também do responsável pela manutenção, quais são os impactos na organização quando da definição do nível de serviço por processos e equipamentos e respectivas políticas de estoques de reposição dos materiais de manutenção.

No capítulo 4 será apresentado o estudo de caso Fiat com a aplicação do método através da utilização de uma planilha criada para guiar os passos para implantar o método.

1.7 - Metodologia

Para melhor entender as bases do problema foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os temas, abordando os processos e suas influências na organização, gestão de estoques de baixíssimo giro e gestão de manutenção, mais especificamente no TPM (Manutenção Produtiva Total) e o FAPS (*Fiat Auto Production System*). De posse desses conhecimentos básicos, foram verificados como esses conceitos são aplicados na Fiat. Através de entrevistas, foram levantadas informações relevantes sobre as principais variáveis do modelo proposto, realizando assim uma validação prévia da exequibilidade do método. Ao final, é apresentada uma simulação da utilização do método com dados do processo de prensas e uma crítica de como os seus resultados poderiam ser avaliados pelos gestores de estoque.

CAPÍTULO 2 - BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

2.1 - Os Processos e as Organizações

As organizações são compostas por pessoas, informações, técnicas, equipamentos e recursos materiais como: matérias-primas, energia, materiais de apoio, dentre outros que são utilizados de forma a gerar produtos e/ou serviços que atendam as expectativas dos clientes internos, externos, acionistas, empregados, governo e da sociedade.

São os desenhos e as eficiências dos processos que diferenciam as organizações umas das outras. Os processos que apresentam métodos que conseguem associar e transformar, de forma mais eficiente, os recursos como matérias-primas, máquinas e mão de obra são as verdadeiras alavancas que permitem às empresas e aos governos prover aos seus clientes, internos e externos, índices superiores de nível de serviço.

Cabe ressaltar que os processos não estão associados somente à manufatura, mas também a todas as atividades, desde a identificação das demandas, administração, recursos humanos, logística à outras tais como gestão de manutenção e suprimento.

Está na melhoria dos processos a chave para o aumento da competitividade das organizações, seja através da redução de custos, da melhoria no processo de entender as necessidades dos clientes ou do melhoramento dos processos industriais.

Para Reid e Sanders (2003, p.9) a “Reengenharia dos processos empresariais significa reprojeter os processos da empresa para aumentar a eficiência, melhorar a qualidade e reduzir custos.”

2.1.1 - O que são os processos

Para Harrington (1993, p.10),

Processo. Qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo. Os processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos.

Processo empresarial. Todos os processos que geram serviço e os que dão apoio aos processos produtivos (por exemplo, processos de atendimento de pedido, de mudança de engenharia, da folha de pagamento, planejamento de processo de manufatura). Um processo empresarial consiste num grupo de tarefas interligadas logicamente, que fazem uso dos recursos da organização, para gerar resultados definidos, em apoio aos objetivos da organização.

Processo produtivo. Qualquer processo que entra em contato físico com o produto ou serviço que será fornecido a um cliente externo, até o ponto em que o produto é embalado (por exemplo, a manufatura de computadores, preparação de alimento para consumo em massa, refinação de petróleo, conversão de minério de ferro em aço.)

Já Tubino (2000) subdivide os processos produtivos em:

- Processos Contínuos
- Processos Repetitivos em Massa
- Processos Repetitivos em Lotes
- Processos por Projetos

2.1.1.1 - Processos contínuos

Tubino (2000, p.28) classifica: “Os processos contínuos são empregados quando existe uma alta uniformidade na produção e demanda dos bens ou serviços, fazendo com que os produtos e os processos produtivos sejam totalmente interdependentes”. Esta característica impacta diretamente nos níveis de serviços exigidos dos recursos como equipamentos, uma vez que qualquer paralisação, seja por quebra ou por mal funcionamento, pode trazer grandes impactos em toda a operação da organização.

Outro fator relevante para as organizações que se caracterizam pelo seu processo contínuo é a grande possibilidade de automação e por consequência a aquisição de elevado número de equipamentos, muitas das vezes específicos para aquele projeto. Neste ambiente, tanto a equipe de manutenção quanto os gestores de estoque de sobressalentes buscam, já na fase de projeto, adquirir elevado número de peças de reposição para garantir o máximo de confiabilidade e disponibilidade ao processo produtivo.

2.1.1.2 - Processos repetitivos em massa

Tubino (2000, p.28) define este tipo de processo como:

Os processos repetitivos em massa são aqueles empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados. Normalmente, a demanda pelos produtos são estáveis fazendo com que seus projetos tenham poucas alterações no curto prazo, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível, onde os altos investimentos possam ser amortizados durante um longo prazo. Nesse sistema produtivo a variação entre os produtos acabados se dá geralmente apenas no âmbito da montagem final, sendo seus componentes padronizados de forma a permitir a produção em grande escala. Convencionalmente, a “produção em massa” emprega mão-de-obra pouco qualificada e pouco polivalente, porém com a implantação de sistemas baseados na filosofia JIT/TQC este quadro vem se modificando, devolvendo ao empregado funções de gerenciamento do processo, como, por exemplo, a garantia da qualidade e a programação da produção, que lhes foram retiradas com a especialização decorrente da revolução industrial.

As empresas que adotam esse tipo de processo apresentam alto volume de produção, e caracterizam-se pela busca do aprimoramento da cadeia de suprimentos onde frequentemente são adotadas técnicas como *JIT* e *Kanban* e processos produtivos cada vez mais eficientes tais como o método *Toyota*, de forma a reduzir os custos gerais de produção. São exemplos as empresas que fabricam bens padronizados como eletrodomésticos, produtos têxteis, eletroeletrônicos, etc.

Nesses tipos de organizações podem ocorrer um número mais elevado de equipamentos, que variam dos específicos aos comuns entre operações. Essa similaridade pode se tornar especialmente interessante como forma de elevar a confiabilidade total do sistema desde que se conheça profundamente onde e como são usados os recursos disponíveis. Exemplo: um determinado motor pode ser usado em um equipamento com uso esporádico ou como peça de reposição emergencial para um equipamento vinculado a um processo crítico.

Esse também é o ambiente onde encontramos a aplicação da Manutenção Produtiva Total, ou *Total Productive Maintenance* (TPM), filosofia de trabalho que envolve os operadores em atividades de manutenção através da capacidade e envolvimento, garantindo, assim, uma maior confiabilidade dos equipamentos.

2.1.1.3 - Processos repetitivos em lotes

Esse tipo de processo normalmente é adotado por organizações que atuam em autopeças, alimentos industrializados e organizações que produzem artigos promocionais, etc. Esse processo é definido por Tubino (2000, p.28)

Os processos repetitivos em lotes caracterizam-se pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes, sendo que cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas. O sistema produtivo deve ser relativamente flexível, empregando equipamentos pouco especializados e mão-de-obra polivalente, visando atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda. Os processos repetitivos em lote situam-se entre os dois extremos, a produção em massa e a produção sob projeto, onde a quantidade solicitada de bens ou serviços é insuficiente para justificar a massificação da produção e especialização das instalações, porém, justifica a produção de lotes no sentido de absorver os custos de preparação do processo.

Esse tipo de organização possui várias linhas de produção ou células produtivas, o que configura um cenário complexo para realizar tanto a manutenção quanto a gestão dos estoques de sobressalentes.

Fabro (2003) afirma que para esses casos são adotados esquemas de manutenção específicos em função da criticidade. Por exemplo, a manutenção preditiva é executada nos equipamentos críticos para a planta como um todo e críticos para processos importantes para a organização. A manutenção preventiva é planejada individualmente, por equipamento, com objetivo de garantir a maior disponibilidade e normalmente é realizada através de paradas programadas, reduzindo assim os impactos no negócio. Por último, as manutenções corretivas que exigem acordo com as áreas de Planejamento e Controle de Produção (PCP) e a própria produção.

Fabro (2003, p.25) também destaca que:

Porém, em alguns casos, a manutenção corretiva tem vantagens sobre a preventiva, por exemplo, em equipamentos que não são gargalos, ou possuem similares, tornando-se mais em conta deixá-los trabalhar até falhar do que atuar preventivamente, tendo de

disponibilizar recursos desnecessariamente para trocar peças que ainda não atingiram o fim de sua vida útil. Quando o custo da parada do equipamento é inferior ao custo da manutenção preventiva, e não existe risco algum para a segurança e meio ambiente, a manutenção corretiva se torna uma prática aceitável.

Considerando esse conceito, ele está perfeitamente alinhado com os conceitos de gestão de materiais de baixíssimo giro, normalmente característicos de peças de manutenção.

2.1.1.4 - Processos por projetos

As empresas que seus produtos são resultantes de projetos têm como característica principal a flexibilidade e adequação às necessidades dos clientes. São exemplos as de navios, aviões, turbinas para hidrelétricas, etc.

Tubino (2000, p.29) destaca:

Os processos por projeto têm como finalidade o atendimento de uma necessidade específica do cliente, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. O produto tem uma data específica para ser concluído e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente à custa de certa ociosidade, enquanto a demanda por bens ou serviços não ocorrer.

Fato interessante é que essas empresas geram produtos que normalmente, pela sua natureza, causam impacto no processo de reposição, pois existem diversas peças que são construídas sob medida e cujo tempo de fabricação é longo. Como consequência não é incomum gestores de estoques adquirirem peças sobressalentes que nunca irão usar, pelo receio de quebra e paralisação da operação.

2.1.2 - Os processos nas organizações

Para conhecer uma organização é necessário compreender os seus fluxos de trabalho que normalmente são horizontais ou verticais.

Os processos verticais recebem entradas e geram saídas dentro de um único departamento. Quase sempre são simples e normalmente são subprocessos de processos empresariais interfuncionais.

Os processos interfuncionais intermeiam a organização horizontalmente, passando por várias funções ou departamentos, sendo que raramente existe uma pessoa específica como responsável pelo processo total (Figura 1).

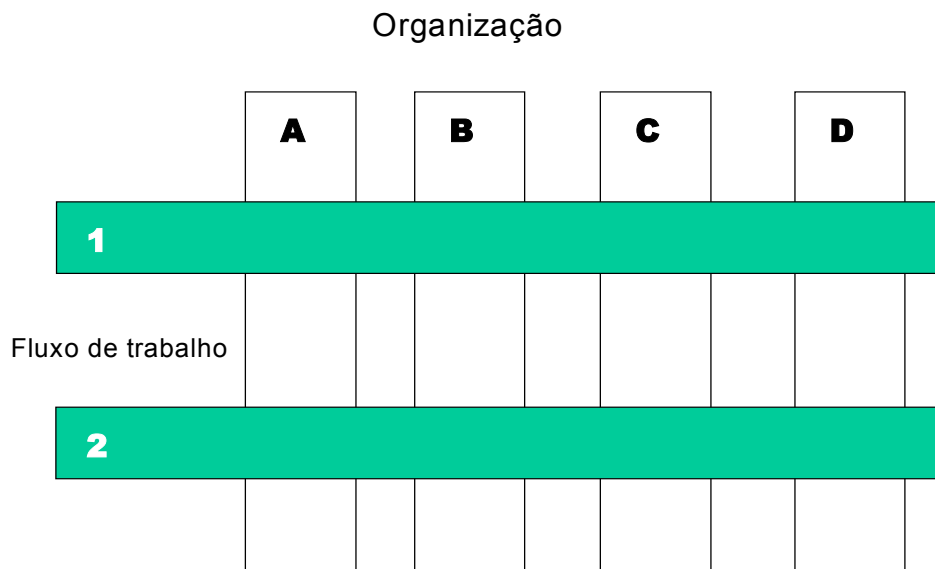


Figura 1: Fluxo horizontal de trabalho versus organização vertical.

Fonte: Harrington (1993, p.16).

As organizações, normalmente, são compostas por macroprocessos - atividades-chave necessárias para administrar e/ou operar uma organização. Esses são divididos em subprocessos, que são inter-relacionados de forma lógica por atividades sequenciais que contribuem para a missão do macroprocesso. Estas atividades por sua vez são compostas por conjunto de tarefas (Figura 2).

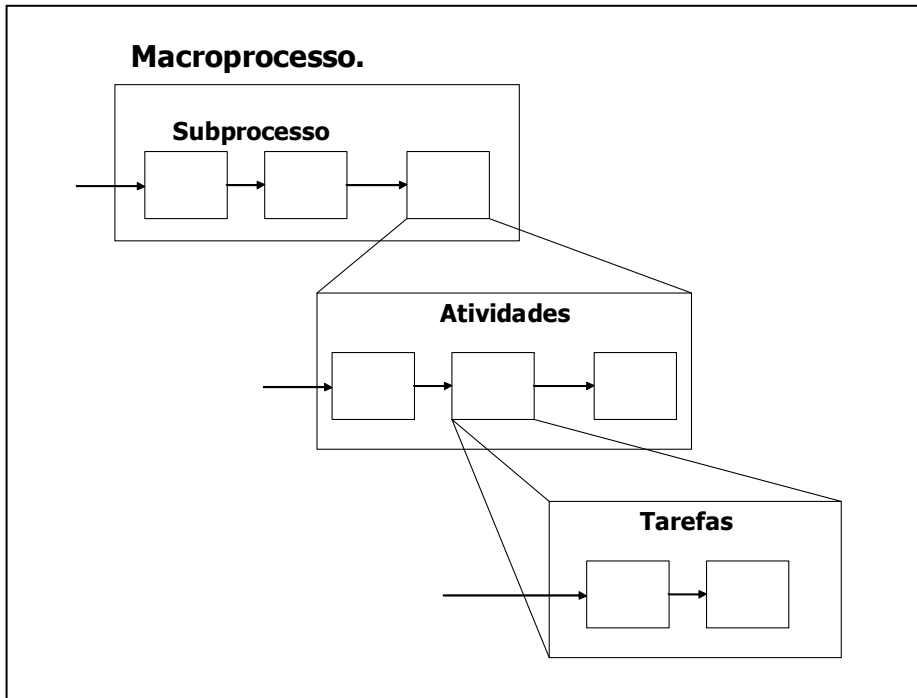


Figura 2: Hierarquia do processo.

Fonte: Harrington (1993, p.34)

Para se conseguir determinar quais são os processos críticos, a organização deve identificar aqueles fundamentais para a operação da empresa. Nessa fase, é fundamental o conhecimento profundo das necessidades dos clientes e da missão da empresa. O resultado desse trabalho deverá tornar-se a linha guia para toda a organização. É também de vital importância que cada processo tenha muito bem definida a sua própria missão. Assim, permitirá a determinação das saídas desejadas para cumprir os objetivos de toda a empresa.

São potencialmente processos críticos, além das atividades básicas da empresa, os que causam reclamações ou problemas para os clientes externos e internos, como processos de alto custo e de longo ciclo de duração.

A partir da lista dos processos e subprocessos críticos, deve-se definir os níveis de serviço desejados, criando assim a base e definindo os parâmetros que orientarão a gestão de estoque e manutenção da infraestrutura da empresa.

2.1.3 - A importância da definição da estratégia e o desdobramento em processos para as organizações

Ballou (2001, p.38) afirma que “Decidir as diretrizes estratégicas para a empresa, a fim de atender seus objetivos financeiros, de crescimento, de participação no mercado e outros, é a primeira e a mais importante consideração para a gestão.”

Reid e Sanders (2003, p.4) destacam que “As decisões de longo prazo que estabelecem os rumos de toda a organização são chamadas de decisões estratégicas. Essas decisões são abrangentes em escopo e dão o tom para outras decisões, mais específicas”

É fundamental que os processos sejam desenvolvidos a partir da missão escolhida pela organização e não para atender a si próprios. Se a missão de uma determinada organização é tornar a vida de seus clientes e funcionários mais simples e conveniente, não é admissível um processo de entrega extremamente complexo e sem flexibilidade de horários, mesmo que seja capaz de realizar seu objetivo com 100% de confiabilidade. Ao cliente que trabalha durante todo o dia, o compromisso de entrega de uma encomenda às 14h não atende às expectativas.

Reid e Sanders (2003, p.6) apresentam o seguinte esquema que mostra o desdobramento desde a estratégia empresarial até as funções de operação.

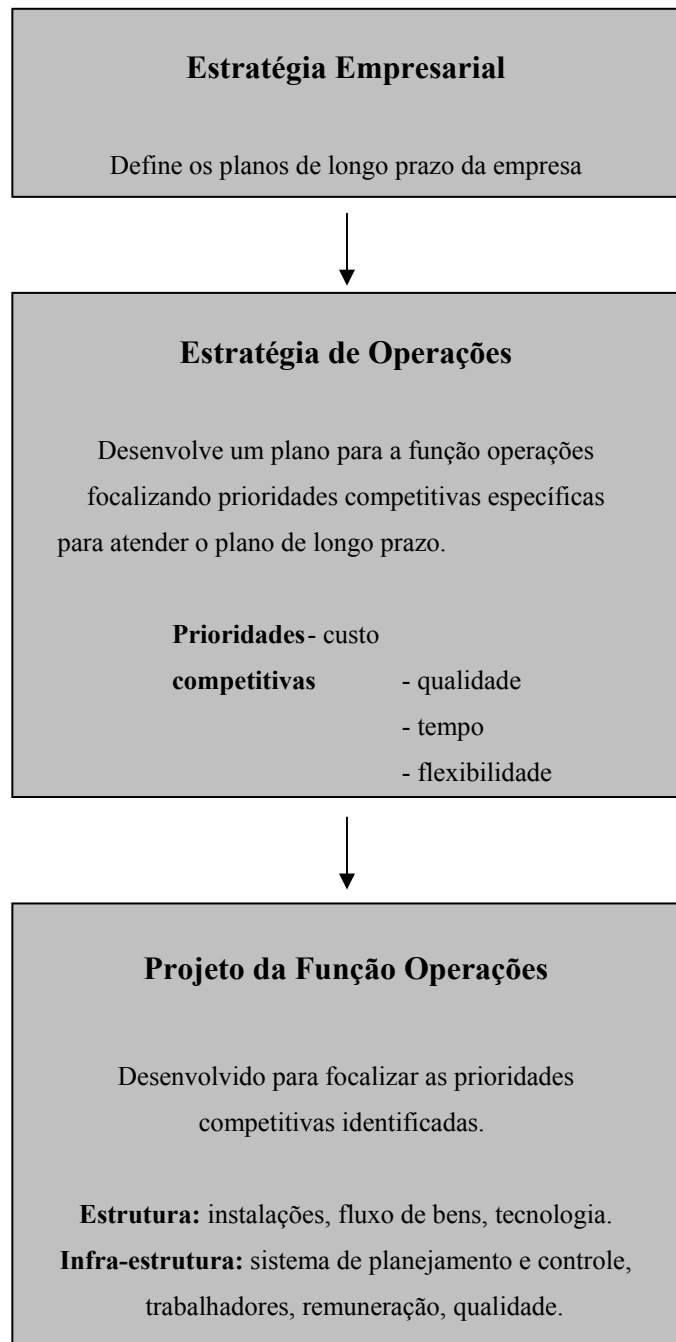


Tabela 1: Estratégia de operações e o projeto da função operações.

Fonte: Reid e Sanders (2003, p.6).

Na busca de maior competitividade, a partir da década de 80, as organizações definiram estratégias para responder à concorrência global que começava a se configurar. Nessa ocasião, as empresas passaram a viver uma verdadeira revolução em seus processos. Observou-se a obstinação para implantar sistemas, metodologias e ferramentas como: sistemas de gestão da qualidade total, CEP - Controle Estatístico de Processos, *Just in time*, processo de

aperfeiçoamento contínuo, *benchmarking* ou custo da baixa qualidade. Esses esforços, em sua maioria, foram realizados somente sobre os processos produtivos.

Contrapondo essas estratégias Harrington (1993, p.X) afirma:

Na maioria dos empreendimentos, a manufatura responde por apenas 6 a 10% do custo do produto. (...) Em muitas empresas, a administração pode obter mais lucro reduzindo pela metade os custos pela má qualidade do que duplicando as vendas. Isso pode ser realizado sem contratar ninguém, sem construir nenhum edifício e sem desenvolver nenhum cliente adicional. Existe dinheiro escondido por toda a organização.

Somente em meados dos anos 80 é que os responsáveis pela administração perceberam que atacaram o lado errado do negócio. Ficou claro que os conjuntos de atividades realizados pelas organizações não são compostos exclusivamente pelos processos de produção. Existem muitos outros processos que usam materiais, equipamentos e pessoal para fornecer vários tipos de saídas (produtivos) e serviços. Esses últimos são conhecidos como processos empresariais e atualmente são até mais importantes para a competitividade do que os processos de produção.

Harrington (1993, p.XX) cita o que Dr. W. Edwards Deming declarou em 1986: “Eu estimo, baseado em minha experiência, que a maioria dos problemas e das possibilidades de aperfeiçoamentos tem a origem no sistema (processo), uma proporção em torno de 94 contra 6% oriundos de causas especiais.”

A partir desta afirmação pode-se concluir que processos como de planejamento e controle, compras e contabilidade podem se tornar grandes impulsionadores de competitividade. O processo de gestão de estoques pode gerar informações fundamentais como o custo de parada de determinado processo variável com a qual é possível obter o custo de falta de uma peça derivada de uma parada de equipamento e respectiva produção.

2.1.4 - Os processos críticos

Cada organização possui um macroprocesso crítico derivado da sua natureza de negócio e atuação. No caso de organizações como fábricas e montadoras, a manufatura consiste em um macroprocesso crítico uma vez que causa impacto direto aos clientes da empresa.

Empresas que adotam sistemas de qualidade como ISO-9000 possuem documentados os processos das organizações, bem como as inter-relações entre eles. Para fazer essa documentação são adotadas várias técnicas desde entrevistas, fluxogramas, mapeamento de interação entre processos, planilhas de apoio, *brainstorming*, etc.

Através do mapeamento dos processos de uma organização é possível entender e identificar os processos críticos e assim estabelecer níveis de serviços que atendam às necessidades do negócio, clientes internos e clientes externos. É especialmente importante o alinhamento dos processos críticos com os objetivos estratégicos da organização, pois é através da melhoria da eficiência que a organização conseguirá atingir as metas definidas e promover melhorias competitivas.

Esta etapa de mapeamento e identificação dos processos críticos é fundamental para gestão da manutenção uma vez que todos os equipamentos e respectivos materiais de reposição que estão associados a esses processos também devem ser tratados como críticos.

2.1.5 - Processos de manufatura - critérios de indicadores

Seguindo a premissa de que os processos de manufatura são críticos para as organizações, é importante definir quais são os fatores críticos e respectivos critérios e indicadores que permitam aprimorar o desempenho dos mesmos.

Fabro (2003) cita um método que permite identificar os processos críticos através da técnica de Avaliação Numérica de Relações Funcionais de Mudge. Essa técnica consiste em comparar, par a par, os objetivos estratégicos entre si e identificar o quanto um é mais importante do que outro.

Fabro (2003, p.43) demonstra o método através:

- 5 - função ou critério muito mais importante que a outra;
- 3 - função ou critério moderadamente mais importante;
- 1 - função ou critério com pouca importância a mais.

	B	C	SOMA	%
A	A3	C1	3	60
	B	B1	1	20
		C	1	20
	TOTAL		5	100

Figura 3: Exemplo de aplicação de Mudge.

Fonte: Fabro (2003, p.43).

No exemplo da figura 3 pode-se notar que os critérios A, B e C foram correlacionados, utilizando-se os valores para avaliação (1, 3 e 5) apresentados, resultando que A é moderadamente mais importante que B, B tem pouca importância a mais que C e que C tem pouca importância a mais que A. Chegando-se portanto, a soma de pontuação, de onde se conclui que o critério A tem 60% do grau de importância, para 20% de B e 20% de C. O somatório de pontos recebidos por cada objetivo permite chegar aos com maior pontuação, sendo estes considerados os objetivos estratégicos de maior relevância para a manufatura, sugerindo os critérios mais importantes para a posterior identificação do processo crítico.

Para selecionar do processo crítico, aplica-se uma matriz de decisão, onde através de uma pontuação de gravidade se correlaciona os processos pretendentes a críticos com os critérios mais importantes, em que no somatório final, chega-se ao processo com maior pontuação. Sendo este, portanto, considerado crítico para a manufatura.

Este é um método que pode ser utilizado para auxiliar a definição de quais são os processos críticos e com a vantagem de tornar claros os critérios de seleção.

2.1.6 - Por que esforços no aprimoramento dos processos empresariais?

Os esforços da década de 80 em medir, controlar, homologar e corrigir os processos produtivos resultaram em consideráveis ganhos, fato que não se repetiu com os processos

empresariais. Por não terem sofrido o mesmo grau de aprimoramento, os processos empresariais se tornaram a maior fonte de custos e perdas para as organizações.

Dados da economia americana confirmam que a taxa de produtividade do pessoal de fábrica é boa, mas a das equipes de suporte, composta por engenheiros, banqueiros, advogados e administradores é baixa.

Segundo Harrington (1993, p. 2),

Entre 1978 e 1985 a produção real gerada pelo pessoal de fábrica aumentou 15%, enquanto seu número diminuiu 6%. O ganho de produtividade foi de 21%. Ao mesmo tempo, o número de pessoas em funções de colarinho branco aumentou 21%, mas sua produção real aumentou apenas 15%, resultando numa perda de produtividade de 6%.

Tanto o processo de gestão de manutenção quanto o de gestão dos estoques são processos empresariais e devem ser orientados para atender às necessidades dos clientes de acordo com a determinação definida na missão da organização. As estratégias para cumprir a missão, determinarão os parâmetros de custos, disponibilidade e níveis de serviço que devem ser perseguidos para ambos os processos.

As decisões não devem ser orientadas a partir dos setores responsáveis pela manutenção e do material, mas sim dos seus processos. O que determina a importância e o nível de serviço de suporte e manutenção de um equipamento é o processo, além das expectativas dos clientes que ele atende.

2.2 - Gestão de Estoques

Para Ballou (2001, p.254) “O gerenciamento de estoques envolve equilibrar a disponibilidade do produto, ou do serviço ao cliente, por um lado, com os custos do fornecimento em um dado nível de disponibilidade do produto, ou outro”.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p.100) afirmam que “O nível de estoque utilizado depende do grau de atendimento definido no objetivo estratégico da empresa” e definem:

O controle de estoques tem como meta principal a determinação do “quanto” se deve adquirir de materiais de estoque, e “quando” adquiri-los, a fim de permitir a continuidade operacional de uma organização, seja no que se refere às vendas, à produção ou à prestação de serviços de instalação e manutenção geral.

Ballou (2001, p.43) defende que:

As decisões de estoque referem-se à maneira através da qual os estoques são gerenciados. Alocar (empurrar) estoques para os pontos de estocagem versus puxá-los para o ponto de estocagem através de regras de reabastecimento representam duas estratégias. Outras são localizar seletivamente vários itens na linha de produção da planta, no armazém regional ou no campo, ou gerenciar níveis de estoques por vários métodos de revisão contínua de estoque. A política singular que a empresa usa afetará as decisões de localização de instalações e, por isso, deve ser considerada na estratégia logística.

Os principais modelos de gestão de estoque estão baseados em fatores financeiros tais como custo de aquisição, custo de manutenção de estoque, custo de oportunidade e fatores de gestão como lote econômico de compras, estoque de segurança, cobertura de estoque, rotatividade, etc. No entanto, esses modelos não conseguem garantir que as unidades disponíveis no estoque são realmente as necessárias, uma vez que não reconhecem a relação entre processos (principalmente os críticos), equipamentos e peças sobressalentes. O estabelecimento dessa relação contribui de forma efetiva para a garantia da manutenibilidade e por consequência para elevar e garantir os níveis de serviços desejados tanto pelos clientes internos quanto externos.

Fabro (2003, p.31) afirma que a manutenibilidade abrange fatores como: documentação, sobressalentes, padronização, reprojeto e melhorias. Esses fatores podem ser representados pelo indicador MTTR (*mean time to repair*) ou tempo médio para reparo onde os sobressalentes são definidos como:

Componentes e peças reservas devem ser bem gerenciados, de forma que tenham qualidade, sejam padronizados e estejam disponíveis no momento em que se precisa deles. Outro aspecto importante do gerenciamento de sobressalentes é o custo, devendo ser o menor possível, assim o controle do estoque e da rotatividade dos itens necessita de atenção especial.

Uma vez que a gestão de estoques de sobressalentes é crítica para garantir o menor tempo de reparo, a escolha da política de estoque bem como o método mais adequado passa também ser fundamental para garantir a continuidade e desempenho das organizações.

Já Wanke (2005) conceitua que:

A gestão de estoques tem recebido substancial atenção dos meios acadêmico e empresarial nos últimos anos. A maior parte da literatura está focada em determinar, estabelecer ou aplicar métodos para ressurgimento dos estoques em ambientes de produção e distribuição. Nesses ambientes, a demanda e o tempo de resposta tendem a ser previstos com maior grau de certeza e a grande maioria dos modelos empregados permite a tomada de decisões adequadas sobre quanto manter em estoque de cada item ou produto.

Fundamentalmente a gestão de peças sobressalentes está submetida a variáveis que não tornam viáveis a adoção dos modelos clássicos. Como destaca Wanke (2005), “a demanda é errática e difícil de prever, tempos de resposta são longos e estocásticos e os clientes querem receber as peças de reposição rapidamente.”

2.2.1 - Tipos de estoque

Lopez, Souza e Moraes (2006) descrevem a existência de vários tipos de estoques, cada qual com características diferentes, que impactam diretamente na forma e local de armazenagem.

Heizer e Render (2001, p.321) afirmam: “Para utiliza as funções dos estoques, as empresas mantêm quatro tipo deles. (1) estoques de matérias primas, (2) estoques de produto em processo, (3) estoques de suprimentos de manutenção/reparos/operacional, (4) estoques de produtos acabados.”

Reid e Sanders (2003, p.237) caracterizam os tipos de estoque como:

A maioria das empresas manufatureiras utiliza os tipos de estoque relacionados a seguir. Matérias-primas são os itens comprados ou materiais extraídos que são transformados em componentes ou produtos. Componentes são peças ou submontagens usadas na elaboração

do produto final. Produção em processo (PEP) refere-se a todos os itens em processamento em toda a instalação. Depois que o produto está pronto, torna-se um produto acabado. A distribuição de estoque consiste em produtos acabados e peças sobressalentes em diversos pontos do sistema de distribuição. Estoques de manutenção, estoque de reparos e estoque operacional (MRO) são suprimentos utilizados na manufatura mas que não se tornam parte do produto acabado.

Os autores segmentam o estoque considerando as suas funções para as empresas:

1. “*Estoque de antecipação*”, itens elaborados em antecipação a demanda futura que permite a empresa manter uma estratégia de produção nivelada.
2. “*Estoque flutuante*”, que protege contra variações inesperadas da demanda e garante serviços uniformes ao cliente.
3. “*Estoque de tamanho de lote*”, que determina a da real quantidade comprada e possibilita custos unitários mais baixos.
4. “*Estoque de transporte*”, formado por itens em circulação entre diferentes localizações e estão presentes durante a movimentação do estoque do fabricante para as instalações de distribuição.
5. “*Estoque especulativo*”, que é o estoque extra, acumulado ou comprado como proteção contra algum acontecimento futuro e seu objetivo é permitir suprimento contínuo.
6. “*MRO*”, que incluem suprimentos de manutenção, sobressalentes, lubrificantes, produtos de limpeza e suprimentos diários operacionais. Facilita as operações diárias.

Pelo fato do estoque desempenhar múltiplas funções nas operações das empresas estas desenvolvem objetivos de gerenciamento de estoque e medidas de desempenho para avaliar como estão lidando com o investimento em estoque. Por este fato os métodos de gestão consideram especialmente o aspecto de custos de sua manutenção. (rever)

Já Lopez, Souza e Moraes (2006, p.84), definem os principais tipos de estoque como:

Produtos acabados: produtos embalados, prontos para comercialização. Este estoque onera o custo final do produto. É um estoque fortemente sujeito a obsolescência, danos e furtos.

Produtos semiacabados: materiais em processo que podem ou não possuir áreas específicas para armazenagem. É muito comum estoque destes materiais para alimentar os gargalos ou servir de pulmão para processos que competem por recursos escassos.

Matéria-prima: material comprado dos fornecedores que irão compor os semiacabados e o produto final. Seu estoque é fundamental para o caso de alteração na demanda ou atrasos de fornecedores.

Manutenção: peças que servem para manter o funcionamento dos equipamentos e a estrutura da empresa.

Materiais auxiliares e consumíveis: são materiais gastos no processo de transformação, não fazendo parte do produto final.

Como podemos observar, Lopez, Souza e Moraes (2006) apresentam uma segmentação do tipo de estoque de MRO, caracterizando separadamente os materiais de manutenção, uma vez que esses apresentam características próprias e especiais, tais como variações de demanda e tempo para ressurgimento.

Para Ballou (2001, p.251) “Os estoques podem ser classificados de cinco formas distintas”:

1. *“Estoque no canal”*: formado pelo inventário que está em trânsito entre os pontos de estocagem ou de produção.
2. *“Estoque para especulação”*: são formados mais pelo interesse financeiro do que logístico. São exemplos estoques como ouro, prata e cobre.
3. *“Estoque de natureza regular ou cíclica”*: tem como objetivo satisfazer demandas médias durante o tempo entre reabastecimentos sucessivos. Para esses casos, a quantidade de estoque é altamente dependente dos tamanhos dos lotes, das quantidades econômicas de embarque, das limitações do espaço de estocagem, dos tempos de reabastecimento, das programações de desconto da relação preço-quantidade e dos custos de manter estoques.
4. *“Estoques gerados como uma proteção da variabilidade na demanda para o estoque e no tempo de ressurgimento”*: também conhecido como estoque de segurança, tem como objetivo suportar as variações na demanda ou no prazo de entrega, garantindo o nível de disponibilidade (serviço) desejado pela organização.

5. “*Estoque obsoleto, morto*”: composto por produtos com validade vencida, roubada ou perdida.

2.2.2 - Custos relevantes do estoque

A determinação do nível de estoque está intimamente ligada com o nível de serviço estabelecido pela organização, quanto maior a disponibilidade requerida, maior o estoque e por consequência os impactos financeiros e operacionais para a empresa. A partir dessas premissas torna-se fundamental a avaliação e controle do inventário, pois estão associados a diferentes tipos de custos.

Segundo Reid e Sanders (2003), as decisões derivadas das políticas de estoque afetam os custos. Os custos relevantes para o estoque são:

- Custos dos itens,
- Custos de armazenagem compostos por:
 1. Custos de capital
 2. Custos de espaço
 3. Custo de risco
- Custos de emissão de pedidos
- Custos da falta (carência) de estoque

Custos dos itens são aqueles que incluem o preço pago pelo item, bem como outros custos diretos incluídos na obtenção do item para a instalação, como o transporte para o recebimento e os seguros, impostos ou taxas pagos.

Já os custos de manutenção de estoques são afetados em função do volume do estoque mantido. Para obter os custos unitários de manutenção é necessário considerar três componentes: custo do capital, custo de armazenagem e custo de risco. Esses custos normalmente são expressos em valor por unidade/ano ou pelo percentual do valor do item (exemplo 15% por ano).

O custo de capital normalmente é o mais elevado para a empresa e está relacionado com o custo de oportunidade da organização. Trata-se da taxa de juros que a empresa paga para financiar o capital investido em estoque. O custo de capital geralmente é expresso como uma taxa anual de juros.

Os custos de armazenagem geralmente incluem gastos com o espaço, representado pelo pagamento de aluguéis ou investimentos com a construção de almoxarifados, salário dos trabalhadores e com a compra e manutenção dos equipamentos. Esse tipo de custo é especialmente importante para materiais sobressalentes, pois frequentemente exigem acomodações especiais. Se a empresa já possui o espaço de armazenagem e não incorre em nenhuma despesa adicional para o armazenamento do estoque, não o incluímos no custo de manutenção.

Os custos de risco incluem obsolescência, dano ou deterioração, furto, seguros e impostos. Esses custos variam de acordo com o setor de atividade. Observa-se que em empresas que fabricam produtos de consumo o risco de furto é maior, enquanto as empresas de tecnologia sofrem mais com a obsolescência. Esses riscos normalmente estão associados com níveis de estoques mais elevados. Além do aumento dos custos com os prêmios dos seguros. Os custos de manutenção variam de empresa para empresa, devendo ser calculado em cada caso para evitar a simples adoção de valores arbitrários.

Os custos de emissão de pedidos são os custos fixos nas atividades de elaboração de um pedido ao fornecedor, seja para materiais sobressalentes, componentes ou matéria-prima.

Já os custos de falta de estoque ocorrem quando a demanda dos clientes excede o estoque disponível de um item. Nesses casos acontecem duas situações: o cliente fica com o item do pedido pendente ou cancela o pedido com a empresa provando sempre perdas, seja com os custos adicionais de documentação para acompanhar o pedido e a possível despesa adicional com a remessa urgente ou com o risco do cliente não comprar mais da empresa

Por outro lado, os custos de falta de estoque também podem provocar falta de matérias-primas ou sobressalentes, fato que pode atrasar ou parar a produção das organizações ou causar distúrbios que exijam ações como preparações adicionais, custos de ágio de transportes, e assim por diante.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p.83) confirmam a mesma linha de classificação afirmando que:

Existem três custos básicos associados com a disponibilidade de estoques: o custo de aquisição, o custo de manutenção ou de armazenagem e o custo de emissão e acompanhamento do pedido. Além desses, existem outros custos associados a não disponibilidade, ou seja, o custo da falta de material.

Considerada as características dos estoques de itens de manutenção, pode-se concluir que se de um lado existe a possibilidade de um aumento dos custos de armazenagem com a aquisição de estoques mais elevados e perdas com obsolescência, por outro, a falta de uma peça sobressalente pode provocar a parada de equipamentos provocando elevados custos conhecidos como custo de falta.

2.2.3 - Classificação de materiais quanto à demanda

Para Ballou (2001, p.252) “A natureza da demanda ao longo do tempo exerce um papel significativo em determinar como trataremos o controle de níveis de estoque”. O autor descreve cinco tipos de comportamento de demanda:

1. “Padrão de demanda perpétuo”, onde o ciclo de vendas é suficientemente longo a ponto de ser considerada infinita para fins de planejamento. São exemplos produtos alimentícios de cesta básica, enlatados etc.
2. “Padrão de demanda altamente sazonal”, conhecida como demanda de pico. Para esses casos, são supridas por um único pedido e dificilmente pode ser repetido. São exemplos produtos de natal, cartazes e brindes políticos.
3. “Padrão irregular ou errático”, que pode ser perpétuo, mas apresenta alguns períodos com pouca ou nenhuma demanda, seguido de um pico de demanda. Um teste pode reconhecer que os itens irregulares têm uma variação elevada em torno de seu nível médio de demanda.
4. “Padrão de demanda com horizonte limitado de tempo”, onde a demanda é previsível em algum tempo no futuro. São exemplos livros-texto com revisões planejadas, peças de reposição de aviões militares e medicamentos com prazo de validade.

5. "Padrão de demanda derivada da demanda de outro item". São exemplos, embalagens derivadas da demanda do produto que deverá ser embalado. Essa característica normalmente indica o MRP (*materials requirements planning*) como ferramenta de controle de estoque.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p.69) afirmam: "A classificação relaciona o material com um modelo mais adequado de gestão. Neste modelo são definidos: margens de vendas, estoques mínimo, médio e máximo, ponto de reposição, lotes de compra e outros parâmetros".

Os autores inicialmente diferenciam os materiais que não compõem o estoque dos materiais de estoque. Afirmam que "Materiais que não compõem o Estoque" são aqueles que possuem demanda variável e imprevisível, impossibilitando a definição antecipada dos parâmetros de gestão, fazendo com que os pedidos ocorram a partir de requisições aos usuários, enquanto "Materiais de Estoque" são caracterizados por um padrão de consumo, podendo ser estabelecidos padrões de ressurgimento baseados na variação da demanda e sua importância para a empresa."

Normalmente os "Materiais de Estoque" podem ser subclassificados:

1. Quanto à aplicação: classificação que se refere à forma de uso do material. São exemplos: materiais produtivos como matérias-primas e insumos, os semiacabados, os materiais de uso repetitivo para manutenção e os materiais miscelâneos ou de apoio, que não são incorporados ao produto (materiais de escritório, de consumo geral e material de limpeza).
2. Quanto à importância operacional: são os materiais que afetam a continuidade da produção ou são essenciais para a segurança e em muitos casos o custo de sua falta pode ser mais oneroso que o do investimento em estoque.
3. Quanto ao valor do consumo anual: são os materiais classificados por valor de consumo.

A figura 4 a seguir apresenta a classificação quanto à demanda.

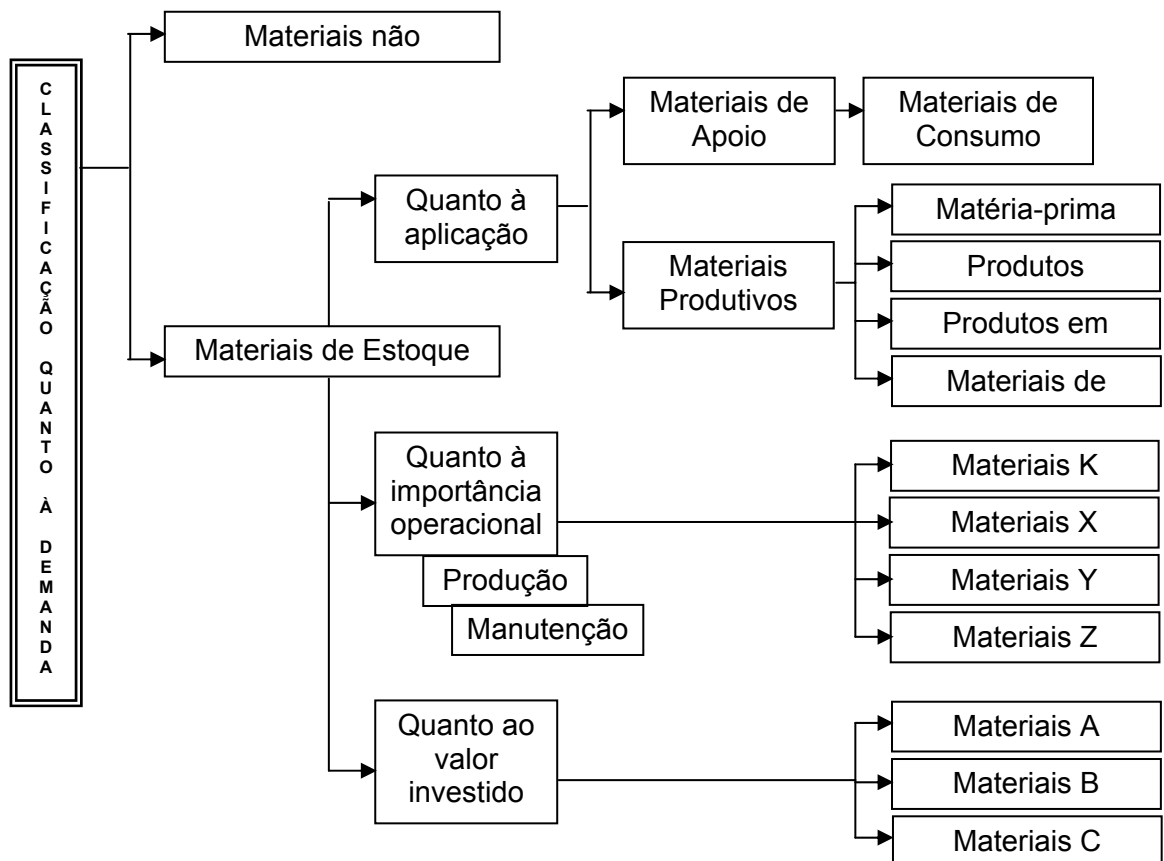


Figura 4: Tipos de classificação quanto à demanda.

Fonte: Lopez, Souza e Moraes (2006, p.71)

2.2.4 - Tamanho do lote de reposição

Para Tubino (2000, p.111), “A primeira questão relacionada à administração de estoques é a identificação da importância relativa dos itens que compõem esse estoque. A segunda questão abrange a definição do tamanho dos lotes de reposição dos itens por compra ou fabricação”.

Para o autor, o tamanho do lote de fabricação ou compra é determinado a partir da análise dos custos envolvidos no sistema de reposição e armazenagem dos itens, conhecido como “lote econômico”.

Para calcular o LE (Lote econômico), o autor afirma a necessidade de se conhecer o custo total que influenciará na quantidade do lote e os determina como:

Custo direto, aquele ligado diretamente com a compra ou fabricação do item. É o resultado da demanda de um item no período X o custo unitário de compra ou fabricação.

Custo de preparação, que está relacionado com o processo de reposição do item, dentre eles mão-de-obra para emissão e processamento de ordens de compras ou fabricação, matérias e equipamentos utilizados na confecção das ordens, custos indiretos dos departamentos de compras e PCP, etc. Esse custo de preparação é proporcional ao custo de preparação de compra ou fabricação do item e ao número de vezes que o item foi requerido durante o período de planejamento.

Custo de manutenção de estoques, que ocorrem para manter os itens estocados são exemplos a mão-de-obra para armazenagem, movimentações de itens, custos de deterioração, obsolescência e, principalmente, custos de capital. Esse custo é proporcional à quantidade dos estoques médios mantidos no período planejado.

Esses custos sofrem variações em função do tamanho do lote e frequência de reposição. Tubino (2000) apresenta esta relação afirmando que os custos diretos, quando o preço do item é fixo, não se alteram em função do tamanho do lote ou do período de reposição. Já os custos de operação diminuem quando o tamanho do lote aumenta e reduz a periodicidade incentivando a adoção de grandes lotes. Os custos de manutenção diminuem quando o tamanho do lote diminui ou a periodicidade aumenta. O ponto mínimo da curva do custo total é o lote econômico.

Tubino (2000, p.111) declara que ““Lote Econômico”, é aquele que consegue minimizar os custos totais” e apresenta três situações mais usuais, são elas:

1. Quando a entrega do lote é realizada somente uma vez, aplica-se o lote econômico básico. É uma alternativa de reposição onde o custo unitário do item é fixo e a entrega é realizada de uma única vez.
2. Quando a entrega é parcelada e não é necessário esperar que todo o lote fique pronto, é recomendado adotar o lote econômico com entrega parcelada. Nesse caso, o custo do item deve permanecer constante, mas a entrega é realizada paulatinamente, seguindo uma determinada taxa, conhecida como taxa de

entrega. Normalmente é observado em processos de fabricação e apresenta um custo total menor se comparado com a alternativa anterior, pois o estoque médio do sistema é reduzido, aumenta o lote econômico e reduz a necessidade de reposições. A conclusão é que desde que os custos de preparação e os custos de armazenagem não se alterem é sempre vantajoso optar por entregas parceladas.

3. Quando ocorrer descontos no custo unitário por quantidade resposta. Esta situação ocorre quando fornecedores reduzem os preços em função da quantidade por conseguir diluir melhor o seu custo fixo. Essa solução consiste em descobrir qual é o ponto de menor na curva de custo total oferecida. Encontrado o lote econômico dentro de duas faixas busca-se encontrar se existem descontos entre essas faixas. O lote que apresentar o menor custo total é o lote econômico final.

Para Lopez, Souza e Moraes (2006), o LEC (Lote Econômico de Compras), responde a questão - quanto comprar? Trata-se da quantidade de material que deve ser comprada para manter o nível do estoque operacional, atendendo um consumo em um determinado período. Busca o ponto de equilíbrio dos custos, isto é, o lote de compras que promova o custo mínimo de se manter estoque. Considera o custo de emissão do pedido, a demanda anual e o custo total do estoque.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p.103) definem, “O lote de reposição (Q) é uma quantidade de material que deve ser adquirida para se recompor o nível de estoque operacional” e afirma que para calcular o lote econômico é necessário considerar três cenários:

1. *Não considerar o custo de falta do material*, nesse caso o cálculo do lote considera a soma dos custos de aquisição, custos de pedidos e o custo de armazenagem. Este modelo considera que os estoques são repostos imediatamente quando chegam a zero e o consumo ocorre a partir de uma taxa constante e determinante.

2. *Considerar o custo de falta do material*. Este modelo admite haver ruptura do estoque, ou seja, ao custo total é adicionado o custo de falta que é derivado da parada de

produção, perda de faturamento e demais perdas relacionadas com a falta de matéria-prima ou de produtos acabados.

3. *Considerar um desconto no preço do material.* Neste cenário é necessário avaliar se é mais vantajoso comprar uma quantidade menor a um custo unitário maior ou comprar uma quantidade maior a um custo unitário menor.

Ballou (2001) separa a gestão de estoques em controle de estoque empurrado, controle estoque puxado e controle avançado de estoque puxado.

Ballou (2001, p. 257) afirma que para o controle de estoque empurrado “é apropriado quando as quantidades da produção ou da compra excedam as necessidades dos estoques em curto prazo”.

Já para o controle de estoque puxado, Ballou (2001) estabelece as estratégias de quantidade de pedido único e pedidos repetitivos.

A estratégia de quantidade de pedido único, normalmente aplicada para produtos perecíveis ou onde a demanda é um evento único. São exemplos produtos como frutas frescas, legumes, jornais, brinquedos e roupas da moda para próxima estação, pôsteres para uma campanha política, etc. Este método é adequado quando o nível de demanda não pode ser estimada com certeza e consiste em encontrar o tamanho do pedido mais econômico a partir de uma análise econômica dos incrementos marginais. Ballou (2001, p. 259) afirma que esta quantidade é encontrada “onde o lucro marginal da unidade seguinte vendida é igual ao prejuízo marginal da não venda da próxima unidade”. Esse método determina que se deva “aumentar a quantidade do pedido até que a probabilidade acumulada de vender unidades adicionais apenas iguale a razão de Lucro / Lucro + Perda”.

Outra estratégia é estabelecer quantidades para pedidos repetitivos, onde o autor apresenta o modelo EOQ (*Economic Order Quantity*), ou seja, lote econômico de compras, método criado por Ford Harris em 1913, a partir da premissa que a demanda é contínua e a uma taxa constante. Ballou (2001, p.261) afirma que a quantidade e frequência de reabastecimento do estoque ocorrem de forma periódica e o método busca o equilíbrio dos

custos de manutenção e os custos de obtenção do estoque. Esse modelo prevê também o ponto de pedido (ROP Reorder Point) “que é a quantidade até a qual é permitido que o estoque caia antes que um pedido de reposição seja feito”. Essa quantidade é resultado do tempo de reabastecimento que é calculada a partir da taxa de demanda X o *lead time* (tempo de reabastecimento médio).

O modelo original do EOQ prevê que o reabastecimento ocorre instantaneamente e em um lote único. No entanto, alguns processos de manufatura e reabastecimento ocorrem simultaneamente à demanda, nestes casos é adotado o POQ – (*Production Order Quantity*), sendo que para calcular a quantidade deste pedido é necessário considerar a taxa média de saída do estoque e o seu cálculo só faz sentido quando a taxa média de saída é menor que a taxa da demanda.

2.2.5 - Modelos de gestão e controle de estoques

Para Lopez, Souza e Moraes (2006, p.70), é necessário tomar cuidado com a escolha do modelo de gestão de estoque pois:

(...) maioria dos métodos de reposição analisa o ressurgimento com base nos consumos históricos e nos tempos de ressurgimento. Estes métodos não consideram as individualidades. Podem existir materiais de baixo consumo que possam prejudicar seriamente a continuidade da produção ou serem essenciais para a segurança. Portanto, o custo de sua falta, pode ser mais oneroso que o do investimento em estoque. Além disso, alguns materiais são difíceis de serem adquiridos devido ao mercado fornecedor.”

O objetivo dos modelos de gestão de estoque é garantir o nível de serviço, ou seja, disponibilidade requerida pelo negócio e concomitantemente manter o nível mínimo de investimento necessário.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p100) definem “O controle de estoque poderá ser gerido e orientado por basicamente dois métodos: Método das Quantidades Fixas ou Método das Revisões Periódicas” e que estes sofrem influência de variáveis independentes (a empresa não consegue controlar) e Variáveis sob Controle, normalmente definidas por diretrizes e indicadores dentro da empresa. Essas diretrizes orientam quando comprar, o que comprar, o

que armazenar e por quanto tempo, nível de serviço desejado, etc. O Tabela 2 a seguir apresenta os tipos de parâmetros de controle.

Tipo	Descrição
Variáveis Independentes	Consumo (C) ou demanda Tempo de Reposição (TR)
Parâmetros de política de estoques	Diretriz para estoque de segurança Diretriz para Lote de Compra
Indicadores de operação e controle	Consumo Médio (CM) Tempo de Reposição (TR) Estoque de Segurança (ES) Ponto de Reposição ou Compra (PR) Intervalo de Reposição (IR) Lote de Reposição ou Compra (Q) Nível de Operação ou Estoque Máximo (Emax) Estoque Médio (EM) Cobertura Média (CO) Giro Médio (G) Nível de Reposição ou Estoque Potencial (NR)

Tabela 2: Tipos de Parâmetros de Controle

Fonte: Lopez, Souza e Moraes (2006)

2.2.6 - Métodos adequados de classificação de materiais segundo sua classificação e demanda:

A escolha adequada do método de classificação é um fator determinante para facilitar e tornar melhor a gestão de estoques e redução de riscos para a empresa. Não é incomum um item que seja classificado como “C”, em função do seu valor de consumo anual, ser crítico para a organização.

O método de classificação ABC é baseado no valor de consumo. Esse método tem como vantagem, demonstrar os materiais de grande investimento no estoque e como desvantagem, não fornecer análise da importância operacional do material.

A Curva ABC considera os seguintes parâmetros para classificar os materiais: estoque por peso, volume, tempo de reposição, valor de demanda, inventário, custo unitário por aquisições realizadas, etc, sendo que a classificação mais frequente é a de valor financeiro total de consumo ou demanda. É um método de fácil aplicação e normalmente envolve a coleta de dados num prazo de 6 meses a 1 ano e permite ao gerente orientar seus esforços em direção aos resultados mais significativos.

Já o método (KXYZ) avalia a importância operacional e apresenta como vantagem demonstrar os materiais vitais para empresa e a desvantagem de não fornecer análise econômica dos estoques.

Lopez, Souza e Moraes (2006, p.74) apresentam os modelos KXYZ e Classificação Cruzada, que permitem considerar também a importância operacional para a empresa.

Para análise KXYZ três perguntas fundamentais:

1. O material é imprescindível?
2. O material possui similar?
3. Existem fornecedores alternativos?

Materiais K: materiais de aplicação não importantes, independente da existência de similares ou de fornecedores alternativos. A falta não acarreta a paralisação de uma ou mais fases operativas.

Materiais X: materiais de importância vital, que possuem similar existente na empresa, independente da existência de fornecedores alternativos. A falta acarreta a paralisação de uma ou mais fases operativas. Entretanto, a probabilidade de falta é baixa devido aos similares.

Materiais Y: materiais de importância vital, que não possuem similar existente na empresa e possuem poucos fornecedores alternativos. A falta acarreta a paralisação de uma ou mais fases operativas. Ocorre uma certa demora na reposição por não possuir um similar na empresa e a aquisição é um processo demorado e complexo.

Materiais Z: materiais de importância vital, sem similares existentes na empresa e sem fornecedores alternativos. A falta acarreta a paralisação de uma ou mais fases operativas. A reposição é difícil e muitas vezes demorada.

Essa análise expande a forma de considerar os materiais de manutenção, mas como o método da curva ABC peca por desprezar outros fatores importantes, se for aplicado diretamente, descarta inteiramente o aspecto financeiro. Uma alternativa para evitar esta distorção é a adoção do método de Classificação Cruzada, que apresenta uma fusão do método ABC com KXYZ, permitindo uma visão mais ampla dos materiais. A figura 5 demonstra as relações consideradas pelo Método de Classificação Cruzada.

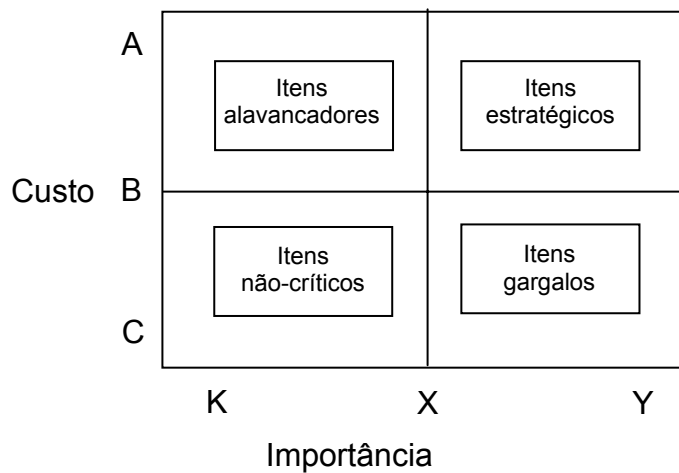


Figura 5: Classificação Cruzada (ABC e KXYZ)

Fonte: Lopez, Souza e Moraes (2006, p.75)

Com a fusão dos dois métodos surgem quatro novas classificações: itens estratégicos (Curva A e importância operacional Y), itens gargalos (C e Y) que apesar de apresentarem baixo custo são de difícil aquisição, itens alavancadores (A e K) que são caros, mas de fácil obtenção e por fim os itens não-críticos, de fácil aquisição e baixo custo. Os demais itens classificados como B e X são intermediários e os itens Z são fornecedores exclusivos, portanto não são considerados na classificação, portanto não são apresentados no gráfico.

A partir dessa classificação é possível escolher modelos de gestão de estoque mais adequados para cada tipo de item, respeitando assim, tanto os aspectos financeiros quanto operacionais.

2.2.7 - O que são os estoques de baixíssimo giro?

Wanke (2002) afirma que empresas e acadêmicos consideram itens de baixíssimo giro aqueles que apresentam consumo médio inferior a uma unidade por ano. São exemplos as peças de reposição de equipamentos industriais, aviões, navios, estações de tratamento de água e esgoto.

Normalmente, os estoques formados por esses itens apresentam elevados custos de oportunidade, uma vez que a maioria das peças apresenta elevados custos de aquisição, sendo comum manter sempre uma unidade de cada item para evitar a ruptura do estoque.

Para Wanke (2002) apesar de todas as características especiais, os riscos de uma má gestão dos estoques de baixíssimo giro são os mesmos encontrados na gestão de produtos acabados ou de matérias-primas. Cita-se:

1. *Excesso de estoque*, resultado da aquisição de itens de forma antecipada com o objetivo de garantir a disponibilidade da peça quando solicitado. Esses excessos provocam elevação dos custos de oportunidades, bem como eleva os riscos e custos como perdas por obsolescências.
2. *Falta de estoque*, no outro extremo, resulta de uma política conservadora, focada basicamente em reduzir os custos de oportunidade e obsolescência, desconsiderando a taxa real de utilização do componente, comprometendo assim sua disponibilidade.

Outro fator que torna ainda mais complexa a gestão dos materiais de baixíssimo giro é que muitas vezes os custos citados acima não são corretamente entendidos e avaliados pelos gestores da corporação, pois os custos de aquisição são embutidos nos projetos de implantação dos equipamentos. É comum no ambiente empresarial adquirir peças sobressalentes junto à aquisição dos equipamentos. Essas peças, eventualmente conhecidas como *backup* ou estratégicas, são registradas como ativo fixo, não configurando estoque e quando são realmente utilizadas não provocam o respectivo impacto nos custos operacionais da organização, uma vez que os custos são registrados como depreciação. Extrapolando regras

contábeis, o fato é que a organização está alocando recursos financeiros onde eventualmente não é necessário.

Outro fator que estimula a elevação do estoque é a dificuldade de se obter alguns tipos especiais de peça de reposição em função de suas características de aplicação. Um exemplo são bielas especiais para prensas de alta capacidade. Estes componentes são fabricados praticamente para um determinado equipamento e a sua reposição quando necessária exige um longo tempo para ser concluída. Considerando os impactos e custos nos processos produtivos caso ocorra falta do estoque da peça de reposição, os gestores de estoque normalmente optam por simplesmente ter a peça em estoque descartando qualquer outro tipo de análise.

Considerando todos estes fatores é possível compreender as dificuldades na definição das políticas de estoques mais adequadas para este tipo especial de material.

2.2.8 - Definição de nível de serviço por processo

A literatura acadêmica não recomenda níveis de serviços diferenciados, pois os clientes normalmente requisitam em seus pedidos mais de um item. Segundo Ballou (2001), deve-se estabelecer o nível de serviço para preencher todo o pedido e não de um item específico.

Esse princípio é particularmente interessante no caso da manutenção de equipamentos. Na maioria deles, não atender completamente um pedido de peças de reposição resulta na paralisação do equipamento.

Uma proposta é definir o nível de serviço desejado por processo, estendendo-o também para os equipamentos e suas peças de reposição, garantindo assim que se atenda de maneira uniforme e consistente as necessidades dos pedidos ao estoque. Dessa forma é possível determinar níveis de serviços mais elevados para processos críticos e menores para processos auxiliares, permitindo assim uma gestão mais precisa e otimizada.

2.2.9 - Políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro

Wanke (2002) descreve um método de análise econômica que demonstra os impactos econômicos de adotar uma política de estoque zero, disparando assim, uma reposição contra-pedido ou de sempre manter um item em estoque.

2.2.9.1 Política de não manter peças de reposição - estoque zero

Para suportar a política de não manter peças de reposição, Wanke (2002) apresenta um método que considera o universo de um ano e busca identificar o custo logístico total gerado em consequência de não manter nenhuma peça em estoque.

O custo logístico é o resultado do produto da taxa de consumo histórico por peça/ano (λ) com a soma do custo total de ressurgimento da peça (CTR) com os custos de indisponibilidade e penalidade (Cip) gerados da falta da peça no instante em que seu uso era necessário, onde:

$$CT0 = \lambda * (CTR + Cip) \quad (1)$$

em que :

- λ : é a taxa de consumo histórico por ano (peça/ano);
- CTR*: é o Custo Total de Reposição, composto de todos os gastos com a colocação de um pedido de suprimento (R\$);
- Cip*: é o Custo de Indisponibilidade e Penalidade, expresso em R\$ e incorre a toda solicitação da peça quando a mesma não se encontra em estoque.

A figura 6 demonstra o período que o item estará indisponível.

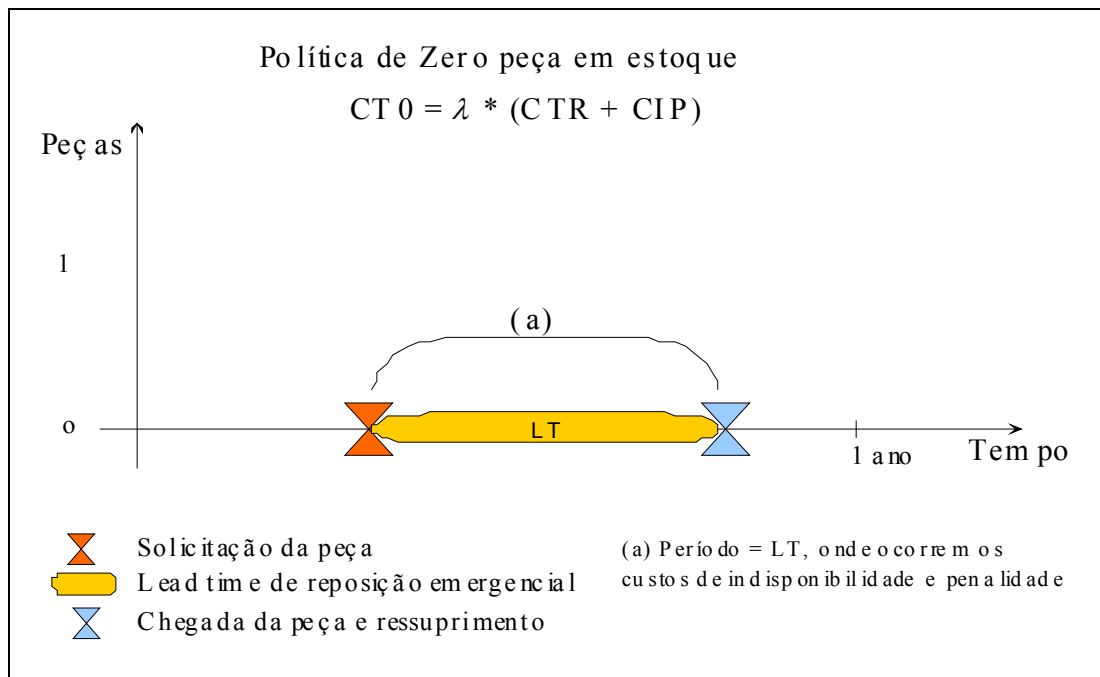


Figura 6: Custos totais para manter zero peças em estoque.

Fonte: Wanke (2002).

2.2.9.2 Política de manter sempre uma peça em estoque

Caso as organizações optem por uma política alternativa de manter uma unidade em estoque até que a demanda ocorra, observa-se um fenômeno, onde durante um período se detém o item no estoque e após o consumo o estoque fica descoberto durante o tempo necessário para a reposição.

Considerando um horizonte de tempo de 1 ano, o tempo esperado com estoque (TECE), medido em anos, é dado por:

$$TECE = 1 / (1 + \lambda * LT) \quad (2)$$

em que :

λ : é a taxa de consumo histórico por ano (peça/ano);

LT : tempo para a reposição do estoque.

Essa equação procura estimar qual fração do ano ou período de meses com estoque de reposição, em função de uma taxa de consumo peças/ano (λ) e o *lead time* de reposição (LT).

Um exemplo pode ser citado: para uma peça com o consumo histórico médio de uma unidade por ano e um *lead time* de reposição de 4 meses, o percentual esperado do período de um ano com estoque é de 75% e pode ser calculado fazendo 1 período igual a 12 meses, ou seja $12 / (12 + 1 * 4) = 0,75$ fato que indica que durante 3 meses, a peça não estaria presente no estoque, podendo provocar ruptura de estoque.

O número esperado de ocorrências durante o tempo esperado sem estoque é dado por :

$$\text{Nº ocorrências durante tempo esperado sem estoque} = \lambda * (1 - \text{TECE}). \quad (3)$$

A figura 7 mostra que o *lead time* de reposição do item influencia diretamente no tempo de existência de estoque, quando considerado o universo de um ano.

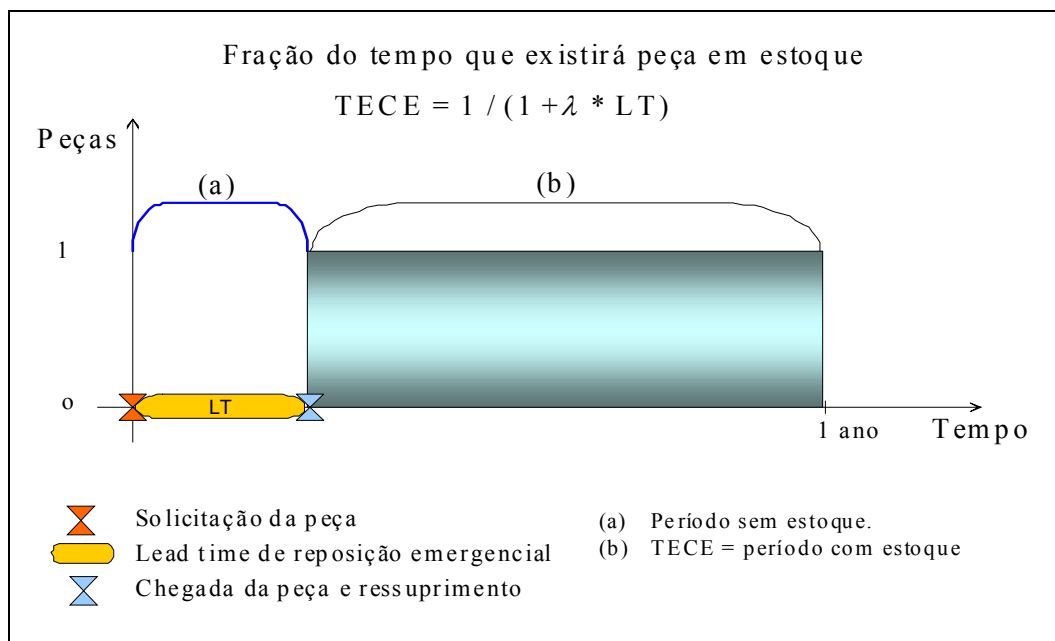


Figura 7: Fração de tempo de permanência de uma peça em estoque.

Fonte: Wanke (2002).

Nada impede, mesmo que remota a possibilidade, que ocorra um consumo atípico, e que seja solicitada uma nova peça antes da chegada da reposição, portanto é necessário computar no custo total os valores de ressuprimento e custos de indisponibilidade. O custo total passará

a ser a soma do custo de oportunidade + custo de elaborar os pedidos + custos da indisponibilidade, matematicamente traduzido por :

$$CT1 = [(TECE) * (C_{aq} * T)] + (CTR * \lambda) + [(C_{ip} * \lambda) * (1 - TECE)] \quad (4)$$

em que :

- λ : é a taxa de consumo histórico por ano (peça/ano);
- CTR : é o Custo Total de Reposição, composto de todos os gastos com a colocação de um pedido de suprimento (R\$);
- C_{ip} : é o Custo de Indisponibilidade e Penalidade, expresso em R\$ e incorre a toda solicitação da peça quando a mesma não se encontra em estoque.
- C_{aq} : é Custo unitário de Aquisição da peça (R\$)
- LT : o *Lead time* de resposta do pedido (meses);
- T : é a Taxa anual de oportunidade do capital (% ao ano);

A figura 8 permite visualizar o período em que faltará o item no estoque.

Essa falta de estoque pode não ser aceitável em processos críticos.

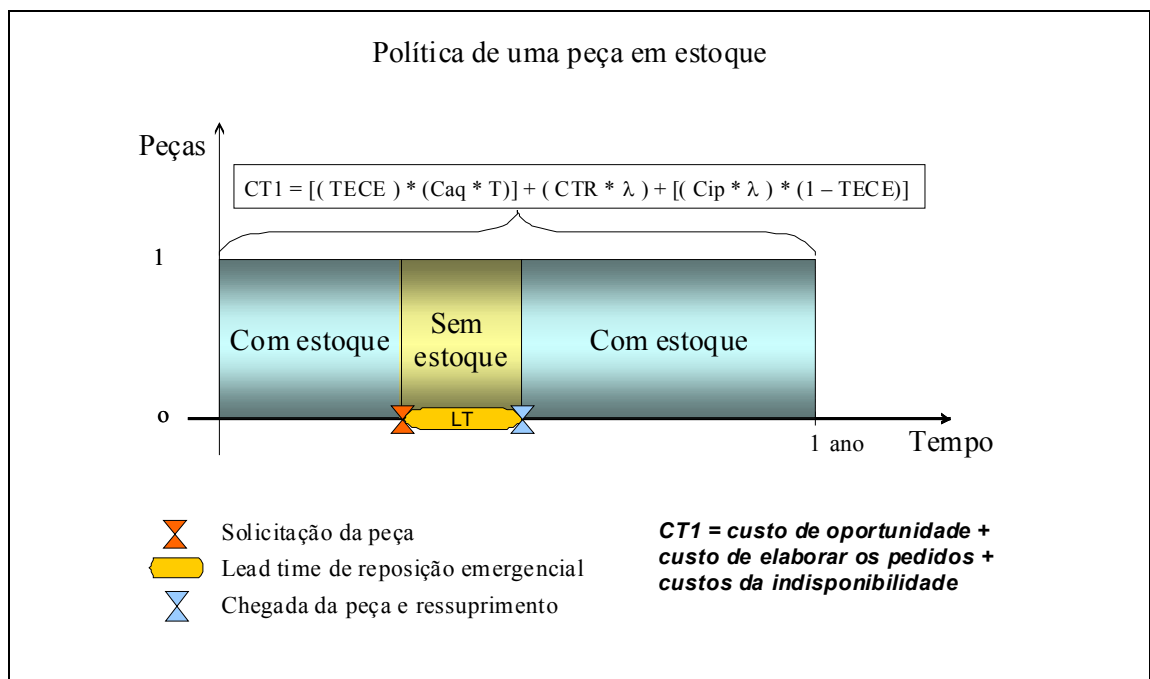


Figura 8: CT1 – Custo total para manter sempre uma peça em estoque.

Fonte: Wanke (2002)

2.3 - Impactos da Gestão de Manutenção sobre o Inventário

Fabro (2003, p.46) afirma que:

(...) da mesma forma como outros processos de negócio, a manutenção precisa traçar seus objetivos estratégicos, visando contribuir para o atendimento dos objetivos de manufatura e conseqüentemente com os globais da organização, para que as ações fluam na mesma direção. (...) Os objetivos de manutenção em geral, visam a melhoria da disponibilidade operacional, a redução de custos, o aumento da segurança, entre outros. Na ótica deste trabalho os objetivos estão atrelados à visão da criticidade dos processos, visando a sistematização do planejamento de manutenção.

Para atender aos objetivos acima orientados, a equipe de engenharia de manutenção deve criar e assegurar a execução do plano de manutenção de forma a garantir as propostas estratégicas estabelecidas pela organização. As atividades da equipe especializada consistem em gerenciar da melhor forma possível a documentação técnica, determinar os requisitos de qualificação de pessoal, fazer estudos de automação, melhorias em equipamentos e gerenciar os sobressalentes.

O gerenciamento dos sobressalentes é uma atividade que exige atitudes criteriosas e responsáveis por afetar diretamente na disponibilidade dos equipamentos da empresa. Envolve, além da análise financeira típica dos modelos de gestão de estoque, estar apta para entender os equipamentos que estão vinculados aos processos críticos.

O processo de gestão de manutenção influencia diretamente no inventário de peças de reposição. Os departamentos de manutenção são pressionados para garantir o maior índice de disponibilidade possível dos equipamentos. A eventual falta de peças de reposição pode provocar parada desses equipamentos e/ou estendê-las além do período desejado.

Naturalmente que o departamento que realiza a gestão do estoque pressiona em outro sentido: o de manter o menor valor no inventário, surgindo assim uma fonte de conflitos decorrentes de compreensão de objetivos e gestão, que é inconveniente para as organizações.

Muitas empresas têm optado por terceirizar a manutenção e o estoque das peças de reposição, objetivando concentrar os esforços no *Core Business* e reduzir os gastos com

atividades que não agregam valor diretamente ao produto. No entanto, o contratante deve determinar critérios à contratada sob o risco de ter os seus custos elevados decorrente de uma má gestão da manutenção e estoques.

No caso Fiat, ocorreram várias modificações na forma de gestão dos materiais durante os últimos 10 anos. Inicialmente foi criada uma empresa para realizar a gestão da manutenção chamada Comau, onde os estoques de peças de reposição permaneceram com a Fiat e ao se esgotarem a Comau fazia a aquisição, gestão do inventário e o respectivo faturamento das peças sobressalentes para a Fiasa no ato da realização das manutenções.

A lógica deste modelo de gestão era correta, pois como a Comau é cobrada pelo nível de serviço da manutenção ela deveria controlar os seus estoques da maneira que melhor lhe convier. Outro fator esperado era a expectativa de redução do estoque, tanto no número de peças quando no valor unitário de compra uma vez que a empresa por prestar serviços para diversas empresas poderia obter reduções no preço de aquisição em função do volume comprado. Por fim, existia a possibilidade de reduzir riscos de obsolescência, pois os estoques poderiam ser faturados para qualquer um dos clientes da empresa.

Apesar de todos estes fatores favoráveis esse modelo de gestão provocou consideráveis desgastes entre os envolvidos, pois sempre ocorriam discordâncias no momento do faturamento das peças, exige grandes esforços sistêmicos e humanos para o correto funcionamento.

Atualmente todo o estoque de peças de sobressalentes é da Fiasa, mas a Comau tem o dever de programar as entregas e manter os estoques em níveis previamente negociados.

O sistema atual de gestão das peças sobressalentes passa por uma grande modificação e está dividido em duas estratégias diferentes. A primeira para os equipamentos e processos que ainda não fazem parte do projeto que visa implantar o WCM (*Word Class Manufacturing*), que consiste no estudo das características técnicas dos equipamentos e considera os volumes de produção, ciclos de manutenção e calibração, FMEA (Análise dos Modos de Falha e Efeitos), dentre outros parâmetros para definir a lista de material que deve ser adquirido. Esse processo é basicamente fundamentado na experiência dos mantenedores com equipamentos

iguais ou similares, e consideram o equipamento em si e não o conjunto ao qual ele está inserido. Essa atividade é feita de forma responsável e profissional, mas a falta de ferramentas que auxiliam no controle de históricos de problemas, bem como a super valorização da flexibilidade e utilização de recursos técnicos pouco ortodoxos, dificultam em muito uma ação mais controlada e tecnicamente correta. A segunda forma é através dos métodos definidos pelo WCM sistema que é baseado no TPM.

O objetivo desta dissertação não é estudar detalhadamente a TPM, mas sim definir o seu conceito, a forma de organização, principais indicadores que buscam controlar, fases do programa de implantação, seus pilares e um especial detalhamento de como se classifica a Manutenção Planejada. Especial atenção é dada aos aspectos de planejamento da política de TPM e respectivo plano mestre TPM que orientam todas as ações, pois demonstram a nítida preocupação em atender o negócio da organização.

2.3.1 - O que é TPM?

Segundo Lima *et al.* (2002, p.8) ,

Manutenção Produtiva Total é um sistema de gestão que busca a eliminação contínua de todas as perdas do sistema produtivo, obtendo assim a evolução permanente da estrutura empresarial pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços. Teve sua origem no Japão, no ano 1971. É conhecido no mundo todo por TPM, que são as iniciais do termo em inglês ‘Total Productive Maintenance’.

Fabro (2003, P. 51) afirma que

“(…) a TPM ou MPT – Manutenção Produtiva Total, no qual o operador é envolvido na realização de tarefas simplificadas de manutenção como inspeções, regulagens e lubrificações. Por estar próximo da máquina grande parte do tempo, pode detectar defeitos no equipamento antes que se transforme numa falha grave.

Inicialmente as atividades da TPM contemplavam os departamentos de produção. Suzuki (1992) cita que neste período, o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) definiu a TPM através das seguintes estratégias:

1. Maximizar a eficiência global que cubra toda a vida do equipamento.
2. Estabelecer um sistema de manutenção preventiva, PM, global que cubra toda a vida do equipamento.
3. Unificar em planejamento os departamentos que necessitam de equipes de manutenção.
4. Envolver todos os empregados, da alta direção até os operários diretos.
5. Promover o PM motivando todo o pessoal, promovendo as atividades de pequenos grupos autônomos.

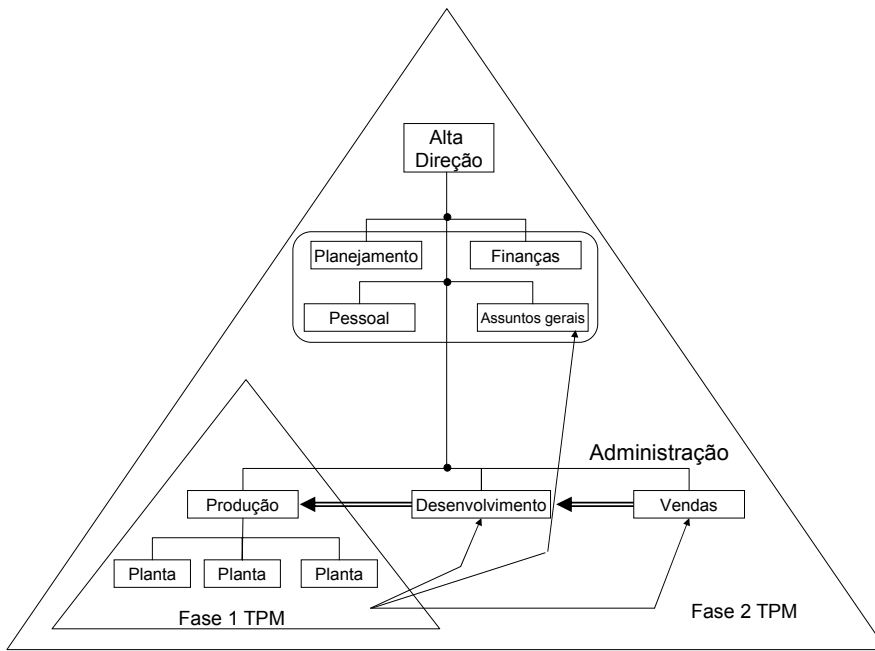
Com o sucesso alcançado pela metodologia e sua conseqüente evolução, a TPM passou a atender toda a empresa, alcançando também departamentos como desenvolvimento de produto, administrativo e vendas. Refletindo essa tendência, o JIPM introduziu em 1989 uma nova definição de TPM, através dos seguintes componentes estratégicos:

1. Criar uma organização corporativa que maximize a eficiência dos sistemas de produção;
2. Gerir a planta com uma organização que evite todo tipo de perdas (assegurando zero acidentes, defeitos e avarias) durante toda a vida do sistema de produção;
3. Envolver todos os departamentos na implantação da TPM, incluindo desenvolvimento, vendas e administração;
4. Envolver todos, da alta direção aos operários da planta, em um mesmo projeto;
5. Orientar decididamente as ações para “zero perdas” apoiando-se nas atividades de pequenos grupos.

Suzuki (1992) define as três principais razões da rápida difusão da TPM inicialmente pelas empresas japonesas e agora para o mundo: garantia de drásticos resultados, nítida transformação dos locais de trabalho e a elevação do nível de conhecimento e capacidade dos trabalhadores de produção e manutenção.

2.3.2 - Fases de implantação da TPM

Suzuki (1992, p.3) determina duas fases, como mostra a figura 9.



Fase 1. TPM: TPM nos departamentos de Produção

Fase 2 TPM: Toda a empresa: produção, vendas, desenvolvimento, administração

Figura 9: Fases de implantação TPM.

Fonte: Suzuki (1992)

Já Lima *et al.* (2002, p.9), determina quatro fases: produção, toda empresa, fornecedores e clientes, por fim a sociedade. (Figura 10).

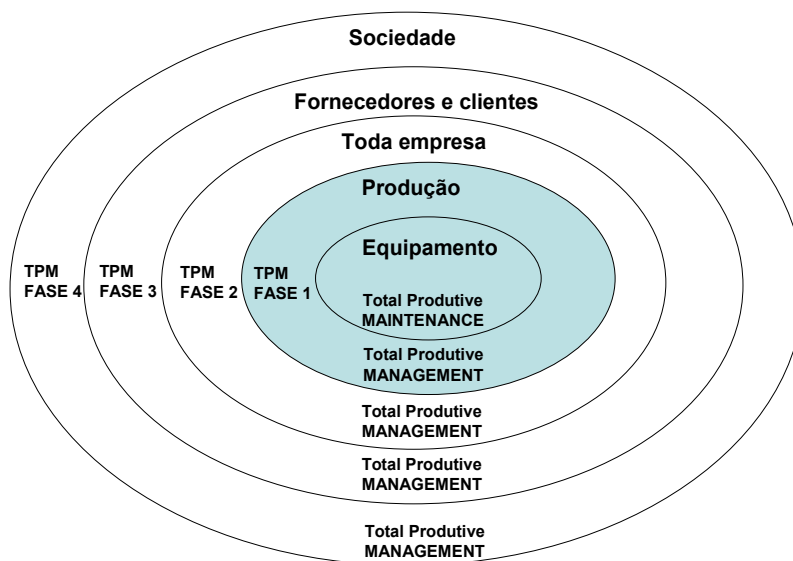


Figura 10: . Quatro fases da TPM

Fonte: Lima *et al.* (2002, p.9)

2.3.3 - Passos para implantar a TPM

Suzuki (1992) diz que para gerir as equipes de manutenção, devem-se considerar três importantes aspectos:

1. Planejamento de toda vida útil do equipamento - Constitui em realizar o balanço, ou seja, o *trade-off*, entre custos e tecnologia a serem utilizados, contemplando todo o ciclo de vida do equipamento desde o planejamento, desenho e construção.
2. Tipo de manutenção a ser realizado - É importante determinar o enfoque (preventivo, corretivo, preditivo, etc) e a sua frequência, (programada ou não programada).
Recomenda-se que, para eliminar as avarias, as empresas combinem de forma pensada e inteligente os diferentes conceitos de manutenção.
3. Determinar as responsabilidades da manutenção - Decidir quais áreas realizarão quais tipos de manutenção. É comum observar nos ambientes produtivos que algumas destas atividades são compartilhadas. Com a TPM esta responsabilidade passa a ser melhor definida, inclusive envolvendo treinamento específico para os operadores para realização de parte da manutenção.

Por se tratar de um sistema que considera a organização de uma forma mais ampla, causando fortes mudanças de comportamento e ruptura de paradigmas, exige que o processo de implantação seja bem coordenado e controlado. Normalmente é dividida em quatro etapas: preparação, introdução, implantação e consolidação.

Suzuki (1992, p.9) sugere os seguintes passos e pontos chave:

Passo	Pontos chave
Preparação 1. Anúncio formal da decisão de implantar a TPM	A alta direção anuncia a decisão e o programa de implantação da TPM em reunião interna; publicidade em revista da empresa, etc.

2. Educação introdutória sobre TPM e campanha de publicidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Direção superior: grupos de formação para níveis específicos de direção ▪ Empregados: cursos, exemplos, etc.
3. Criar uma organização interna para promoção da TPM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comitê da direção e subcomitês especializados ▪ Escritório de promoção da TPM
4. Estabelecer os objetivos e políticas básicas da TPM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estabelecer linhas de atuação estratégicas e objetivas. ▪ Prever efeitos
5. Desenhar um plano mestre para implantar a TPM	Desde a fase de preparação até a postulação do Prêmio PM.
Preparação	Enviar aos clientes, filiais e subcontratadas.
6. Introdução ao lançamento do projeto empresarial TPM	
7. Criar uma organização corporativa para maximizar a eficiência da produção	Perseguir até o final a eficácia global da produção.
7.1. Realizar atividades centradas em melhorias	Atividades de equipes de projetos e pequenos grupos nos pontos de trabalho
7.2. Estabelecer e empregar um programa de manutenção autônoma	Proceder passo a passo, com auditorias e certificando a superação de cada passo
7.3. Implantar um programa de manutenção planejada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção corretiva ▪ Manutenção com parada ▪ Manutenção preditiva.
7.4. Capacitar pessoas para manutenção e operação	Educar os líderes que depois formarão os membros dos grupos.
8. Criar um sistema de gestão à vista das novas equipes e produtos	Desenvolver produtos e equipamentos fáceis de manter.
9. Criar um sistema de manutenção da qualidade	Estabelecer, manter e controlar as condições para o zero defeito.
10. Criar um sistema administrativo e de apoio eficaz: TPM em departamentos indiretos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incrementar a eficácia dos departamentos de apoio à produção. ▪ Melhorar e agilizar as funções administrativas e entorno dos escritórios

11. Desenvolver um sistema para controlar a saúde e a segurança no ambiente de trabalho	Assegurar um ambiente de trabalho livre de acidentes e poluição.
Consolidação 12. Consolidar a implantação da TPM e melhorar as metas e os objetivos legais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criar o Prêmio PM ▪ Estabelecer objetivos mais elevados.

Tabela 3: Passos e pontos chaves para implantação da TPM.

Fonte: Suzuki (1992)

2.3.4 - O respeito da TPM às necessidades de negócio

É importante destacar que um dos fatores que diferenciam a TPM é a sua orientação segundo as necessidades do negócio da empresa.

O 4º passo definido por Suzuki (1992, p.9), estabelecer os objetivos e políticas básicas da TPM, deixa claro que é fundamental que a política TPM básica deva ser parte da política global da empresa. A política que balizará a TPM deverá ser detalhada, indicando os objetivos e diretrizes das atividades a serem alcançados. Essa política deve relacionar-se diretamente com o planejamento estratégico da empresa, atendendo aos objetivos do negócio no médio e longo prazo. Para se obter sucesso, é necessário que ocorra uma ampla e detalhada discussão com todos os interessados, sendo que o programa TPM deve durar o tempo suficiente para atingir os objetivos fixados.

Suzuki (1992, p11) exemplifica política base TPM através da política básica da TPM e o desmembramento de política anual e objetivos TPM da empresa, conforme Tabela 4.

Política básica da TPM

- Com a participação de todos, esforçar-se por zero avarias e defeitos e buscar maximizar a eficiência global dos equipamentos.
- Criar um equipamento com engenharia ótima e usar para fabricar com qualidade.
- Treinar pessoas para trabalho em equipe e estimulá-las a seu máximo potencial.
- Criar lugares de trabalho agradáveis, participativos e eficientes.

Desmembramento de política anual e objetivos TPM da empresa

Política 1988	Objetivo para setembro 1988 (com relação a abril 1986 como base)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer uma organização corporativa e rentável 2. Promover uma campanha de redução de custos à metade 3. Garantir a TPM 	<p>Número de falhas: 1/100 ou menos</p> <p>Número de pequenas paradas: 1/20 ou menos (Tempo médio entre pequenas paradas): (4h ou mais)</p> <p>Produtividade do processo: mínimo 50% mais alta</p> <p>Taxa de desperdício de material: 1/3 ou menos</p> <p>Custo total: 60% ou menos</p> <p>Número de acidentes: 0 baixas</p>

Exemplo de política e objetivos TPM básico (Kansai NEC)

TABELA 4: Desmembramento de política anual e objetivos TPM da empresa

Fonte: Suzuki (1992)

Conforme o exemplo, é importante que a política TPM seja capaz de expressar os objetivos, sempre que possível, de forma numérica, estabelecer bases e referências claras, facilitar a identificação instantânea da situação atual, tanto quantitativa quanto qualitativamente.

Lima *et al.* (2002, p.57) cita 6 variáveis que devem ser controladas através de indicadores específicos, de forma a permitir medir e controlar os resultados da aplicação da metodologia.

Produção: Medem os resultados que afetam diretamente a produção da empresa. São exemplos: produtividade = custo de produção/volume de produção, eficiência global dos equipamentos OEE = disponibilidade x índice de desempenho operacional x índice de produtividade aprovada, disponibilidade = (tempo de operação – tempo de parada)/tempo operacional, etc.

Qualidade: Medem os resultados que afetam diretamente a qualidade dos produtos. Exemplos: número de defeitos, número de reclamações, índice de produtos defeituosos e taxa de falhas por qualidade de matéria-prima e materiais.

Custo: Medem os resultados que afetam os custos da empresa. Exemplos: custo de produção, custo de conversão, custo de manutenção, custo de manutenção/custo conversão, índice de utilização de ativos, taxa de depreciação, custo da não qualidade.

Entrega: Exemplos: número de dias de atraso, índice de atraso.

Segurança: Taxa de frequência de acidentes, taxa de gravidade de acidentes, número de acidentes com afastamento, número de acidentes sem afastamento, incidentes reportados, volume de efluente gerado e volume de efluente reciclado.

Moral: Número de melhorias propostas, número de LUPs (Lição de Um Ponto), elaboradas, índice de participação em reuniões de grupos e número de relatos de incidentes.

Outro passo importante é o 5º, desenhar um plano mestre TPM. Para formulá-lo é necessário decidir quais as atividades a serem colocadas em prática para atender os objetivos TPM. É importante porque a empresa deve refletir e decidir quais serão os meios mais eficientes para atingir os objetivos.

O plano mestre PM deve organizar e estabelecer os elos entre as atividades, definindo de forma clara e objetiva as referências e orientações, tornando assim o mapa para atingir as metas e objetivos definidos na política TPM.

2.3.5 - Pilares da TPM

Segundo Suzuki (1992,p12) as oito atividades núcleos TPM (seus pilares tradicionais) são:

- Melhorias orientadas
- Manutenção autônoma
- Manutenção planejada
- Formação e treinamento
- Controle inicial
- Manutenção da qualidade
- Atividades dos departamentos administrativos e de apoio

- Gestão de segurança e ambiente de trabalho

Para plantas que realizam atividades de processos, refinarias de petróleo, indústrias de cimento e fábrica de cervejas, é particularmente importante:

1. Diagnóstico e manutenção preditiva
2. Gestão de equipamento
3. Desenvolvimento de produtos, desenho e construção de equipamentos.

Lima *et al.* (2002, p.16) agrupa os pilares considerando os objetivos a serem atingidos.

Objetivo	Pilares
1. Estabelecer um sistema para aumento da eficiência do sistema produtivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção Autônoma ▪ Manutenção Planejada ▪ Melhorias orientadas (Gerenciamento de dados) ▪ Educação e treinamento (Gerenciamento do conhecimento)
2. Estabelecer um sistema de gerenciamento inicial para novos produtos e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controle Inicial
3. Estabelecer um sistema de gerenciamento da qualidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manutenção da Qualidade
4. Estabelecer um sistema de gestão da segurança, saúde e meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão de segurança e ambiente de trabalho

TABELA 5: Objetivos e pilares da TPM.

Fonte: Lima *et al.* (2002, p.16)

2.3.6 - Manutenção planejada

Para Lima *et al.* (2002, p. 118),

A função das atividades de manutenção é controlar a disponibilidade da fábrica dentro de valores específicos em um intervalo de tempo também especificado, ao **melhor custo** e com segurança. Este controle é feito através de métodos, técnicas, tecnologias e principalmente, pessoas.

A manutenção planejada na TPM não é uma atividade com objetivo de definir um plano que organiza o processo de manutenção, estabelecendo um cronograma de atividades, mas sim desenvolver a capacidade dos mantenedores em entender os equipamentos e os sistemas que operam, permitindo-os determinarem as melhores práticas de manutenção, buscando o menor custo, eficiência e disponibilidade globais dos equipamentos.

Lima *et al.* (2002, p119) classifica a manutenção planejada conforme a figura 11.

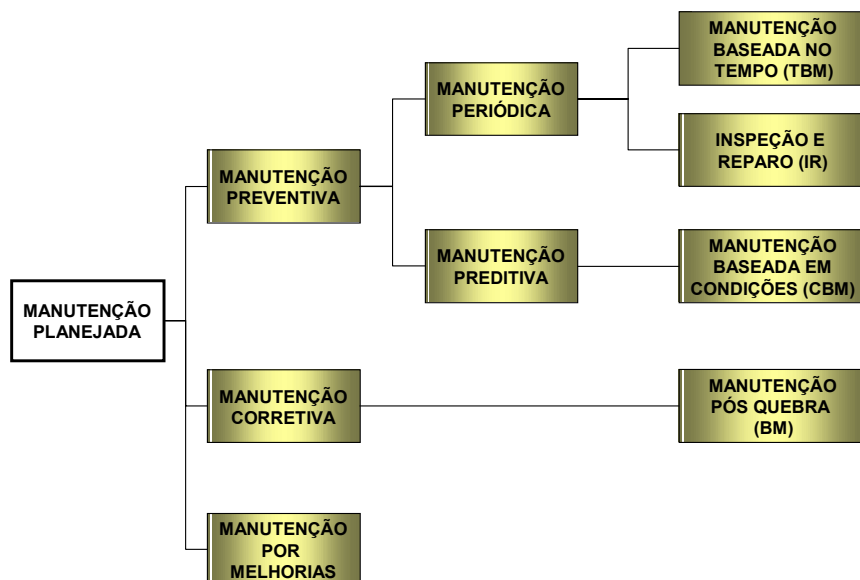


Figura 11: Classificação da manutenção planejada.

Fonte: Lima *et al.* (2002, p119)

Essa classificação permite entender as diversas formas de manutenção. Conjugá-las de forma inteligente é que permitirá obter os resultados determinados pela política TPM estabelecida pela organização.

Lima *et al.* (2002, p120) as define brevemente :

Tipo de manutenção	Descrição
➤ Periódica	Método que determina o reparo e substituição de componentes em períodos.
• Baseada no tempo	Intervalos determinados através de dados históricos e da deterioração dos equipamentos. O reparo é realizado independente do estado do componente.
• Inspeção e reparo	O reparo é realizado a partir da inspeção dos componentes. Não há controle de tendência de parâmetros.
➤ Preditiva	Realizada através do monitoramento de indicadores que indicam desgastes. É particularmente interessante onde a deterioração não é uniforme e o intervalo entre as manutenções não pode ser definido e o custo da indisponibilidade é alto ou a falha compromete à segurança.
➤ Corretiva	Só é realizada a partir da falha. É aplicada onde o custo do reparo é maior que o custo de indisponibilidade e não representa problemas de Segurança.
• Pós-quebra	Reparo realizado somente após a perda de função do equipamento. Não é realizado nenhuma inspeção ou reparo periódico.
➤ Por melhorias	Consiste em implementar melhorias que visam aumentar a vida útil do equipamento e redução de custos. Sua aplicação é especialmente interessante em equipamentos onde a vida útil de componentes é curta, apresenta elevadas taxas de falha, alto custo de manutenção e o tempo de reparo é elevado.

TABELA 6: Tipos de manutenção segundo a TPM.

Fonte: Lima *et al.* (2002, p120)

2.3.7 - WCM na Fiat – pilar PM (Professional Maintenance)

O programa FAPS (*Fiat Auto Production System*) consiste no projeto que busca implantar os conceitos do WCM (World Class Manufacturing) no grupo Fiat Auto.

Através do site do programa WCM Fiat Auto (http://manweb.fiat.com/sites/man/WCM/WCM_Trn/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=http%3a%2f%2fmanweb%2efiat%2ecom%2fsites%2fman%2fWCM%2fWCM%5fTrn%2fPillars%20Training&FolderCTID=0x012001) acessado em 09/09/2008 16h35 é possível constatar a similaridade do conceito de pilares do TPM:

- a) Segurança (*Safety*)
- b) Desdobramento de custos (*Cost Deployment*)
- c) Melhoria Focada (*Focus Improvement*)
- d) Manutenção Autônoma (*Autonomous Maintenance*) e Organização do posto de trabalho (*Workplace Organization*)
- e) Manutenção profissional (*Professional Maintenance*)
- f) Controle de Qualidade (*Quality Control*)
- g) Logística (Logistics)
- h) Antecipação de problemas com equipamentos (*Early Equipment Management*)
- i) Desenvolvimento de pessoas (*People Development*)
- j) Ambiente (*Environment*)

Segundo o guia de PM do FAPS Fiat Auto (2008, p.141), o objetivo da manutenção profissional é:

“(...) construir um sistema de manutenção capaz de reduzir a zero as falhas e as microparasdas de maquinas e equipamentos e obter ganhos através do aumento do ciclo de vida útil das máquinas através da prática de manutenção baseada na capacidade do aumento da vida dos componentes (manutenção preditiva e corretiva)”.

A figura 12 apresenta a relação proposta pelo PM quanto à abordagem da manutenção e os seus tipos. Esta separação é importante, pois de acordo com o tipo de processo interferirá diretamente na gestão de manutenção.

Um exemplo, os processos como montagem onde existe um elevado número de mão-de-obra o melhor mix de manutenção é composto por manutenção autônoma, isto é aquela

realizada pelo próprio operador, a limpeza, lubrificação, inspeção, a manutenção por falha e uma menor presença de manutenção periódica, preventiva e corretiva. Por outro lado, para casos onde os equipamentos são essenciais para a operação do processo, como unidades de pintura e presas o melhor mix de tipos de manutenção é: manutenção autônoma de base, nenhuma manutenção por falha e muita manutenção periódica, preditiva e corretiva.

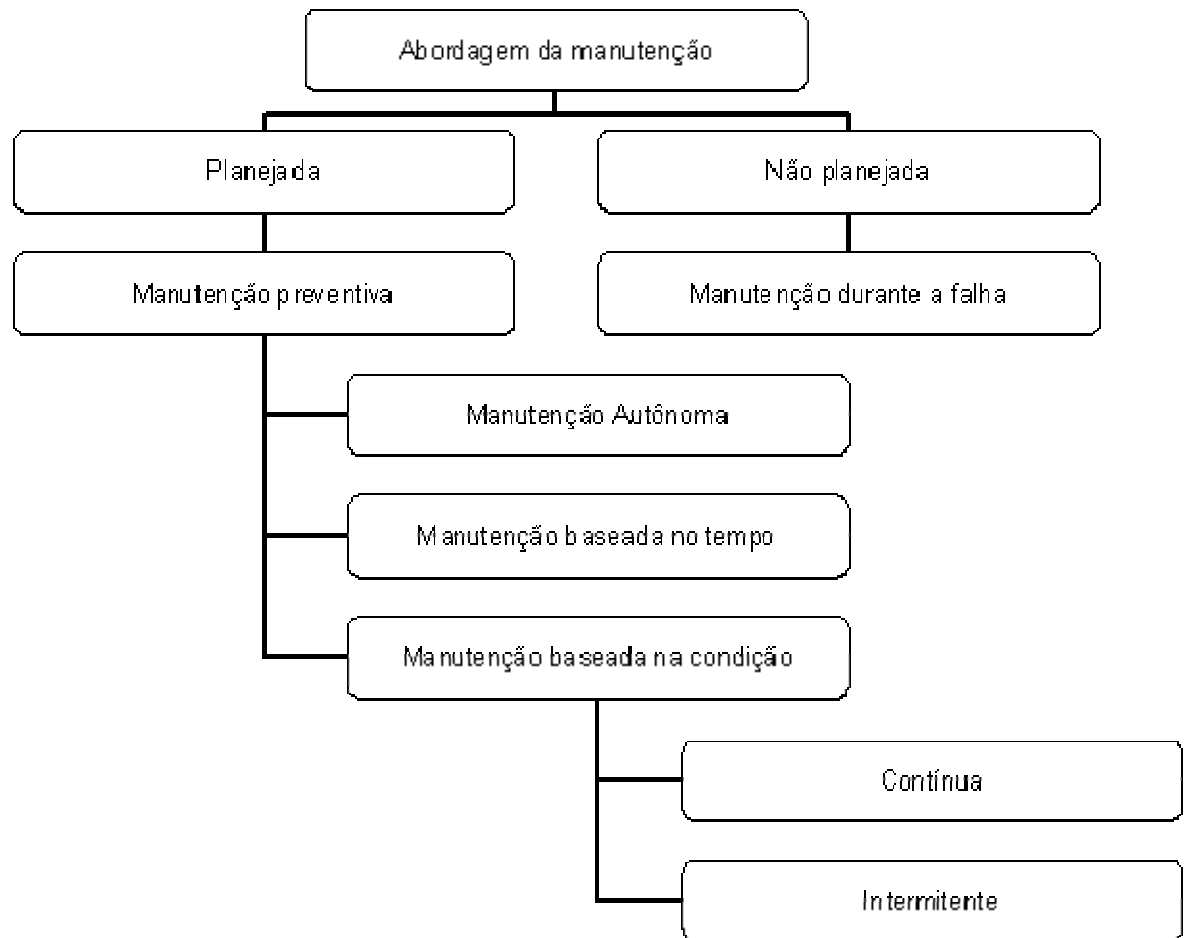


Figura 12: Tipos de Manutenção.

Fonte: Guia de PM do FAPS Fiat Auto (2008, p 142)

A escolha do mix de tipos de manutenção impacta diretamente no custo. Um exemplo é a implantação da manutenção preditiva que exigirá equipamentos, treinamento de mão de obra e tempo por outro lado a manutenção reativa em função de falhas não exige estes investimentos.

Os objetivos do sistema de manutenção profissional são:

- Maximizar a confiabilidade dos equipamentos ao melhor custo;
- Minimizar a perda em função de problemas de segurança e de qualidade através do melhoramento da confiabilidade;
- Reduzir o número de manutenções não planejadas, aplicando-as somente nas máquinas não prioritárias;
- Utilizar um mix adequado dos diversos tipos de manutenção (AM - *autonomous maintenance*, BM – *breakdown maintenance*, TBM – *Time Based Maintenance*, CBM - *Conditions Based Maintenance*) garantindo melhores condições de funcionamento dos equipamentos com os menores custos e melhorando a eficiência;
- Aumentar o peso percentual das manutenções corretivas, preditivas e melhorativas;
- Desenvolver internamente a competência de manutenção no nível de operação dos equipamentos, técnicos e engenharia;
- Promover a capacidade do planejamento da manutenção;
- Difundir a cultura orientada para obter zero falha e zero parada.

O percurso de implantação do WCM pode ser dividido nas seguintes etapas:

Passo 0 – Atividade preliminar de preparação;

Passo 1 - .Eliminação e prevenção do desgaste acelerado;

Passo 2 – Análise das quebras;

Passo 3 – Definição de um padrão de manutenção;

Passo 4 – Identificação dos pontos fracos das máquinas e prolongamento da vida útil média dos componentes.;

Passo 5 – Construção de um sistema de manutenção preventiva cíclica (TBM);

Passo 6 – Construção de um sistema de manutenção preditiva (CBM);

Passo 7 – Gestão dos custos de manutenção e construção de um sistema de manutenção melhorativa.

Os três primeiros passos estão orientados ao tempo médio entre falhas MTBF – (*Mean Time Between Failures*) e tem como objetivo eliminar e prevenir o desgaste acelerado dos equipamentos, analisar as falhas e definir um padrão de manutenção preventiva.

Do quarto e o sexto passo busca-se o prolongamento da vida útil das máquinas através das manutenções corretivas e preditivas.

O quinto passo busca reduzir o deterioramento dos equipamentos através da construção de um sistema de manutenção preventiva.

O sétimo passo consiste na institucionalização do sistema de manutenção e gestão de custos.

Para este o estudo, o PM contribui através dos processos definidos no passo 0 onde se propõem a criação de um sistema de gestão de manutenção completo onde deve ser mapeado e classificados os equipamentos e máquinas; os procedimentos em caso de falhas; um sistema de coleta de informações e documentação; implantar a gestão EWO (*Emergency Work Orders*) que são as ordens de trabalho em caso de falhas; a preparação da infra estrutura necessária para os box de manutenção; o sistema de computadorizado para a gestão de manutenção integrado com a gestão de peças sobressalentes e a gestão de lubrificação e por fim o monitoramento dos KPI (*Key Performance Indicator*).

Como ferramenta para a de classificação de equipamentos se propõem a aplicação da metodologia TGPC, que estabelece a relação entre o (T)empo de Reparo, o (G)rau de influência de um equipamento para um processo, a (P)robabilidade de defeito e a (C)riticidade do Maquinário para um determinado processo.

Esta metodologia determina a classificação dos equipamentos em função dos seguintes parâmetros destacados no TABELA 7 abaixo :

Classificação	Descrição	N.	Item	Parâmetros para atribuir a pontuação	Max	Min
Tempo de reparação (T)	Tempo médio de parada da máquina (calculado a partir de sistema de coleta de dados)	1	Tempo médio de parada de máquina	> 10 min/dia = 35 5-10 min/dia = 20 < 5 min/dia = 5	35	5
Grau de influência (D)	Efeito sobre as máquinas/equipamentos (em termo de segurança, produção, ambiente e custos)	2	Utilização da máquina/equipamento	3 turnos = 5 2 turnos = 1 1 turno ou eventual = 0	5	0
		3	Efeito sobre a qualidade do produto	Geometria / funcionalidade = 40 Saldatura de imbastitura = 40* Fatores estéticos = 10 Saldatura de completazione = 5* Não impacta em nenhum fator qualitativo = 0 * fatores somados com fator estético	50	0
		4	Perdas de energia	Conjunto de posicionamento degradado = 5 Degradação genérica = 2 Equipamento em boas condições = 0	5	0
		5	Impactos sobre a produção	TC projeto / TC real <= 70% = 5 TC projeto / TC real 70-90% = 3 TC projeto / TC real 90-95% = 1 TC projeto / TC real > 95% = 0	5	0
		6	Impactos das falhas na segurança das pessoas	Na OP de carga e prensa manual = 5 Na OP de carga e transporte = 3 Na Op automática = 1	5	1
		7	Impactos das falhas no ambiente	Máquinas SALDANTE = 5 Outras máquinas = 1	5	1
Probabilidade de falha (P)	Tempo médio entre os eventos de falhas baseado em dados históricos	8	Frequencia de paradas por falha (MTBF)	15 falhas/mês = 35 8-15 falhas/mês = 25 1-7 falhas/mês = 15 < 1 falha/mês = 5	35	5
Criticidade do equipamento (C)	A criticidade do equipamento é determinada pelas consequências que suas paradas impactam nas linhas de produção	9	Criticidade do equipamento em função das paradas de linha	Não provoca impactos na linha / processo = 5 impacto em uma linha (mas existe backu-up) = 20 Impacto em mais de uma linha e possui buffer > 30 min. = 40 Impacto em mais de uma linha e possui buffer entre 15 e 30 min. = 60 Impacto em mais de uma linha e possui buffer < 15 min = 80 Impacto em mais de uma linha não possui nenhum buffer = 100	100	5

TABELA 7 : Relação de paradas.

Fonte: Guia de WCM Fiat Auto

A partir dessa avaliação para cada um dos equipamentos é possível estabelecer um padrão de criticidade que considera múltiplos aspectos. Os critérios para esta determinação esta classificações podem ser entendidas através do TABELA 8 abaixo.

Classificação	TGPC	Tipo de manutenção indicada
AA – equipamentos super críticos	95-100%	Manutenções corretivas.
A – equipamentos críticos	80-95%	Manutenções preditivas
B – equipamentos normais	20-80%	Manutenções preventivas.
C – equipamentos menos importantes	< 20%	Manutenção quando ocorrer as falhas.

Tabela 8 : Classificação de equipamentos e tipos de manutenção indicada.

Fonte: Guia de WCM Fiat Auto

Também neste passo 0 é prevista:

- A utilização do sistema EWO que é uma ferramenta para detalhar todos os detalhes sobre a falha através da busca da causa raiz 5W e 1H, 4M.
- Criação de um procedimento de gestão de manutenção descrevendo como esta se desenvolve bem como os setores e responsáveis.
- Desenvolvimento de um sistema de gestão de peças sobressalentes e lubrificantes.

Como demonstrado o passo 0 do WCM a utilização da ferramenta TGPC sistematiza e facilita o processo de classificação dos equipamentos facilitando a adoção do modelo de gestão de estoque de materiais de baixíssimo giro considerando processos críticos para organização

No capítulo 3, é proposto um que integra, de forma estruturada, as visões financeiras e estratégicas permitindo que os gestores dos estoques e de manutenção tomem decisões seguindo as orientações estratégicas da empresa e simultaneamente otimizando os custos de seus estoques de forma global, isto é, não considerando somente os custos ligados diretamente armazenagem. Outro resultado importante será a possibilidade de se adotar políticas de ressuprimento especiais em função desta nova classificação dos itens de estoque.

CAPÍTULO 3 - PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS DE BAIXÍSSIMO GIRO CONSIDERANDO OS PROCESSOS CRÍTICOS

3.1 - Apresentação Geral do Novo Modelo Proposto

O objetivo é desenvolver um modelo que permita avaliar os riscos e os benefícios de adotar uma política de estoque de baixíssimo giro, considerando múltiplas variáveis como: processos críticos para a organização, o custo gerado por uma eventual paralisação do processo por falta de um material sobressalente de um equipamento, tempo de suprimento das peças e a probabilidade de não existir peças sobressalentes durante o tempo de suprimento.

A TPM apresenta um sistema detalhado de manutenção com objetivo de ampliar a eficiência global da organização. O estabelecimento da sua política, a partir das estratégias do negócio, demonstra o esforço em auxiliar a organização em atingir as suas metas, buscando obter a eficiência global da empresa, redução dos custos e aumento da disponibilidade dos equipamentos, no entanto, a TPM não diferencia os equipamentos de acordo com os processos que eles estão associados. Obter eficiência em equipamentos que suportam processos que não são críticos para a empresa pode significar perda de tempo e recursos. Essa situação é particularmente importante durante o processo de implantação da TPM, pois, por se tratar de um sistema que exige um grande esforço, principalmente na mudança de cultura e aprendizado das técnicas, normalmente é implantado através de projetos pilotos. Escolher um processo que não seja crítico pode provocar descrédito de todo trabalho, pois os resultados obtidos não representariam de fato ganhos à organização. Concentrar nos processos que realmente trazem benefícios é fundamental para que uma organização obtenha sucesso no cumprimento de sua missão.

3.2 - Descrição das Etapas do Modelo

Para gerir estoques de baixíssimo giro, a partir de níveis de serviços dos processos, propõe-se que sejam realizados os seguintes passos:

- 1 Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias da organização para com os seus clientes, sociedade, governo, funcionários e acionistas;

- 2 Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.
- 3 Realizar uma classificação ABC dos processos de acordo com a criticidade deles para a organização.
- 4 Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos. Nessa fase definir os impactos e ações desejadas que esses níveis de serviço causarão na gestão de materiais.
- 5 Obter os custos causados pela paralisação dos principais processos e subprocessos para a organização (custo de indisponibilidade).
- 6 Vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos. Nesse momento, os equipamentos herdam os níveis de serviço dos processos a eles vinculados.
- 7 Identificar os equipamentos que são gargalos nos processos.
- 8 Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos. Nessa fase é importante considerar o nível de serviço estabelecido para os equipamentos que deverá reconhecer cada uma das máquinas e seus respectivos componentes.
- 9 Analisar a política de estoque mais adequada do sistema que permita a gestão de materiais através da identificação de quais são os equipamentos e componentes vinculados ao processos críticos, considerando os impactos de manter zero ou uma unidade do estoque.

A figura 13 descreve as etapas para implantação de um sistema de gestão de materiais considerando a importância dos processos para a organização.

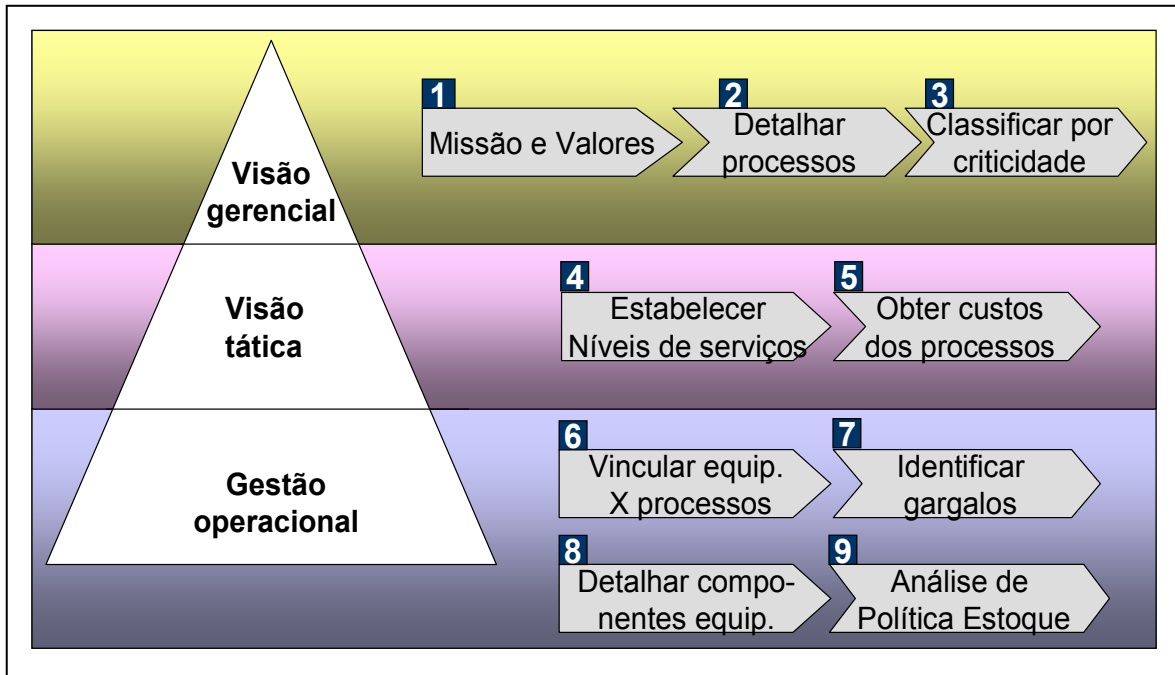


Figura 13: Método de gestão de estoque, considerando os processos da organização.

Fonte: Dados primários (2003)

3.1.1 Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias das organizações.

Analisando a missão e os objetivos da organização, é possível compreender como ela busca atender os seus clientes, a sociedade, os acionistas e empregados. Através de técnicas de planejamento estratégico, são definidas as metas e estratégias que serão as guias para a organização.

Para que os processos realmente agreguem valor aos clientes eles devem estar alinhados com essas metas e estratégias, caso contrário não passam de um conjunto de atividades sem valor.

3.1.2 Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.

Essa visão estratégica deve ser desdobrada dentro da empresa, estabelecendo a missão e os respectivos resultados desejados para cada processo. Como resultado é possível conhecer quais os processos realizados pela empresa, classificando-os dos mais críticos até aos de menor representatividade.

Atualmente, entender os processos nas organizações é um pré-requisito até pra obtenção de certificados de qualidade, como a nova versão ISO-9001, versão 2000, que determina dentre outros, os seguintes requisitos básicos:

- Foco no cliente
- Identificação dos processos chaves
- Determinação das seqüências e interações entre os processos

Podem existir nas organizações centenas de processos produtivos ou empresariais e milhares de subprocessos e identificá-los é uma tarefa que exige empenho para evitar a confusão entre os departamentos e os processos de fato.

3.1.3 Processos críticos derivados da visão estratégica

Em linhas gerais, os processos críticos são aqueles: que constituem a atividade básica da empresa, os que causam reclamação ou problemas para os clientes externos e internos, processos de alto custo e de longo ciclo de duração.

Para realizar essa atividade é necessário elevado conhecimento dos processos realizados pela empresa e confrontá-los de forma isenta com os objetivos da organização.

Uma vez conhecidos, é importante estabelecer uma classificação ABC que permita segmentá-los de acordo com a sua importância e criticidade, permitindo assim reconhecer quais processos deverão receber atenção especial, mediana ou serem desconsiderados pela organização.

3.1.4 Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos.

Ao se definir níveis de serviço desejados por processo, todos os equipamentos e respectivas peças de reposição serão tratadas com os mesmos índices, garantindo assim que se atenda de maneira uniforme e consistente as necessidades dos pedidos ao estoque.

A organização pode estabelecer níveis de serviço superiores para os processos de acordo com a sua classificação de importância. Ao determinar quais são as características desejadas para cada nível de serviço, permite-se criar regras de comportamento e parâmetros que orientarão as ações de atendimento e manutenção dos processos. Atualmente este modelo é muito utilizado para manutenção e suporte de serviços de informática. Durante este processo de definição é importante considerar além dos impactos globais para a organização, também os desdobramentos nos subprocessos relacionados. A figura 14 demonstra algumas políticas que podem ser desenvolvidas de acordo com o nível de serviço estabelecido.

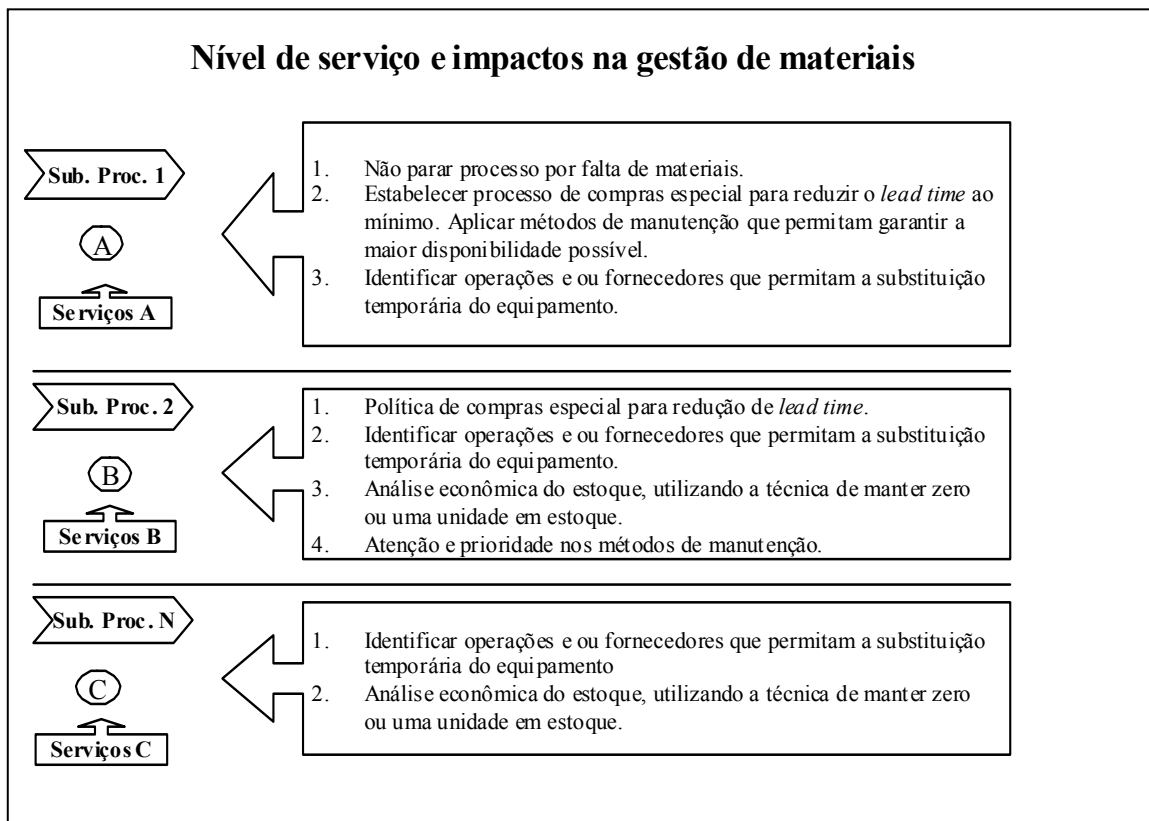


Figura 14: Impactos dos níveis de serviço na gestão de materiais.

Fonte: Dados primários (2003)

3.1.5 Custos de indisponibilidade dos processos

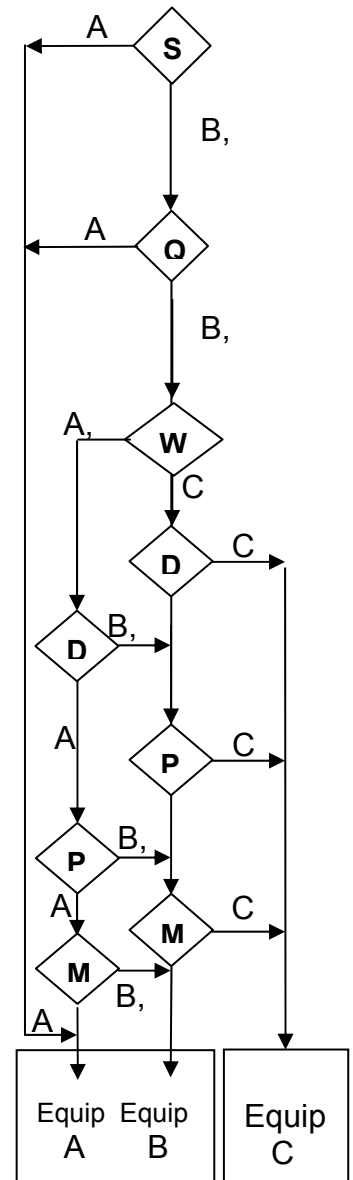
Um dos pré-requisitos básicos para realizar uma boa gestão de estoques é conhecer os custos envolvidos nesse processo, dentre eles o CIP (Custo de Indisponibilidade e Penalidade).

É mais fácil para a organização conhecer os gastos com os seus processos e o quanto ele agrega de valor no produto e dessa forma obter um valor que represente quanto uma parada causada por um equipamento custaria para a organização. Dessa forma para se obter o CIP de um equipamento é necessário conhecer sua influência no processo, estabelecendo assim um percentual do custo total do processo. Um equipamento considerado gargalo, teria o CIP igual ao valor do processo.

3.1.6 Vínculo equipamento x processo

Determinar a importância de um determinado equipamento para a organização é um grande desafio. Suzuki (1992, p133), classifica os equipamentos conforme quadro 9.

Elem. Avaliação	Classe A	Classe B	Classe C
S Segurança e poluição	Falha poderia causar sérios problemas com a segurança e ambiente na área vizinha.	Falha poderia causar algum problema com a segurança e ambiente na área circundante	Falha não causará problema com a segurança e ambiente na área circundante
Q Qualidade e rendimento	Falha poderia causar produtos defeituosos e afetar seriamente o rendimento	Falha poderia causar variações de qualidade ou afetar moderadamente o rendimento	Falha não afetaria a qualidade e rendimento
W Status de operação	24 horas de operação	De 7 a 14 horas de operação	Operação intermitente
D Fator de atraso (custos de oportunidade)	Falha pararia a planta inteira	Falha pararia somente o sistema afetado	Está disponível unidade reserva. É mais barato esperar a falha para então realizar a reparação
P Período (intervalo de falhas)	Paradas frequentes (cada seis meses ou mais)	Paradas ocasionais (aproximadamente uma vez ao ano)	Dificilmente ocorre uma parada (menos de uma vez ao ano)
M Manuten- bilidade	Tempo de reparação: 4h. ou mais Custo de reparação superior 1.600\$	Tempo de reparação: 1-4h. Custo de reparação: 400\$ a 1.600\$	Tempo de reparação: menos de 1h. Custo de reparação: menos de 400\$



Quadro 9: Esquema de classificação de equipamentos.

Fonte: Suzuki (1992, p133)

Essa classificação considera o equipamento de forma isolada. Sem dúvida que é uma informação importante para os gestores de manutenção e de materiais, no entanto, o equipamento pode ser considerado crítico de acordo com a TPM, mas suporta processos classificados com o C, isto é, de pouca importância para a organização. Nessa condição, os gestores seriam induzidos a realizar uma gestão com critérios mais exigentes se forem

considerados somente os equipamentos do que se considerar como base as características do processo.

Outra forma de classificar os equipamentos é proposta pelo WCM (*World Class Manufacturing*) através do TGPC isto é estabelecer a relação entre o (T)empo de Reparo, o (G)rau de influência de um equipamento para um processo, a (P)robabilidade de defeito e a (C)riticidade. Este conceito foi detalhado no capítulo 3 e pode-se observar semelhanças nas técnicas uma vez que o pilar PM (Manutenção Profissional) foi baseado nos princípios do TPM.

Ao se vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos, torna-se possível os equipamentos herdarem os níveis de serviços previamente estabelecidos.

Através desse relacionamento, os equipamentos passam a ser identificados quanto a sua importância para a organização, conforme apresentado pela figura 15.

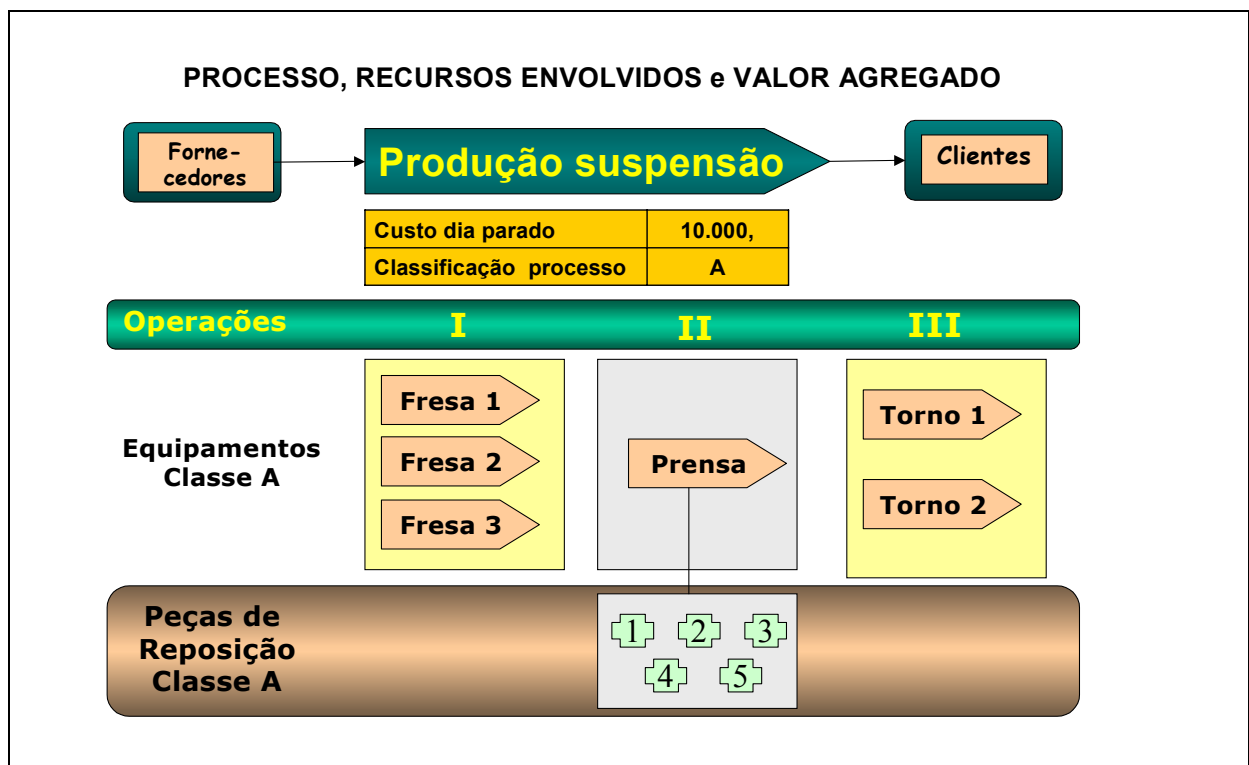


Figura 15: Custo do processo e classificação de peças de reposição por importância do processo.

Fonte: Dados primários (2003)

3.1.7 Identificar os equipamentos gargalos nos processos

Conhecer os equipamentos gargalos nos processos é outro passo importante para a gestão de materiais. No caso de processos críticos, esses equipamentos devem ser considerados com políticas especiais, como manter estoques de peças de reposição como meio de garantir a sua disponibilidade. Através da figura 16, pode-se identificar o conjunto de equipamentos que constituem o gargalo para um processo exemplo.

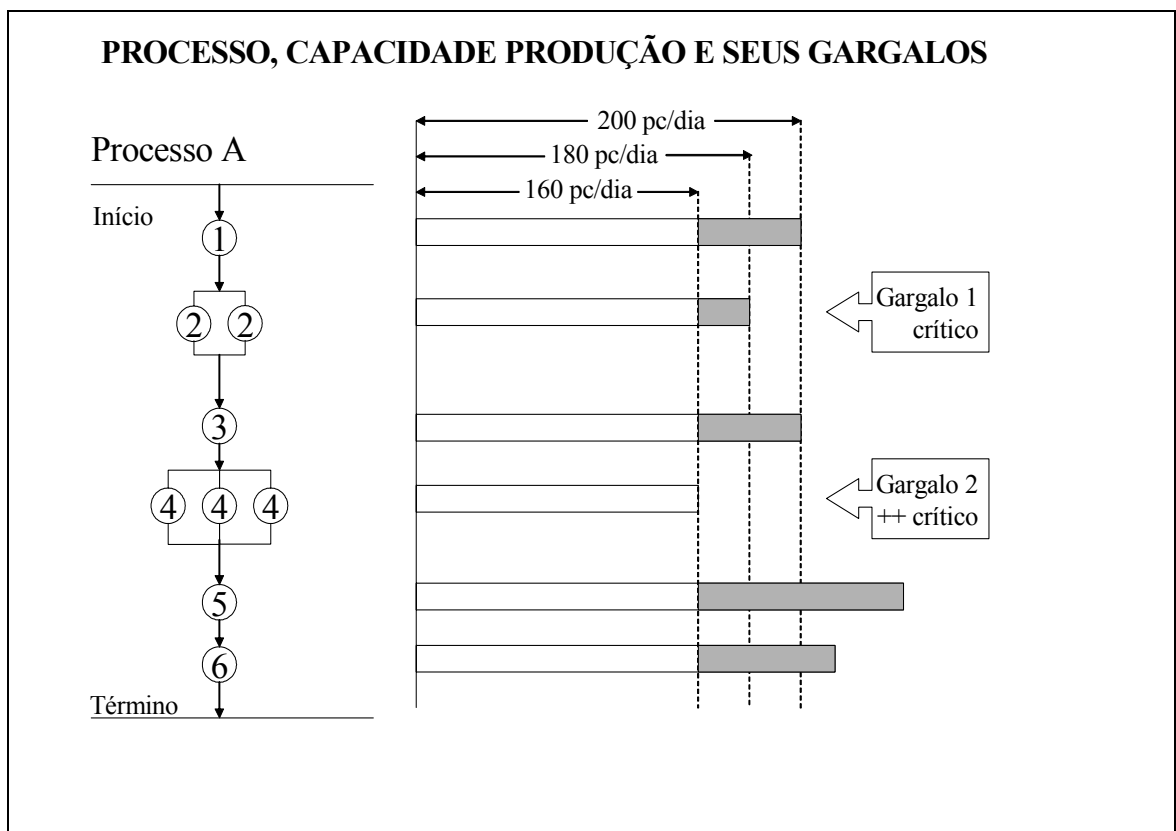


Figura 16: Processo e operações / equipamentos gargalos

Fonte: Dados primários (2003)

3.1.8 Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos

Essa atividade consiste em conhecer a estrutura de componentes dos equipamentos e o resultado é a árvore de componentes, que descreve os módulos e respectivos itens que o compõem. O grau de detalhe deve ser definido pela equipe que realiza a manutenção, devendo permitir um controle dos principais componentes.

Seguindo o mesmo raciocínio anterior, os componentes herdarão os níveis de serviço dos equipamentos, criando assim uma nova informação para os gestores de estoque. A estes itens serão aplicadas as políticas definidas pelos níveis de serviço definidos pela organização. Esse modelo já foi demonstrado através da figura 15.

3.1.9 Sistema de gestão de materiais considerando itens críticos, zero estoque ou uma unidade em estoque.

Todos os dias os gestores de estoque precisam responder as seguintes questões:

- a. Quais itens são realmente importantes para a organização?
- b. Qual é a quantidade de peças que devo manter em estoque quando o material apresenta baixíssimo giro?
- c. O que devo fazer para reduzir o meu estoque sem comprometer a disponibilidade de materiais?
- d. Qual estratégia de estoque deve ser implantada para garantir disponibilidade a um menor custo possível?

Para facilitar a operacionalização do modelo proposto de gestão de materiais que busca auxiliar nas respostas para as questões acima, é necessário desenvolver um sistema que permita agrupar as informações de forma estruturada, simples e confiável. A figura 17 demonstra o sistema que auxiliaria a gestão de estoques de baixíssimo giro.

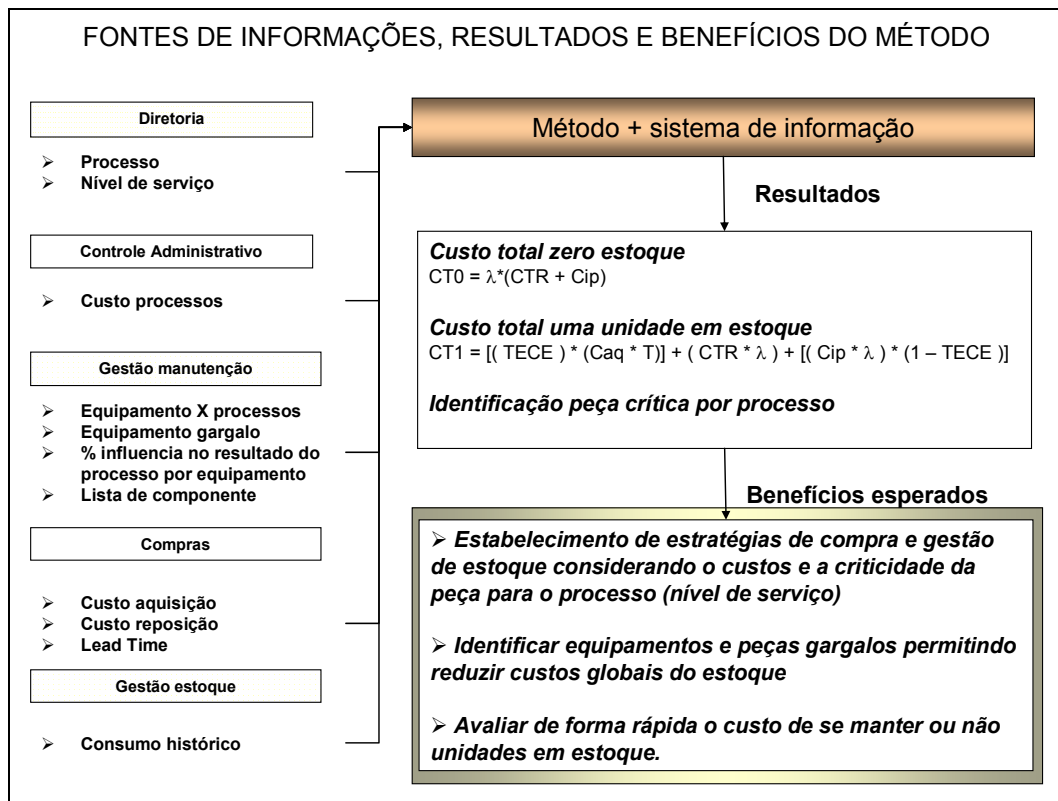


Figura 17: Esquema de fontes de informações, principais resultados do sistema e benefícios esperados.

Fonte: Dados primários (2003)

O objetivo do sistema é ser uma ferramenta que permita o gestor de materiais conhecer rapidamente qual é a importância de um determinado item para a organização considerando o processo que ela está inserida, se o equipamento onde ela é aplicada é um gargalo produtivo, o nível de serviço desejado pelo cliente, os impactos financeiros que seriam causados em caso de ruptura de estoque e uma simulação de valores caso optasse por um modelo de gestão de manter zero ou sempre uma unidade em estoque.

Esse sistema não substitui os sistemas de gestão atuais, mas sim disponibiliza novas informações aos gestores de materiais auxiliando-os na tomada de decisão. Estas oportunidades podem ser resumidas conforme tabela 10.

Novas oportunidades	Funcionalidade
➤ Identificação dos processos críticos, permitindo a tradução dos objetivos estratégicos em ações operacionais.	<ul style="list-style-type: none"> • Registro dos processos • Classificação segundo a sua importância
➤ Otimizar o estoque, buscando reduzi-lo através da adoção de estratégias personalizadas por item do inventário, considerando sua criticidade	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo para todos os itens de baixíssimo giro dos custos de manter zero ou uma unidade em estoque, considerando o custo dos processos, equipamentos, criticidade do processo, aquisição, etc.
➤ Disponibilizar informações que permitam ações que promovam a redução das paradas por falta de componentes sem onerar pesadamente o estoque.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os itens críticos e que são usados em equipamentos gargalos.
➤ Classificação de itens segundo a visão estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> • Criar ABC de itens por nível de serviço segundo os processos.
➤ Auxiliar no desenvolvimento de contratos de fornecimento que reduzam o <i>Lead time</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicar quais os itens exigem níveis de serviços mais elevados – classe A.
➤ Estabelecer um fluxo de informação simples e confiável para todos os envolvidos nos processos de gestão financeira, manutenção e de estoque.	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte de consulta com gestão de segurança que permite armazenar informações, controlar o acesso e colher os benefícios de uma gestão integrada.

Tabela 10: Esquema de classificação de equipamentos proposto.

Fonte: Dados primários (2003)

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO FIAT - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

4.1 - Apresentação do Setor de Aplicação do Modelo

O modelo foi aplicado na Fiat Automóveis S.A do Brasil, em sua unidade fabril, localizada em Betim. Internamente o modelo envolverá dois processos: Estampagem, crítico para a organização e classificado como A, e o processo de gestão de materiais indiretos, especificamente em materiais de manutenção com movimentação inferior a 1 unidade por ano, caracterizando assim os materiais de baixíssimo giro.

Buscando o alinhamento com o programa FAPS (*Fiat Auto Production System*) e aproveitando os estudos preliminares realizados pela organização, especialmente os realizados no passo zero, foi selecionada a prensa conhecida como 17.01, equipamento que realiza a operação 20. Esta operação pode ser dividida em carregamento robotizado da matéria prima que são os *blanks*, chapas previamente cortadas das bobinas e a prensagem, também conhecida como conformação. Nesse equipamento são prensados peças para capô, portas, pavimentos e tampos para porta malas.

4.2 - Descrição da Aplicação do Modelo

Conforme já detalhado no capítulo 3, para se aplicar o modelo proposto para gerir estoques de baixíssimo giro a partir de níveis de serviços dos processos, propõe-se que sejam realizados os seguintes passos:

1. Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias da organização para com os seus clientes, sociedade, governo, funcionários e acionistas;
2. Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.
3. Realizar uma classificação ABC dos processos de acordo com a criticidade deles para a organização.
4. Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos. Nessa fase, definir os impactos e ações desejadas que esses níveis de serviço causarão na gestão de materiais.

5. Conhecer os custos causados pela paralisação dos principais processos e subprocessos para a organização (Custo de Indisponibilidade).
6. Vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos. Neste momento, os equipamentos herdaram os níveis de serviço dos processos a eles vinculados.
7. Identificar os equipamentos que são gargalos nos processos.
8. Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos. Nesta fase é importante considerar o nível de serviço estabelecido para os equipamentos.
9. Desenvolver sistema que permita a gestão de materiais, conhecer quais são os equipamentos e componentes, sinalizando qual o nível de serviço exigido, considerando a possibilidade de manter zero ou uma unidade do estoque.

Abaixo, o desenvolvimento dessas etapas na unidade fabril da Fiat Automóveis, localizada em Betim.

4.3.1 Conhecer a missão, o objetivo e as estratégias das organizações.

Para melhor compreender a empresa serão apresentados a missão, visão, valores e princípios que orientam as estratégias das organizações. Foi estudado o manual de gestão para a qualidade da Fiat Automóveis S.A do Brasil, pois para a organização o seu sistema de gestão de qualidade está orientado à estratégia organizativa.

A missão da Fiat é “Desenvolver, produzir e comercializar carros e serviços que as pessoas prefiram comprar e tenham orgulho de possuir, garantindo a criação de valor a sustentabilidade do negócio.”

A visão, ou seja, como a empresa deseja ser vista pelo mercado é “Estar entre os principais players do mercado e ser referência de excelência em produtos e serviços automobilísticos”

Através da Figura 18 - Valores da Fiat, é possível entender como a empresa se orienta para realizar o trabalho.



Figura 18: Valores da Fiat

Fonte: <http://www.interativafiat.com.br/Cmi/Pagina.aspx?2003>, acessado em 27/08/2008 – 11h10

Por fim, os princípios que orientam a conduta pessoal e profissional de todos os envolvidos nas atividades da empresa podem ser entendidos a partir da Figura 19 - Princípios da Fiat.



Figura 19: Princípios da Fiat

Fonte: <http://www.interativafiat.com.br/Cmi/Pagina.aspx?2002> acessado em 27/08/2008 – 11h58.

Como é possível observar, a empresa está orientada para satisfazer às necessidades dos seus clientes, respeitando o meio ambiente, preocupada com a sociedade, valorizando as pessoas e buscando reforçar a identidade do grupo Fiat. Para atingir esses objetivos estimula que as pessoas se respeitem, sejam determinadas e tenham vontade de se superar, propondo novas formas de resolver os desafios propostos de forma íntegra e através do debate na busca da convergência.

4.3.2 Identificar principais processos e subprocessos realizados pela organização.

Essa etapa foi realizada através do estudo do Manual de Gestão para a Qualidade, item obrigatório da certificação ISO-9001 versão 2000 e guia do Sistema de Gestão para Qualidade.

Para cada macroprocesso existe um Owner que atua de forma transversal sendo responsável pelas saídas ou resultados que serão fornecidos aos clientes internos ou externos.

Cabe destacar que dentre outras atribuições os Owners são responsáveis por “Monitorar no tempo o atendimento aos objetivos estratégicos, gerindo um plano de ações corretivas e preventivas”.

Segundo o Manual de Gestão para a Qualidade o SGQ é constituído pelo:

DIRECIONAL (MOP), de carácter estratégico e com a missão de estabelecer metas, recursos e promover a análise crítica do sistema; pelos Macros Processos SUPORTE (SOP), de carácter transversal e com a missão de proverem meios e suporte ao sistema e pelos processos PRIMÁRIOS (COP), de carácter OPERACIONAL e com missões específicas e complementares entre si na realização do produto e dos serviços da Organização.

Através da Figura 20 é possível observar as interações dos macroprocessos gestão da Fiasa.

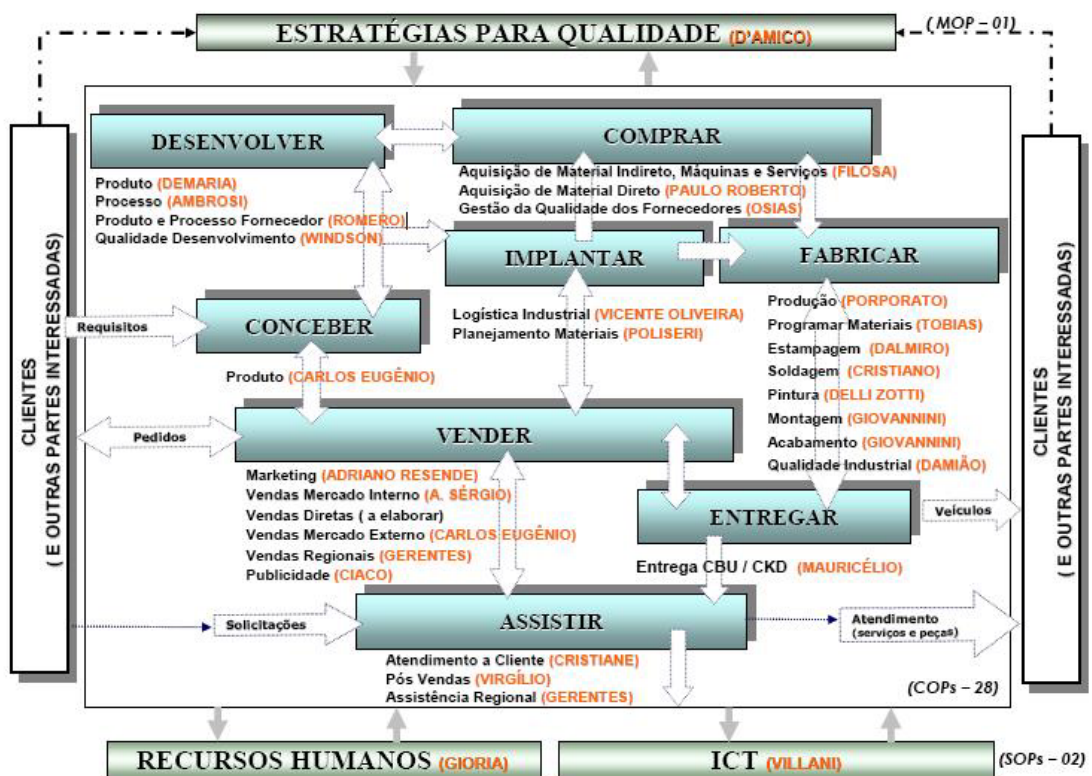


Figura 20: Mapa geral “Interações dos macroprocessos gestão da Fiasa”

Fonte: Manual da qualidade Fiasa.

Em função do grande número de equipamentos o macroprocesso selecionado para o estudo foi o Fabricar cuja missão é:

“Garantir a produção de veículos com a qualidade especificada, cumprindo o programa de produção, dentro do custo de operação, provendo o melhoramento contínuo dos processos de produção e seus respectivos resultados”

Este macroprocesso é composto por diversos subprocessos que são divididos em processos operacionais e de apoio. Essa análise se concentrou nos processos operativos que são: Estampagem, Soldagem, Pintura e Montagem e Acabamento.

4.3.3 Realizar uma classificação ABC dos processos de acordo com a criticidade deles para a organização.

No modelo proposto é nesta etapa que é necessário definir a criticidade de cada subprocesso e respectivas atividades de forma a permitir o desdobramento até o nível que seja possível associar os equipamentos. No capítulo 3 foi descrito algumas formas de realizar esta atividade.

No caso da Fiat, esta criticidade foi determinada através do cumprimento de uma etapa de implantação do programa de WCM (*World Class Manufacturing*), mais especificamente pelo pilar de PM (*Professional Maintenance*).

O WCM estabelece a metodologia TGPC que prevê diversos passos que estão alinhados com o modelo proposto na dissertação. Dentre eles a classificação dos equipamentos, que considera aspectos tais como: (T) tempo médio de reparação, (G) grau de influência, (P) probabilidade de evento e (C) criticidade. No tópico 5.3.6 - Vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos, será detalhado o critério de classificação.

A partir da criticidade para a organização e considerando também as dificuldades enfrentadas no processo de reposição de peças, a natureza dos equipamentos, o elevado *lead time* em função da característica muitas vezes únicas dos equipamentos e o baixíssimo giro de alguns materiais de reposição foi selecionado para o estudo o processo de Estampagem, também conhecido internamente como Prensas.

A missão do processo de Estampagem é: “Produzir peças estampadas com a qualidade e foco no cliente, objetivando o budget e respeitando o meio ambiente, tendo em vista o melhoramento contínuo.”

O processo de estampagem é subdividido em Planejamento, Controle, Produção – que é composta por Corte, Estampagem e Reparação – e Estoque; Estoque de matéria prima; QRM (Qualidade Recebimento de Materiais); e, por fim, a Gestão do almoxarifado e Expedição de peças acabadas.

Através da figura 21 extraída do documento 7.2.3000001 versão 04, acessado a partir do GED (Gerenciador Eletrônico de Documentos) <http://ged.fiada.com.br>, é possível compreender o funcionamento do Macro processo de estampagem.

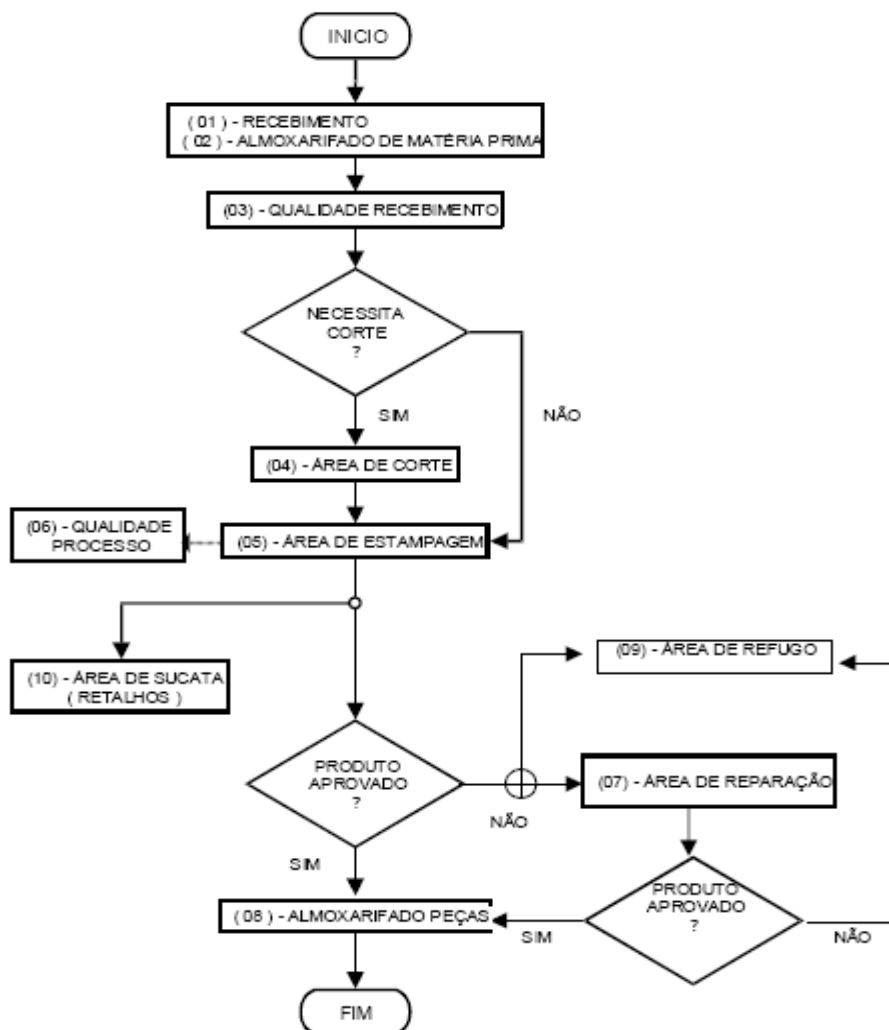


Figura: 21: Fluxo do Macro Processo de Estampagem

Fonte: SGQ (Sistema de Gestão de Qualidade) Fiasa.

O subprocesso que será detalhado é o (5) Área de Estampagem, crítico para a organização onde estão alocados os equipamentos usados na confecção das partes que posteriormente serão usadas no processo de Soldagem, também conhecido internamente como funilaria.

A figura 22 apresenta uma macro visão das linhas de prensas e permite identificar a linha 17, objeto do estudo.



Figura 22: Layout Unidade Operativa de Prensas

Fonte: Documentação interna Fiasa

A linha que será estudada é a 17, especialmente a prensa da operação 20, conhecida como 17.01. Para facilitar a compreensão a linha 17 é apresentada a figura 22.

Linha 17

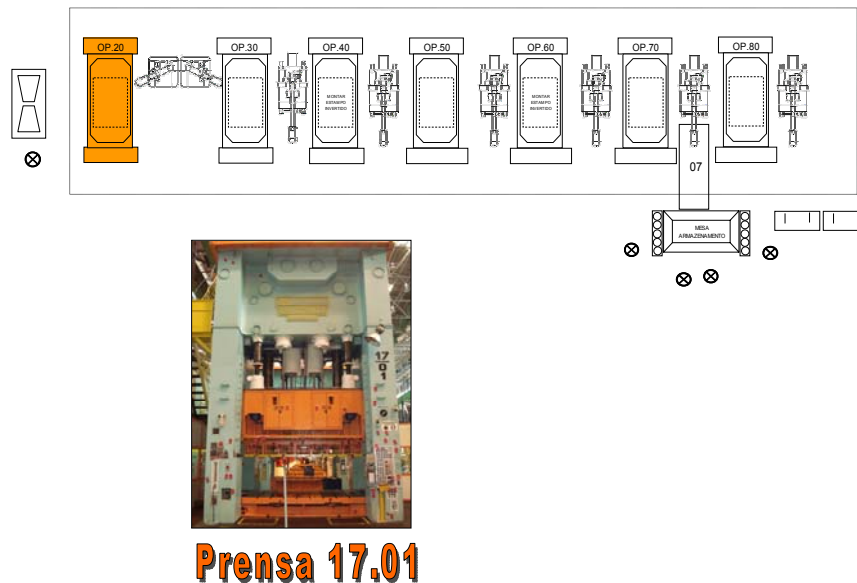


Figura 22: Detalhamento da linha 17, prensa 17.01

Fonte: Documentação interna da Fiasa

4.3.4 Estabelecer níveis de serviço desejados para os processos e subprocessos. Nesta fase, são definidos os impactos e ações desejadas que estes níveis de serviço causarão na gestão de materiais.

Ao estabelecer os níveis de serviços busca-se promover o alinhamento das ações entre o processo de gestão de materiais com a gestão da manutenção e garantir conseqüentemente a produção.

Para facilitar essa relação adotam-se os mesmos níveis de criticidades dos equipamentos que derivam dos processos. Neste momento é importante considerar também se o equipamento é gargalo ou não. Essa característica deve ser considerada para estabelecer a criticidade do equipamento.

Para a Fiasa, como o processo de estampagem é crítico, foi considerado o critério de criticidade resultante da aplicação do TGPC e na Tabela 11 – Nível de serviços e ações das políticas de estoque, são apresentadas algumas alternativas de política de suprimentos a partir dos níveis de serviços associados aos equipamentos.

Nível de serviços	Estoque Zero / Um	Ações das políticas de estoque
AA	1 unidade estoque	<ul style="list-style-type: none"> • Não parar processo por falta de materiais. • Estabelecer processo de compras especial para reduzir o lead time ao mínimo. • Aplicar métodos de manutenção que permitam garantir a maior disponibilidade possível. • Identificar operações e ou fornecedores que permitam a substituição temporária do equipamento.
A	Avaliar 0 ou 1 unid. estoque	<ul style="list-style-type: none"> • Política de compras especial para redução de lead time. • Identificar operações e ou fornecedores que permitam a substituição temporária do equipamento. • Análise econômica do estoque, utilizando a técnica de manter zero ou uma unidade em estoque. • Atenção e prioridade nos métodos de manutenção.
B	Zero unidade	<ul style="list-style-type: none"> • Compra a partir de reserva de material, isto é, aplicável nos casos de manutenção preventiva. • Estabelecer previamente o cadastro de uma base de fornecedores, cadastro e canal de negociação expresso.
C	Zero unidade	<ul style="list-style-type: none"> • Pedido da peça quando ocorrer a quebra do equipamento. • Estabelecer previamente o cadastro de uma base de fornecedores, cadastro e canal de negociação expresso.

Tabela 11: Nível de serviços e ações das políticas de estoque.

Fonte: primária

É importante lembrar que para o TGPC os critérios de criticidades são:

- AA – equipamentos super críticos.
- A – equipamentos críticos
- B – equipamentos normais.
- C – equipamentos menos importantes.

A própria classificação demonstra que é necessário definir níveis de serviços diferenciados o que podem gerar políticas de suprimentos especiais. Um exemplo de política de gestão de materiais de estoque de baixíssimo giro pode ser: itens AA devem possuir obrigatoriamente peças de reposição no estoque, itens A deve ser avaliado a possibilidade de ter uma unidade ou zero em estoque, itens tipo B e C assumir zero unidade em estoque.

4.3.5 Conhecer os custos causados pela paralisação dos principais processos e subprocessos para a organização. (Custo de indisponibilidade)

A seguir a Tabela 12 apresenta os custos com a indisponibilidade dos equipamentos da linha 17. Foram considerados os custos mensais apurados com a manutenção preventiva e programada e quando da ocorrência de quebras de máquinas. É importante ressaltar que a metodologia do WCM considera outros custos que não foram considerados aqui por não estarem ligados diretamente com a interrupção da operação do equipamento em função de manutenção.

Grupo de custos	Detalhamento de custos	PM - Manutenção Preventiva e programada	Quebra de máquinas
MÃO DE OBRA	MÃO DE OBRA DIRETA	R\$ 0,00	R\$ 3.810,39
	REFUGO MO DIRETA	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	TRANSPORTE BENEFICIO	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA INDIRETA	R\$ 0,00	R\$ 177,40
	MENSALISTAS	R\$ 1.471,03	R\$ 1.384,83
MATERIAIS	MATERIAIS DE MANUTENÇÃO	R\$ 3.323,13	R\$ 16.615,64
	MATERIAIS DIRETOS	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	MATERIAIS INDIRETOS (CONSUMO/EPI)	R\$ 0,00	R\$ 2.761,29
MEIOS	VAPOR	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	AR COMPRIMIDO	R\$ 235,86	R\$ 222,04
	ENERGIA ELETRICA	R\$ 296,78	R\$ 696,67
	ÁGUA DI	R\$ 362,86	R\$ 0,00
	GAS	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	HANDLING	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	LIMPEZA TÉCNICA	R\$ 27,38	R\$ 0,00
	LIMPEZA CIVIL	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	OUTRAS MANUTENÇÕES	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	R\$ 10.394,17	R\$ 22.016,43
	MÃO DE OBRA DE MANUTENÇÃO COMAU/CAD	R\$ 2.118,96	R\$ 3.989,58
	MÃO DE OBRA DE MANUTENÇÃO COMAU/ENGENHARIA	R\$ 3.166,40	R\$ 5.961,71
TOTAL (R\$/mês)		R\$ 21.396,58	R\$ 57.635,99

Tabela 12: Custos de indisponibilidade da linha 17

Fonte: Cost Deployment FIASA

O custo total considerado como indisponibilidade foi de R\$ 79.032,57 por mês.

4.3.6 Vincular os equipamentos que necessitam de manutenção aos processos e subprocessos. Neste momento, os equipamentos herdam os níveis de serviço dos processos a eles vinculados.

Este é o ponto básico para garantir que a gestão estratégica reflita na gestão operacional. Esta associação pode ser realizada de forma direta dos equipamentos com os processos, subprocessos e atividades. Neste ponto é importante identificar se existem alternativas de equipamentos e desta estabelecer um peso adequado, um conjunto de equipamentos, com capacidade produtiva complementar não deve ser assinalado com a mesma criticidade do que um equipamento gargalo, mesmo que ambos estejam vinculados com o mesmo processo.

Novamente o programa FAPS contribui com esta análise. Através da figura 24: Critério de classificação das máquinas observa-se como foram segmentados os equipamentos. Nesta análise destaca-se que o critério de maior peso é o Criticidade de Maquinário, isto é, o quanto o equipamento influencia no processo.



CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS

Classificação dos maquinários utilizando a metodologia TGPC:

ITEM	PONTOS
T – Tempo de Reparo	10
G – Grau de Influência	10
P – Probabilidade de Defeito	10
C – Criticidade do Maquinário	100
TOTAL	130

PONTUAÇÃO	CLASSE	TIPO DE MANUTENÇÃO A SE APLICAR
> 76	1	Sistema de nível máximo de CBM Monitoramento constante dos indicadores
> 60 e ? 75	2	Sistema de nível máximo de CBM Monitoramento periódico das peformaces
< 59	3	Manutenção Periódica (TBM)
N. Inspecionavel	4	Manutenção Autônoma (AM)

Figura 24: Critério de classificação das máquinas.

Fonte: Documentação interna Fiat

Ao aplicar esse método de classificação de equipamento observa-se a associação direta entre a forma de gestão de manutenção com a Classe que é definida pela pontuação calculada em função dos critérios TGPC. A adoção de um ou outro método de gestão de manutenção impactará diretamente na gestão de materiais sobressalentes.

Para realizar essa classificação é usada uma planilha que orienta a pontuação. Uma proposta para esta planilha pode ser observada através da figura 25: – Planilha para estabelecer critério de classificação de componentes.

Classificação		Nº.	Item	Linhas guia para atribuição da pontuação	Resultado
Tempo de conserto (T)		1	Tempo médio de parada do componente (MTTR)	1 (pontos) \leq 1 min 5 (pontos) $>$ 1 min \leq 7 min 10 (pontos) $>$ 7 min	
Grau de influência (G)		2	Uso da máquina/Aparelho	0 - (pontos) - (Demanda) $<$ 150 1 - (pontos) - $150 \leq$ (Demanda) \leq 800 1,4 - (pontos) - (Demanda) $>$ 800	
		3	Efeito sobre a qualidade do produto (KPI de Qualidade)	Por causa da falha são gerados refugos não recuperáveis = 1,4 Por causa da falha são gerados refugos parciais (recuperáveis) = 1,0 O produto pode ser recuperado durante o processo = 0,5 Defeito sem influência no produto = 0,3	
		4	Custo da não qualidade (retorno do cliente)	Impacta nos indicadores de qualidade = 1,4 Não Impacta nos indicadores de qualidade = 0	
		5	Perdas de energia	A falha gera perda de transformação = 1,4 A falha NÃO gera perda de transformação = 0	
		6	Impacto sobre a produção	% de perdas \geq 5 = 1,4 % de perdas $>$ 5 \leq 3 = 1,0 % de perdas \leq 3 = 0,5	
		7	Impacto da avaria na segurança das pessoas	Por causa da falha existe risco de acidente = 1,4 Por causa da falha existe risco de acidente, mas existem dispositivos de prevenção = 1,0 Por causa da falha não existe risco de acidente = 0	
		8	Impacto de avaria sobre o ambiente	Por causa da falha existe risco de acidente ambiental = 1,4 Por causa da falha existe risco de acidente ambiental, mas existem dispositivos de prevenção = 1,0 Por causa da falha não existe risco de acidente ambiental = 0	
	Probabilidade de defeitos (P)	9	Frequência de parada por avaria	Probabilidade de falhar $>$ 6 quant = 10,0 Probabilidade de falhar \geq 2 quant \leq 5 = 5,0 Probabilidade de falhar \leq 1 quant = 3,0	
Criticidade do maquinário (C)	10	Criticidade do componente em relação a parada da(s) linha(s)	25 = Não tem impacto sobre a oficina / processo; 50 = Tem impacto somente na oficina; 75 = Tem impacto nas demais oficinas, com tempo inferior ao ocorrido; 100 = Tem impacto nas demais oficinas, com tempo superior ao ocorrido.		
TOTAL:					0

Figura 25: Planilha para estabelecer critério de classificação de componentes.

Fonte: Documentação WCM Fiat.

4.3.7 Identificar os equipamentos que são gargalos nos processos.

Este processo é importante por definir a relevância de um equipamento para um determinado processo. Em um processo crítico, um equipamento gargalo torna-se ainda mais preocupante, pois a sua paralisação por qualquer que seja o motivo levará a empresa a perdas.

A proposta do WCM também contempla a visão do gargalo produtivo tornando assim a análise mais completa e abrangente. Esta visão é expressa através do grau de influência, critério C, do equipamento em função de aspectos de segurança, produção, ambiente e custos.

Quanto maior for a pontuação do critério C maior é a importância do equipamento para o processo. A seguir alguns parâmetros adotados para a FIASA para determinar a criticidade:

- a) 25 pontos = Não tem impacto sobre a oficina / processo;
- b) 50 pontos = Tem impacto somente na oficina;
- c) 75 pontos = Tem impacto nas demais oficinas, com tempo inferior ao ocorrido;
- d) 100 pontos = Tem impacto nas demais oficinas, com tempo superior ao ocorrido.

Esta abordagem será complementada no tópico 5.3.8 onde os componentes são classificados pela mesma tabela.

4.3.8 Detalhar a estrutura de componentes dos equipamentos. Nesta fase é importante considerar o nível de serviço estabelecido para os equipamentos

É nesta etapa que é montada a árvore de componentes de um equipamento. Trata-se de uma atividade particularmente trabalhosa e onde as organizações normalmente encontram muitas dificuldades, pois exige investimento de mão-de-obra especializada tanto para a elaboração quanto para a manutenção da base de dados atualizada.

Novamente a ferramenta do TGPC ajuda neste levantamento, uma vez que determina um método para identificar os componentes e suas respectivas influências no processo onde será aplicada. Através da figura 26: Exemplo de planilha para estabelecer critério de classificação de componentes, é apresentado o resultado de algumas análises de componentes do equipamento 17.01. Neste caso é possível observar que a maioria dos componentes provocam impactos somente em uma oficina, ou seja, foram pontuados como 50. Esta

diferenciação permite estabelecer níveis de serviços diferentes bem como políticas de gestão de estoque compatíveis.

CLASSIFICAÇÃO TGPC - COMPONENTE									
		DESCRIÇÃO		Avaliação do potencial de avaria 1 = Baixo 10 = Alto			20 = Baixo 100 = Alto	Avaliação Global	Pont. componente
ITEM	CONJUNTO	SUBCONJUNTO	COMPONENTE	Tempo de conserto (T)	Grau de influência (G)	Probabilidade de defeitos (P)	Criticidade do Componentes (C)	T+G+P+C	1 > 76 2 ≥ 60 ≤ 75 3 < 59 4 = AM
70	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	CILINDRO DE BALANCEAMENTO FD PRENSA CHAPA	5	6,2	10	50	71,2	2
80	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	GAXETA DA HASTE FD	5	6,2	3	50	64,2	2
81	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	GAXETA DO EMBOLO FD	5	6,2	3	50	64,2	2
82	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	CILINDRO DE BALANCEAMENTO AD PRENSA CHAPA	5	6,2	10	50	71,2	2
83	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	GAXETA DA HASTE AD	5	6,2	3	50	64,2	2
84	CABEÇOTE	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE PESO	GAXETA DO EMBOLO AD	5	6,2	3	50	64,2	2

Figura 26: Exemplo de planilha para estabelecer critério de classificação de componentes.

Fonte: Documentação WCM Fiat.

A partir desta análise é possível montar a árvore de componentes como demonstrado através da figura 27: Árvore de Componentes.

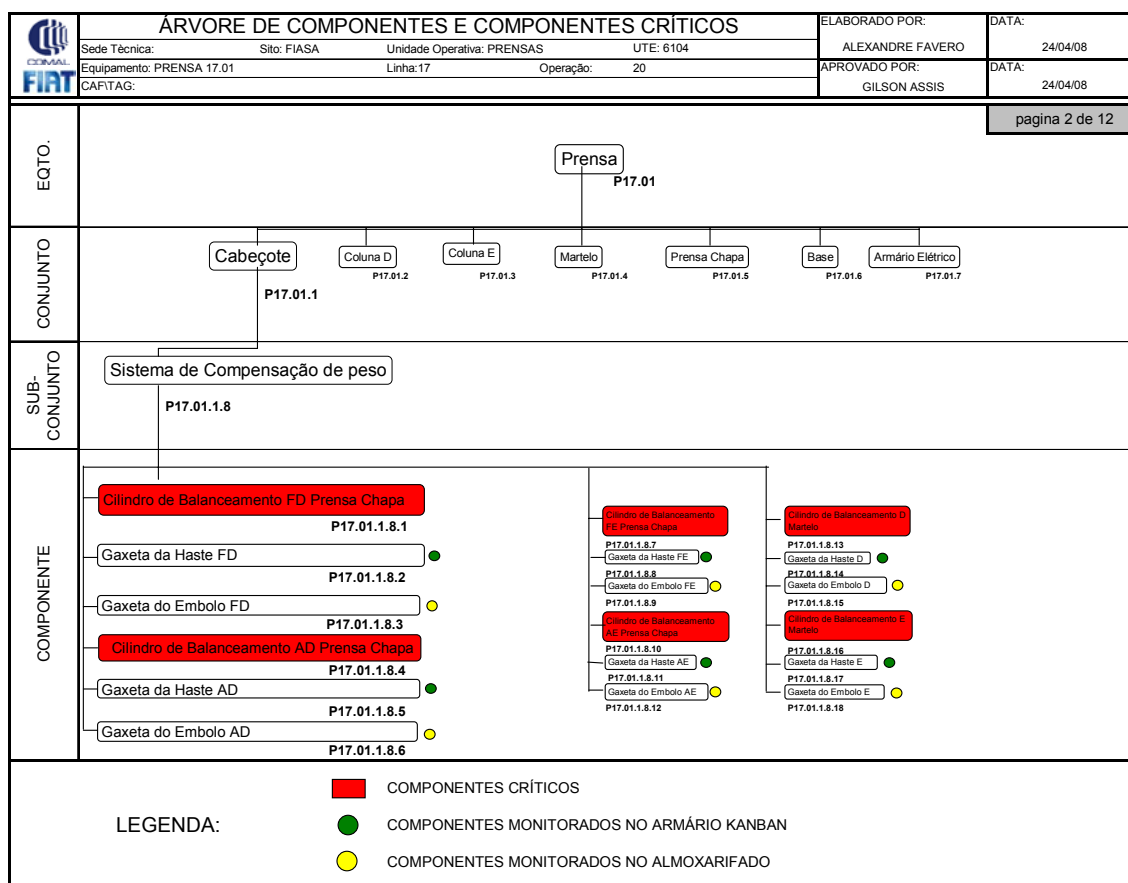


Figura 27: Árvore de Componentes

Fonte: Documentação WCM Fiat.

A conclusão é que quanto maior for a pontuação mais crítico é o componente, portanto deve ser gerenciado de forma mais criteriosa.

4.3.9 Desenvolver sistema que permita a gestão de materiais, conhecer quais são os equipamentos e componentes, sinalizando qual o nível de serviço exigido, considerando a possibilidade de manter zero ou uma unidade do estoque.

O conjunto de componentes que foram analisados a partir da lista de componentes previamente selecionados pelo WCM, tem um total de 455 componentes.

A partir deste elenco foram identificados quais componentes possuem materiais de manutenção cadastrados no sistema de gestão de materiais do almoxarifado, que somados resultaram em 83 materiais.

Com essa relação de materiais, foram realizadas pesquisas através do sistema de gestão de materiais e manutenção, R/3 módulos MM (*Material Management*) e PM (*Plant Maintenance*), com o objetivo de separar os itens que foram movimentados em menos de uma unidade ano.

O resultado encontrado foi de 13 materiais, os quais movimentaram pela última vez em setembro de 2007, destes, 2 materiais movimentaram quantidades superior a 1 unidade e portanto foram excluídos da análise.

Foi desenvolvida uma planilha, figura 28, que dividida em etapas que permitiu a realização dos cálculos que sugerem uma política de gestão de estoque em função da criticidade do processo. Este instrumento foi dividido em pastas de forma a permitir o preenchimento de forma lógica e intuitiva.

ID - Item	Custo Total Zero estoque	Custo total Uma unidade estoque	Custo de oportunidade	Custo para elaborar os pedidos, considerando o consumo no ano.	Custos da indisponibilidade	Política recomendada	Economia esperada caso adotada a política recomendada	ID - Item
37								
38								
39	R\$ 37.890,59	R\$ 1.091,04	R\$ 1.080,38	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 36.899,55	72200874
40	R\$ 79.925,23	R\$ 72,80	R\$ 59,35	R\$ 6,87	R\$ 7,58	1 unid. Estoque	R\$ 75.852,42	72201003
41	R\$ 7.642,09	R\$ 7.714,94	R\$ 2,83	R\$ 687,00	R\$ 7.625,12	Zero Estoque	R\$ 72,86	722008938
42								
43								
44								
45								
46								
47	R\$ 37.890,59	R\$ 53,71	R\$ 43,05	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.936,88	722020225
48	R\$ 37.890,59	R\$ 27,81	R\$ 17,15	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.962,79	722008919
49	R\$ 37.890,59	R\$ 13,27	R\$ 2,61	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.977,33	722003629
50	R\$ 37.890,59	R\$ 97,54	R\$ 88,88	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.893,05	722016738
51	R\$ 37.890,59	R\$ 70,82	R\$ 60,16	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.919,78	722020235
52	R\$ 37.890,59	R\$ 151,40	R\$ 120,74	R\$ 6,87	R\$ 3,78	1 unid. Estoque	R\$ 37.859,19	722038945
53	R\$ 37.890,59	R\$ 35.624,16	R\$ 11,97	R\$ 687,00	R\$ 35.125,59	1 unid. Estoque	R\$ 2.166,43	722020319
54	R\$ 37.890,59	R\$ 25.863,43	R\$ 50,84	R\$ 687,00	R\$ 35.125,59	1 unid. Estoque	R\$ 2.127,17	722025221
55	R\$ 37.890,59	R\$ 35.815,41	R\$ 2,83	R\$ 687,00	R\$ 35.125,59	1 unid. Estoque	R\$ 2.175,18	722008938
56								
57	R\$ 37.890,59	R\$ 122.222,88	R\$ 36,28	R\$ 1.074,00	R\$ 120.812,62	Zero Estoque	R\$ 94.232,38	722006861
58	R\$ 37.890,59	R\$ 462.676,41	R\$ 168	R\$ 2.746,00	R\$ 459.626,68	Zero Estoque	R\$ 424.584,82	722002708
59								

Figura 28: Planilha com análise da política de estoque recomendada.

Fonte: Primária 2009.

4.3.10 Análise dos dados.

O resultado geral da aplicação do modelo na amostra selecionada indicou que deve ser adotada a política de gestão de 1 unidade em estoque. A Tabela 13: gerado pelas políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro, apresenta em detalhe dois itens de reposição usados no processo de processo de Estamparia, que é classificado como crítico, que exige nível de serviço classe A. A lista de material estudada é do equipamento 17.01, equipamento também crítico para o processo. O exemplo demonstra quais informações estariam disponíveis para o gestor de materiais e algumas ações que poderiam ser tomadas a partir destas novas informações.

Dentre as novas informações, destacam-se :

1. O custo de indisponibilidade: Este custo representa os impactos financeiros gerados por uma eventual parada de equipamentos e é freqüentemente usado como argumento para aquisições preventivas de materiais, o que pode causar o crescimento indevido do estoque.
2. A fração do ano com estoque: Permite o gestor avaliar em meses o tempo que potencialmente o estoque poderia ficar descoberto.
3. O custo total zero estoque: Identificar qual é o custo total do estoque, caso adotado a política de estoque zero.
4. O custo total uma unidade estoque: Trata-se do custo total de adotar a política de manter sempre uma unidade em estoque.

Essas informações são divididas em estratégicas e de custos. Ao final está destacado qual seria o impacto econômico caso a gestão de materiais esteja orientada para a máxima dos custos de estoque, desprezando outras variáveis como garantir a disponibilidade do processo.

Descrição	722008741	722010103	Observações
<i>Informações estratégicas</i>			
Gargalo	SIM	SIM	Obtido através do impacto do item para o processo.
Nível de serviço	A	AA	

<i>Informações de custo</i>			
Lead Time (Anos)	0,5	0,5	Tempo necessário para reposição emergencial.
CTR (Custo Ressuprimento)	687,00	687,00	Composto de todos os gastos com a colocação de um pedido de suprimento.
Cip (custo indisponibilidade e penalidade)	3,79	7,58	Composto por custo processo (1) X percentual que representa do processo (2). Valor em R\$.
Custo processo no ano (1)	948.390,84	948.390,84	Valor em R\$.
% custo processo (2)	0,50	1	Percentual que representa do processo (2). Este valor foi definido em função do impacto causado no processo previamente identificado pelo WCM.
Custo aquisição	10.812,45	594,01	Cap = É o custo unitário de aquisição da peça (R\$)
λ (Consumo histórico)	0,01	0,01	λ é a Taxa de consumo histórico por ano (peça/ano)
T (tx. oportunidade - ao ano)	20%	20%	É a taxa anual de oportunidade do capital (% ao ano)
Fração do ano com estoque	0,99	0,99	TECE = $1 / (1 + i*LT)$
Custo Total Zero estoque	☺ 37.990,59	☺ 75.926,23	Composto por : $CT0 = i*(CTR + Cip)$
Custo total Uma unidade estoque	2.171,42	133,16	CT1 = custo de oportunidade + custo de elaborar os pedidos + custos da indisponibilidade. Composto por: $CT1 = [(TECE) * (Caq * T)] + (CTR * 1) + [(Cip * 1) * (1 - TECE)]$
<i>Política recomendada</i>	Uma unidade	Uma unidade	
<i>Economia esperada</i>	35.819,17	75.793,07	Economia total proporcionada caso adotada a política recomendada.

Tabela 13: Custos gerados pelas políticas de gestão de estoque de baixíssimo giro.

Fonte: Dados primários (2008)

Um fator que foi determinante para a indicação de ter sempre uma unidade no estoque foi o baixíssimo giro do material, baixo preço de requisição, o elevado lead time de reposição e o índice de criticidade do componente para o processo. A classificação usada pela empresa e que foi adotada para os cálculos está associada aos critérios de movimentação do material, menos de 1 unidade por ano e o custo de indisponibilidade que fizeram com que a política de estoque indicada fosse sempre manter uma unidade em estoque.

Cabe ressaltar que não é o fato de um componente estar vinculado a um processo crítico que ele deverá ter automaticamente a sua política de suprimentos orientada para sempre existir uma unidade no estoque.

A simulação apresentada através da Tabela 14, que consistiu em alterar o percentual de impacto de um determinado componente para o processo de 0,5 para 0,1; demonstra que a recomendação da política a ser adotada foi alterada de estoque de sempre uma unidade no estoque para zero unidade em estoque. O exemplo utilizado foi o material 722008936, um manômetro de automatismo, onde é possível observar que caso considerado somente o aspecto econômico, é mais conveniente adotar a política de zero unidade em estoque ao invés da de manter sempre uma unidade em estoque.

Esta constatação vem reforçar a necessidade de uma análise profunda e detalhada sobre os impactos que um determinado componente pode provocar em um processo uma vez que pode induzir erros na definição da política de gestão.

Descrição	722008936	722008936	Observações
<i>Informações estratégicas</i>			
Gargalo	SIM	SIM	Obtido através do impacto do item para o processo.
Nível de serviço	A	A	
<i>Informações de custo</i>			
Lead Time (Anos)	0,08	0,08	Tempo necessário para reposição emergencial.
CTR (Custo Ressuprimento)	687,00	687,00	Composto de todos os gastos com a colocação de um pedido de

			suprimento.
Cip (custo indisponibilidade e penalidade)	7.025,12	7.025,12	Composto por custo processo (1) X percentual que representa do processo (2). Valor em R\$.
Custo processo no ano (1)	948.390,84	948.390,84	Valor em R\$.
% custo processo (2)	0,5	0,1	Percentual que representa do processo (2). Este valor foi definido em função do impacto causado no processo previamente identificado pelo WCM.
Custo aquisição	30,53	30,53	Cap = É o custo unitário de aquisição da peça (R\$)
λ (Consumo histórico)	1	1	λ é a Taxa de consumo histórico por ano (peça/ano)
T (tx. oportunidade - ao ano)	20%	20%	É a taxa anual de oportunidade do capital (% ao ano)
Fração do ano com estoque	0,926	0,926	TECE = $1 / (1 + i*LT)$
Custo Total Zero estoque	37.990,59	☺ 7.642,09	Composto por : $CT0 = i*(CTR + Cip)$
Custo total Uma unidade estoque	☺ 35.818,24	7.717,77	CT1 = custo de oportunidade + custo de elaborar os pedidos + custos da indisponibilidade. Composto por: $CT1 = [(TECE) * (C_{aq} * T)] + (CTR * 1) + [(Cip * 1) * (1 - TECE)]$
<i>Política recomendada</i>	Uma unidade	Zero unidade	
<i>Economia esperada</i>	2.172,35	75,68	Economia total proporcionada caso adotada a política recomendada.

Tabela 14: Simulação com valor de criticidade do componente igual a 0,1.

Fonte: Dados primários (2008)

4.3.11 Dificuldades e recomendações.

Dentre as principais dificuldades para aplicar este modelo é a disponibilidade de informações fidedignas sobre a estrutura de componentes dos equipamentos. A falta de detalhamento sobre os componentes impacta diretamente no aproveitamento da ferramenta de

simulação. No estudo de caso ficou evidente essa situação, pois somente 83 componentes estavam identificados em um universo de 455 indicados como críticos.

Ficou evidente também a necessidade de avaliar e estabelecer de forma criteriosa o indicador de impacto do componente sobre os processos, uma vez que interfere diretamente nos cálculos que determinam ter ou não uma unidade no estoque.

Uma dificuldade adicional foi obter o valor real dos componentes, pois parte dos itens foram comprados há muitos anos e as várias mudanças de moedas, associadas as trocas dos sistemas de gestão fizeram com que em alguns casos os valores dos componentes não estivessem corretos. No estudo de caso foi necessário realizar uma pesquisa de mercado para corrigir estes valores e assim possibilitar a aplicação dos cálculos propostos pelo modelo.

Caso a empresa não possua um processo bem estruturado para gerenciamento de manutenção nos moldes do WCM seguindo os passos propostos, é possível implantar a técnica através da associação dos processos das organizações e respectivos desdobramentos para os componentes.

Como recomendação, no caso Fiat é importante continuar o detalhamento profundo dos componentes e eventualmente reavaliar a criticidade estabelecida do componente por processo. Caberá também desenvolver uma nova ferramenta de controle que permita a avaliação de materiais de baixo giro, técnica proposta por Peter Wanke. A adoção desta técnica permitirá a ampliação do universo avaliado proporcionando assim maior utilização na organização.

4.3 - Avaliação do Modelo

A aplicação do modelo demonstrou a sua viabilidade e abre um leque de possibilidades para a implantação de novas políticas de gestão de estoque uma vez que deixa de considerar somente as características técnicas de um determinado equipamento e respectivos componentes, passando a considerar também os processos da organização. Essa associação permite que os gestores de estoque e manutenção passem a tratar os equipamentos e respectivos componentes segundo a sua importância para o negócio. Essa é a maior

contribuição do modelo, pois estimula o estabelecimento de novas formas de gestão de materiais a partir de uma nova visão e classificação dos componentes sobressalentes.

Outro ponto forte é que as decisões passam a ser tomadas sobre uma base científica e este novo recurso permite que os gestores de manutenção e materiais passem a simular quais seriam os impactos econômicos, caso se desejasse implantar as políticas de gestão de estoque apresentadas no modelo proposto, em especial, tomar a decisão de manter zero ou sempre uma unidade em estoque, para todos os itens de baixíssimo giro garantindo assim que a organização usufrua dos benefícios tanto do ponto de vista de custo, quanto do nível de serviço desejado.

Cabe ressaltar, como vantagem, que através das informações geradas pelos cálculos o gestor pode optar pela melhor política de gestão de materiais, de acordo com as orientações estratégicas da empresa, contribuindo para a organização atingir as suas metas, as expectativas dos seus clientes internos e externos e cumprir a sua missão.

Os ganhos que podem ser auferidos com a aplicação do modelo vão desde a redução dos estoques como o desenvolvimento de novos contratos de fornecimento que permitam reduzir tempos de suprimento.

Como ponto fraco deve-se destacar a grande influência que o indicador de impacto do componente sobre o processo nos cálculos que custos de indisponibilidade e por isto exige uma análise muito criteriosa para garantir que não ocorram desvios indevidos e induza a tomada errada de decisão.

Este estudo se limitou aos estoques de baixíssimo giro, mas pode ser ampliado para outros algoritmos como estoque de baixo giro, fato que amplia a sua aplicação do dia-a-dia da gestão de materiais, especialmente quando vinculados a processos de manutenção.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

5.1 - Conclusões

Esse estudo se propôs a analisar e identificar quais são os impactos para a organização, caso seja adotado o novo modelo proposto de gestão de estoques de materiais de baixíssimo giro, considerando a importância dos processos críticos para a organização e a possibilidade de manter ou não uma unidade de reposição em estoque.

Para atingir este primeiro objetivo foi necessário conhecer o método de gestão da manutenção implantado na organização fato que exigiu o estudo do modelo de gestão da manutenção e gestão de materiais implantado na Fiat, com destaque especial para o PM (Professional Maintenance) um dos pilares da WCM (World Class Manufacturing) que está sendo implantado através da iniciativa FAPS (Fiat Auto Production System) na Fiat.

Após algumas reuniões com responsáveis pelo pilar PM manutenção ficou clara a dificuldade em estabelecer um método de reposição de materiais de manutenção em especial os de baixíssimo giro. Para preencher esta lacuna foi apresentado o novo método e a proposta de realizar o estudo detalhado da prensa 17.

Essa associação entre o método de gestão de materiais de baixíssimo giro considerando os processos críticos da organização com o WCM se mostrou muito frutífera uma vez que grande parte dos conceitos do PM também estão orientados a processos, e por isto a maioria dos impactos na gestão de manutenção já haviam ocorrido com a implantação do programa.

Ao utilizar dados gerados pelo PM, especialmente na linha de prensas 17, foi possível identificar alguns pontos que devem ser melhorados:

- a) A árvore de componentes de um equipamento deve ser melhor detalhada de forma a permitir a identificação através dos sistemas de gestão de manutenção e peças sobressalentes.

- b) Pode ser necessário reavaliar os impactos que determinado equipamento e peças sobressalentes têm sobre o processo.
- c) Construir um canal de comunicação estruturado de forma que o gestor de estoque tenha visibilidade sobre quais peças são críticas ou não para a organização.

O segundo objetivo do estudo foi identificar as dificuldades de implantar o novo modelo de gestão, sendo que estas podem ser resumidas como:

- a) A disponibilidade de informações fidedignas sobre a estrutura de componentes dos equipamentos.
- b) Estabelecer criteriosamente o impacto da quebra de um o componente sobre cada processo.
- c) Obter valores como custo por pedido de manutenção;
- d) Ter atualizado os valores dos componentes, especialmente os de baixíssimo giro, que muitas vezes são comprados no momento da montagem do equipamento e normalmente são tratados como ativo fixo.
- e) Para empresas que não possuem um programa para gerenciamento de manutenção nos moldes do WCM existem dificuldades adicionais como o mapeamento dos processos, o estabelecimento do vínculo dos processos com equipamentos e respectiva árvore de componentes.

O terceiro objetivo foi o desenvolvimento do método que foi descrito e testado através do estudo de caso.

O quarto objetivo foi o desenvolvimento da planilha que auxilia no processo de cálculo e facilitar a implantação do modelo.

A escolha do modelo de gestão de estoque de baixíssimo giro limitou a análise, pois a maior parte dos itens que foram identificados através da árvore de componentes e nos sistemas de gestão de materiais haviam apresentado um giro superior a uma unidade de estoque durante os últimos 12 meses.

A partir da limitação supracitada foram realizadas uma série de simulações, alterando o valor do impacto dos componentes sobre o processo, onde foi possível observar a alteração da sugestão de manter uma unidade ou zero em estoque. É importante ressaltar que essa é uma das contribuições do modelo, entender quais são os limites onde a decisão de manter ou não uma unidade no estoque é uma vantagem para a empresa.

Por fim, caso uma organização decida pela implantação desse modelo de gestão de materiais ela deve estar consciente de que as decisões operacionais deixam de ser tomadas somente através de informações econômicas, giro e experiência e passa a considerar os impactos causados na organização, caso ocorra a falta ou excesso de um material.

Considerando os resultados e limites, conclui-se que a implantação do modelo proposto pode promover o desdobramento da visão estratégica da organização através da associação dos processos, níveis de serviços desejados, equipamentos e seus respectivos itens de reposição garantindo assim maior valor agregado nas decisões operacionais de gestão de materiais.

5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Analisando os resultados encontrados através do estudo de caso da Fiat, fica evidente que é importante desenvolver alguns pontos:

- a) Desenvolver estudo detalhado sobre os componentes dos equipamentos e reavaliar o impacto deles sobre os processos da organização. Uma possibilidade seria desenvolver uma forma de reduzir ou ampliar o indicador de impacto através de critérios como o componente estar presente em outras máquinas, a existência de componentes alternativos, etc.
- b) Aprofundar na análise dos impactos no negócio, buscando identificar quais são as barreiras mentais para a implantação da nova forma de gestão de materiais. Uma possibilidade é avaliar os programas desenvolvidos pelas equipes de *Change Management* responsáveis por garantir a implantação dos ERPs (Enterprise Resource Planning).

- c) Pesquisar os impactos que o desdobramento da visão estratégica considerando os processos críticos da organização em outros problemas de gestão de estoque tais como: estoque de baixo giro e de materiais genéricos de manutenção.
- d) Pesquisar quais são os impactos financeiros, operacionais e as dificuldades para o estabelecimento de parcerias com o objetivo de criar um estoque comum entre diversas organizações em especial para itens de baixíssimo giro e vinculados com processos críticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000:2000: sistemas de gestão de qualidade : referências: fundamentos e vocabulário, Rio de Janeiro, 2001.

BALLOU, Ronald H (2001). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos* (4ª Ed.). Bookman, Porto Alegre.

FABRO, Elton. *Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo*. Dissertação (doutorado em engenharia de produção)- UFSC, Florianópolis, 2003.

FIAT. *Programa WCM*. Disponível em http://manweb.fiat.com/sites/man/WCM/WCM_Trn/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=http%3a%2f%2fmanweb%2efiat%2ecom%2fsites%2fman%2fWCM%2fWCM%5fTrn%2fPillars%20Training&FolderCTID=0x012001 acessado em 09/09/2008 16h35

HARRINGTON, James (1993). *Aperfeiçoando processos empresariais* (1ª Ed.). Makron Books , São Paulo.

HEIZER, Jay, RENDER, Barry.(2001) *Administração de Operações – Bens e Serviços*. Ed. LTC

LIMA, Rubens Silva; SOUZA, Samer Almeida; MONTEIRO, Patrícia. Advanced Consulting & Training. *Multiplicadores TPM*. Curso para multiplicadores TPM. São Paulo, (2002).

LOPES, Alexandre Souza; SOUZA, Eustáquio Rabelo ; MORAES, Márcio Ladeira,(2006). *Gestão estratégica de recursos materiais: um enfoque prático*. (1ª Edição) Editora Fundo de Cultura, Rio de Janeiro.

REID, R. Dan, SANDERS, Nada R. (2003). *Gestão de Operações* (1ª Ed.) . LTC. Rio de Janeiro.

SUZUKI, Takutarō, Sochi Kogyono.(1992) *TPM, Japan Institute of Plant Maintenance*; Portland, Oregon. Versão em espanhol por ALVAREZ, Antonio Cuesta, (1995). *TPM em industrias de processo*,(1ª Ed.) TGP Hoshin; Madrid, Espanha.

TUBINO, Dalvio Ferrari,(2000). *Manual de planejamento controle da produção*. (2ª Edição) Editora Atlas, São Paulo.

WANKE, P. (2002). *Gestão de Estoques de Peças de Reposição de Baixíssimo Giro*. Disponível em: <<http://www.cel-coppead.ufrj.br/fs-pesquisa.htm>>. Acesso em 31 mar. 2003.

WANKE, P. (2005). *Metodologia para gestão de estoques de peças de reposição: um estudo de caso em empresa brasileira*. Disponível em: <<http://www.cel-coppead.ufrj.br/fs-pesquisa.htm>>. Acesso em 28 fev. 2008.

ANEXO A

Estas são as referências bibliográficas adicionais que foram usadas durante a pesquisa realizada para desenvolver a dissertação, mas não foram citadas no texto. Trata-se de um elenco de obras e *links* que considero importante para os interessados nos temas supra apresentados.

ANUNCIACÃO, W. R. Avaliação de desempenho da gestão de estoque utilizando uma metodologia multicritério em apoio a decisão: um estudo de caso no sistema de estoque centralizado da Petrobrás. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis, 2003.

BRITO, Victor. (2007). Aplicação de simulação como ferramenta de apoio à elaboração de um planejamento estratégico de capacidade . Disponível em:
http://www.centrodelogistica.org/new/artigos_coppead/Coppead_139_completo.pdf.
Acessado em 06 mar. 2008.

CHRISTOPHER, Martin ,(1999). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. (2ª Edição) Editora Pioneira, São Paulo.

LIMA, Marcio P. (2003). Estoque: Custo de Oportunidade e Impacto sobre os Indicadores Financeiros . Disponível em: <http://www.centrodelogistica.org/new/fs-pesquisa.htm> Acesso em 12 fev. 2008.

MARCELINO L. R. Sistema de gestão orientada por processos – SGOPP: uma proposta de um sistema de gestão opp sistêmico e sua metodologia de implantação. Tese (doutorado em engenharia de produção)- UFSC, Florianópolis, 2007.

MARCORIN, W. R., LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. Disponível em:
<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/gestaodaproducao/arq24.PDF> acessado em 23 fev. 2008

MIKLOS, Marcos. Quality Results. ISO 9001:2000 Auditando processos. Curso para auditores internos. São Paulo, (2003). 81p.

OLIVEIRA, F. C. Dimensionamento de estoques de itens de manutenção na indústria petroquímica: um estudo de caso por meio de simulação. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFF, Niterói, 2006.

PIOVEZAN, L. H. Desenvolvimento de sistema para gestão de estoque em empresa do setor da construção civil. Disponível em:

<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/gestaodaproducao/arq24.PDF> acessado em 23 fev. 2008

POWELL, Stephen G., BAKER, Kenneth R. (2006) A arte da modelagem com planilhas (1ª Ed.) . LTC. Rio de Janeiro.

SERRA NEGRA, Carlos Alberto; SERRA NEGRA, Elisabete M. (2003). Manual de Trabalhos Monográficos de Graduação, Especialização, Mestrado e Doutorado (1ª Ed.) Atlas, São Paulo.

Site paragon Site paragon – acesso 06/03/2008 definição de simulação

YOSHIDA, Katsuhide; et al., Training for TPM – A Manufacturing Success Story, Versão em ingles por Nachi-Fujikoshi Corporation and Japan Institute of Plant Maintenance, (1990). (1ª. Ed) Portland, Oregon.

WANKE, P. (2006). Modelos de Nível de Serviço e Otimização dos Estoques na Cadeia de Suprimentos – Probabilidade de Não Faltar Produto e Vendas Perdidas. . Disponível em: http://www.centrodelogistica.org/new/art_Modelos_Niveis_Servico.pdf. Acesso em 02 mar. 2008.