

UFRRJ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
ESTRATÉGICA DE NEGÓCIOS**

DISSERTAÇÃO

**Análise do uso de técnicas modernas de gestão de
estoques de peças sobressalentes em uma indústria
do setor siderúrgico**

Alexandre José Ramos Valentim

2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO ESTRATÉGICA
DE NEGÓCIOS**

**ANÁLISE DO USO DE TÉCNICAS MODERNAS DE GESTÃO DE
ESTOQUE DE PEÇAS SOBRESSALENTES EM UMA INDÚSTRIA
DO SETOR SIDERÚRGICO**

ALEXANDRE JOSÉ RAMOS VALENTIM

Sob a Orientação da Professora
Rosana Frujuelle

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em**
Administração, no Programa de
Pós-Graduação em Gestão e
Estratégia de Negócios

Seropédica, RJ
Junho de 2007

658.7
V155a
T

Valentim, Alexandre José Ramos, 1972-
Análise do uso de técnicas modernas de
gestão de estoques de peças sobressalentes
em uma indústria do setor siderúrgico /
Alexandre José Ramos Valentim - 2007.
73 f.

Orientadora: Rosana Frujuelle.
Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Ciências Humanas e Sociais.
Bibliografia: f. 69-71.

1. Controle de estoque - Teses. 2.
Administração de material - Teses. 3. I.
Frujuelle, Rosana, 1965. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Instituto de Ciências Humanas e Sociais.
III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIAS EM NEGÓCIOS**

ALEXANDRE JOSÉ RAMOS VALENTIM

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**, no Curso de Pós-Graduação em Gestão e Estratégias de Negócios, área de Concentração em Estratégia Empresarial.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/06/2007.

Prof. Rosana Frujuelle
Orientadora e Presidente
UFRRJ

Prof. Marcelo Alvaro da Silva Macedo
Membro Interno
UFRRJ

Prof. Dario Moreira Pinto Junior
Membro Externo
UBM

À minha mulher Lelê Garnier pela
compreensão e incentivo.

Agradecimentos

A minha orientadora Prof. Rosana Frujuelle,
pelo apoio e orientação adequada.

Aos meus pais,
pelo grande incentivo.

Ao amigo Fausto Kunioshi,
pelo apoio indispensável.

Aos professores do Mestrado.

A todos que contribuíram para a realização
deste trabalho.

RESUMO

VALENTIM, Alexandre José Ramos. **Análise do uso de técnicas modernas de gestão de estoques de peças sobressalentes em uma indústria do setor siderúrgico.** 2007. 73p Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégias de Negócios). Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Este trabalho foi realizado com foco na gestão de estoques de peças sobressalentes, sendo esse tema bastante relevante para o meio acadêmico devido a pouca pesquisa e literatura nacional a respeito. O objetivo principal desta pesquisa é a análise do uso do modelo híbrido de gestão de estoque de peças sobressalentes em uma empresa do setor siderúrgico. Para isso foi realizada uma revisão crítica da literatura disponível, sendo revistos os conceitos fundamentais para gestão de estoques, como técnicas e abordagens de estoque (Lote Econômico de Compra, Ponto de Ressuprimento, ABC, Just-in-time e MRP), bem como os cálculos necessários para reabastecer estoques, além das questões mais específicas para a gestão de peças sobressalentes e principais indicadores. Como metodologia, optou-se pela utilização da pesquisa de campo, que permitiu um maior aprofundamento das questões da pesquisa. A empresa escolhida foi selecionada pela importância das técnicas de gestão de estoques para suas atividades de manutenção dentro do setor de atuação. Apresentado o fluxo produtivo e de abastecimento da empresa, com detalhamento dos processos relacionados a gestão de estoque de sobressalentes, incluindo o funcionamento dos sistemas informatizados e os cálculos que apoiam as atividades, e a análise dos resultados da pesquisa. Na análise crítica dos resultados foi realizada uma confrontação com as teorias apresentadas e sugeridas melhorias no modelo de gestão estratégica da empresa, com o objetivo de diminuição dos valores imobilizados em estoque e melhora dos níveis de atendimento aos usuários.

Palavras-chave: Gestão de estoques, MRP, Peças sobressalentes

ABSTRACT

VALENTIM, Alexandre José Ramos. **Analysis of the use of modern techniques of inventory management of spare parts in a company in the steel field.** 2007. 73p. Dissertation. (Master Science in Management and Business Strategies) Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

This paper work was focused on the inventory management of spare parts. This theme is very relevant to the academic means due to the little national research and literature about it. The main goal of this research is analyzing the use of the inventory management of spare parts hybrid model in a company in the steel field. In order to do that, it was carried out a critical review of the literature available, reviewing the fundamental concepts of the inventory management, such as stock techniques and approaches (Economical Order Quantity, Reorder Point, ABC, Just-in-Time and MRP), as well as the calculations needed to reorder the stocks, in addition to other specific issues and main indicators in the spare parts management. The methodology adopted was the field research, which allowed a major deepening into the issues of the research. The company studied was selected due to the importance of its inventory management techniques related to its maintenance activities in the company's field of work. Presented the productive flow and the supply of the company, detailing the processes related to the inventory management of spare parts, including the functioning of the computing systems, as well as the calculi that support the activities, and the analysis of the research results. In the critical analysis of the results, it was made a confrontation with the theories presented and improvements were suggested in the model of the strategic management of the company, with the goal of reducing the values in stock and improving the users service.

Key words: Inventory management, MRP, Spare parts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Formulação do Problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Suposição	2
1.4 Metodologia	3
1.5 Abrangência do Estudo	3
1.6 Organização do trabalho	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 Logística	4
2.1.1 Atividades logísticas	5
2.2 Gestão de Estoques	7
2.2.1 Tipos de Estoques	10
2.2.2 Tipos de demanda	11
2.2.3 Custo de obtenção, manutenção e falta de estoques	12
2.2.4 Indicadores de desempenho para Gestão de Estoques	12
2.3 Técnicas e abordagens de Gestão de Estoque	13
2.3.1 Lote Econômico de Compra (LEC)	14
2.3.2 Método de Ponto de Ressuprimento	16
2.3.3 Método ABC	17
2.3.4 Abordagem Just-in-time	18
2.3.4.1 Como funcionam e onde se aplicam as técnicas JIT	20
2.3.4.2 O JIT na mudança organizacional	23
2.3.4.3 O impacto sobre os fornecedores	24
2.3.5 Abordagem MRP	25
2.3.5.1 A lógica do MRP II	26
2.3.5.2 Parametrização do MRP II	30
2.3.5.2.1 Definição dos tempos de reposição	31
2.3.5.2.2 Definição das políticas de tamanho de lote	31
2.3.5.2.3 Definição dos estoques de segurança e tempos de segurança	31
2.3.5.3 Pontos-chave na implantação do MRP nas empresas	31
2.3.5.4 Benefícios e limitações do MRP	32
2.3.5.4.1 Benefícios do MRP	32
2.3.5.4.2 Limitações do MRP	33
2.3.6 Integração JIT e MRP II	34
2.3.6.1 Integração JIT e MRP II com base na frequência da demanda dos itens	35
2.3.6.2 Integração JIT e MRP II com base na abrangência do planejamento	35
2.4 Gestão de peças sobressalentes de baixo consumo	37
2.5 Sistemas integrados de gestão	39
2.4.1 SAP	40
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	40
3.1 Natureza	40
3.2 Finalidade	40

3.3	Tipo de Pesquisa	41
3.4	Estratégias de Pesquisa	41
3.5	Temporalidade	41
3.6	Delineamento	42
3.6.1	Escolha da empresa	42
3.6.2	Revisão bibliográfica	42
3.6.3	Coleta e análise dos dados	42
4	GESTÃO ESTRATÉGICA DE ESTOQUES EM UMA SIDERÚRGICA	44
4.1	Caracterização da empresa	44
4.2	Sistema integrado utilizado na siderúrgica	45
4.3	Sistemas Integrados de Manutenção	47
4.4	Fluxo de abastecimento de sobressalentes em uma siderúrgica	48
4.5	Descrição da área de Administração de Materiais	49
4.6	Situação atual da Gestão de Estoques de Sobressalentes na siderúrgica	51
4.6.1	Ressuprimento dos itens de consumo irregular (PD)	52
4.6.2	Ressuprimento dos itens PD críticos	52
4.6.3	Ressuprimento dos itens de consumo regular (V1)	54
4.7	O uso da abordagem JIT na empresa	57
4.8	Posicionamento logístico dos estoques de sobressalentes	59
4.9	Indicadores de desempenho utilizados na gestão de estoque	63
4.10	Análise dos resultados e proposições de aperfeiçoamento	65
5	CONCLUSÃO	68
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	ANEXOS	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

O cenário econômico mundial no qual as organizações estão inseridas exige um tratamento rápido e dinâmico das informações, bem como, processos cada vez mais otimizados. O cenário competitivo atual pode ser caracterizado, por quatro fatores marcantes: forte concorrência, velocidade na disseminação de informações, evolução e renovação rápida de tecnologia, e crescente interdependência dos mercados em escala internacional. Este último veio romper definitivamente as tradicionais barreiras comerciais existentes entre os países, vindo a instituir a chamada “era da globalização”.

Os últimos anos foram marcados por profundas modificações nos conceitos e técnicas gerenciais, e para as empresas, foi essencial terem procurado desenvolver métodos e procedimentos para a melhoria da qualidade, da produtividade, do custo, e da satisfação do consumidor.

Neste contexto a logística tem evoluído e se destacado como uma área fundamental no desenvolvimento das condições competitivas das organizações. Ao longo de décadas, diferentes definições e termos semelhantes relacionados a logística foram surgindo, principalmente em decorrência da evolução na estrutura e nas condições competitivas das organizações. Segundo Ballou (2006), a logística é um conjunto de atividades funcionais que é repetido muitas vezes ao longo do canal de suprimentos através do qual as matérias-primas são convertidas em produtos acabados e o valor é adicionado aos olhos dos consumidores.

Para Bowersox *et al.*(2006), a logística é um esforço integrado com o objetivo de ajudar a criar valor para o cliente pelo menor custo possível. A logística existe para satisfazer às necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e marketing.

O que fica evidente através das definições que foram surgindo ao longo dos anos é que a logística é composta principalmente por elementos que visam o gerenciamento e a coordenação das atividades desde o suprimento até o atendimento da demanda.

Dentre as atividades essenciais para o cumprimento da função logística, e responsáveis pelo maior montante do custo total da logística, encontra-se a gestão de estoques, que envolve principalmente decisões relacionadas a quantificação das necessidades de materiais, políticas de ressuprimentos, níveis de estoque de segurança, classificação e o posicionamento dos diferentes tipos de estoque, e o posicionamento dos mesmos na rede de suprimentos e de distribuição.

O estoque, inicialmente, era visto como um meio de reduzir os custos totais associados com a aquisição e gestão de materiais, assim surgiu a primeira técnica de Gestão de Estoques, o Lote Econômico de Compras, no início do século XX (1915), posteriormente, existe o desenvolvimento das técnicas apoiando o crescimento o industrial, Ponto de Reposição (1934) e *Material Requirements Planning* (MRP) (1965). Atualmente o conceito Just-in-time (JIT), surgido no final da Segunda Guerra Mundial, acentua a necessidade de suprir os clientes no momento desejado, com o mínimo de estoque.

A gestão de estoques de peças de sobressalentes constitui um capítulo à parte, devido ao seu elevado custo de aquisição, tempo de ressuprimento e baixo giro. Esses estoques podem responder por uma das maiores parcelas dos custos corporativos, por exemplo, no setor automobilístico, os custos anuais de oportunidade, armazenagem, depreciação, seguro e movimentação de peças de reposição variam entre 25 e 35 % do

valor contábil de todos os estoques (WANKE, 2003, p.122). Em diversos sistemas produtivos e logísticos, como estaleiros, usinas siderúrgicas, concessionárias de serviços públicos (água, luz e telefone), por exemplo, temos um considerável custo de oportunidade médio das peças sobressalentes.

Entende-se por peças sobressalentes ou de reposição, os itens utilizados para dar suporte a operações gerais e à manutenção, mas que não se tornam diretamente parte dos produtos.

Com base nestes pressupostos, o presente trabalho tem como objetivo analisar o modelo de gestão de estoque híbrido, ou seja, modelo com utilização de várias técnicas de gestão, desenvolvido para uma indústria do setor siderúrgico. Associado ao modelo será destacado as melhorias desenvolvidas na empresa nos últimos cinco anos para melhorar o controle e integração da gestão de estoques.

Um fator crítico de sucesso para adequada gestão de estoque é a parametrização dos modelos utilizados. Neste contexto a proposta desta pesquisa consiste também na análise dos elementos importantes que influenciam na quantificação dos parâmetros dos modelos utilizados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar o uso de modelos de gestão de estoque de peças sobressalentes em uma empresa do setor siderúrgico.

1.2.2 Objetivos específicos

Nesta dissertação, os objetivos específicos são os seguintes:

- Revisar conteúdos bibliográficos sobre Logística, destacando a gestão de materiais.
- Apresentar o contexto de aplicação dos diferentes modelos de gestão dos estoques; *Just-in-time*, MRP, lote econômico e ponto de ressuprimento;
- Identificar as políticas de ressuprimentos de materiais que são adotadas com relação aos itens sobressalentes para consumo interno.
- Caracterizar os diferentes tipos de estoque de peças sobressalentes em uma empresa do setor siderúrgico.
- Detalhar os modelos de gestão de estoques utilizados na empresa em análise para peças sobressalentes, dando destaque aos seguintes elementos: quantificação da demanda, parâmetros dos modelos e indicadores de desempenho.
- Analisar os modelos de gestão de estoques utilizados na empresa, identificando as vantagens, desvantagens e sugestões de melhoria.

1.3 Suposição

Supõe-se que o enfoque empresarial na gestão de estoques provoca uma redução do investimento em estoque e uma melhora no atendimento às necessidades dos clientes. Apesar do pensamento lógico sempre associar satisfação dos clientes com aumento do estoque disponível, na verdade, o gerenciamento dos estoques proporcionam uma otimização dos mesmos, obtendo assim um nível mínimo de estoque com a máxima de satisfação dos usuários ou clientes.

1.4 Metodologia

A metodologia a ser utilizada neste trabalho foi escolhida com o objetivo de identificar os elementos necessários à análise da aplicação da gestão de estoque em uma empresa nacional do setor siderúrgico. O detalhamento dos passos seguidos até a análise dos resultados serão detalhados no capítulo 3.

1.5 Abrangência do Estudo

Neste trabalho serão aprofundados conceitos e modelos de gestão de estoques de peças sobressalentes com demanda independente.

Serão investigados os modelos Just in Time e MRP que foram aplicados em uma empresa siderúrgica de grande porte.

1.6 Organização do trabalho

No próximo capítulo, capítulo 2, é apresentado a revisão bibliográfica do trabalho, sendo revistos os conceitos fundamentais para gestão de estoques, como técnicas e abordagens de estoque (Lote Econômico de Compra, Ponto de Ressuprimento, ABC, Just-in-time e MRP), além das questões mais específicas para a gestão de peças sobressalentes e principais indicadores.

O capítulo 3 contém o detalhamento da metodologia e o delineamento da pesquisa.

No capítulo 4 é apresentada a empresa, com detalhamento dos processos relacionados a gestão de estoque de sobressalentes, incluindo o funcionamento dos sistemas informatizados que apoiam as atividades, e a análise dos resultados da pesquisa.

As conclusões do estudo são apresentados no capítulo 5.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais conceitos utilizados no estudo nesta área específica do conhecimento.

Primeiramente, é apresentado o conceito de logística, em seu contexto atual de integração dos processos gerenciais. Em seguida é apresentado os principais elementos que envolvem a gestão de estoque.

Por último são apresentadas as principais técnicas e abordagens de gestão de estoque, tais como: Lote econômico de compras, Ponto de ressuprimento, ABC, Just-in-time e MRP .

2.1 Logística

A maioria dos autores afirmam que a palavra logística vem do verbo *loger*, que em francês significa acomodar, alugar. Outros dizem que é derivada da palavra grega *logos* (razão) e que significa “a arte de calcular” ou “a manipulação dos detalhes de uma operação”.

Este termo começou a ser utilizado primeiramente no campo militar no sentido de transportar, abastecer e alugar as tropas militares.

A Logística é jovem como disciplina acadêmica, apesar da idéia da gestão coordenada ter surgido em 1844, tem sua metodologia e raízes teóricas nos campos da finanças, marketing e produção. Esta ciência se preocupa com o modo pelo qual a administração pode prover melhor rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através do desenvolvimento de conceitos e métodos de planejamento, organização e controle efetivo para as atividades de movimentação e armazenagem, visando facilitar os fluxos de produtos e informações (BALLOU, 2006, p.26).

A logística é um assunto de grande relevância no setor empresarial, pois se bem aplicada, possibilita o aumento do nível de serviço ao cliente e redução de custos.

O tempo e a distância são fatores desejados na movimentação de produtos e entrega de serviços. Para tal, a missão da logística é colocá-los no lugar certo e no tempo previsto ao menor custo possível, sendo as exigências atuais do mercado, que vem intensificando cada vez mais a sua competitividade.

Para Bowersox *et al.* (2006, p.21), a logística é o processo que gera valor a partir da configuração de tempo e posicionamento do inventário; é a combinação da gestão de pedidos, estoque, transporte, armazenamento, manuseio e embalagem de materiais de uma empresa, enquanto procedimentos integrados em uma rede de instalações. Deste modo, a logística não apenas é constituída por grande número de atividades em uma organização, mas também necessita que estas sejam tratadas de forma sistêmica para que se possam extrair ao máximo os ganhos dela provenientes. O desafio é coordenar a competência funcional dentro de uma operação integrada concentrada em servir ao consumidor, e equilibrar as expectativas de serviços e os gastos de modo a alcançar os objetivos do negócio.

Neste contexto, a logística exerce a função responsável por toda movimentação de materiais e seus respectivos fluxos de informações, dentro e fora da empresa, desde saída do material do fornecedor até a entrega do produto final ao cliente.

2.1.1 Atividades logísticas

Para Ballou (2006, p.31), as principais atividades ou componentes logísticos são classificados como atividades principais e de suporte. À seguir, será feita uma breve descrição sobre o escopo dessas atividades.

As atividades principais são essenciais para o cumprimento da função logística e são divididas em:

- Serviço ao cliente padronizados: cooperam com o marketing para determinar as necessidades, reações e níveis de serviços aos clientes.
- Transporte: concentra-se na escolha dos modais (rodoviário, ferroviário, aéreo, dutoviário e aquaviário), roteirização, consolidação de fretes, programação e seleção do veículo.
- Estoque: refere-se principalmente ao gerenciamento das políticas dos níveis de estoque, número, tamanho e localização dos pontos de estocagem.
- Fluxo de informação e processamento de pedidos: refere-se a interface entre pedidos de compra e estoques, regras e métodos de transmissão de informações sobre pedidos.

As atividades de suporte contribuem para a realização da missão logística, apesar de algumas atividades não fazer parte do composto de ações logísticas de todas as empresas. Suas atividades principais são: armazenagem, manuseio de materiais, compras, embalagem, cooperação com produção/operações e informação (BALLOU, 2006).

- Armazenagem: envolve as questões relativas ao espaço necessário para estocar os produtos tais como, leiaute, configuração, projeto de docas e localização.
- Manuseio de materiais: refere-se à movimentação dos produtos no local de armazenagem.
- Embalagem: tem a finalidade de proteger o produto.
- Compras: trata da seleção das fontes de suprimentos, das quantidades adquiridas, programação e forma como o produto é comprado.
- Cooperação com produção/operações: refere-se a especificação das quantidades agregadas, sequência e prazo do volume de produção, e programação de suprimentos.
- Informação: envolve a coleta, armazenamento e manipulação de informações, análise de dados e procedimentos de controle.

A visão sistêmica e a interação entre a empresa e o consumidor podem melhorar a logística da empresa visto que otimiza a satisfação dos consumidores finais. Toda a integração empresa-fornecedor-consumidor está voltada para a satisfação deste último, afinal, a logística de qualquer empresa responsável pela integração da cadeia de suprimentos, tem como objetivo a satisfação das necessidades e exigências dos seus consumidores (BOWERSOX *et al.*, 2006).

O que sobressai, então, é que a logística surge como arma estratégica no momento em que a empresa passa a ser compreendida como parte de uma cadeia de valor, responsável pela integração dos principais macroprocessos logísticos - suprimentos, operações e distribuição física, - no sentido de atender a mercados consumidores sensíveis a serviços, e não apenas a preços. A logística tradicional, entendida como centro de custos, responsável pelo armazenamento e movimentação dos estoques, assume funções que trespassam a empresa no sentido transversal, e inverso ao tradicional – do cliente ao

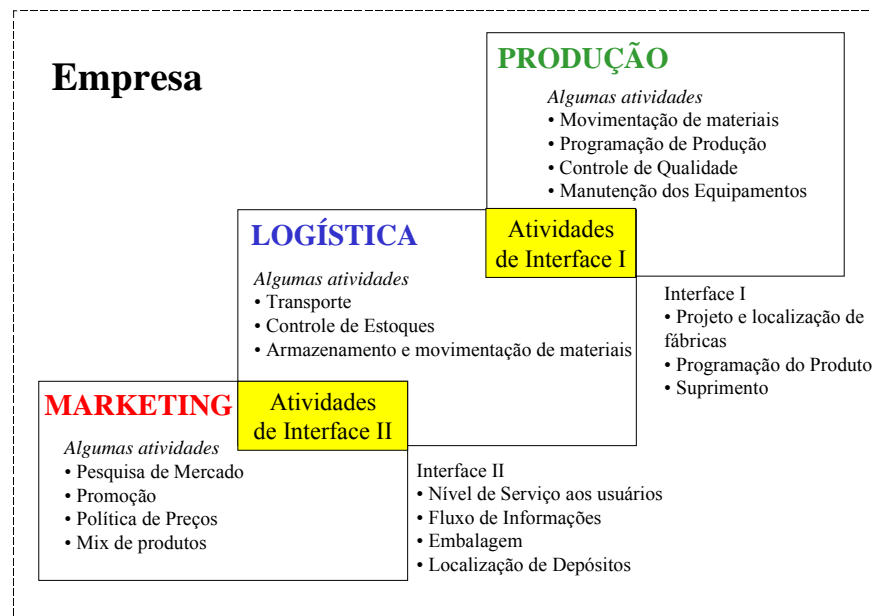
fornecedor – para assegurar a realização da dimensão agora estratégica, de adicionar valor ao cliente.

O benefício proporcionado aos consumidores é a força motriz das empresas que, segundo a nomenclatura de Kaplan & Norton (1997), visam as necessidades do mercado e estão sempre buscando a satisfação dos consumidores através da adequação dos seus produtos e serviços às novas exigências. O ajuste da logística acaba por ser consequência imediata para atingir os resultados esperados.

Vale salientar que segundo Kotler (2000), muitos dos clientes de hoje em dia desejam a mais alta qualidade, mais serviços, grande conveniência, customização, privilégios para repetir a compra e garantias – tudo pelo preço mais baixo.

O trabalho conjunto entre a logística e o marketing é capaz de garantir com maior eficácia que se cumpram as exigências do mercado consumidor.

As principais atividades de uma empresa com ênfase na logística podem ser demonstradas na figura 1. Na figura é representada a interface entre as áreas de produção, logística e marketing, sendo um dos pontos-chave comuns entre os três a adequação do nível de serviço às necessidades dos consumidores e suprimentos à produção.



• **Figura 1** Principais atividades de uma empresa com ênfase nas atividades Logísticas

• Fonte: Moura (1997)

A logística tem forte ligação com as funções produção e marketing. A responsabilidade do marketing consiste em ampliar o mercado para a empresa através de propagandas, promoções, ofertas de novos produtos e pesquisas de mercado para saber se os novos produtos terão demanda ou não (MOURA, 1997). Para o marketing, os consumidores não compram produtos, eles compram satisfação, por isso este setor tem o propósito de atrair e atender à demanda.

A produção está voltada para a formação do produto ou serviço, o controle da qualidade, planejamento de capacidade, programação de processo e a preocupação com o menor custo unitário de produção.

Com a figura 1, pode-se verificar que a logística ocupa uma posição importante entre a produção e o marketing. A formação de preços e embalagens são atividades conjuntas do marketing e da logística, bem como as compras e a programação de produtos são exemplos da interface entre a logística e a produção.

Slack *et al.* (2002, p.65), considera que a produção pode contribuir para a estratégia empresarial, de três formas diferentes: (a) produção como seguidora, quando em apoio a estratégia, desenvolve objetivos e políticas em conformidade com os recursos que administra. Aqui o estoque pode ser apenas consequência natural do ciclo de produção, se sua importância financeira não for significativa para o negócio; (b) produção como executora, quando transforma estratégias em realidade operacional. Neste caso o estoque poderá ser dimensionado com ênfase no nível de serviço estrategicamente mais conveniente para o negócio; (c) produção como líder, quando oferece os meios para a obtenção de vantagem competitiva. É uma situação em que todos os esforços e oportunidades podem ser empenhados a favor da redução máxima do estoque. Conclui-se que é possível tratar o estoque como elemento importante nas estratégias de manufatura.

Nível de Serviço Logístico, para Ballou (2006, p.101), é a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado, é o resultado líquido de todos os esforços logísticos da firma; é o desempenho oferecido pelos fornecedores aos seus consumidores no atendimento dos pedidos, e é o fator-chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem aos seus consumidores para assegurar sua fidelidade. Ou seja, a meta do nível de serviço logístico é providenciar bens ou serviços corretos, no lugar desejado, no tempo requerido e na condição desejada, ao menor custo possível.

Segundo Christopher (1997), o reconhecimento, de que o relacionamento com o consumidor é a chave para lucros ao longo prazo, traz consigo a compreensão da importância crucial do serviço ao consumidor.

2.2 Gestão de Estoques

De acordo com Slack *et al.* (2002, p.381), estoque é a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação, sendo usado ainda para descrever qualquer recurso armazenado. O estoque sempre existirá, pois existe uma diferença de ritmo (ou de taxa) em fornecimento e demanda. Se o fornecimento ocorresse quando demandado, o item nunca precisaria ser estocado. A analogia comum é a do tanque de água, conforme mostra na figura 2. Se a taxa de fornecimento de água ao tanque difere da taxa de demanda, um tanque (estoque) de água será necessário, se pretende que o consumidor seja atendido sem interrupção.

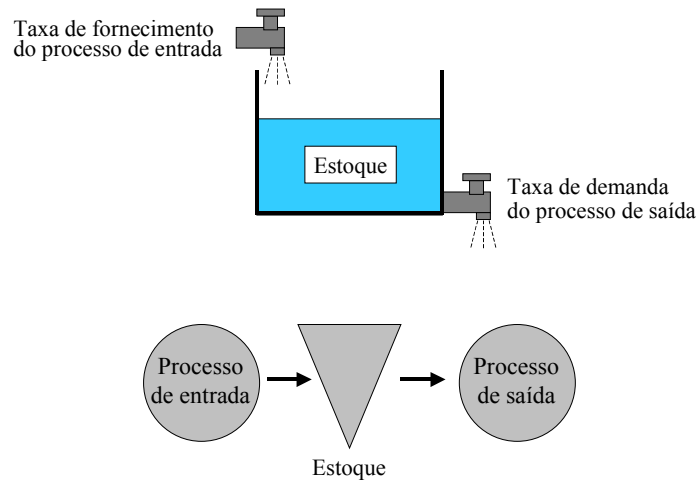


Figura 2 Diferença de ritmo entre fornecimento e demanda

Fonte: Slack *et al.* (2002, p.383)

O planejamento de estoque é fundamental no ponto de vista logístico. Sem um estoque adequado, a empresa pode perder vendas pela falta do estoque ou aumentar seus custos e reduzir sua lucratividade pelo seu excesso. O planejamento do estoque é crucial para a produção, sendo que a falta de materiais e componentes pode paralisar uma linha de produção ou forçar a modificação da programação de produção, ocorrendo em custo adicional e escassez de produtos. (BOWERSOX *et al.*, 2006, p.240).

Os estoques têm um efeito nocivo porque podem ser adquiridos e explicados rapidamente, bastando haver falhas de produção ou na aquisição de terceiros. Porém se há problemas de produção ou com os fornecedores, serão necessárias doses cada vez maiores para suportar tais efeitos. Nossa tolerância com o estoque aumenta até que não conseguimos mais nos sentir seguros sem ele.

Assim, as empresas usam estoques para melhorar a coordenação da oferta-procura e para reduzir os custos totais (BALLOU, 2006).

Dias (1993) relata que a administração de estoques exige que todas atividades envolvidas no processo sejam integradas e controladas num sistema em quantidades e valores. Em que não se preocupa somente com o fluxo diário entre vendas e compras, mas com a relação lógica entre cada integrante deste fluxo, e que traga uma mudança na forma tradicional de perceber o estoque nas suas diferentes formas, pois se trata de um novo sistema de organização.

A manutenção de estoques produz a necessidade da armazenagem e manuseio de materiais, conseqüentemente o controle de seus custos. Ballou (2001) considera que a estocagem transforma-se em uma conveniência econômica mais do que em uma necessidade. Para o autor: [...] a armazenagem de estoques pode conduzir a custos de transportes mais baixos através do embarque de quantidades maiores e mais econômicas. A questão é usar apenas armazenagem suficiente de forma que um bom equilíbrio econômico entre os custos de armazenagem, produção e transporte possa ser alcançado. [...] Uma empresa usa o espaço de estocagem por quatro razões básicas: (1) para reduzir custos de transporte e de produção, (2) para coordenar oferta e demanda, (3) para auxiliar no

processo de produção, e (4) para ajudar no processo de marketing.. (BALLOU, 2001, p. 201).

Devido a estas implicações, Ching (2001, p.33) argumenta que se tornou imprescindível instituir um sistema para o gerenciamento dos estoques, que visa integrar o fluxo de materiais a suas funções de suporte, tanto por meio do negócio, como por meio do fornecimento aos clientes imediatos. Isto significa incluir a função de compras, acompanhamento (*follow-up*), gestão de armazenagem, planejamento e controle de produção e gestão de distribuição física. A figura 3 ilustra a abrangência do conceito de gestão de estoque em seus diversos estágios.

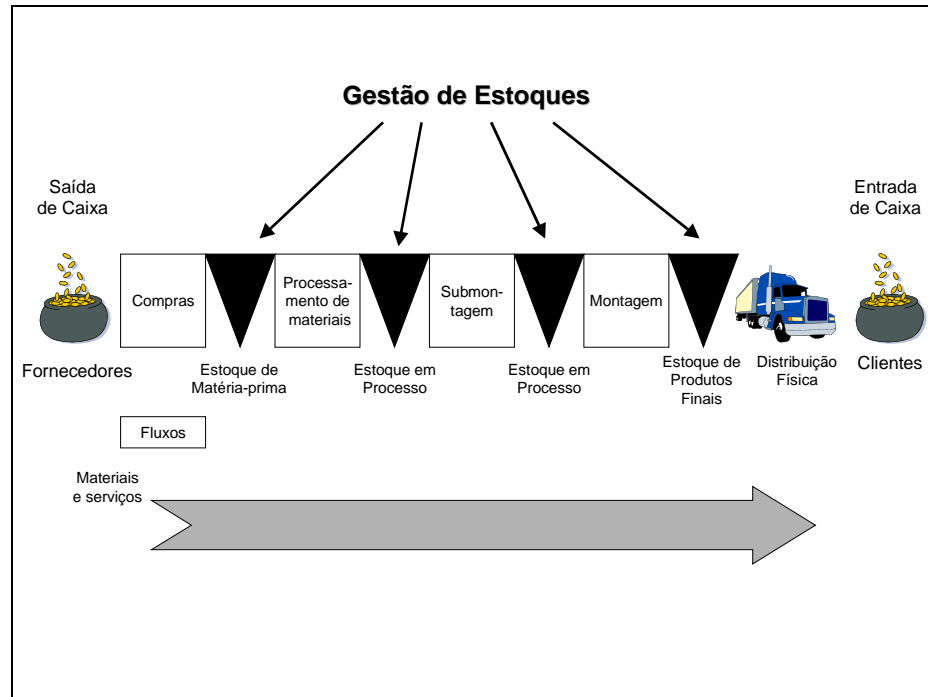


Figura 3 Gestão de estoque e fluxo de material

Fonte: Ching (2001, p.33)

Este modelo de gestão de estoque, conforme Ching (2001), era visto como um meio de reduzir os custos totais associados com a aquisição e a gestão de materiais; e nem sempre a gestão de estoque é centralizada, cabendo a cada departamento a responsabilidade por seu estoque. Desta forma, cada ligação da cadeia de suprimentos era gerenciada e controlada de forma independente. No entanto, com o aumento dos custos dos estoques e o acirramento da concorrência, fizeram com que as empresas questionassem este modelo de controle de estoque.

Atualmente, as organizações estabelecem estratégias pró-ativas baseadas nas necessidades dos clientes e, desta forma, o papel da gestão dos estoques deve ser analisado dentro do contexto de todo o negócio.

A gestão dos estoques se traduz pelo planejamento do estoque, seu controle e sua retroalimentação sobre o planejamento das necessidades de materiais. O planejamento consiste na determinação dos valores que o estoque terá ao longo do tempo, bem como na determinação das datas de entrada e saída dos materiais e na definição dos pontos de pedido de material. Já o controle consiste no registro dos dados reais, correspondentes aos

planejados. Finalmente a retroalimentação é a comparação dos dados de controle com os dados do planejamento, a fim de constatar seus desvios e determinar suas causas.

2.2.1 Tipos de Estoques

Podemos encontrar várias classificações para os diferentes universos de estoque, pois na realidade não há uma terminologia que classifique todos os tipos encontrados. Os especialistas na matéria apresentam formas distintas quanto à terminologia da classificação como (CHING, 2001):

1. **Estoques para a Produção:** compreendem matéria-prima e componentes que integrem o produto final. Podem se referir a itens fabricados, especialmente, a partir de especificações próprias do comprador ou a itens padronizados (de "prateleira").
2. **Estoques para Manutenção, Reparo e Operação (MRO):** são itens de material empregados durante o processo produtivo, porém sem integrar diretamente o produto final.
3. **Estoques de Produtos Semi-acabados:** são itens de materiais encontrados em diferentes estágios de produção.
4. **Estoques de Produtos Acabados:** são itens de materiais completos e prontos para fornecimento.
5. **Estoques de Materiais Administrativos:** são itens de aplicação geral na empresa, sem vinculação direta com o processo produtivo, e sim com a administração geral.

Os diferentes tipos de estoque são mais ou menos representativos, em função da organização considerada. Em muitos casos, os estoques para Produção e MRO representam a grande maioria, tanto em investimento como em relação aos problemas administrativos para controlá-los.

Para Slack *et al.* (2002, p.383), os tipos de estoque são (a) estoque isolador - também chamado estoque de segurança, que visa compensar as incertezas inerentes a fornecimento e demanda. Portanto, este tipo de estoque diz respeito à matéria-prima e produtos acabados (b) estoque de ciclo - existe para compensar o fornecimento irregular da cada tipo de produto e é decorrente da característica do processo e flexibilidade da operação. Conhecer o estoque de ciclo pode significar decisões estratégicas de investimentos em equipamentos e tecnologia (c) estoque de antecipação - necessário para compensar diferenças entre ritmo de fornecimento e demanda. Há casos em que as flutuações de demanda são significativas, porém relativamente previsíveis, e por fim (d) estoque de canal - necessário para compensar o tempo entre o pedido e a entrega ao cliente. Portanto, todo estoque em trânsito, é dito de canal.

Diante destes conceitos deve-se tomar o cuidado de não sobrepor o estoque de ciclo e o de canal durante um estudo de política de estoque. Ambos, visam compensar o fato de que o material não pode ser colocado instantaneamente.

Há dois outros tipos de estoque citados por Ballou (2001), ainda muito utilizados pelas empresas: (a) estoque de especulação - geralmente utilizado por empresas em que prevendo momentos cíclicos de demanda de determinadas matérias-primas, antecipa suas compras e se preservam de especulações danosas ao negócio. Pode ocorrer também o estoque de especulação inverso, onde a empresa se estoca de produtos acabados para especular conforme a possibilidade do mercado. (b) estoque obsoleto - se deteriora ou é facilmente extraviado. Cuidados especiais são necessários nestes casos, principalmente em se tratando de itens de altos volumes.

É possível também observar um outro tipo de estoque que vem se tornando freqüente, é uma forma de consignação junto aos clientes. Essa prática muitas vezes rotulada de *Vendor Managed Inventory* (VMI) tem-se tornado freqüente em vários segmentos industriais, especialmente no caso de algumas commodities, como por exemplo gases industriais (oxigênio, argônio) (BALLOU, 2006). O VMI significa que o próprio fornecedor é responsável por manter os níveis de estoque do cliente, através das emissões das ordens de compra para seu próprio material. Assim, representa um custo adicional de manutenção de estoque, e também uma forma atual de atender, satisfazer e manter o cliente, criando uma barreira natural de entrada para os potenciais competidores.

Em qualquer tipo de organização, os estoques representam um componente extremamente significativo, seja sob aspectos econômico-financeiros ou sob aspectos de criticidade que envolvam o processo operacional. Nas indústrias ou nas empresas comerciais, os materiais concorrem, quase sempre, com mais da metade do custo do produto vendido. Isto nos leva a concluir que os recursos financeiros alocados a estoques devem ser empregados sob a forma mais racional possível. Em conseqüência, os benefícios proporcionados pela Administração de Materiais numa empresa terão reflexos diretos das decisões que forem tomadas com base nas informações da Gestão de Estoques.

2.2.2 Tipos de demanda

A teoria dos estoques está pautada na previsão do consumo do material. A previsão de consumo ou da demanda estabelece estas estimativas futuras dos produtos acabados comercializados pela empresa. Estabelece, portanto, quais produtos, quanto desses produtos e quando serão comprados pelos clientes. A previsão possui algumas características básicas que são o ponto de partida de todo planejamento empresarial, uma meta de vendas e uma precisão compatível com o custo de obtê-la (ZIN & MARMORSTEIN, 1990, p.95).

Segundo Corrêa *et al.* (1997), a demanda de um determinado item pode ser de dois tipos: dependente e independente.

Itens de demanda independente são itens de estoque cuja demanda não guarda relação de dependência com a demanda de nenhum outro item ou atividade da organização. São exemplos de itens de demanda independente, os produtos acabados, pois sua demanda depende de fatores, como o desempenho da empresa que o produz em comparação com sua concorrência, dos humores do mercado, de condições econômicas gerais, entre outros. Sua demanda, portanto, deve ser prevista; não pode ser calculada, como ocorre com os chamados itens de demanda dependente.

Os itens de demanda dependente são aqueles cuja demanda depende da demanda de outro item dentro da organização, como, por exemplo, os componentes cuja demanda pode ser calculada a partir das demandas dos produtos de que são parte.

A demanda independente pode ser tratada como uma série temporal e pode ser modelada como a composição de quatro componentes além da demanda base (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998): aleatoriedade, tendência, sazonalidade e ciclicidade.

A sazonalidade existe quando ocorrem flutuações na demanda, de acordo com um padrão relativamente constante de período para período, apresentando picos e vales de demanda sempre nos mesmos períodos.

A diferença entre ciclicidade e sazonalidade é que esta última se repete em períodos relativamente constantes (ano, mês, semana, etc.) enquanto a ciclicidade tem durações mais longas que variam de ciclo a ciclo e está em geral ligada a ciclos econômicos.

A tendência está presente quando existem aumentos ou decréscimos consecutivos na demanda. Isso ocorre em geral quando um mercado está em expansão, um produto é

lançado, está substituindo outro ou quando uma empresa está conquistando participação de mercado, e nos casos inversos.

2.2.3 Custo de obtenção, manutenção e falta de estoques

Segundo Ballou (2006), o custo de obtenção de estoques é o somatório dos seguintes custos: custo de processamento do pedido no setor de compras e na contabilidade, custo de transmissão do pedido por e-mail, fax ou outra ferramenta, custo de transporte, custo de processamento e manuseio do material no recebimento da empresa, e variação no preço de compra gerado por variação no tamanho do pedido.

Já o custo de manutenção de estoques engloba custos gerados pela existência do estoque no tempo, e são maiores à medida que permanecem mais tempo com o estoque. Esse custo é dividido em quatro partes: custo de capital, custo de espaço, custo dos serviços de estoque e custo de risco de estoque.

O custo de capital corresponde ao custo de oportunidade gerado pelo capital investido em estoque, e normalmente corresponde a mais de 80% do custo de manutenção.

Custo de espaço é composto pela depreciação ou aluguel do prédio onde está armazenado o estoque, usando-se como unidade o metro cúbico ocupado pelo material. Também fazem parte do custo de espaço, os custos de energia elétrica para iluminação e para alimentação dos equipamentos de armazenagem, bem como são considerados os custos de manutenção e de depreciação desses equipamentos. Esse custo é proporcional à capacidade instalada. Dessa maneira, esses custos reduzem muito pouco, caso esteja utilizando somente uma parcela do espaço disponível.

O custo dos serviços de estocagem é composto pelo custo de seguro contra incêndio e roubo.

O custo de risco de estoque corresponde aos custos gerados pelo vencimento da validade dos produtos, deterioração, obsolescência, quebra ou outros danos que impeçam a venda.

Bowersox & Closs (2001) citam que o custo de manutenção é fundamental em qualquer decisão sobre estoques, pois o mesmo pode variar de 9% a 50% do valor do estoque por ano. No caso do Brasil, em função da taxa de juros básica anual, esse custo sempre é superior aos 20% do valor do estoque ao ano.

Além dos custos anteriormente apresentados existe ainda o custo de falta de estoque, que está relacionado a perda de lucro por incapacidade de suprir a demanda, custos adicionais por substituição de materiais, multas e encargos por não cumprimento do prazo de entrega e perda de lucro por quebra de imagem.

2.2.4 Indicadores de desempenho para Gestão de Estoques

Conforme Pires (2004), Ballou (2006) e Bowersox *et al.* (2006), encontram-se alguns indicadores de desempenho utilizados para análise e eficiência da gestão de estoques nas empresas. Os mais utilizados são detalhados a seguir:

- i) Nível de serviço (disponibilidade e pontualidade): O indicador nível de serviço (“fill rate”) trata do aspecto mercadológico (ponto de vista do cliente), refletindo as expectativas e exigências dos clientes, em termos da disponibilidade dos produtos e seus prazos de entrega. Pode ser determinado pela relação entre a quantidade de itens solicitados pelo cliente e a quantidade de itens efetivamente entregue dentro do prazo preestabelecido.

$$\text{Nível de Serviço (NS)} = \frac{\text{Solicitações completamente atendidas de imediato}}{\text{Total de solicitações recebidas naquele período}} \text{ [%]}$$

Cabe ressaltar que o nível de serviço mostra, enquanto indicador, o desempenho no atendimento das necessidades dos clientes daquele estoque. Convém esclarecer que o termo “nível de serviço” é ocasionalmente confundido por leigos com aspectos da qualidade do serviço, tais como presteza, competência, habilidade ou educação do atendente. Por isso, o indicador neste caso, destina-se exclusivamente a quantificar uma relação estatística objetiva e muito bem definida.

- ii) **Estoque médio:** O estoque médio é um indicador da quantidade média de material imobilizado em estoque, em determinado intervalo de tempo, ou seja, indica o volume de investimentos em estoque.
- iii) **Giro de Estoques:** O giro dos estoques é um indicador do número de vezes em que o estoque é renovado em um período de tempo. Usualmente é medido em base anual e tem a característica de representar o que aconteceu no passado, sendo calculado pela fórmula mostrada abaixo:

$$\text{Giro} = \frac{\text{Custo dos materiais consumidos no período}}{\text{Custo do estoque médio no período}}$$

Quanto maior for a frequência de entregas dos fornecedores, logicamente em menores lotes, maior será o índice de giro dos estoques, também chamado de índice de rotação de estoques. Assim, o giro é fundamental para obter lucro em ambiente competitivo onde as margens de lucro unitárias tendem a diminuir, pois quanto maior o índice de rotação dos estoques, menor a necessidade de investimento em capital de giro.

- iv) **Cobertura:** O índice de cobertura dos estoques é a indicação do período de tempo que o estoque, em determinado momento, consegue cobrir o consumo futuro, sem que haja suprimento.

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Estoque médio (valor ou quantidade)}}{\text{Consumo médio (valor ou quantidade)}}$$

Quanto menor for o estoque em relação consumo, menor será a cobertura em dias, semanas ou meses. Isto significa que se corre o risco de faltar mercadoria para atendimento ao cliente quando a cobertura de estoques for muito baixa, mas, no caso contrário, com o índice de cobertura muito alto, também se corre o risco de ter estoques obsoletos em face dos materiais não terem mais aplicação ou por perderem qualidade com o tempo de permanência no depósito.

2.3 Técnicas e abordagens de Gestão de Estoque

Nesta parte da dissertação, serão apresentadas em detalhes as principais técnicas e abordagens de gestão de estoques, primeiramente o Lote Econômico de Compras, surgido no início do século XX, posteriormente será apresentado o Ponto de Reposição, *Just-in-time* (JIT) e MRP.

2.3.1 Lote Econômico de Compra (LEC)

Lote Econômico de Compra (LEC) é definido por Bowersox *et al.* (2006, p.247) como o tamanho do pedido de compra que possui o menor custo total, isto é, o menor somatório dos custos de manutenção de estoque e custo de obtenção de estoque. Esse conceito tem fundamental importância no gerenciamento de estoques, pois o estoque médio é igual à metade do pedido de compra. Dessa maneira, quanto maior o pedido de compra, maior o estoque médio e maior o custo de manutenção, e quanto menor o pedido de compra, maior o custo de obtenção.

Segundo Ballou (2006, p.278) são três as classes gerais de custo importantes para determinação da política de estoques de uma empresa: os custos de aquisição ou pedido, de manutenção e de falta de estoque.

Genericamente, custos de manutenção de estoques são levados em conta, incluindo custos de capital (taxa média de retorno financeiro), de espaço (custos operacionais e fixos relacionados ao espaço físico), dos serviços de estocagem (seguros e impostos) e dos riscos de estocagem (deterioração, roubos, danos e obsolescência).

Os custos de pedido são calculados considerando os custos de colocação de pedido (incluindo transporte, se relevante) e custos de descontos no preço.

Os custos com a falta de estoques ocorrem quando um pedido não pode ser atendido, sendo os principais tipos de custos: de vendas perdidas e os de pedidos atrasados.

Na figura 4 é mostrado a compensação de custos para definir a quantidade do pedido para reposição de um item no estoque.

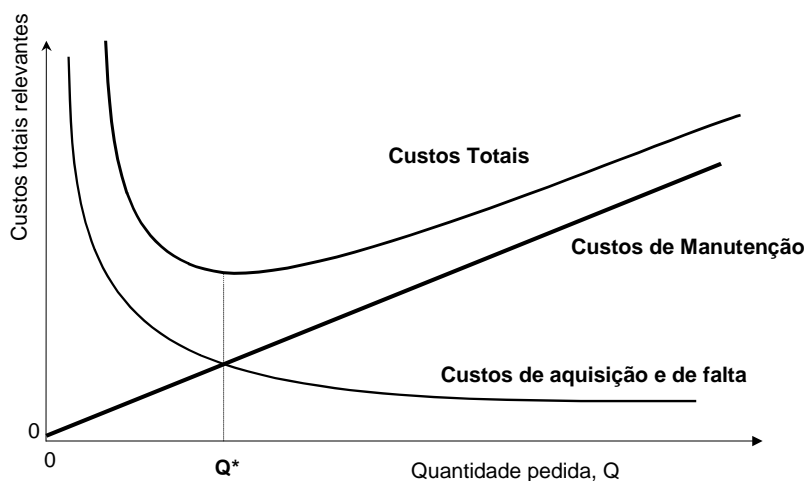


Figura 4 Compensação dos custos relevantes de estoque com quantidade pedida
Fonte: Ballou (2006, p. 279)

Para gerar o resultado desejado, o Lote Econômico de Compra exige que seja realizado o atendimento de toda a demanda. Não existindo pendências a serem atendidas, exige que a demanda seja totalmente previsível, constante e contínua, bem como haja previsibilidade do ressuprimento. Exige também que não ocorram variações no preço de compra e do frete. Dessa maneira, exige a utilização do reabastecimento instantâneo.

O reabastecimento instantâneo é usado quando se tem demanda contínua, estabelecendo-se, para isso, o tempo entre um reabastecimento e o outro, e estabelece-se a quantidade a ser reabastecida. Normalmente é utilizada para ambientes de demanda estável. Segundo Ballou (2006, p.284) e Bowersox *et al.*(2006, p.248), pode-se usar a equação 2.1 para estabelecer a quantidade de reabastecimento ótima, isto é, a quantidade de reabastecimento que gera o menor custo total:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad (\text{equação 2.1})$$

Onde:

Q^* = tamanho de cada pedido de reabastecimento (em unidades)

D = demanda anual por item em estoque, em unidades

S = custo de obtenção, em unidades monetárias por pedido

C = valor do item mantido em estoque, em unidades monetárias por unidade

I = custo de manutenção % do item ao ano

O ponto de pedido é a quantidade de estoque que, ao ser atingida, indica a necessidade de colocar um pedido de reabastecimento, gerando assim um gráfico dente de serra, conforme a figura 5.

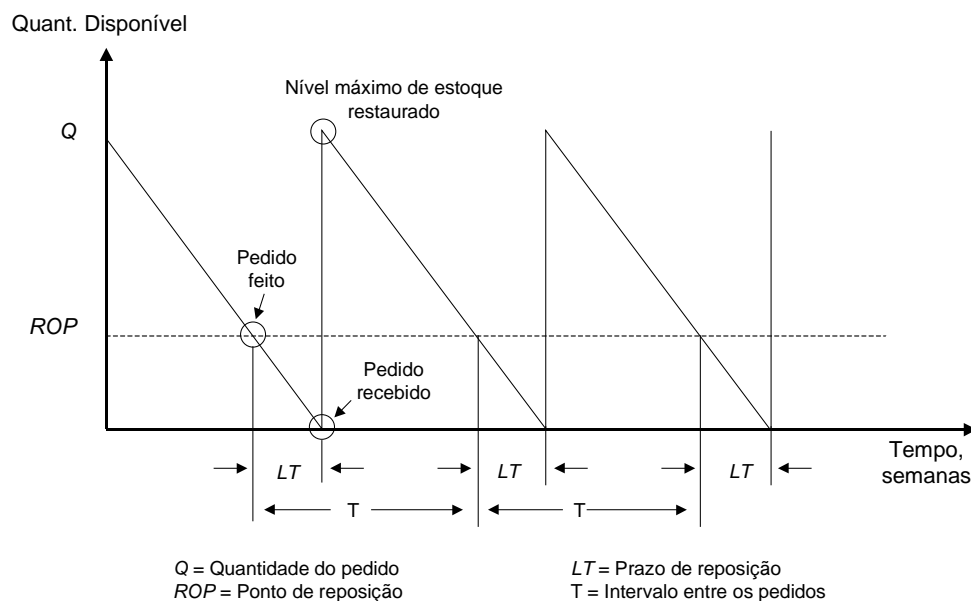


Figura 5 Modelo de controle básico de puxar estoque para peças de reposição

Fonte: Ballou (2006, p. 285)

Para determinar o ponto de pedido, utiliza-se a equação 2,2 a seguir:

$$ROP = d \times LT \quad (\text{equação 2.2})$$

Onde:

ROP = *reorder point* (quantidade do ponto de pedido ou ponto de ressuprimento)

d = taxa de demanda

LT = *lead time* (prazo médio de entrega)

O prazo médio de entrega ou *lead time* de ressuprimento é a diferença de tempo entre a entrada do pedido do cliente e a entrega do material solicitado no pedido.

Cabe ressaltar que em função do tempo de reabastecimento não ser 100% preciso e da demanda sofrer variações, é necessário existir um estoque de segurança, também chamado de estoque regulador. Conforme Ballou (2006) e Bowersox *et al.* (2006), o estoque de segurança funciona como um colchão para suportar variações na demanda e no ressuprimento, porém erros no seu planejamento geram excessos de estoque.

2.3.2 Método de Ponto de Ressuprimento

O método do ponto de pedido ou ponto de ressuprimento, segundo Ballou (2001) e Bowersox *et al.* (2006), considera que a demanda e o ressuprimento são contínuos. De acordo com esse método, quando o estoque atinge a quantidade denominada ponto de pedido, um lote de compra é solicitado, e caso não haja variação na demanda, nem retardo no reabastecimento, antes do estoque ser zerado, o pedido chega e o estoque volta ao nível normal. Esse ponto de pedido deve ser determinado para cada item e por ponto de estocagem. Para isso, Ballou (2006, p.287) apresenta a equação 2.3 para o cálculo do ponto de pedido:

$$ROP = d \times LT + z(s'_d) \quad (\text{equação 2.3})$$

Onde:

ROP = *reorder point* (quantidade do ponto de pedido ou ponto de ressuprimento)

d = taxa de demanda

LT = *lead time* de ressuprimento médio (prazo médio de entrega)

z = número de desvios-padrão da tabela de distribuição normal

s_d = desvio padrão

$$s'_d = s_d \sqrt{LT}$$

Convém ressaltar que a colocação do pedido de reabastecimento deve considerar o nível eficaz de estoque, que considera a quantidade atual, menos as vendas futuras, mais a quantidade do pedido já colocado, para que o mesmo possa funcionar adequadamente.

Como vantagem esse método apresenta a maior precisão no controle de cada item, e como desvantagens os itens são solicitados separadamente, o que gera perdas na produção, transporte e na negociação com fornecedores, além de exigir monitoramento constante dos níveis de estoque.

A figura 6 apresenta a evolução no tempo desse método de controle de estoque. Segundo Bowersox *et al.* (2006), caso haja variação na demanda ou no ressuprimento, adiciona-se o estoque de segurança à fórmula apresentada na equação 2.3.

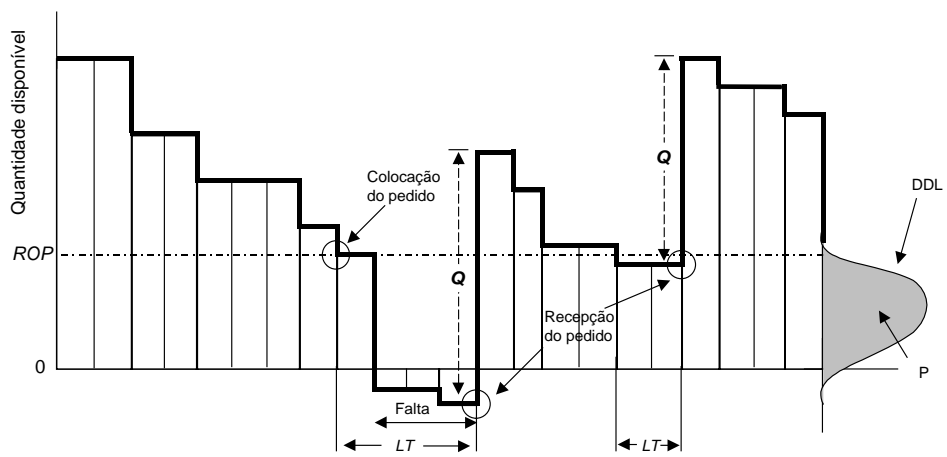


Figura 6 Controle de estoque do ponto de compra com itens incertos
 Fonte: Ballou (2006, p. 287)

2.3.3 Método ABC

Conforme Ballou (2006), Bowersox *et al.*(2006) e Alvarenga e Novaes (2000), diante de uma gama de produtos com vários itens nos mais diversos estágios do ciclo de vida, convém deixar de tratá-los individualmente e dividi-los em categorias.

A utilização da técnica ABC ocorre quando há necessidade de classificação dos itens de estoque por algum critério de importância, de forma a identificar os itens que merecem maior atenção e alocação de recursos em sua gestão (CORRÊA & CORRÊA, 2006, p.541). Assim, é uma forma de classificação de todos os itens de estoque em três grupos, baseados em seu valor total anual de uso.

A divisão mais usual é a que surgiu a partir de Pareto, onde aproximadamente 80% do valor de uso total dos itens de estoque é gerado por 20% dos itens; estes são classificados como itens “A”; os próximos 30% dos itens de maior representatividade são chamados de itens “B”, e os demais são chamados de itens “C”.

Dessa maneira se obtém a classificação ABC dos itens que, logisticamente, pode ser usada para determinar o nível de controle dos itens, alocando sistemas mais rigorosos para os itens “A” que os demais; pode determinar níveis de disponibilidade de estoque menores para esses itens, isto é, pode-se reduzir mais rapidamente os níveis de estoque através do controle de uma parcela pequena de itens. Por outro lado, para os itens “C” pode-se operar com sistemas mais baratos e menos rigorosos.

Conforme Senge (1999), tem-se que ver a floresta, além das árvores, isto é, ter uma visão sistêmica da situação. Partindo-se desse conceito, o controle de estoque pode ser realizado agregado em categorias, como a curva ABC ou lei de Pareto. A precisão do controle de estoque diminui com o controle agregado, porém decisões estratégicas podem ser tomadas somente ao se trabalhar com níveis agregados.

Usualmente se utiliza a curva ABC para diferenciar o método a ser utilizado para os produtos, utilizando métodos de planejamento para itens “A” e métodos reativos para produtos “C”. Pode-se ainda usar essa classificação para determinar a periodicidade de análise dos itens. Itens “A” possuem frequência diária, e itens “C” podem ter frequência semanal. A figura a seguir é um exemplo típico da curva ABC.

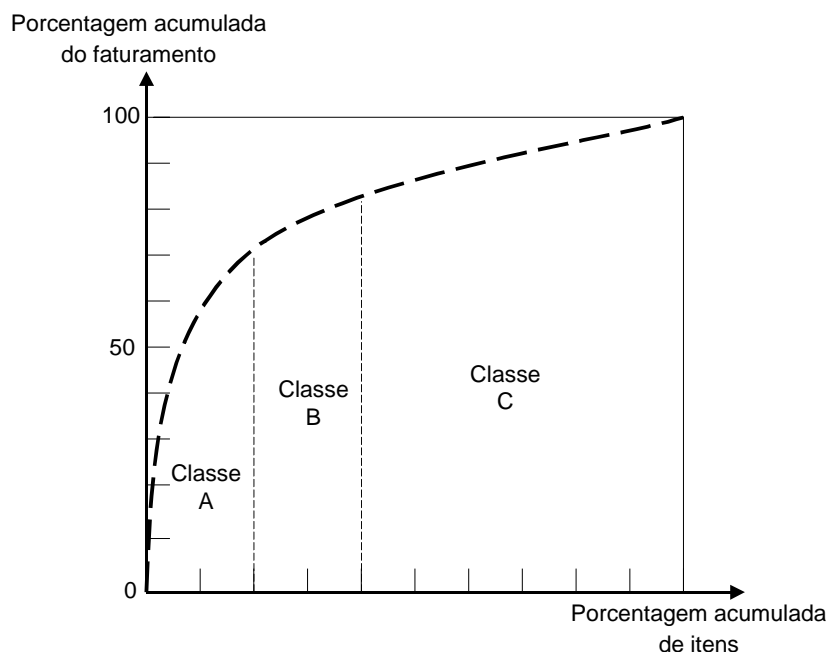


Figura 7 Curva ABC típica

Fonte: Alvarenga & Novaes (2000, p.11)

2.3.4 Abordagem *Just-in-time*

A evolução do conceito *Just-in-time* (JIT) confunde-se com a própria evolução do Sistema de Produção da Toyota (SPT), fabricante japonesa de automóveis. Na verdade, a Toyota vem desenvolvendo, desde a década de 40, uma série de práticas bem-sucedidas que possibilitaram a empresa destacar-se mundialmente. O conceito do *Just-in-time* introduziu uma mudança no paradigma de produção seriada de Henry Ford, baseado apenas no volume de produção e na qualidade.

Segundo Slack *et al.* (2002, p.482), o conceito literal de JIT é “produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não formem estoques, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar.”

Desde o seu surgimento diferentes definições podem ser encontradas, mas em todas elas o JIT assume uma abordagem integrada para alcançar a excelência da manufatura, através da eliminação de desperdício, ou seja, eliminação de qualquer atividade que não agregue valor (FRUJUELLE, 2001).

O que pode ser percebido é que, ao longo do tempo, a definição de JIT foi ganhando em escopo, passando de um “ método” em 1977 para um “sistema” em 1994, transitando por “crença” e, finalmente, “filosofia”. Quanto à ênfase da definição, evoluiu de uma simples função da manufatura (um método ou meta) para definições que englobam vários setores da manufatura como também de serviços, chegando até aos limites externos da empresa, quando focaliza um sistema envolvendo a relação entre cliente e fornecedor (SLACK *et al.* , 2002).

Para entender melhor o JIT, Slack *et al.* (2002, p.485) sugere a análise em três níveis, conforme figura 7. No aspecto mais geral, é chamado de uma filosofia de manufatura, que está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las melhor e eliminar todos os desperdícios em cada processo, com essa visão clara, pode ser utilizada pelos gestores para guiar as ações na execução de diferentes atividade e em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, o JIT é uma coleção de várias ferramentas e técnicas as quais fornecem as condições operacionais para suportar essa filosofia, como as práticas básicas de trabalho, projeto para a manufatura, foco na operação, máquinas pequenas e simples, arranjo físico e fluxo, manutenção produtiva total (TPM), redução de *set-up* (tempo de ajuste de máquina), envolvimento total das pessoas, visibilidade e fornecimento JIT com fornecedores. JIT também pode ser considerado com um método, sendo especificamente a maneira pela qual a produção é planejada e controlada, através de um sistema “puxado”, controle *kanban*, programação nivelada, modelos mesclados e sincronização.

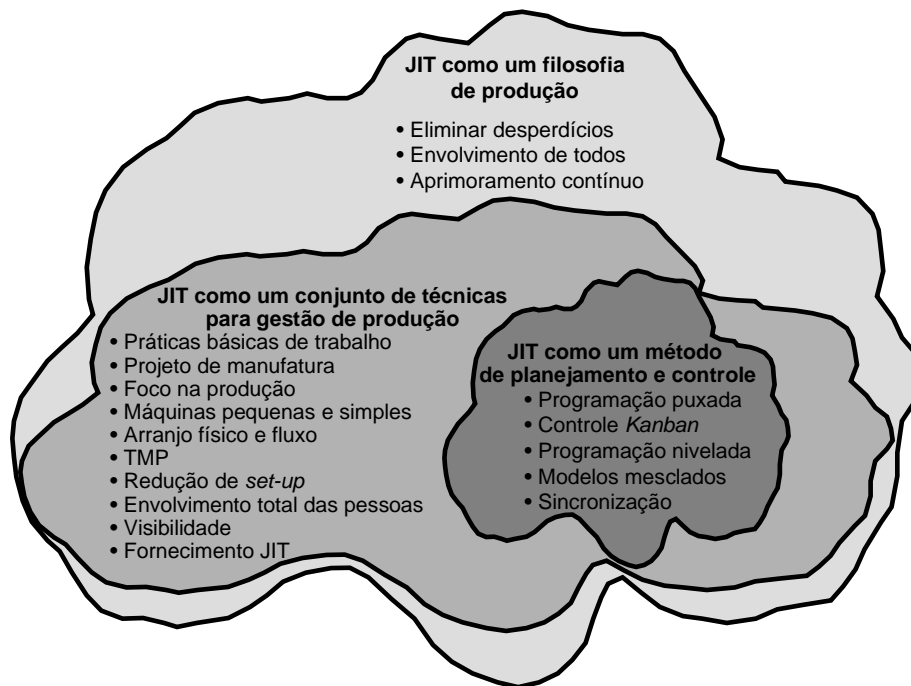


Figura 8 O JIT é uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle

Fonte: Slack *et al.* (2002, p.486)

As definições apresentadas por Volmann *et al* (1992), Slack *et al.* (2002, p.485), incluem um conjunto de elementos que permitem planejar e controlar a produção e eliminar desperdícios. Neste contexto o Just-in-Time significa que, em uma linha de montagem, os itens estão disponíveis exatamente quando necessário e na quantidade necessária, baseado em um programa mestre balanceado em bases diárias, a fim de garantir carga uniforme através da planta e estendendo-se até o fornecedor. Verifica-se desta forma uma associação do JIT a determinados elementos que permitam tal funcionamento, evitando erros de predição, produtos defeituosos e retrabalhos, problemas com equipamentos e absenteísmo que geram paradas na linha de produção ou mudanças no planejamento da produção.

A visão integrada dos métodos, técnicas, estratégias e procedimentos que apoiam a operacionalização do JIT identificados na literatura, resultam nos seguintes elementos: i) estabilização do plano de produção; ii) sistema de produção "puxada", onde cada estágio da produção é comandado por um sinal emitido pelo estágio subsequente; iii) outros procedimentos e técnicas de apoio à simplificação do planejamento e controle da produção, visando a eliminação de desperdícios; iv) estabilização das relações com os fornecedores para reduzir o fluxo de materiais e níveis de estoque; e v) estratégias de apoio relacionadas com a manutenção de equipamentos e garantia da qualidade.

2.3.4.1 Como funcionam e onde se aplicam as técnicas JIT

Uma descrição sumária do funcionamento do JIT, em seu estágio atual de desenvolvimento, poderia assumir a seguinte forma.

O JIT pressupõe que as máquinas e equipamentos estejam arranjados fisicamente de forma a facilitar ao máximo o fluxo de produção, levando à necessidade de se implementar o conceito de células de produção. Esta técnica permite que o fluxo produtivo

seja mais livre, que a comunicação seja mais fluída e compartilhada, que os lotes de produção sejam reduzidos, e, por consequência, que os estoques sejam reduzidos, o que, por sua vez, leva a redução nos custos de manuseio e manutenção de estoques, armazenagem, obsolescência, entre outros. Mas o uso de células de produção não é viável sem a redução do *set-up* (tempo decorrido na troca do processo de final produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote), pois sem isto haveria um grande consumo de capacidade instalada para modificar a preparação das máquinas e equipamentos. A redução do *set-up* pode ser obtida por várias formas (alterações em processos, máquinas, ferramentas, projetos e treinamento). Numa célula de produção normal que os operadores constituam um time ou uma equipe, com funções bem definidas e conhecidas por todos os membros. Na maioria das vezes todos são capazes de fazer tudo o que leva a uma necessidade maior de treinamento e melhora o moral da equipe (HELMS, 1990).

Portanto, o uso de células de produção pressupõe a existência de multifuncionalidade, ou capacidade demonstrada pelos operadores de trabalhar nos mais variados equipamentos e exercer as mais diferentes funções no processo produtivo, que são resultado de complexas ações voltadas ora para a educação ora para o treinamento e capacitação das pessoas (SLACK *et al.*, 2002).

Algumas características do operador multifuncional aparecem quando ele recebe informações sobre a importância do trabalho em equipe e os resultados que isto pode trazer para ele próprio, para sua equipe de trabalho e para a empresa como um todo. Daí para a formação dos grupos de funcionários, chamados de Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) em muitas empresas, um passo quase que natural. Nestes grupos de CCQ as pessoas trabalham essencialmente em equipes e estas equipes existem para buscar soluções para problemas comuns encontrados no seu cotidiano no trabalho.

A busca de soluções para os problemas fica facilitada na medida em que as pessoas e equipes são iniciadas em técnicas formais de solução de problemas, cujo aprimoramento e uso facilitam o surgimento de soluções que a princípio são apresentadas aos grupos e à empresa por meios formais ou informais. À medida que estas sugestões começam a tomar corpo em número e abrangência e que são implementadas e geram os resultados esperados, criam a base para que as Melhorias Contínuas (*kaizen*) ocorram de forma sistemática. É possível notar que as técnicas citadas estão muito mais voltadas a modificar o comportamento das pessoas em relação ao convívio pessoal no trabalho do que a capacitá-las a executar uma determinada tarefa (SLACK *et al.*, 2002).

Mas não basta a mudança de comportamento. É necessário que algumas habilidades técnicas sejam desenvolvidas. Neste sentido aparece o treinamento e capacitação em técnicas específicas voltadas para o processo produtivo. A revisão da literatura possibilitou a identificação das principais técnicas, estando a redução de *set-up* (minimizar o tempo de troca de ferramentas e equipamentos do processo produtivo) entre as mais importantes pela sua interdependência com as demais. O uso de células de produção, que possibilita que o fluxo de produção seja mais lógico e contínuo denota a preocupação com a racionalização do espaço físico. O controle do fluxo produtivo por intermédio do *Kanban* possibilita que as informações sejam difundidas em todos os pontos do processo.

A técnica de acionamento de materiais *kanban* é possível devido ao comprometimento com a qualidade. Neste aspecto os estoques são reduzidos devido ao uso do Controle Estatístico de Processo (CEP) visando que não ocorram defeitos ou que na sua incidência, sejam detectados imediatamente e suas causas descobertas e eliminadas. Além disso, deve-se destacar o papel da Manutenção Preventiva que fica evidenciado na medida em que o uso das células de produção cria sistemas integrados nos quais o funcionamento

efetivo dos equipamentos é importante para que não haja interrupções na produção por quebras nas máquinas e, quando isto ocorrer, que os reparos sejam rápidos e adequados. Como as células de produção representam uma mini fábrica, é importante que o ambiente de trabalho seja limpo, seguro e organizado, além de mantido assim pelos responsáveis por cada célula.

Nesta configuração percebe-se que a importância dos conceitos de *housekeeping* ou 5S para o aprimoramento do funcionamento da célula de produção. O uso de ferramentas e processos padronizados é sempre interessante na medida em que facilita o *set-up*, os programas de manutenção preventiva e o próprio treinamento dos operadores. Como o trabalho em células exige maior interação dos operadores com o trabalho, o uso de recursos visuais para a sinalização do trabalho passa a ter importância destacada aparecendo a necessidade de controles visuais para facilitar o monitoramento do processo. Apesar da flexibilidade conseguida com o uso de células de manufatura é importante que haja uma boa definição de Plano de Produção (se possível que sejam estáveis ou nivelados, ao menos dentro de um certo período) para que os resultados obtidos sejam melhores (SLACK *et al.*, 2002).

O envolvimento dos Fornecedores recebe um grande destaque na implementação de técnicas JIT, pois o relacionamento entre clientes e fornecedores passa a ser mais estreito, ou seja, a empresa deve passar a relacionar-se com um número menor de fornecedores, escolhidos pela sua capacidade em atender às necessidades da empresa em termos de qualidade e condições de entregas (lotes e prazos) e não simplesmente pelo preço. A capacidade técnica do fornecedor passa a ser fundamental e se esta capacidade for reconhecida em forma de Certificação, tanto melhor. Este estreitamento de relações possibilita que a busca pela redução dos lotes seja facilitada pelo próprio envolvimento que o fornecedor passa a ter com seu cliente.

Quanto à aplicação de técnicas JIT, em síntese, a maioria delas pode ser aplicada em qualquer tipo de sistema produtivo. Davis *et al.* (2001, p.74) destacam três tipos básicos de processos produtivos (Figura 9):

- Processo de Projeto: um processo orientado para a realização de um único produto. Neste tipo de processo produtivo o volume de produção geralmente é baixo (normalmente trata-se de produtos únicos em lotes de produção unitários). No entanto, a variedade é muito ampla, dado que cada projeto é específico para determinadas aplicações.
- Processo Intermitente: processo que produz produtos em pequenos lotes e uma grande variedade de produtos diferentes. Neste tipo de processo produtivo inclui-se a grande maioria dos produtos produzidos com certo grau de diferenciação, o que reduz a variedade e aumenta o volume de produção quando comparados ao Processo de Projeto.
- Processo de Fluxo em Linha: processo contínuo que produz grandes volumes e produtos altamente padronizados. Neste tipo de processo produtivo é que se encontra a maior parte dos produtos produzidos para o atendimento de demanda elevada.

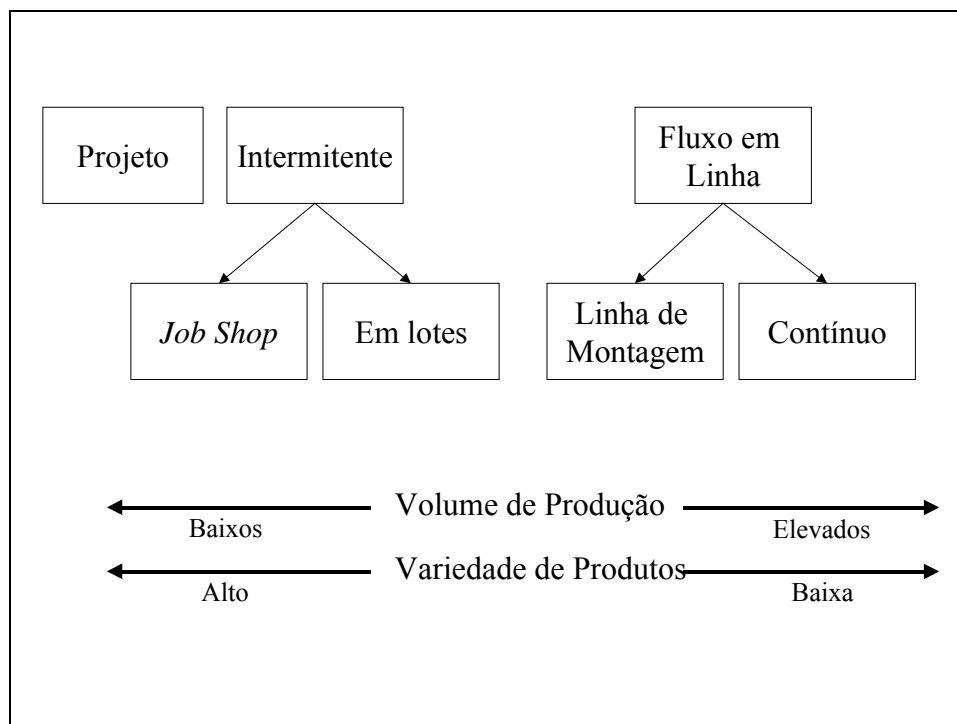


Figura 9 Tipos de processos produtivos

Fonte: Davis *et al.* (2001, p.74)

Também segundo Plossl (1987, p.101), os benefícios da implementação de técnicas JIT podem ser sentidos em todos estes tipos de processos produtivos, entretanto, mais comum encontrar as técnicas JIT difundidas em processos de produção intermitente (em lotes) e fluxo em linha, particularmente em linha de montagem. Esta mesma posição defendida por Moras e Dieck (1992, p.25) que realizaram um amplo estudo sobre os resultados obtidos por empresas que aplicam técnicas JIT entre 1982 e 1990 e comprovaram resultados positivos encontrados nos mais diversos tipos de empresas e processos produtivos. White (1993, p.32) realizou um estudo com 1035 empresas americanas objetivando avaliar o uso de várias técnicas JIT e os resultados mostraram que, para os diferentes tipos de processos produtivos (por projeto, intermitente e fluxo em linha), as técnicas mais utilizadas foram sempre as mesmas, ou seja, Controle de Qualidade Total, Redução de *set-up*, funcionários multiespecializados e compras JIT.

Portanto, as técnicas JIT são de aplicação a todos os tipos de processos produtivos, muito embora, nos processos intermitentes e de fluxo em linha os percentuais de aplicação encontrados sejam mais elevados.

No levantamento bibliográfico efetuado por Profeta (2003), foram encontrados 55 artigos relatando direta ou indiretamente os resultados ou benefícios obtidos pelas empresas com a implementação de técnicas JIT, envolvendo pesquisas quantitativas e estudos de caso compreendendo o período de 1985 a 1999. Cada artigo apresentou em média cerca de quatro benefícios pela implementação de técnicas JIT, sendo os principais:

- Redução de estoques (e áreas de estocagem)/ maior rotação (74,5% dos artigos)
- Aumento da qualidade (43,6% dos artigos)
- Redução de *lead time* (41,8% dos artigos)
- Redução de perdas e retrabalho (34,5% dos artigos)

Fica evidente que a redução dos estoques é um benefício significativo, tendo sido apontado por 100% dos autores pesquisados. Como consequência direta da redução de estoques, a redução de áreas de estocagem também aparece de forma significativa. O benefício da redução do *set-up*, que por sua vez interfere diretamente na redução do *lead time*, também é citado pela maioria dos autores pesquisados.

Erroneamente se pensa no uso de técnicas JIT somente para a redução de estoques, mas isto é resultado de ações conjuntas e não o seu principal objetivo. Caso a redução de estoques não receba uma base de apoio, o serviço ao cliente perderá qualidade. Esta base de apoio vem do aprimoramento na qualidade do produto, do processo e do projeto, facilitado por treinamento e programas de melhorias contínuas.

2.3.4.2 O JIT na mudança organizacional

A velocidade das mudanças tecnológicas afeta não só a vida cotidiana como também o trabalho. Tratando de implementação de técnicas JIT, Brown (2000, p.52) destaca que as mudanças são necessárias tanto no comportamento dos gerentes como no comportamento dos demais colaboradores, com implicações profundas no relacionamento entre fornecedores e clientes. Segundo Malley e Ray (1988, p.66), o impacto da implementação de técnicas JIT afeta tanto aspectos organizacionais como informacionais. As alterações fundamentais na manufatura ocorrem em quatro funções básicas:

a) Na fábrica, por exemplo, com alterações de *layout* e *set-up*, pela necessidade de se operar com lotes de produção menores. O uso de células de produto aumenta a flexibilidade e reduz espaços, mas requer operadores mais hábeis, ou seja, multifuncionais.

b) No controle de estoques, pois a redução do volume de estoques requer sistemas de controle menos sofisticados e torna evidentes os problemas, requerendo um melhor sistema de controle da qualidade e da manutenção preventiva.

c) No controle da qualidade, como o foco é zero defeitos, surge a necessidade de que os problemas sejam solucionados desde o início e que sejam de conhecimento de todos.

d) No sistema de suprimentos, na medida em que se pretende obter a quantidade certa no momento certo, os lotes de entregas devem ser reduzidos e a frequência de entregas aumentada. Como os estoques são mínimos, os fornecedores devem ser confiáveis assim como a qualidade dos produtos adquiridos.

No que tange ao sistema de informações, este deve ser desenvolvido para atender ao projeto do *layout* da fábrica, calcular o lote ótimo de fabricação para diferentes produtos e processos, avaliar fornecedores e monitorar seu desempenho.

Não são afetados apenas os aspectos organizacionais e informacionais, mas também as dimensões comportamentais passam por um processo de mudança profunda, conforme aponta Helms (1990). A implementação de técnicas JIT afeta o comportamento individual na medida em que os colaboradores devem estar aptos a formular questões sobre seu trabalho, receber e tratar informações; afeta também o relacionamento interpessoal, quando, ao receber e tratar informações, os colaboradores devem passá-las aos demais membros da equipe e ainda no comportamento do grupo, dado que um grupo de trabalho está envolvido diretamente com outros.

2.3.4.3 O impacto sobre os fornecedores

Outra grande área de interesse sobre o uso de técnicas JIT envolve os fornecedores, aliás, apontados por Hay (1988, p.120) como ponto fundamental para o pleno funcionamento das técnicas JIT na empresa.

Os fornecedores têm grande importância quando se trata de aplicação de técnicas JIT pelo fato de que a ocorrência de falhas de fornecimento, seja quanto a atrasos ou não conformidade dos produtos, leva a implicações negativas relevantes sobre a empresa. Por isso é que os fornecedores devem ser escolhidos com cuidadoso critério.

O JIT pressupõe que as operações da manufatura não ocorrem isoladamente. Cada etapa é parte de uma rede mais ampla e interconectada de operações. Materiais, produtos, informações e capital fluem através de ligações consumidor/fornecedor, desde o processador de matéria-prima até os consumidores finais. Neste contexto a integração envolve uma relação de parceria entre clientes e fornecedores internos e externos, com as seguintes características (SLACK *et al.*, 2002):

- Os fornecedores participam mais do processo produtivo, através de visitas que permitem uma interação com gerentes, engenheiros e técnicos, além de manterem transparência de informações técnicas, financeiras e de gestão.
- O fluxo nivelado do JIT inclui materiais que são transportados em volumes regulares e num intervalo de tempo que permita a sua chegada à estação de trabalho exatamente no momento de seu uso. Este fluxo é sustentado por lotes pequenos que saem diretamente do fornecedor para a planta do cliente. O objetivo é aproximar o sistema ao transporte direto de itens da última operação do fornecedor para o ponto de uso do cliente, sem estoque intermediário ou demora. O fornecimento JIT evita formação de estoques, que acabam interferindo negativamente na velocidade do fluxo.
- Performances de entrega dos fornecedores que garantam a não formação de gargalos e ausência de paradas por falta de produtos.
- Compromisso com a qualidade dos produtos fornecidos, para garantir a entrada dos materiais diretamente na linha de fabricação dos clientes, evitando a necessidade de inspeções de recebimento (tempo despendido que não agrega valor), o que contribui, para o aumento da velocidade do fluxo.
- A escolha de fornecedores deve estar baseada em critérios que permitam avaliar a performance nos seguintes aspectos: econômico, preço, qualidade, cumprimento de prazos, flexibilidade e tempo de reposição.
- Como o JIT baseia-se no fluxo nivelado, isto leva a contratos de compra a longo prazo, o que permite a capacidade dos fornecedores possa ser dedicada ou sua utilização planejada e balanceada. As ordens de compra especificam uma quantidade a ser liberada durante um período de diversos meses, com ordens antecipadas e volume estabilizado com os níveis de produção dos clientes. Com estas ordens de compra, as quantidades necessárias são sinalizadas através de Kanbans das estações de trabalho do chão-de-fábrica.

Vickery (1989) estudou as implicações do fornecimento internacional para a manufatura sob o regime de técnicas JIT e constatou que, a despeito da maior distância geográfica, que é notadamente um problema para o fornecimento JIT, a qualidade do fornecimento e a vantagem tecnológica (maior capacitação técnica que fornecedores internacionais podem apresentar) ainda ajudam a obter redução dos estoques. O estudo mostrou que a qualidade do fornecimento era o mais importante critério de escolha do

fornecedor e a distância geográfica não era um critério fundamental, mas influía na seleção.

A política de fornecedor único fortalecendo o elo entre cliente e fornecedor pode também encontrar dificuldades no fornecimento JIT na medida em que os problemas do cliente são simplesmente transferidos para o fornecedor.

A parceria com fornecedores irá reduzir riscos e melhorar a eficiência de todo o processo logístico. Para se obter um alto grau de parceria é necessário o compartilhamento de informações entre os participantes-chaves da cadeia produtiva. As informações compartilhadas não devem ser limitadas aos dados de transação, devem abranger informações estratégicas para que as empresas possam planejar de forma integrada os melhores meios para satisfazer as necessidades dos consumidores.

2.3.5 Abordagem MRP

O MRP (Planejamento das Necessidades Líquidas de Material, em inglês, *Material Requirements Planning*) surgiu em 1965 como uma técnica de gestão de materiais com o objetivo de atender a complexidade dos sistemas de produção marcados por volumes médios de produtos e exigindo rápidas alterações no processo. As primeiras aplicações foram voltadas para estabelecer o quanto de determinado tipo de materiais e em que momento são necessários para atender um programa mestre conhecido de produtos acabados (FRUJUELLE, 2001).

O MRP tem como entrada pedidos de clientes, previsão de demanda, lista de materiais (em inglês, *bill of materials – BOM*) com informações e registros de estoque e como saída ordens de compra, ordens de produção e planos de materiais. Baseia-se na combinação de dois procedimentos, quais sejam: i) explosão da lista de materiais (BOM), que parte da demanda independente dos produtos finais para estabelecer a quantidade de subconjuntos, componentes e materiais necessários em cada etapa do processo; ii) programação para trás (em inglês, *backward scheduling*), que parte da data prometida para a entrega do produto final e deduz os tempos estimados de fabricação em cada etapa do processo, até identificar as datas para a efetivação de compra e fabricação dos diferentes itens, tendo como base o tempo de reposição (*lead time*)

Portanto, o MRP é um sistema hierárquico de administração da produção em que os planos de longo prazo (que contemplam níveis globais de produção e setores produtivos) são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível de planejamento de componentes e equipamentos específicos (FRUJUELLE, 2001).

Em 1972 um grupo coordenado por Joe Orlicky desenvolveu o conceito de MRP de ciclo fechado (*closed-loop*) que permite a confrontação dos planos de produção contra dos recursos disponíveis. Ao longo do processo é verificada a viabilidade do planejamento em termos de capacidade, caso não seja, os planos de produção são revisados.

No início da década de 80, foi desenvolvido o MRP II (Planejamento de Recursos de Manufatura, em inglês, *Manufacturing Resource Planning*), como uma evolução do MRP, agregando a ele funções que permitem uma maior integração entre as áreas de manufatura, marketing, finanças, logística, engenharia e P&D.

No início dos anos 90 surgiram os Sistemas ERP – *Enterprise Resources Planning* como evolução do MRP II. Os ERP, são sistemas integrados de informação para apoio total às necessidades de todo empreendimento em seus processos decisórios, onde o MRP II recebe complementações que permitem a sua aplicabilidade em diferentes ambientes manufatureiros.

Nesse sentido, em 1995, foi criado o *Open Application Group*, formado por nove dos maiores fornecedores de software MRP II/ ERP do mundo, com o objetivo de definir um conjunto de padrões para os módulos de seus pacotes permitindo assim a combinação de módulos de vários fornecedores numa solução MRP II que melhor se encaixe nas necessidades do usuário.

Atualmente, além da preocupação de como integrar o MRP II com a lógica de outras tecnologias de gestão da produção (por exemplo, JIT, OPT, PERT/COM ou sistemas de programação de produção com capacidade finita), a literatura tem dedicado um espaço considerável em apresentar metodologias de implantação do MRP II visando obter uma efetiva contribuição nas condições competitivas da organização (FRUJUELLE, 2001).

2.3.5.1 A lógica do MRP II

O princípio básico do MRP II é o cálculo das necessidades dos recursos de manufatura de acordo com a previsão de vendas, permitindo o planejamento de compras ou da produção dos itens componentes, para que ocorram apenas nos momentos certos e nas quantidades necessárias, possibilitando, desse modo, o cumprimento dos programas de entrega dos pedidos dos clientes com a formação dos estoques mínimos. Segundo Wight (1974) tecnicamente, envolve a utilização do sistema MRP do ciclo fechado para gerar números financeiros. Em geral o MRP II é constituído de sete módulos principais, envolvendo os três níveis hierárquicos da organização com base no horizonte de tempo de planejamento, conforme mostra a figura 10.

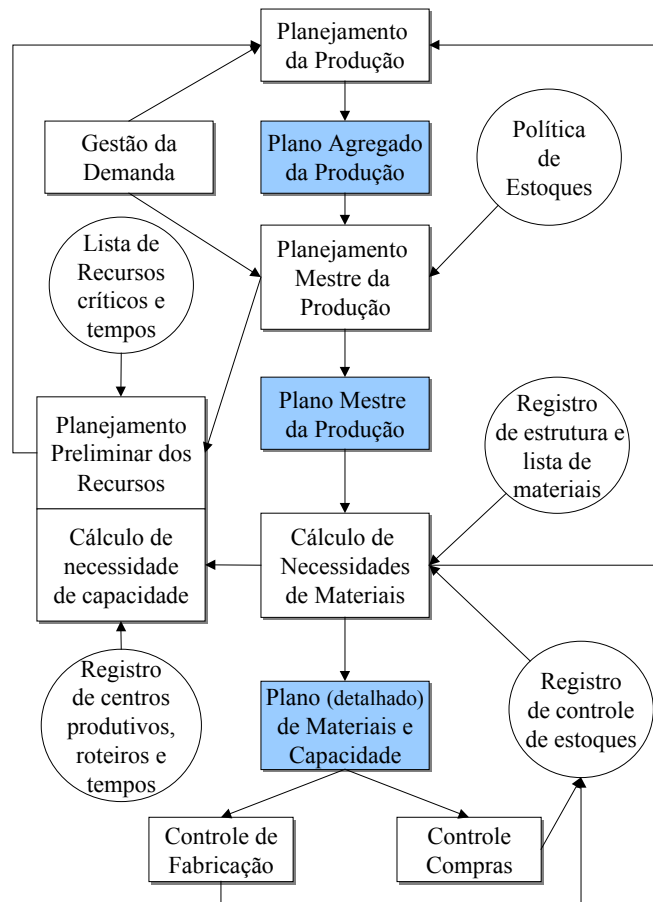


Figura 10 Principais módulos do MRP II

Fonte: Baseado em Corrêa *et al* (1997)

De acordo com a figura, pode-se entender melhor os módulos que constituem o MRP II:

- **Módulo de Planejamento de Produção** (*Production Planning – PP*), é o planejamento agregado da produção. Que envolve um período a longo prazo, estando relacionado com a fixação da taxa de produção, níveis de força de trabalho, e níveis de estoque para famílias de produtos, sendo estabelecido em termos de valores monetários. Define o **Plano Agregado de Produção** com base no Plano Estratégico da organização, nas limitações estruturais do sistema da manufatura para família de produtos e no modelo de gestão de demanda. Gestão de demanda consiste na gestão da carteira de pedidos e da previsão de demanda.
- **Módulo de Planejamento Mestre de Produção** (*Master Production Scheduling – MPS*), é o detalhamento dos níveis agregados do planejamento da produção, permitindo o planejamento das quantidades de itens de demanda independente e os níveis de estoque a serem mantidos por período de tempo. A validação desta etapa é feita com base no Planejamento Preliminar da Capacidade de Recursos Críticos (Rough-Cut Capacity Planning – RCCP), módulo que verificar o consumo de recursos críticos derivado da demanda projetada para cada produto acabado comparando-o com a capacidade real instalada. Nesta etapa é elaborado um Plano Mestre de Produção, definido o quê, quanto e quando produzir para atender a previsão de vendas, pedidos de clientes, níveis de estoque, itens para reposição, pedidos de distribuidores e demanda promocional. O MPS é o elo básico de comunicação entre o plano estratégico da empresa e o plano tático da produção, acomodando interesses de diferentes áreas, tais como, marketing, finanças, logística, manufatura e P&D.
- **Módulo de Planejamento de Necessidades de Materiais** (*Material Requirement Planning – MRP*), onde ocorre o desmembramento do Plano Mestre da Produção. Neste módulo calcula-se a médio prazo as necessidades de compra ou produção da demanda dependente (itens componentes), defasadas no tempo. Este cálculo ocorre explodindo os itens de demanda independente (produtos finais), de modo a cumprir o plano mestre e programando ordens de compra e de produção para o momento mais tarde possível, sem no entanto, comprometer os prazos de entrega dos produtos finais. Além do Plano Mestre, o MRP tem como dados de entrada informações sobre posição de estoques, estrutura e componência de cada produto.
- **Módulo do Planejamento das Necessidades de Capacidade** (*Capacity Requirement Planning – CRP*), tem como objetivo avaliar o impacto do MRP em termos de consumo dos recursos. A verificação é feita com base em dados sobre os centros produtivos e suas capacidades produtivas, roteiro de produção dos itens, consumo dos recursos por operação e ordens de fabricação planejadas à partir da explosão detalhada de necessidades e nos roteiros de fabricação especificado para cada um dos itens. Nesta etapa é calculada as necessidades de capacidade produtiva por período, de forma detalhada, permitindo a identificação de ociosidade ou excesso de

capacidade. A associação MRP e CRP resulta no Plano (detalhado) de Materiais e Capacidade.

- **Módulos de Controle de Produção e Compras** (*Production and Purchasing Activity Control – PPAC*), após a integração MPS- MRP – CRP, são elaborados planos viáveis de fabricação e de compra que constituem a base de dois módulos estabelecidos a nível operacional: Controle de fabricação e Controle de Compras. Estes módulos definem as atividades de controle de produção, estando relacionadas com decisões feitas diariamente para programar as atividades e controlar o progresso na direção dos objetivos. O módulo de controle de fabricação é responsável pelo programa detalhado da produção, ou seja, sequenciamento das ordens das ordens nos centros de produção, seguindo prioridades pré-definidas. O módulo de controle de compras é responsável pela liberação das ordens de compra e informações sobre o recebimento, tais como inspeção, desempenho dos fornecedores, entre outros. O sistema de controle proposto por estes módulos é centralizador, baseado no acompanhamento das ordens de produção e de compra, interagindo fortemente com os módulos MRP e CRP, realimentando os mesmos.

O MRP II é, portanto um sistema gerencial para o planejamento e controle dos recursos de todas as operações numa empresa industrial, principalmente àquela cujos objetivos estratégicos prioritários forem cumprimento dos prazos e redução de custos. Segundo Ferreira (1994), constitui-se numa estratégia gerencial suportada por sistemas integrados de informações, onde o software exerce um papel relevante, cuja função fundamental é cruzar todas as informações necessárias para o planejamento de produção e emitir resultados eficientes, os quais vão depender muito da acuracidade das informações fornecidas ao computador.

Para garantir a eficácia do MRP II e confiabilidade do sistema, é importante manter a precisão e atualização das informações referentes a identificação de materiais, parâmetros de planejamento dos itens, componência, roteiros de fabricação. Dados de capacidade dos centros de trabalho, saldo de estoque, ordens de compra e produção, cadastro de itens, cadastro da estrutura do produto, previsões e outros.

Segundo Costa (1996), apesar da lógica do MRP II considerar o tempo de reposição e programar a entrega pela data mais tarde (figura 11), é um sistema que “empurra” a produção no sentido que, uma vez definidos os planos, a fabricação e as compras são comandadas a partir de ordens que não necessariamente consideram a situação de processamento corrente no estágio subsequente, isto é, o trabalho se desloca para o próximo centro sem ser solicitado.

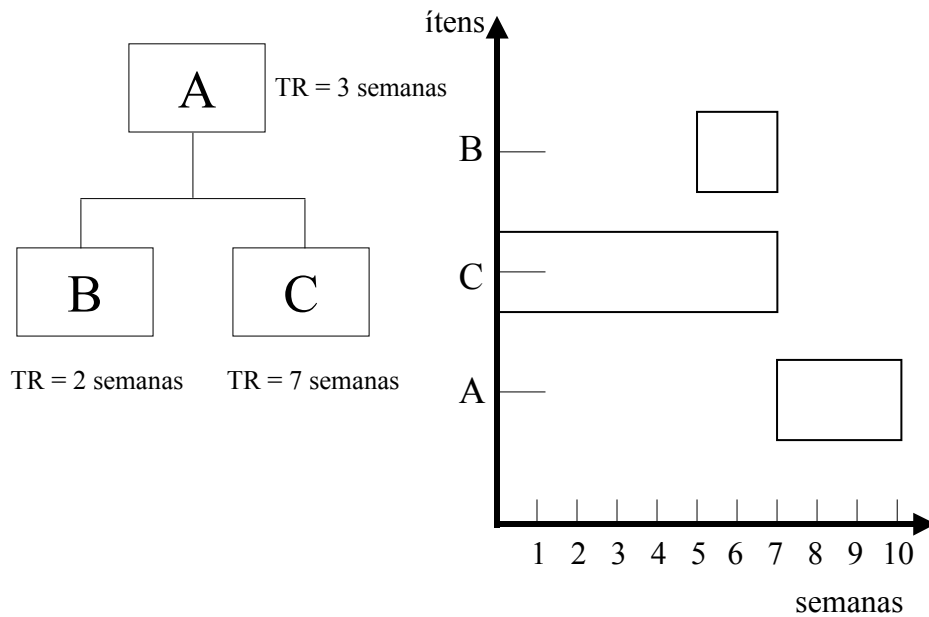


Figura 11 Programação pela data mais tarde
 Fonte: Baseado em Frujuelle (2001)

Outra abordagem importante do MRP II é a programação por capacidade infinita, figura 12, que considera no cálculo de capacidade de curto prazo (CRP) que há disponibilidade de recursos para processar integralmente as ordens de produção dos diferentes itens em determinado centro de trabalho.

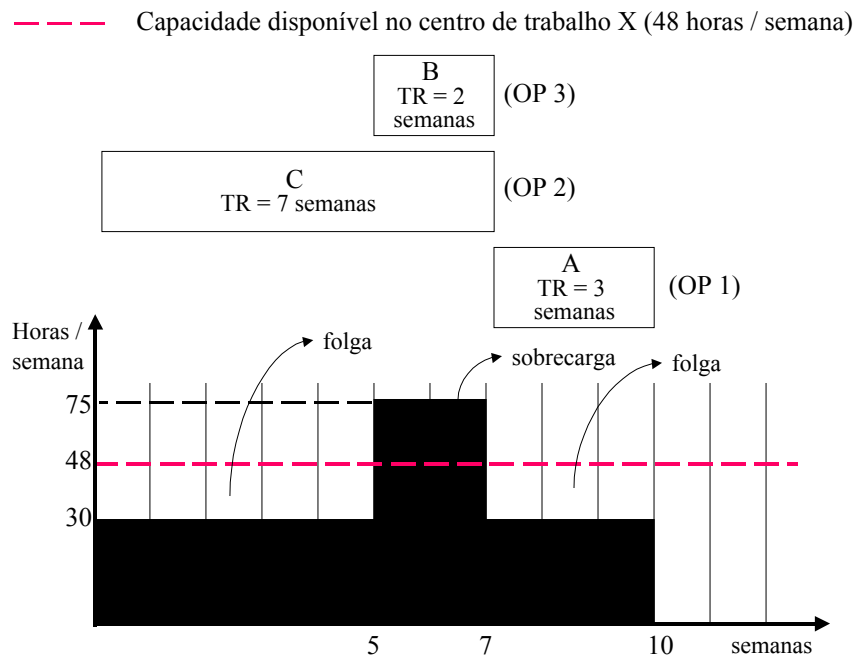


Figura 12 Planejamento com capacidade infinita

Fonte: Baseado em Frujuelle (2001)

Para uma análise do gráfico de planejamento com capacidade infinita da figura 12, suponha que o cálculo de quanto e quando da demanda dependente e independente do produto A (figura 11) tenha resultado nas seguintes ordens de produção: OP 1 indicando a fabricação de 30 unidades de A à partir da semana 10; OP 2 indicando o processamento de 210 unidades do item C à partir da semana 7; e OP 3 indicando o processamento de 60 unidades do item B. Suponha ainda que o tempo real de produção de cada unidade A é de 3 horas, e que o tempo de processamento de cada item C e B é respectivamente 1 hora e 1,5 horas, e ainda que todas as ordens de produção são processadas no mesmo centro de trabalho X.

Verifica-se que o planejamento de capacidade do centro de trabalho X não considera diretamente a capacidade disponível de 48 horas/semana. Tal disponibilidade é apenas uma referência para indicar uma folga na capacidade das semanas 1 a 5 e 8 a 10, e uma sobrecarga nas semanas 6 e 7. A sobrecarga pode ser resolvida utilizando horas extras nestas semanas, antecipando as ordens de produção B e C para ocupar a ociosidade das semanas anteriores ou adiando as ordens de produção de B e C para ocupar a ociosidade de semanas posteriores.

2.3.5.2 Parametrização do MRP II

A parametrização do MRP II é a preparação do sistema com informações da organização, permitindo assim que as particularidades de uma realidade específica sejam reconhecidas e consideradas. Uma abordagem conceitual desta atividade baseada em Corrêa *et al.* (1997), Slack *et al.* (2002) e Volman *et al.* (1992) envolve a discussão dos parâmetros a seguir.

2.3.5.2.1 Definição dos tempos de reposição

Conforme definição anterior os tempo de reposição podem ser de produção e de compra. Os tempos de reposição de produção são compostos pelos tempos de emissão física da ordem, tramitação da ordem até responsável no chão da fábrica, formação do kit de componentes do almoxarifado, transporte de materiais durante o tempo em que a ordem está aberta, fila, preparação dos equipamentos ou setores para o processamento, processamentos propriamente ditos e possíveis inspeções da qualidade.

Os tempos de reposição de compras são compostos pelos tempos de emissão física da ordem, transformação da ordem de compra em pedido, envio do pedido ao fornecedor, entrega do fornecedor, transporte de materiais, recebimento e liberação, possíveis inspeções e armazenagem.

Convém ressaltar que além da adequada apuração, a redução dos tempos de reposição de produção e compras trazem tempos de atravessamento menores, estoque em processos menores, mais agilidade para responder às mudanças solicitadas pelo mercado, tempos de entrega aos clientes, entre outros.

2.3.5.2.2 Definição das políticas de tamanho de lote

O tamanho do lote, tanto de produção quanto de compras, a ser considerado reflete aspectos específicos da organização, tais como: política com o fornecedor, minimização dos custos com preparação de equipamentos (no caso de produção), custos burocráticos de processamento do pedido (no caso de compra), custos de armazenagem, custos logísticos, custo da variação da carga de trabalho nos centros produtivos, entre outros.

É necessário estabelecer um *trade-off* econômico para tal decisão. A idéia básica é estabelecer tamanhos de lotes que balanceie adequadamente os custos envolvidos de forma a minimizar seu total e não apenas um deles.

2.3.5.2.3 Definição dos estoques de segurança e tempos de segurança

Nos registros do MRP os estoques de segurança, se necessário devem ser informados ao sistema, para que as ordens de compra e produção sugeridas atendam a necessidade de manter níveis definidos de estoques. Os estoques de segurança são adotados quando há incertezas de fornecimento ou de demanda para itens de materiais, semi-acabados e produtos acabados.

Além da referência à segurança em termos de estoques, muitos sistemas a definem em termos de tempo. O tempo de segurança consiste de ordens que são planejadas e programadas para serem recebidas como estoque antes do tempo indicado como necessário pelo MRP. Tende a ser usado quando há maior incerteza em relação ao tempo de reabastecimento, ao tempo em que a demanda pelo item vai ocorrer ou para itens de movimentação esporádica (em inglês, *slow movers*).

2.3.5.3 Pontos-chave na implantação do MRP nas empresas

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006, p.562), o ponto crucial no sucesso da implantação de um sistema MRP em uma empresa, não está na lógica nem no aplicativo escolhido, mas na união de três condições essenciais:

- Comprometimento da alta direção, através do entendimento dos pressupostos da implantação, filosofia do sistema, disponibilidade dos recursos e prioridade do processo de implantação.
- Treinamento intensivo e continuado em todos os níveis, tanto aos conceitos por trás da filosofia quanto aos procedimentos específicos de operação.
- Gerenciamento do processo de implantação, através da elaboração de um plano detalhado de implantação, acompanhamento e controle para garantir a aderência ao plano estabelecido.

2.3.5.4 Benefícios e limitações do MRP

O MRP II é designado para o planejamento de um ambiente de produção de natureza dinâmica e intermitente, isto é, que determina e coordena as quantidades e o tempo de muitos produtos acabados, itens, submontagens, e montagens. O ambiente adequado para a sua aplicabilidade é caracterizado por complexo fluxo de materiais, alto tempo de setup, em que as estruturas de produtos são complexas, com vários níveis e vários componentes por nível e em que as demandas sejam estáveis e instáveis.

O MRP II apoia os seguintes fatores de competitividade: i) Nível de serviço ao cliente através dos módulos MRP, CRP e PPAC que permite o planejamento, programação e obtenção dos materiais na quantidade e no momento adequado e do MPS que permite a melhor gestão de estoques de produtos acabados, através da utilização de estratégias compatíveis com a política de atendimento a demanda; ii) confiabilidade de custos, pela possibilidade de estimar custos e fornecê-los aos clientes; iii) preço, através da redução no custo de compra, manutenção de materiais e redução da ociosidade.

2.3.5.4.1 Benefícios do MRP

O MRP II tem importantes benefícios identificados na literatura especializada, mais precisamente em: Corrêa & Giansi (1993), Corrêa & Corrêa (2006), Martins & Laugeni (1998), Volmann *et al.* (1992), Slack *et al.* (2002) e Ritzman *et al.* (1996), que envolvem aspectos gerenciais, de atendimento a demanda, de gestão de materiais, e operacionais.

Benefícios Gerenciais:

- Processo de planejamento interativo – planejamento, simulação, replanejamento que permite ajustar o plano existente as mudanças, tais como: alteração no programa mestre de produção, ajuste de inventário físico, atraso na entrega pelo fornecedor, mudança na estrutura de materiais, entre outras.
- Integração de diversas áreas funcionais – as pessoas deixam de trabalhar em áreas isoladas e começam atuar de forma sistêmica. Tal integração permite: i) que a empresa se planeje melhor para atender não só as necessidades do seu processo de produção, como também do mercado, alcançando, assim, uma maior competitividade; ii) um elo de ligação entre as funções operacionais e as funções financeiras da empresa, permitindo a projeção e controle dos investimentos em estoques, custos operacionais para a produção e distribuição e também do fluxo de caixa.
- Analisando os módulos de MRP II verificam-se atividades de suporte nos três níveis: estratégicos, táticos e operacionais.
- Redução da influência dos sistemas informais pela necessidade de formalização de uma série de sistemáticas de apoio à gestão (ou, ao menos, uma melhor estruturação dos mesmos), tais como: lista de materiais, estrutura dos produtos e registros de estoques (código de identificação, nível de segurança, tempo de reposição, tamanho do lote de compra ou de produção e custo).
- Melhoria na produtividade das atividades de planejamento das seguintes áreas: i) compras, que pode dedicar-se mais a atividade de escolha de fornecedores; ii) gestão de materiais, que pode planejar melhor as necessidades de estoque; e iii) controle da produção, que pode manter prioridades atualizadas.
- Oferece capacidade de simulação *what-if*, o que melhora a performance do processo decisório.
- O sistema emite mensagem de exceção e mensagens de ação que permitem tomada de decisão sobre cancelamento de ordens, antecipações de ordens, adiamentos, liberações urgentes, saldos acima ou abaixo da política de estoque e falta de material.

Benefícios para atendimento a demanda:

- Como o MRP II baseia-se na “explosão” dos produtos, levando ao conhecimento detalhado de todos os seus componentes e dos demais insumos necessários à fabricação, fica fácil o cálculo detalhado do custo do produto.
- Melhoria no nível de serviço com o fechamento de ordens nas datas previstas, num valor estimado em 95% das ordens liberadas.

Benefícios para gestão de materiais

- A lógica do MRP II referente ao cálculo das necessidades de materiais permite um tratamento mais apropriado da demanda dependente e independente do que os pontos de reposição e lote econômico, onde a hipótese nestes métodos é de demanda constante, (Schonberger e Knod, 1994).
- Com o uso do MRP/ MRP II os estoques podem ser reduzidos porque os itens não são liberados se não forem necessários. Geralmente verifica-se uma redução de 20 a 35 % nos níveis de estoque.

Benefícios operacionais:

- A programação por capacidade infinita permite acomodar *mix* variáveis de produção.
- Fornece informações que permitem o planejamento da necessidade de capacidade para atender ordens futuras.
- Melhoria na produtividade do trabalho direto pela redução no tempo necessário para atender pedido, sendo observado uma redução de 5 a 10 % na fabricação e 25 a 40 % na montagem.
- Eliminação da burocracia na fábrica devido a organização da informação, como parte da automação no gerenciamento da produção.

2.3.5.4.2 Limitações do MRP

As limitações do sistema MRP II também envolve aspectos gerenciais e estruturais, que são aqueles relacionados aos módulos e aos dados de entrada. As principais limitações são apresentadas a seguir.

Limitações gerenciais

- O MRP II está baseado na utilização de um software cuja aquisição possui um custo elevado.
- MRP II é um sistema passivo, pois não possui um mecanismo de questionamento e melhoria do sistema produtivo e seus principais parâmetros como: tempo de preparação dos equipamentos, incluído no tempo de reposição, níveis de estoque de segurança e níveis de refugos. Isto confere ao MRP II a característica de automatizar muito e melhorar pouco.
- O sistema MRP II é um sistema centralizado de tomada de decisão, não permitindo uma participação efetiva da mão-de-obra para efetuar ajustes locais.

Limitações estruturais

- O módulo de controle de produção é pouco usado pois exige um alto volume de informações de apontamento das ocorrências no chão-de-fábrica, incompatível com a moderna visão gerencial de se eliminar, tanto quanto possível, as atividades que não agregam valor aos produtos.
- O MRP II é limitado para lidar com ambientes produtivos que apresentem grau de complexidade alta em termos de programação detalhada de fábrica, resultado da consideração da capacidade infinita, tempo de reposição fixo, lotes de processamento e transferência indivisíveis.

- Sendo o tempo de reposição de produção um dado de entrada fixo, não são consideradas as variações de tempo de fila, que em alguns ambientes como é o de produção pouco ou não repetitiva, é a componente mais expressiva deste parâmetro. Nesses ambientes, como o fluxo de processamento não é estável e nem homogêneo, o tempo de fila varia, e conseqüentemente o seu *lead time* de produção. Sendo assim, ao considerá-lo fixo, os planos gerados pelo MRP são inconsistentes e incertos.

2.3.6 Integração JIT e MRP II

Um sistema combinado de gerenciamento de estoque (sistema híbrido) considera a situação existente e adotam tanto métodos reativos quanto métodos de planejamento, podendo variar as técnicas no decorrer do tempo. Segundo Bowersox *et al.* (2006, p.266), a base racional de um sistema adaptativo é que a demanda deva ser independente.

Sempre que possível, devem-se utilizar métodos de planejamento, considerando que onde a demanda é muito instável, deve-se manter o estoque baixo. Em situações em que o ressuprimento é incerto, deve-se procurar trabalhar com pedidos pequenos, pois a ocorrência de atrasos é menor que a utilização de pedidos maiores.

Em situações em que a demanda é estável, utilizam-se métodos de planejamento; onde a demanda é incerta devem-se utilizar métodos reativos, que avançam os produtos o mais tardiamente possível na cadeia de suprimentos. Outra forma de sistema híbrido encontrada é a que leva em consideração o giro de cada produto, fazendo com que produtos de alto giro sejam tratados com métodos de planejamento, e produtos de baixo giro sejam tratados com métodos reativos.

Dentro deste contexto a utilização combinada do JIT com o MRP II pode trazer grandes benefícios para gestão de estoque da empresas.

O JIT mostra uma limitação relacionada a gestão de materiais adquiridos, planejamento a longo prazo e níveis de agregação de informações. O MRP II mostra limitações no gerenciamento de curtíssimo prazo da fábrica, ou seja, não é sensível a nível de fábrica, processo de manufatura e questões relacionadas com qualidade e mão-de-obra.

Verifica-se analisando as limitações do JIT e MRP II, que os pontos fracos do JIT podem ser bem atendidos pelo MRP II e vice-versa. Com base nestas constatações serão apresentadas a seguir duas formas de integração.

2.3.6.1 Integração JIT e MRP II com base na frequência da demanda dos itens

O processo de integração do JIT e MRP II baseado na frequência da demanda dos itens é apresentado por Slack *et al.* (2002, p.503) e consiste na classificação inicial dos itens em três categorias, quais sejam: i) itens de alto fluxo são produtos ou componentes que são produzidos com frequência, por exemplo, todas as semanas; ii) itens repetitivos são produtos ou componentes que são produzidos de forma regular, mas há intervalos de tempos maiores; iii) itens eventuais são produtos ou componentes que são produzidos de forma irregular, com intervalos não previsíveis.

Com base nesta terminologia, a integração proposta consiste na utilização do MRP II, para os itens eventuais para os quais são emitidas ordens de produção e compra, determinando o que deve ser fabricado comprado, cujos materiais são empurrados ao longo do processo. A utilização do JIT ocorre para os itens de alto fluxo e repetitivos, os quais possuem a fabricação e a compra controlada por cartões *kanban*.

2.3.6.2 Integração JIT e MRP II com base na abrangência do planejamento

O MRP II é basicamente um sistema de planejamento (e replanejamento), tendo pouca associação com o atual processo de manufatura. O JIT, através do *kanban*, é exclusivamente um sistema de execução que não está relacionado em si com o planejamento. Corrêa *et al.* (1997), descrevem uma integração do JIT e MRP II com base na abrangência do planejamento.

Neste contexto, o MRP II é usado a nível global para representar a estrutura de planejamento futuro de longo e médio prazos, responsabilizando-se pelo planejamento e controle de materiais de matérias-primas e componentes. A programação de curtíssimo prazo e controle de fábrica fica por conta das ferramentas do JIT.

A figura 13 a seguir, indica uma possibilidade de integração das duas abordagens em que o MRP II é usado para gerar a programação de montagem final e as compras e o JIT para controlar o fluxo interno.

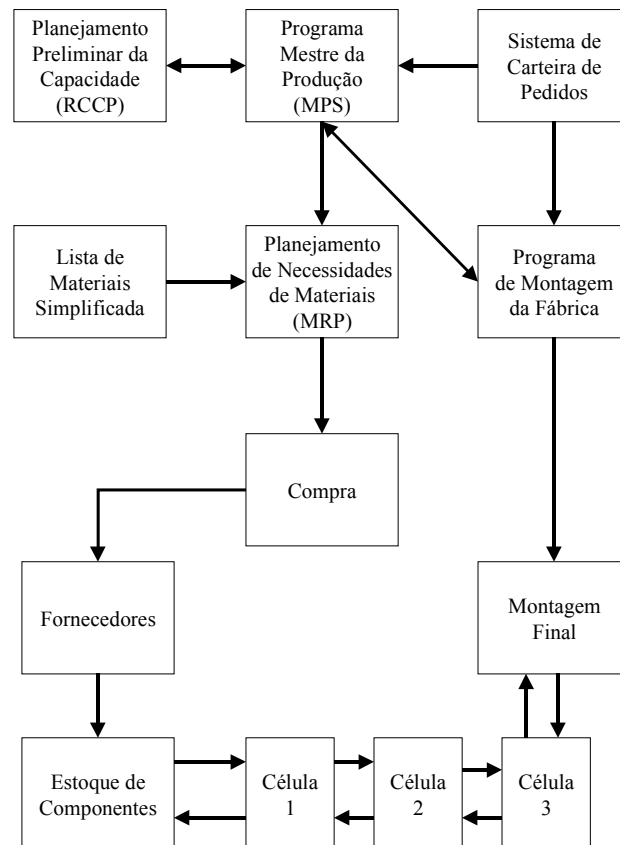


Figura 13 Representação esquemática de um sistema híbrido MRP II/JIT

Fonte: Corrêa *et al.* (1997)

O MRP II por meio dos módulos MPS e RCCP, apoia a decisão dos produtos finais, incluindo a verificação preliminar da viabilidade no que toca a capacidade, para gerar o programa da montagem final. Além disso, se os fornecedores não estiverem integrados no sistema JIT/*Kanban*, o programa-mestre de produção é explodido através do MRP, para gerar as ordens de compra de componentes e matérias-primas (com base na demanda

futura), a partir de uma lista de materiais simplificada. Em linhas gerais, as demandas deverão estar acumuladas por períodos, sendo que o planejamento de materiais deverá ser feito a partir de um desdobramento destas demandas em necessidades diárias, o que garante uma programação mais refinada, mais apropriada para um ambiente JIT.

À partir da programação da montagem final, dentro da fábrica, toda a movimentação de materiais é governada pelo *kanban* entre as diversas operações, até a retirada dos materiais do estoque de componentes. A programação obedece aos critérios do JIT, no que se refere ao sequenciamento das operações e o nivelamento da produção. Neste contexto o *kanban* assume o papel liberador de produção, coordenando todo o processo produtivo.

2.4 Gestão de peças sobressalentes de baixo consumo

Segundo Wanke (2003), pode-se definir peças de reposição de baixo consumo quando apresentam consumo inferior a uma unidade por ano. Nessas circunstâncias deve ser decidido se é mais econômico ter zero ou um item de reposição em estoque. Wanke, desenvolveu um metodologia para realizar essa decisão, na qual utiliza a equação a seguir para o cálculo do custo total de não manter a peça de reposição no estoque.

$$CT0 = \lambda * CTR + Cip \quad (\text{equação 2.4})$$

Considerando:

CT0 – Custo total de não manter a peça de reposição ao estoque

λ – Taxa de consumo histórico de um ano (peça/ano)

CTR – Custo total de ressurgimento da peça

Cip – Custo de indisponibilidade e penalidade, custo incorrido toda vez que há solicitação da peça de reposição e a mesma não se encontra em estoque

De acordo com a equação 2.4, o custo total (CT0) associado a política de não manter a peça de reposição em estoque é dado por $\lambda * CTR + Cip$, ou seja, pelo produto da taxa de consumo histórico por ano com a soma do custo total de ressurgimento da peça com os custos de indisponibilidade e penalidade, resultantes da falta de peça no instante em que seu uso era necessário. Nas empresas esse custo de indisponibilidade e penalidade será tão maior ou mais relevante quanto maior for a importância da peça em questão para a máquina, processo ou operação em si. A figura 14, ilustra a dinâmica consumo-reposição ao longo do tempo para esta decisão.

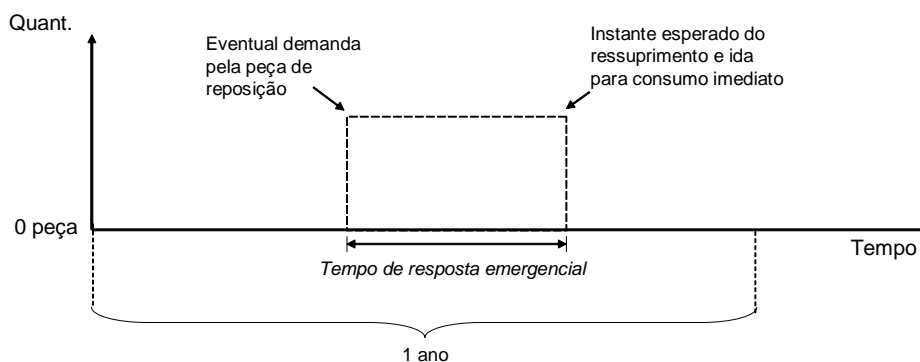


Figura 14 Representação gráfica da decisão de manter zero peça em estoque
Fonte: Wanke (2003)

Entretanto, na decisão de manter uma unidade em estoque, o estoque de peça é mantido até que o consumo ocorra, começando um período sem estoque de duração equivalente ao tempo de resposta do fornecedor. Considerando um horizonte de tempo de um ano, a fração de tempo esperada com estoque (FTECE), medido em anos, é dada pela equação a seguir:

$$FTECE = 1 / (1 + \lambda * TR) \quad (\text{equação 2.5})$$

Considerando:

FTECE – Fração de tempo esperada com estoque (ano)

λ – Taxa de consumo histórico de um ano (peça/ano)

TR – Tempo de resposta do pedido (meses)

A equação 2.5 determina a fração do ano ou período de 12 meses com manutenção de estoque da peça de reposição, dada a taxa de consumo histórico da peça de reposição (e considerando que esse consumo ocorra e implique um período igual ao tempo de resposta sem haver nenhuma peça em estoque).

A figura 15 a seguir apresenta o comportamento de FTECE para o período de um ano, considerando diferentes tempos de resposta e diferentes taxas de consumo histórico da peça de reposição. Deve ser observado que, no caso em que o tempo de resposta é de quatro meses (1/3 do ano) e o consumo histórico médio é de uma peça por ano, o percentual esperado do período de um ano com estoque é de 75%, ou $12/(12+1*4)$.

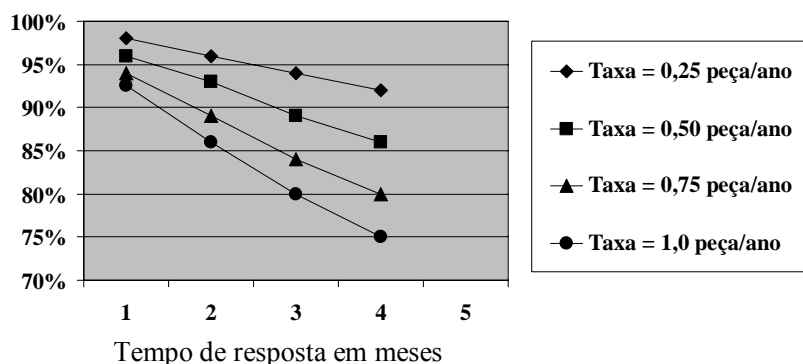


Figura 15 Representação gráfica da fração de tempo esperada com estoque em função do tempo de resposta e da taxa de consumo histórica por ano
 Fonte: Wanke (2003)

Além disso, o número esperado de ocorrências durante a fração de tempo esperada sem estoque (FTESE) é dado por $\lambda * (1 - FTECE)$. O fato de já ter ocorrido o consumo da peça de reposição que estava em estoque não elimina a possibilidade de um ano atípico, com mais outra solicitação pela peça em questão, ainda que esta seja, em si, uma probabilidade remota.

Dessa forma, o custo total associado à decisão de manter sempre uma peça em estoque (CT1) deve levar em consideração a possível ocorrência de outra solicitação durante o tempo de resposta, além de suas implicações em termos de custos de ressuprimento e dos custos de indisponibilidade e penalidade:

$$CT1 = CO + CTR * \lambda + CI \quad (\text{equação 2.6})$$

$$CO = FTECE * Caq * i \quad (\text{equação 2.7})$$

$$CI = Cip * \lambda * (1 - FTECE) \quad (\text{equação 2.8})$$

Considerando:

CT1 – Custo total de manter sempre uma peça de reposição em estoque

CO – Custo de oportunidade de manter uma peça em estoque durante a fração do de ano estimada em estoque

Caq – Custo unitário de aquisição da peça

- i – Taxa de oportunidade do capital (% ao ano)
- λ – Taxa de consumo histórico de um ano (peça/ano)
- CTR – Custo total de ressuprimento da peça
- CI – Custo total de indisponibilidade e penalidade se houver alguma solicitação durante a fração do ano estimada sem estoque
- Cip – Custo de indisponibilidade e penalidade, custo incorrido toda vez que há solicitação da peça de reposição e a mesma não se encontra em estoque

A figura 16 ilustra a dinâmica consumo/reposição para a decisão de manter sempre uma peça de reposição em estoque.

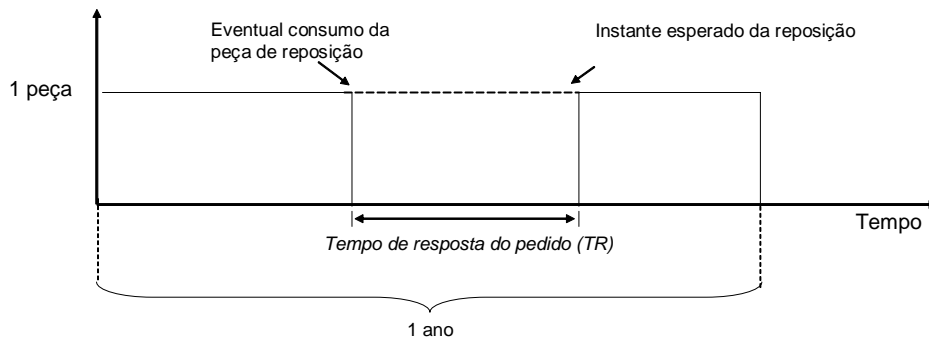


Figura 16 Representação gráfica da decisão de manter uma peça em estoque
Fonte: Wanke (2003)

2.5 Sistemas integrados de gestão

O conceito de ERP – *Enterprise Resource Planning* ou Sistemas para Planejamento dos Recursos da Corporação, surgiu das novas necessidades de integração de sistemas e informações entre Produção, Finanças, Marketing/Vendas, Engenharia, Recursos Humanos.

Esses sistemas apresentam, além dos aspectos de integração, a incorporação de aperfeiçoamentos tecnológicos modernos, como arquitetura cliente-servidor (utilização da mesma base de dados) e são suficientemente versáteis para suportar diferentes ambientes de manufatura, permitindo migrar de um ambiente a outro durante o ciclo de vida do produto.

Além disso, permitem o EDI – *Electronic Data Interchange* ou intercâmbio eletrônico dos dados entre os diferentes parceiros dos negócios da corporação.

Assim o sistema ERP é definido como um software que integra todas as diferentes funções de uma empresa e apresenta uma base de dados que opera em uma única plataforma, consolidando toda a operação do negócio em um único ambiente computacional. O objetivo principal de um ERP é a colocação da informação uma só vez no sistema, e seja imediatamente acessível a todos os “clientes” do sistema, de maneira que todos utilizem sempre a mesma informação, eliminando erros. Portanto, podemos caracterizar que um sistema tem características de ERP caso seja um software que possibilita à empresa:

- Automatizar e integrar a maioria de seus processos de negócio;
- Compartilhar dados e práticas em toda a empresa;

- Produzir e acessar as informações em tempo real.

Os fabricantes de ERP apresentam diversos módulos que tratam as diferentes funções da empresa, também podem apresentar e desenvolver aplicações específicas tais como aplicações para governo e hospitais e, ultimamente os fabricantes tem desenvolvido ou incorporadas aplicações para o gerenciamento da logística de distribuição (MCKIE, 1997).

O ERP possibilita o acesso mais fácil às informações pelo fato de ser um sistema integrado. As dificuldades que existiam em compatibilizar a informação de sistema como o MRP, que necessitam de transferências de dados, até manuais, desaparecem com o advento dos ERPs. O sistema integrado permite melhorar as informações gerenciais e assegurar dados consistentes e maneiras de cálculo idênticas para as mesmas medidas em cada um dos negócios da empresa.

A visão dos negócios é estruturada por processos e não mais como funções e isto elimina as repetições de atividades e a re-entrada de dados de cada uma das aplicações, como ocorria nos antigos sistemas, nos quais um dado poderia estar presente em diferentes partes dos aplicativos.

Os principais ERPs utilizados no mercado são das empresas SAP, BAAN, ORACLE, PEOPLESOFT e J.D. EDWARDS.

2.4.1 SAP

A SAP AG é uma empresa de origem alemã e introduziu o sistema R/3 em 1993, sendo o primeiro ERP a chegar no mercado, segundo Michel (1997). Atualmente é líder de vendas no mercado mundial. A principal vantagem do sistema parece ser o tratamento das partes financeiras das empresas, mas possui algumas carências quanto ao tratamento das atividades de manufatura. Um estudo de caso na empresa Steelcase, mostra que o SAP trata bem a produção “*Make to Stock*” mas não atende bem a produção “*Make to Order*” que é o caso específico da empresa em questão.

O sistema R/3 disponibiliza soluções totalmente integradas e, se necessário, especializadas em diferentes tipos de negócios, quais sejam empresas dos ramos de eletro-eletrônica, bens de consumo, química, farmacêutica, petróleo, engenharia, construção e automotivo.

A opção logística do SAP compreende todos os processos envolvidos na gestão de materiais e suprimentos, na gestão da manufatura, gestão da qualidade, manutenção da planta, gestão de serviços e venda&distribuição, além de “empreendimentos” (gestão de projetos de engenharia).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho se fundamenta no conhecimento científico que, segundo Gil (1999), difere das outras formas de conhecimento, em função de sua verificabilidade, isto é, caso alguém siga os mesmos passos registrados chegará ao mesmo resultado que foi apresentado.

De acordo com Appolinário (2006, p.59) existe muita confusão e discordância em relação a classificação dos diversos tipos de pesquisa científica, entretanto, podemos classificar as pesquisas científicas de acordo com seis dimensões: natureza, finalidade, tipo, estratégia, temporalidade e delineamento.

3.1 Natureza

Quanto a natureza, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa ou quantitativa, entretanto há um crescente consenso em direção à idéia de que é altamente improvável que exista uma pesquisa totalmente quantitativa ou qualitativa, pois a maioria das pesquisas possuem os dois elementos (BRANNEN, 1992).

Assim a pesquisa desenvolvida no estudo caracteriza-se por aspectos quantitativos, pois serão analisados detalhadamente os parâmetros utilizados na gestão de estoque da empresa, e aspectos qualitativos, através da análise do fluxo de abastecimento e atendimento aos usuários.

3.2 Finalidade

Quanto a finalidade, a pesquisa desenvolvida no estudo caracteriza-se por ser aplicada, pois segundo Gil (1999), visa à aplicação do conhecimento científico na prática, na solução de problemas humanos, que abrangem a coletividade, como, por exemplo, problemas empresariais.

3.3 Tipo de Pesquisa

A pesquisa desenvolvida foi a descritiva, no sentido da busca em descrever uma realidade, sem nela interferir (APPOLINÁRIO, 2006, p.62). Assim foram descritos o fluxo de abastecimento da empresa com foco na gestão de estoques de sobressalentes.

3.4 Estratégias de Pesquisa

A estratégia de pesquisa utilizada no estudo, quanto ao local de coleta dos dados e fonte de informação, foi a pesquisa de campo, pois os dados são coletados em uma situação na qual não há um controle rígido como a pesquisa de laboratório, e a unidade pesquisada é um fenômeno e não um documento, como na pesquisa documental (APPOLINÁRIO, 2006, p.65).

3.5 Temporalidade

Foi utilizada a pesquisa longitudinal, onde se acompanhou o comportamentos da variáveis relacionadas a gestão de estoque de sobressalentes, durante o período de cinco anos.

3.6 Delineamento

O delineamento de uma pesquisa (também conhecido como *research design*) representa o planejamento detalhado daquilo que se pretende realizar (APPOLINÁRIO, 2006, p.113). Para isso foi utilizado o estudo de caso que, conforme Gil (1999), é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos. Além disso, segundo Yin (2005, p.19), o estudo de caso é o mais indicado quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

O estudo de caso único é o mais indicado para validação das teorias de gestão de estoque em um ambiente com as circunstâncias nas quais se acredita que as proposições sejam verdadeiras (YIN, 2005, p.62). Assim a metodologia utilizada tem como objetivo identificar os elementos necessários para análise da aplicação das técnicas de gestão de estoque de itens sobressalentes em uma empresa nacional do setor siderúrgico. A seguir foram detalhadas as fases que compõe a metodologia adotada.

3.6.1 Escolha da empresa

A empresa foi escolhida em razão de ser uma empresa de grande porte do setor siderúrgico, onde as atividades de manutenção requerem o uso de técnicas modernas de gestão de estoques para garantir o menor custo e tempo de máquina parada para a manutenção.

3.6.2 Revisão bibliográfica

Na pesquisa bibliográfica foi utilizada literatura especializada com a contribuição de diversos autores sobre Logística e Gestão de Estoques.

3.6.3 Coleta e análise dos dados

Conforme Yin (2005, p.112), um bom estudo de caso é utilizado o maior número de fontes de evidência para uma maior confiabilidade no estudo de caso. Para tal, são citadas abaixo as fontes de coleta de dados utilizadas no presente trabalho:

- a) Documentação – garantem a impessoalidade, pois não foram gerados para o estudo de caso. Os documentos utilizados nesse trabalho foram as atas de reuniões, procedimentos relacionados ao fluxo de abastecimento e gestão de estoque, relatórios de indicadores de performance e material institucional da empresa.
- b) Registros em arquivo – os registros em arquivo utilizados foram as planilhas de cálculo para o ressurgimento dos itens de consumo regular e itens críticos.
- c) Observação direta – são úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado. Assim, foi realizado visitas de campo na empresa estudada, criando oportunidade para compreender os limites e problemas no fluxo de abastecimento e gestão de estoque.
- d) Entrevistas – são fontes essenciais de informação para o estudo de caso. Utilizou-se como um importante instrumento de coleta de dados, a entrevista semi-estruturada, isto é, foi seguido um roteiro básico para o levantamento dos dados abaixo relacionados:
 - Fluxo de materiais

- Os itens que compõem o grupo de peças sobressalentes
- Estrutura organizacional do ambiente
- Características do sistema computacional
- Descrição detalhada do modelo utilizado
- Parametrização do modelo

As entrevistas foram realizadas com os responsáveis das áreas de gestão de estoque, administração de materiais, manutenção e oficinas internas da empresa estudada. Realizaram-se 16 entrevistas, com registro dos dados durante a entrevista através de anotações.

Ao final da análise buscou-se a correlação entre a teoria acadêmica e a realidade prática da empresa em estudo, no sentido de que haja um enriquecimento recíproco destas duas visões.

4 GESTÃO ESTRATÉGICA DE ESTOQUES EM UMA SIDERÚRGICA

Neste capítulo inicialmente é apresentado a descrição da empresa e seu sistema produtivo. Em seguida é apresentado os principais módulos do sistema ERP e sistemas de manutenção implantados na empresa. Posteriormente, é apresentado o fluxo de abastecimento, com foco na área de Administração de materiais, e detalhamento da gestão de estoques na empresa estudada.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa objeto de estudo, foi pioneira na produção de aço plano no Brasil, e marcante no processo de industrialização brasileira. O seu aço viabilizou a implantação das primeiras indústrias nacionais, núcleo do atual parque fabril brasileiro.

A empresa foi privatizada na década de 90, sendo hoje uma empresa competitiva, devido ao seu corpo técnico, à auto-suficiência em minério de ferro e fundentes (calcário e dolomita), à integração de suas atividades produtivas e ao resultado dos investimentos efetuados ao longo dos últimos anos em novos equipamentos, energia e logística.

Empresa de capital aberto, com ações negociadas nas Bolsas de Valores de São Paulo e de Nova Iorque (NYSE). Com capacidade de produção anual de 5,8 milhões de toneladas e cerca de oito mil empregados, a empresa concentra suas atividades em siderurgia, mineração e infra-estrutura.

Atualmente, entre seus ativos a empresa conta com uma usina siderúrgica, cinco unidades industriais, sendo duas delas no exterior, minas de minério de ferro, calcário e dolomita, uma distribuidora de aços planos, terminais portuários, participações em estradas de ferro e em duas usinas hidrelétricas.

À partir da usina siderúrgica, no Estado do Rio, a companhia produz laminados a frio e a quente, galvanizados e folhas metálicas para atender às indústrias automotiva, de embalagens, de utilidades domésticas, de construção civil, de máquinas, equipamentos e tubos, e várias outras.

Na figura 17, é mostrado o fluxo produtivo do aço com seus principais equipamentos.

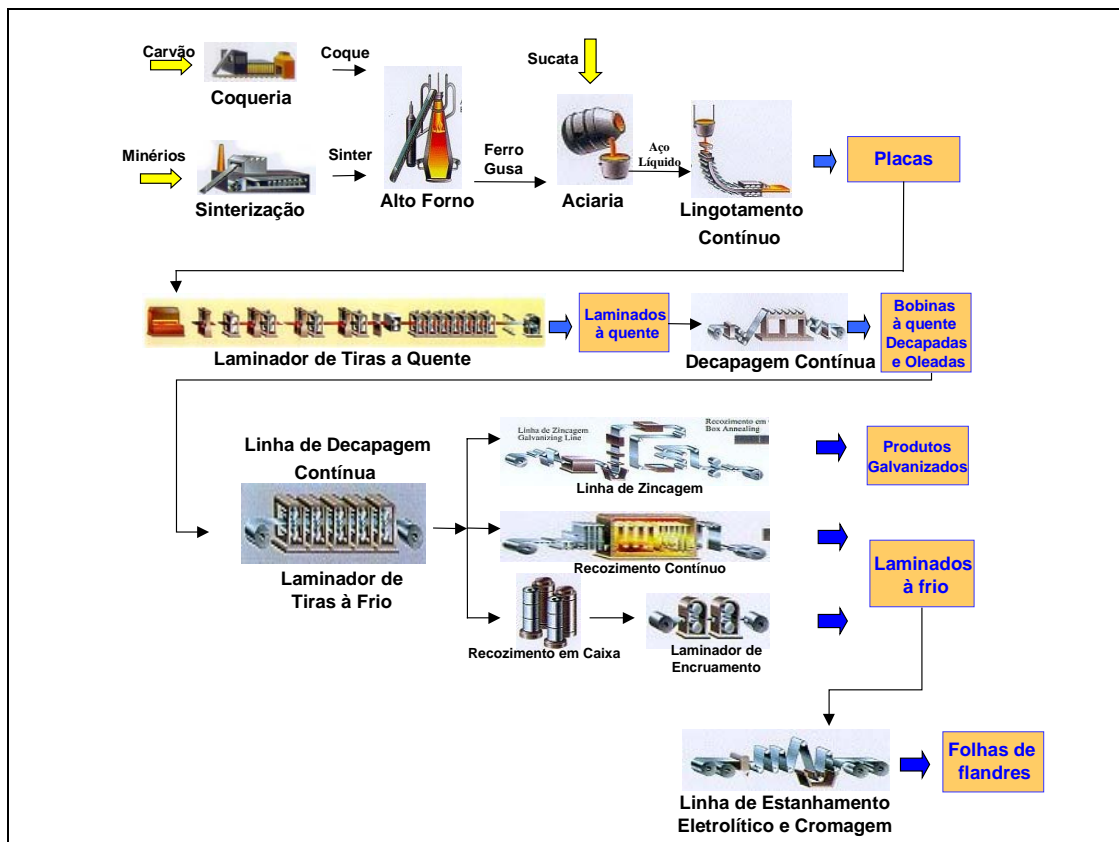


Figura 17 Representação esquemática do fluxo produtivo da usina siderúrgica
 Fonte: Empresa pesquisada

Conforme figura 17, o fluxo produtivo inicia-se com o fornecimento das principais matérias-primas, carvão e minérios, que são processadas e transformadas em coque (composto rico em carbono) e sinter (aglomerações de finos de minério de ferro), na Coqueria e Sinterização respectivamente. Esses materiais são utilizados nos Altos Fornos para produção do ferro-gusa (ferro líquido que dá origem ao aço). Após a produção do ferro-gusa é realizado o processo de transformação em aço líquido na Aciaria, utilizando sucata de aço, e transformação do aço líquido em tiras de placas no Lingotamento Contínuo. À partir dessa fase produtiva, as placas são Laminadas a quente e a frio para finalização de seus produtos que podem ainda ser revestidos com zinco (produtos galvanizados) ou estanho (folhas de flandres).

Para manter o seu parque industrial produzindo com estabilidade, qualidade e custo competitivo, desenvolveu um sistema de manutenção capaz de atender os seus principais equipamentos instalados, Coqueria, Sinterização, Alto-forno, Carboquímico, Aciaria, Lingotamento Contínuo, Laminação à quente e à frio, Zincagem e Estanhamento.

O domínio técnico dos equipamentos de produção propicia independência em relação a seus fornecedores, pois a empresa possui todos os desenhos técnicos necessários para a manutenção dos seus equipamentos.

4.2 Sistema integrado utilizado na siderúrgica

O sistema ERP utilizado na empresa estudada é o SAP R/3 versão 4.7, que viabiliza um modelo integrado de manufatura para gerenciar, de forma segura e padronizada, as informações relativas aos processos empresariais. Os módulos implantados na empresa, conforme figura 18, são:

- *Project System (PS)* - Investimento e projetos: responsável pelo controle e orçamento dos investimentos da empresa;
- *Fixed Assets Management (AA)* – Administração do Ativo Imobilizado: responsável pela gestão de bens patrimoniais;
- *Controlling (CO)* – Controladoria: responsável pelo gerenciamento dos custos da empresa;
- *Financial Accounting (FI)* – Gestão de Investimentos e Finanças: responsável por contas a pagar e receber, tesouraria e manutenção do plano de contas;
- *Sales & Distribution (SD)* – Vendas e Distribuição: responsável pelo cadastro de clientes, preços, ordens de vendas, emissão de notas fiscais, contratos, faturamento e transporte;
- *Materials Management (MM)* – Administração de Materiais: responsável pela gestão de estoque, inventário, cadastro de materiais e fornecedores, ordens de compra, recebimento de materiais e serviços;
- *Warehouse Management (WM)* – Gerenciamento de Armazéns: responsável pelo controle das movimentações nos armazéns;
- *Production Planning (PP)* – Planejamento e Programação da Produção: responsável pelo controle da produção e gerenciamento da movimentação de produtos;
- *Quality Management (QM)* – Gestão da Qualidade: responsável pelo apontamento de resultados de inspeção, recebimento, emissão e manutenção dos certificados de qualidade.

Os módulos do SAP não implantados do SAP R/3 são:

- *Plant Maintenance (PM)* – Manutenção da planta: responsável pela gestão da manutenção

- *Human Resources* (HR) – Recursos Humanos: responsável pela gestão de recursos humanos;
- *Industry Solutions* (IS) – Soluções de Indústria: responsável pelo desenvolvimento de produtos;
- *Workflow* (WF) – Gerenciamento de Processos: responsável pelo gerenciamento dos processos de negócios.

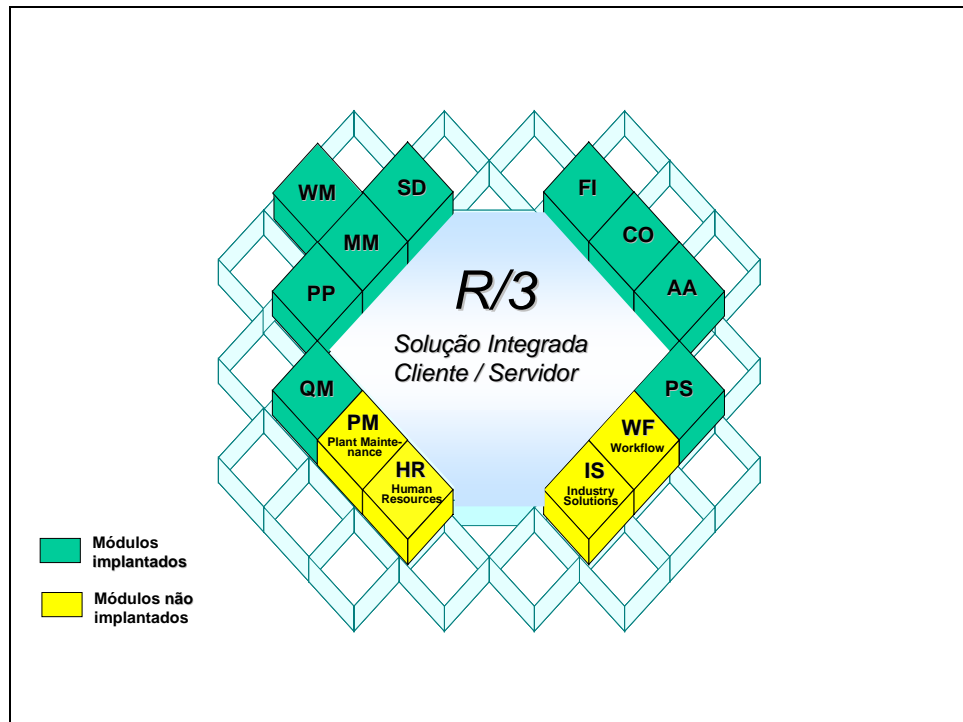


Figura 18 Módulos do sistema SAP R/3 implantados na empresa
Fonte: Empresa pesquisada

4.3 Sistemas Integrados de Manutenção

O sistema de Manutenção tem por objetivo manter as instalações da empresa com capacidade de produzir com estabilidade, qualidade e a um custo competitivo, por isso a empresa desenvolveu, à partir de 1989, um Sistema Informatizado de Gerenciamento da Manutenção, denominado SIGMA, em torno dele gravitam uma série de ferramentas de auxílio à manutenção, que formam o SIM (Sistemas Integrados de Manutenção), conforme figura 19:

- GECOR: Gerencia o ciclo de vida dos conjuntos reparáveis desde a sua aquisição, aplicação, reparos e sucateamento;
- CIMAGE: Software de visualização e gerenciamento dos desenhos e demais arquivos técnicos da empresa;

- MAXIMO: Gerencia os serviços realizados nas Oficinas Centrais (elétrica e mecânica);
- SIGEL: Sistema de Gerenciamento do laboratório de confecção e reparo de cartões e equipamentos eletrônicos.
- SIGMA: Gerencia o planejamento, programação, execução dos serviços de manutenção e desvios (defeitos e falhas) que ocorrem nas instalações.

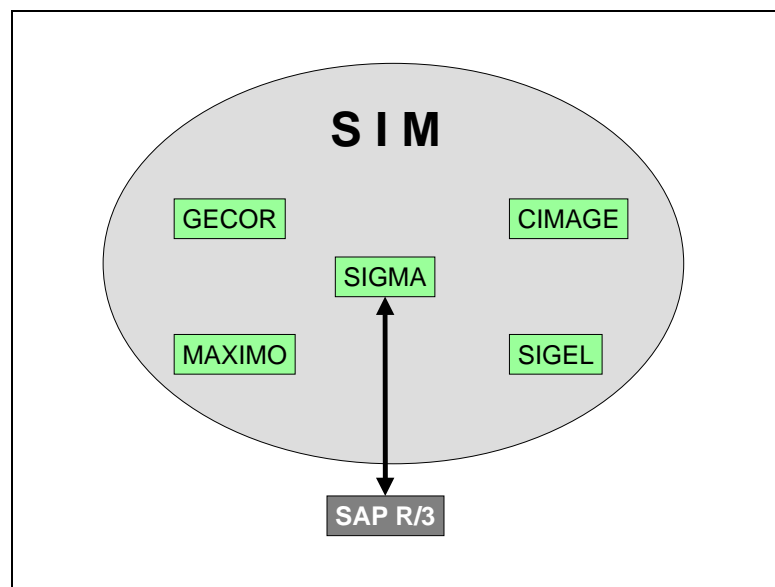


Figura 19 Sistemas que formam os Sistemas Integrados de Manutenção
Fonte: Empresa pesquisada

O SIM alcançou um nível de integração em seu modelo conceitual que faz o gerenciamento tanto pró-ativo como reativo das falhas (Análise de Falhas), também associa o controle físico dos materiais (Sistema GECOR) ao locais por onde estes trabalharam. Este sistema integrado possibilitou alcançar novos patamares de controle, na busca da qualidade total em serviços e produtos.

O SIM controla atualmente cerca de 422 mil endereços de intervenção para a manutenção, mapeando, na prática, as necessidades de manutenção de várias unidades industriais. Além disso, controla mensalmente, 80 mil requisições de serviços e pagamento de 1,3 milhões de dólares em serviços contratados, com aproximadamente 2 mil usuários.

A necessidade de materiais sobressalentes surge dos eventos de manutenção programados no SIGMA, que relaciona os materiais necessários para cada evento e o Gestor responsável pelo evento, seleciona os materiais que serão utilizados (Lista de Materiais). Assim, o Técnico de Abastecimento da área de manutenção, com a Lista de Materiais dos eventos do SIGMA, emite as Reservas de Materiais para a data prevista de cada evento de manutenção no módulo MM do SAP/R3.

4.4 Fluxo de abastecimento de sobressalentes em uma siderúrgica

Na figura 20 é mostrado o macro-fluxo de abastecimento de sobressalentes, iniciando o fluxo à partir da necessidade registrada no sistema SAP R/3 (módulo MM) pelo usuário através da Reserva de Material (RM). Essa necessidade parte do pressuposto que todos os materiais necessários estejam cadastrados no SAP R/3, caso contrário as áreas usuárias devem cadastrar os sobressalentes antes de emitir a Reserva, que só é aceita mediante a respectiva codificação. Esta codificação exige a confirmação da não existência do código no SAP R/3, verificação dos elementos: aspectos tributários e fiscais, item específico, peça crítica, inspeção no recebimento e conjunto montado (lista de componentes); além de informações necessárias de compras (valor estimado, fornecedores aprovados, número de referência dos fornecedores, *lead time* estimado) .

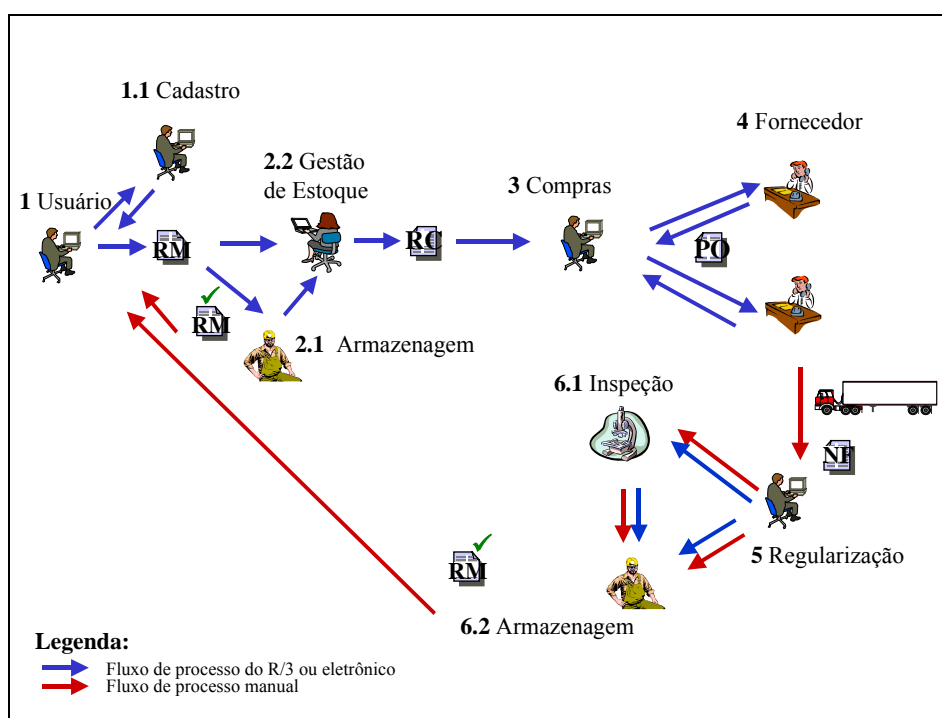


Figura 20 Macro-fluxo esquemático do processo de abastecimento

Fonte: Empresa pesquisada

Conforme item 2.2 da figura 20, a área responsável pela Gestão dos Estoques, recebe a necessidade de materiais via R/3, analisa o material, e gera a Requisição de Compra (RC). Esta fase será detalhada no item 4.5 à seguir.

A área de Compras recebe a Requisição de Compra, negocia com os fornecedores cadastrados e gera o Pedido de Compra (PO) no R/3. Após receber o material do fornecedor com Nota Fiscal (NF), é efetuada a regularização física e fiscal, e encaminhado o material para a área de inspeção, se o item necessitar ser inspecionado, ou para a área de armazenagem.

O setor de Armazenagem entrega os materiais na data solicitada pelos usuários na Reserva, e as confirma no sistema SAP R/3.

4.5 Descrição da área de Administração de Materiais

A Gerência responsável pela Administração de materiais na empresa, é composta de sete coordenações, sendo a Coordenação de Planejamento de Materiais responsável pela Gestão de Estoque de sobressalentes, conforme organograma da figura 21.

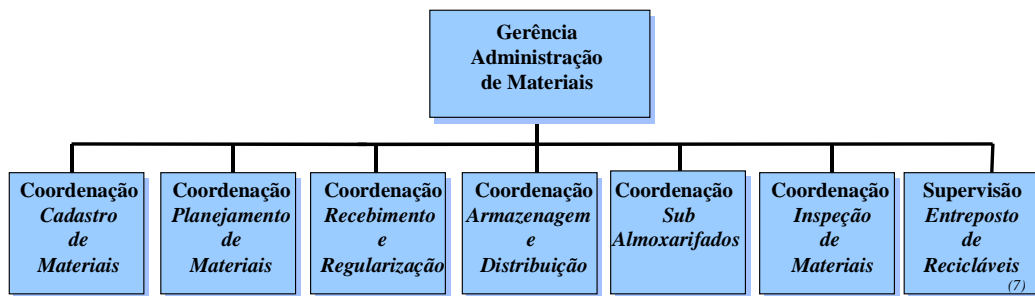


Figura 21 Estrutura organizacional da área de Administração de materiais

Fonte: Empresa pesquisada

Para organizar e focar nos atendimentos aos diversos usuários, a Coordenação de Planejamento de Materiais foi separada em cinco áreas de atendimento:

- Matérias-primas – atende os itens que fazem parte do produto produzido (Ex.: zinco, estanho, alumínio, ferro manganês).
- Oficinas – atende os itens reparáveis nas oficinas internas e externas (Ex.: motor, bomba, cilindro de laminação).
- Outras plantas e coligadas – atende a todos os materiais das outras empresas do grupo empresarial.
- Sobressalentes operacionais – sobressalentes que têm aplicação em apenas uma área usuária, ou seja, itens específicos de uma área.
- Sobressalentes multi-usuários – sobressalentes que têm aplicação em mais de uma área usuária (Ex.: parafuso, porca, lâmpada, rolamento)

O estudo está focado na gestão de estoque de sobressalentes, tanto operacionais quanto multi-usuário, ou seja, peças de reposição dos equipamentos, classificados no módulo MM (*Material Management*) do SAP R/3 como tipo “ERSA” no cadastro de materiais.

Os tipos de materiais abastecidos são classificados no módulo MM do sistema SAP R/3 conforme abaixo:

- ERSA - Sobressalentes
- HIBE - Suprimento da Operação
- NLAG - Material não estocável
- ROH - Matéria-prima
- VERP - Embalagem
- ZEPI - Equipamento de Proteção Individual
- ZEXP - Material de expediente
- ZGLC - Gás, lubrificantes e combustíveis
- ZINF - Suprimento de informática
- ZREF – Refratários
- ZOBR – Material Imobilizado
- ZCIL – Cilindro Laminação
- ZRED – Redutores

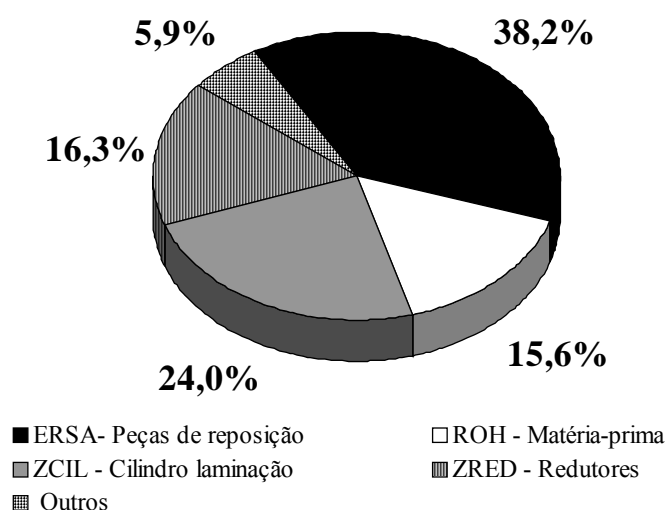


Figura 22 Participação relativa do estoque de sobressalentes em relação ao valor do estoque total de abastecimento.

Fonte: Empresa pesquisada

Conforme pode ser observado na figura 22, as peças sobressalentes (ERSA) tem uma grande importância no abastecimento de materiais na usina siderúrgica, representando 38,2% do valor de estoque dos materiais abastecidos, e equivalem a mais de 90% dos itens cadastrados (159.170 códigos diferentes).

4.6 Situação atual da Gestão de Estoques de Sobressalentes na siderúrgica

Antes de detalhar a análise que é feita para os itens, é apresentado a política de ressurgimento dos itens sobressalentes e suas definições.

Segundo a política de ressurgimento da empresa estudada, só devem ser ressurgidos os itens de consumo regular, classificados no SAP/R3 como V1, itens críticos e itens com Reserva planejada. Segue as definições detalhadas desses itens a seguir:

- Itens com consumo regular (V1) - são os itens cujo nível de estoque pode ser determinado pelo histórico de consumo e a sua reposição é feita por critérios probabilísticos. É considerado consumo regular quando o item tem pelo menos três ocorrências de consumo mensal ao ano. Assim, o item que tem consumo em três ou mais meses no período de doze meses, é classificado como consumo regular.
- Itens Críticos - compreende os itens de elevada importância operacional, segurança, ou meio ambiente, cuja demanda não se caracteriza como probabilística, sendo, tecnicamente aceita e economicamente necessária a formação de estoque, em função das implicações decorrentes de sua falta. São sobressalentes de segurança máxima, sem demanda previsível e que devem permanecer no estoque, sua falta ocasiona parada de equipamento, afeta diretamente a produção, meio ambiente e segurança. Além disso, não existe outro equipamento disponível, intercambiável ou similar já classificado crítico e o tempo de suprimento (aquisição ou reparo) não atende.
- Itens com Reserva Planejada (PD) - são os itens que tem uma expectativa de consumo futuro expressa pela existência de uma Reserva de material no SAP R/3, cuja data de necessidade ainda não foi atingida. Todos os itens não críticos e sem consumo regular que estejam no estoque devem possuir uma reserva planejada. Esses itens são classificados no SAP R/3 como PD, cuja demanda é irregular.

Portanto, segundo a política, não deve ser mantido estoque de itens não críticos, sem previsão de consumo, sem consumo regular, e itens sem características de estoque, como itens de imobilizado administrativo (Ex.: cadeira, mesa, armário), suprimentos de informática e papelaria.

4.6.1 Ressuprimento dos itens de consumo irregular (PD)

A determinação da necessidade de materiais no SAP dos itens PD, definidos anteriormente, é detalhado a seguir.

Para os itens PD não críticos, com demanda irregular, o SAP R/3 utiliza o módulo de MRP para identificação das necessidades de materiais respeitando os tempos de ressuprimentos (*lead time*) dos materiais, figura 23. O tempo de ressuprimento considera a data da emissão da RC até a recebimento físico registrado no SAP R/3. Assim, quando um item é solicitado através da Reserva Planejada, o sistema só gera a RC (Requisição de Compra) para aprovação da Gestão quando estiver dentro do *lead time* do material. Como é um item que não se deve ter estoque, o material é adquirido na quantidade solicitada para atender o usuário na data de necessidade do usuário.

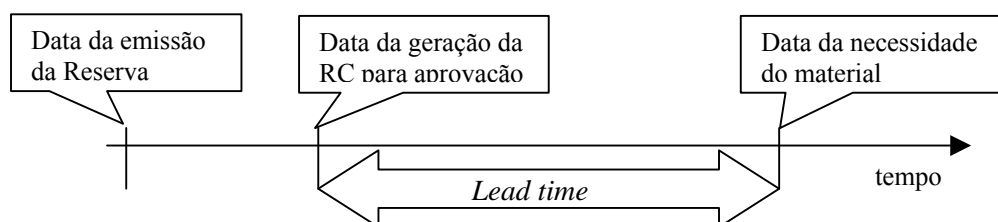


Figura 23 Exemplo do atendimento para os itens PD não críticos.
Fonte: Empresa pesquisada

4.6.2 Ressuprimento dos itens PD críticos

Para os itens PD críticos, que tem demanda irregular e estoque de segurança, o SAP R/3 utiliza o módulo de MRP para identificação dos itens que precisam ser reabastecidos, ou seja, abaixo da quantidade de estoque de segurança, e geração da RC (Requisição de Compra) para aprovação da Gestão. O ponto de ressuprimento é o mesmo que o estoque de segurança para esses itens.

Para classificar os itens como críticos existem duas formas de avaliação:

- Nos casos restritos a segurança das pessoas, meio ambiente e qualidade do produto, identificados através de programas institucionais ou certificações da empresa como (ISO9001, TS16949, ISO14001 e outros), a área usuária anexa a recomendação da necessidade do enquadramento do material como crítico à planilha da avaliação técnica da classificação do material (Anexo 1), aprova junto ao Gestor da área, e envia à Gestão de Estoque via correio eletrônico ao usuário "Item critico";
- Nos demais casos, a área usuária avalia a falta do material técnica e economicamente. Sempre que na avaliação, a perda for maior, justifica a alteração para crítico. O usuário deve utilizar a planilha (Anexo 1) para a avaliação técnica e da planilha (Anexo 2) para a avaliação econômica. Em seguida, determina os valores utilizando as equações a seguir:

$$\text{Perda Total} = \text{PP} + \text{DC} + \text{AC} + \text{Multa} \quad (\text{equação 4.1})$$

$$\text{Custo de Não Manter em Estoque} = \text{Consumo} * (\text{Perda Total} + \text{Custo PO}) \quad (\text{equação 4.2})$$

$$\text{Custo de Manutenção em Estoque} = \frac{\text{TEE} * (\text{PUC} * \text{TOC}) + (\text{Custo PO} * \text{Consumo}) + ((\text{Custo de Não manter em Estoque} * \text{Consumo}) * (1 - \text{TEE}))}{1 - \text{TEE}} \quad (\text{equação 4.3})$$

Onde:

- PP (Perda de Produção) – Valor contábil do volume de produto deixado de produzir acumulado durante o período estimado para retorno do equipamento, decorrente da interrupção ou alteração do ritmo da produção programada;
- DC (Diferença de Custo do desvio de qualidade do produto) – Valor contábil da diferença de preços entre o produto fabricado com qualidade inferior e o deixado de fabricar de qualidade superior, acumulado durante o período estimado para retorno do equipamento;
- AC (Adicional de Custo) - Custo adicional acumulado durante o período estimado para retorno do equipamento decorrente de alterações no processo,

assim como utilização de hora - extra, contratação de mão-de-obra, transporte, aluguel de equipamento, aumento de consumo de matéria-prima, utilidades, insumos e outros., causada pela falta do material que se deseja classificar como crítico;

- Multa – Quando houver penalidade prevista em contrato;
- Consumo – Consumo histórico por ano (peça/ano), através do relatório no módulo MM do SAP/R3;
- Custo PO - Custo da colocação de um Pedido de Compras, considerado, pela empresa, o valor de US\$ 80;
- TEE – Tempo Esperado de Estoque – 1 ano / (1 ano + consumo histórico por ano * *lead time* em anos);
- PUC (Preço da Última Compra) – Valor indicado no SAP/R3, ou conhecido de Nota Fiscal ou outro documento reconhecido pela empresa. Não existindo alguma compra, é emitido uma Requisição de Compra para Coleta de Preço;
- TOC (Taxa de Oportunidade de Capital) – Taxa divulgada pela empresa na sua intranet.

Da acordo com as equações 4.1, 4.2 e 4.3, se após o preenchimento dos dados, o Custo de Não Manter em Estoque for maior do que Custo de Manutenção em Estoque, e considerando também a análise técnica, a área de gestão solicita a área responsável pelo Cadastro de materiais o registro da classificação no módulo MM do SAP/R3, informando a criticidade do material e quantidade de estoque de segurança.

Assim, quando o nível de estoque do material estiver abaixo do estoque de segurança, o módulo de MRP do SAP R/3, gera uma Requisição de Compra automática para repor seu nível de segurança.

4.6.3 Ressuprimento dos itens de consumo regular (V1)

Para os itens de consumo regular (V1), o SAP R/3 utiliza o módulo de MRP para identificação dos itens que precisam ser reabastecidos, ou seja, abaixo do ponto de ressoprimto, e geração da Requisição de Compra (RC) para aprovação da Gestão. Após geração automática da RC pelo sistema, o gestor analisa a quantidade que deve ser ressuprida do material através de uma planilha de cálculo, conforme mostra a figura 23.

Os cálculos feitos na planilha da figura 24 são baseado em sete informações retiradas manualmente do SAP R/3:

- Preço médio (PM) – calculado pelo sistema através dos preços dos materiais estocados dividido pela quantidade de material em estoque.
- *Lead time* (LT) – tempo médio de ressoprimto calculado anualmente e atualizado no sistema SAP R/3, considera todas as datas da emissão da RC até os recebimentos físicos dos materiais.
- Estoque Virtual (EV) – calculado automaticamente pelo sistema, considerando o saldo físico, menos as Reservas planejadas, mais as Requisições e Pedidos de Compra aprovados.
- Consumo anual (C) – transação do sistema que informa o consumo do ítem nos últimos doze meses.
- Número de Ocorrências (O) – relatório do sistema que informa a quantidade de meses que houve consumo.

- Item crítico – informação retirada do sistema de acordo com a classificação feita pela área usuária, analisando o impacto da falta do material em relação a perda de produção, qualidade do produto, impacto ao meio ambiente e risco de segurança.
- Contrato de compra – informação retirada do sistema sobre a existência de um contrato de fornecimento para o item analisado.

Cálculo do Ressuprimento										Simulação do IC				Versão 2.8
Digitar Valores nos campos tingidos de Verde										Política	Spot	Contrato		
SPOT	<input checked="" type="radio"/>	CRÍTICO ?	<input checked="" type="checkbox"/>							A	2	1	> 54.500	
CONTRATO	<input type="radio"/>									B	6	2	5.097 até 54.500	
										C	12	3	< 5.097	
Preço Médio (A)	L T Dias (D)	Estoj. Virtual	Cons. Anual (B)	Nº Ocorr.	IC	Valor Cons. (A * B)	Cons. Médio	ABC	k' (C)	K (C*D)	P. R Sugerido	E. S Sugerido	Qtde Comprar Calculada	Valor RC
2.000,0	30	0,0	20,0	5	6	40.000,0	1,7	B	0,7	0,9	3,6	1,5	13,59	27.177,78

Figura 24 Exemplo da planilha de cálculo para ressuprimento dos itens V1.
Fonte: Empresa pesquisada

Os dados apresentados na planilha da figura 24 visam demonstrar um exemplo prático da utilização e os cálculos utilizados na planilha são apresentados em detalhes a seguir:

- Valor de consumo (VC) – calculado através da multiplicação do preço médio e o consumo anual do material.

$$VC = PM * C \quad (\text{equação 4.4})$$

Sendo:

VC = Valor de consumo

PM = Preço médio

C = Consumo anual

Utilizando a equação 4.4 para o item do exemplo da figura 23, o valor de consumo é calculado da seguinte forma:

$$\text{Valor do Consumo} = 2.000 * 20 = 40.000$$

- Intervalo de Cobertura (IC) – considera a política de ressuprimento para definição do período de cobertura da compra dos itens, podendo variar de um a doze meses, dependendo da classificação ABC (atualizada anualmente) do item baseada no consumo e modalidade de compra (contrato ou *spot*). No exemplo

da figura 24, como o item tem consumo de \$ 40.000, segundo a classificação ABC da política de ressurgimento da empresa, este item está classificado como “B”, como este item não tem contrato, seguindo a tabela de simulação do Intervalo de Cobertura, o período de cobertura será de 6 meses.

- Consumo médio (CM) – refere-se ao consumo médio mensal, considerando os últimos 12 meses. O valor do consumo médio para o item no exemplo da figura 24 pode ser calculado da seguinte forma:

$$CM = 20 / 12 = 1,7$$

- Coeficiente de segurança (k') – definido pelo nível de serviço estabelecido (Grau de atendimento), considera a criticidade do item e classificação ABC, assim o valor de k' varia conforme a tabela abaixo, baseado em uma distribuição normal:

Tabela 1 Tabela utilizada para identificar o coeficiente de segurança k'

Criticidade	ABC	Grau de atendimento	k'
Crítico	A	69,15 %	0,5
	B	75,80 %	0,7
	C	81,59 %	0,9
Não crítico	A	61,79 %	0,3
	B	65,54 %	0,4
	C	81,59 %	0,9

Fonte: Empresa pesquisada

Considerando a tabela 1, o coeficiente de segurança k' utilizado no exemplo da figura 24 é igual a 0,7.

- Fator de segurança (K) – calculado multiplicando o coeficiente de segurança k' pela divisão do *lead time* do item mais tempo interno (oito dias) por trinta dias.

$$K = k' * ((LT+TI)/30) \quad (\text{equação 4.5})$$

Sendo:

K' = coeficiente de segurança

LT = lead time do item

TI = tempo interno, parametrizado no sistema em 8 dias, considerando os tempos para emissão da Requisição de Compra até o envio do Pedido de Compra ao fornecedor.

Utilizando a equação 4.5 para o item do exemplo da figura 24, o valor do fator de segurança é calculado da seguinte forma:

$$K = 0,7 * ((30+8)/30) = 0,9$$

- Estoque de segurança (ES) – calculado multiplicando o coeficiente de segurança (K) pelo consumo médio.

$$ES = K * CM \quad (\text{equação 4.6})$$

Utilizando a equação 4.6 para o item do exemplo da figura 24, o valor de estoque de segurança é calculado da seguinte forma:

$$ES = 0,9 * 1,7 = 1,5$$

- Ponto de Ressuprimento (PR) – calculado multiplicando o *lead time* pelo consumo médio mais o estoque de segurança,

$$PR = (((LT+TI)/30)*CM)+ES \quad (\text{equação 4.7})$$

Sendo:

PR = ponto de ressuprimento

LT = lead time externo, da emissão do Pedido de Compra a chegada do material.

TI = tempo interno, considerando os tempos para emissão da Requisição de Compra, Pedido de Compra, Recebimento, Regularização, Inspeção e Entrega ao usuário.

Utilizando a equação 4.7 para o item do exemplo da figura 24, o ponto de ressuprimento é calculado da seguinte forma:

$$PR = (((30+8)/30)*1,7)+1,5 = 3,6$$

- Quantidade a Comprar (QC) – calculado através da multiplicação do consumo médio pelo intervalo de cobertura, mais o ponto de ressuprimento, menos o estoque virtual.

$$QC = ((CM * IC)+PR)-EV \quad \text{(equação 4.8)}$$

Sendo:

CM = consumo médio

PR = ponto de ressuprimento

IC = intervalo de cobertura

EV = estoque virtual

Utilizando a equação 4.8 para o item do exemplo da figura 24, a quantidade a comprar é calculado da seguinte forma:

$$QC = ((1,7 * 6)+3,6) - 0 = 13,59 \approx 14$$

Após identificação da quantidade necessária a comprar o gestor atualiza a quantidade a comprar e aprova a Requisição de Compra no SAP R/3. De acordo com o limite de competência em relação ao valor total da RC, ela é aprovada pelo Coordenador, Gerente e Diretor de Suprimentos.

4.7 O uso da abordagem JIT na empresa

Em 1999 a empresa implantou um projeto denominado “Estoque Zero”, com o objetivo de transferir para alguns fornecedores o estoque de alguns materiais, os ganhos principais do projeto estava na redução do capital imobilizado em estoque, na redução nos preços praticados das peças e componentes de reposição.

Ao invés da empresa manter estoque de alguns itens, os próprios fornecedores, instalados com pontos-de-venda dentro da usina, entregavam os materiais aos usuários no momento da necessidade de material, registrado na Reserva de Material no SAP R/3. Semanalmente, cada loja, com seu respectivo registro e CNPJ, efetuava o faturamento a empresa.

Foram instaladas lojas com o fornecimento dos seguintes materiais:

- Rolamentos – 3.190 itens de estoque
- Elétricos (Ex.: lâmpadas, disjuntores, fiação, interruptores)– 2.505 itens de estoque

- Fixação (parafusos, porcas e arruelas) – 3.247 itens de estoque
- Cabos de aço – 175 itens de estoque
- Válvulas e conexões – 1.597 itens de estoque
- Mangueiras – 1.653 itens de estoque
- Tintas – 65 itens de estoque
- Retentores – 2.323 itens de estoque
- Conexões – 2 mil itens de estoque

Foram transferidos cerca de 15 mil itens de estoque, equivalente a R\$ 9 milhões, para as Lojas, sendo as empresas contratadas responsáveis também pelo atendimento dos itens que já se encontravam no estoque.

Com a implantação das lojas houve uma maior confiança dos prazos de fornecimento, já que ocorreu a eliminação da rotina de compras (requisição, solicitação de cotação aos fornecedores, negociação e emissão do pedido de compra), já havia sido realizada, conforme apresentado na figura 25, além do material estar fisicamente na usina. Assim, houve uma redução nos custos fixos com a diminuição de recursos humanos (41 funcionários) e de movimentação (4 caminhões) na empresa.

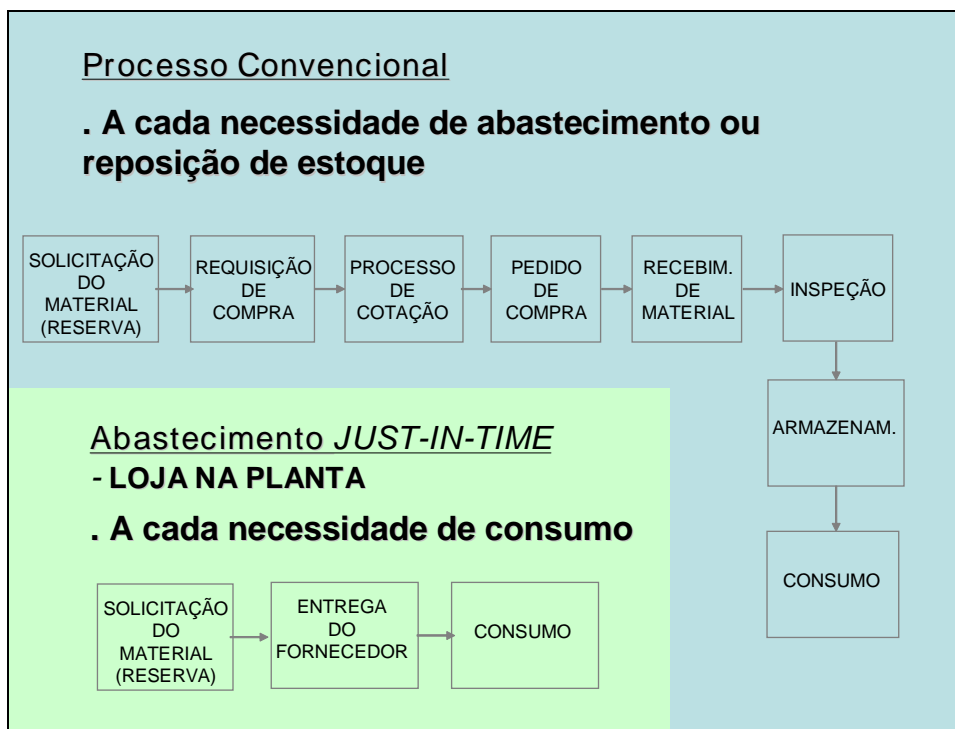


Figura 25 Diferenças do processo convencional e do abastecimento just-in-time

Fonte: Empresa pesquisada

A contratação desses fornecedores considerou aspectos técnicos, relacionados a qualidade dos produtos e processo produtivo da empresa (Certificação ISO 9000), e aspectos comerciais, menor custo total considerando a previsão de consumo anual e a quantidade que deve ser mantida em estoque (item crítico e V1).

Foram estabelecidos indicadores de desempenho para cada uma das lojas, relacionados ao prazo de fornecimento e disponibilidade dos itens críticos e de consumo

regular. O principal indicador monitorado foi o nível de atendimento de Reservas, calculado da seguinte forma:

$$\text{Nível de atendimento de Reservas} = \frac{\text{Qtd. de reservas do mês confirmadas}}{\text{Qtd. de reservas confirmadas no mês}} \quad (\text{equação 4.9})$$

Em 2005, considerando todas as lojas, foram atendidas 7 mil reservas mensalmente, sendo que 6 mil foram solicitadas para o mês vigente, alcançando 86% de atendimento de Reservas, sendo inferior a meta de 98%.

O indicador implantado não era ideal pois não considerava o prazo real de atendimento, considerando o período mensal (30 dias), assim, se houvesse um Reserva solicitada no mês e com atendimento atrasado em dez dias, seria considerado dentro do prazo. Após análise do fluxo de atendimento das lojas, foi verificada a dificuldade de melhoria na medição do indicador através do sistema ERP da empresa, já que as confirmações das Reservas no sistema só eram realizadas após faturamento dos itens atendidos semanalmente.

Esse modelo JIT estabelecido pela empresa, focado para o fluxo de abastecimento, se assemelha aos modelos atuais utilizados nas indústrias automobilísticas, onde o estoque é transferido ao fornecedor e contabilizado a empresa somente quando necessário. O relacionamento entre empresa e fornecedores passou a ser mais estreito, ou seja, a empresa passou a relacionar-se com um número menor de fornecedores, escolhidos pela sua capacidade em atender às necessidades da empresa em termos de qualidade e condições de entregas (lotes e prazos) e não simplesmente pelo preço. De acordo com a revisão bibliográfica realizada, a capacidade técnica do fornecedor passa a ser fundamental e este estreitamento de relações possibilita que a busca pela redução dos lotes seja facilitada pelo próprio envolvimento que o fornecedor passa a ter com seu cliente. Um exemplo deste nível de relacionamento, foram as sugestões dadas pelos fornecedores para utilização de produtos que reduziam o custo total, pois tinham uma aplicação mais adequada a necessidade dos usuários, além disso, prestavam assistência técnica, treinamento, garantiam a qualidade do fornecimento e possibilitavam acesso mais rápido à novas tecnologias e produtos lançados no mercado.

Apesar do bom funcionamento do modelo, de acordo com o planejado, em dezembro de 2005 foi descontinuado, e transferido para a empresa todo estoque das lojas existentes. A razão pela qual houve essa descontinuidade não foi oficialmente divulgada, mas estava relacionada ao uso inadequado do fluxo de alguns funcionários e uma das lojas, gerando assim uma queda na confiança da empresa nos fornecedores dessa modalidade de fornecimento. Com isso, os ganhos obtidos anteriormente com o projeto foram cancelados, gerando um aumento no custo operacional apenas com recursos humanos e transporte de R\$ 1,4 milhões ao ano.

4.8 Posicionamento logístico dos estoques de sobressalentes

Segundo os gestores da empresa, até 2003, não havia uma gestão integrada que incluía os materiais que estavam nas áreas usuárias, pois à partir do momento que os materiais eram entregues, cada uma das 22 gerências de manutenção era responsável pela guarda e aplicação desses materiais. À partir de 2002, iniciou-se um projeto, denominado Projeto de Armazéns Avançados, com a participação das áreas usuárias, controladoria, administração de materiais e informática para incorporar os itens, na época, fora de estoque.

O grande desafio do projeto foi identificar a melhor forma de atender, com qualidade, as necessidades das áreas usuárias, haja vista que os armazéns centrais se localizam numa das extremidades da empresa chegando a atingir uma distância de até 6 quilômetros da área mais afastada. A figura 26 apresenta uma disposição de algumas áreas da empresa, onde pode se observar o posicionamento dos armazéns centrais distante em relação às outras áreas.

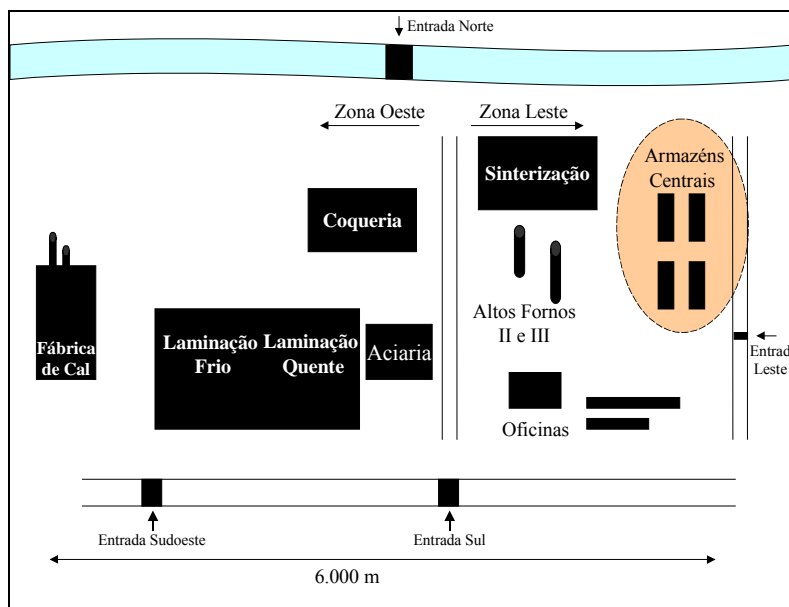


Figura 26 Representação esquemática da disposição de algumas áreas da empresa
Fonte: Empresa pesquisada

Em todas as áreas usuárias de manutenção, era mantido um estoque individual fora do SAP R/3, ocasionando assim, um acúmulo de materiais sobressalentes em vários locais no interior da usina para atender suas necessidades. Havia situações em que um determinado material, comum a diferentes áreas, estava em falta em um local e, ao mesmo tempo, sobrando em outro, pois como esse estoque não estava mais no controle do sistema ERP, *Enterprise Resource Planning*, SAP R/3, a gestão dos estoques não o considerava. Em outras palavras, ocorriam gastos desnecessários com suprimentos em determinadas unidades da usina enquanto em outras havia falta de materiais, ocasionando algumas paradas de equipamentos produtivos por este motivo. Outro detalhe a destacar é que, tinham materiais no estoque que não chegavam a ser utilizados em nenhum momento, ficando estocados durante anos sem utilização.

O grande avanço do Projeto de Armazéns Avançados foi superar o que Bowersox & Closs (2001) chama de *paradigma da presença local*, onde os clientes acreditavam que, se não mantivessem estoques próximos aos locais de aplicação, seria extremamente difícil, talvez impossível, para um fornecedor prestar o serviço desejado. Quando uma tradição faz parte da estratégia bem-sucedida de uma empresa é difícil mudá-la.

Neste projeto foi atendido primeiramente, as necessidades dos clientes, onde alguns depósitos são organizados de forma flexível para que sejam usados exclusivamente como depósitos imediatos de estoque em momentos específicos do exercício operacional.

Para reforçar a idéia deste projeto, vale lembrar, conforme citado por Wanke (2003), que os quatro fatores que determinam um maior ou menor grau de centralização dos estoques em uma rede de instalações são: características do produto, características da demanda, nível de exigência do mercado e grau de flexibilidade do processo de fabricação.

Outros fatores como o acesso à informação em tempo real e a existência de economias de escala no transporte também influenciam esta decisão.

Outro aspecto considerado no projeto foi o de incluir um depósito sempre que isso possa proporcionar vantagens de serviço ou de custo, conforme o próprio Bowersox *et al.* (2006) confirma. O número e localização geográfica apropriados para os depósitos foram determinados pela localização dos clientes, das instalações de produção e necessidade de produto.

Seguindo a premissa logística de que quanto menor o número de depósitos de distribuição usados para servir uma área de mercado, menor o estoque total necessário para oferecer o mesmo nível de serviço, buscou-se também a diminuição dos locais de armazenamento nas áreas usuárias.

A figura 27 apresenta a evolução do projeto até 2006, iniciando em 2002 com 455 locais com materiais fora do estoque até 2006 com todos os materiais controlados pela área de Administração de materiais e dentro do controle contábil no SAP R/3.

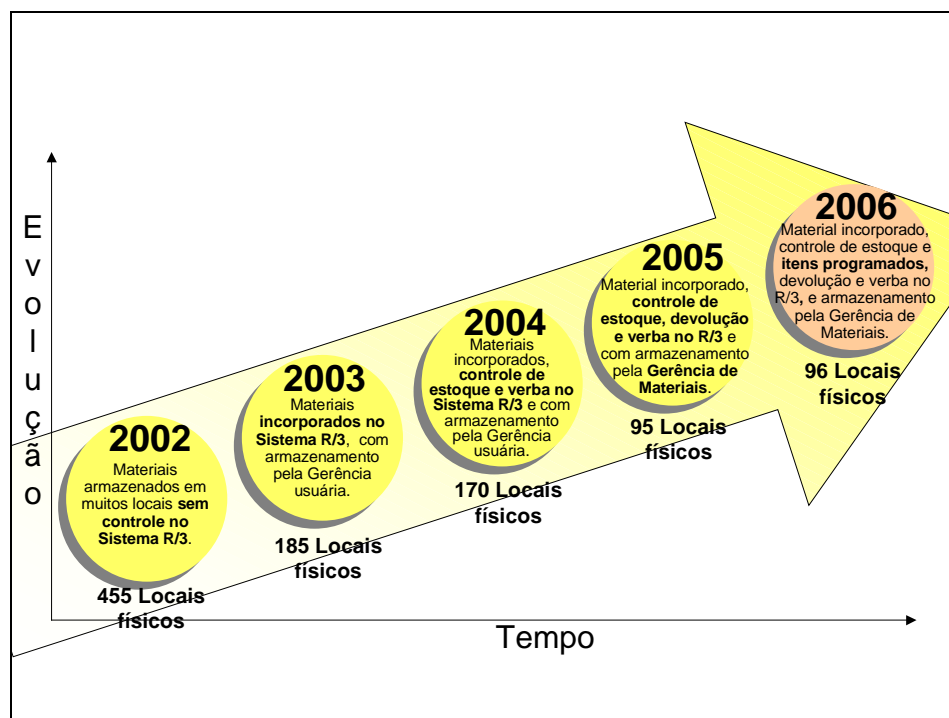


Figura 27 Representação esquemática da evolução do controle de materiais nos Armazéns Avançados

Fonte: Empresa pesquisada

Além da otimização dos locais de armazenamento e controle contábil até a data mais próxima da aplicação, identificou-se outros ganhos após implantação deste projeto:

- Melhoria das condições e controle dos materiais armazenados;
- Eliminação de compras desnecessárias;
- Agilidade dos atendimentos aos usuários e controle dos itens não aplicados e devolvidos ao estoque;
- Aumento na confiabilidade das informações de estoque;
- Maior integração do fluxo de abastecimento - revisão de procedimentos internos;
- Ganho logístico, em decorrência da transferência do depósito principal de

- alguns materiais para os Armazéns Avançados, em vez dos armazéns centrais;
- Atendimento coordenado e padronizado em todos os armazéns avançados;
- Melhoria do controle do fluxo dos materiais reparados.

Entretanto, muitos dos materiais incorporados são itens PD, ou seja, itens com demanda irregular e que não tem previsão de consumo, o que prejudica os indicadores de giro e cobertura dos estoques de sobressalentes.

Outro aspecto relevante após a implantação do projeto foi que os materiais não aplicados são devolvidos ao estoque, pois as áreas usuárias recebem de volta o crédito referente ao preço médio dos materiais devolvidos. Assim, mesmo se o usuário solicitar um item PD, que deveria ser solicitado apenas para aplicação imediata, caso não haja a necessidade, o item será devolvido ao estoque.

Os principais motivos da devolução identificados pelos usuários, figura 28, mostra que a maior parte dos itens 54% e 23% do valor total devolvido, são itens que sobram dos eventos de manutenção, em termos de valor o maior motivo, 27%, são itens sem previsão de uso.

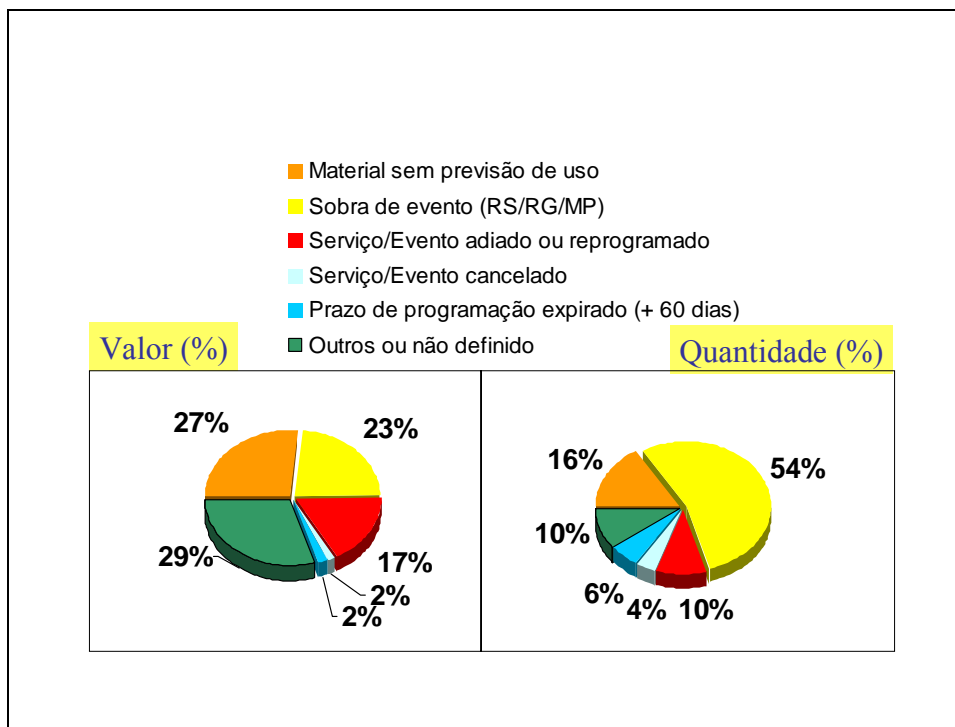


Figura 28 Principais motivos de devolução em dezembro de 2006.
Fonte: Empresa pesquisada

Segundo os gerentes de manutenção entrevistados, existem eventos de manutenção que os inspetores de manutenção, responsáveis em definir os materiais necessários, não sabem previamente quais os materiais serão aplicados, pois os equipamentos que estão em operação, não podem ser abertos previamente. Somente no dia do evento com todos os materiais recebidos, o inspetor terá condições de identificar os materiais necessários.

4.9 Indicadores de desempenho utilizados na gestão de estoque

A análise da evolução dos níveis de estoque nos últimos seis anos, conforme figura 28, mostra um aumento de 134%, causado principalmente pelos itens dos armazéns avançados e itens de investimento (imobilizados) que não eram contabilizados na empresa. Outro motivo do aumento de estoque foi devido a descontinuidade das lojas *in company*.

Além disso, quando é analisado o valor de estoque por característica de MRP (V1, Crítico ou PD) dos itens sobressalentes no gráfico de pizza da figura 29, percebe-se que a maior parte dos estoques de sobressalentes são de itens PD, ou seja, 57% de itens com demanda irregular que segundo a política da empresa não deveria fazer parte dos estoques.

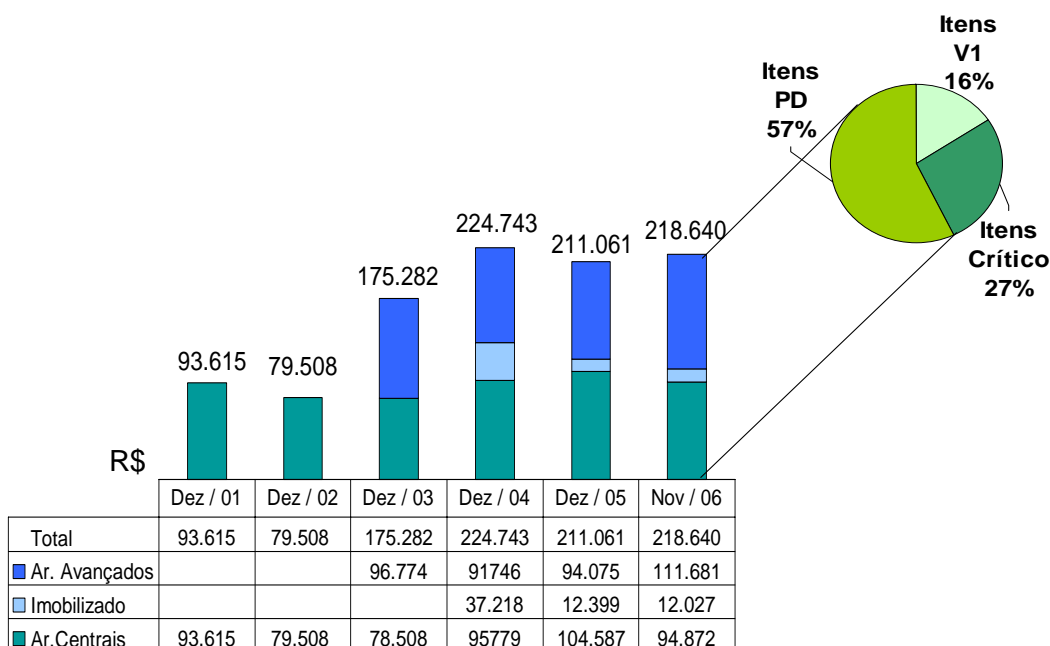


Figura 29 Evolução dos níveis de estoque por tipo de característica de MRP.
Fonte: Empresa pesquisada

Após as entrevistas com os gestores, identificou-se a principal razão desse acúmulo de materiais PD no estoque, a não aplicação pela área usuária, mesmo sendo solicitado pelas mesmas para pronta aplicação.

Esta característica dos itens estocados influencia diretamente o giro de estoque, que no ano de 2006 ficou em apenas 1,0 ao ano, ou seja, o valor consumido anual foi igual ao valor de estoque dos itens. Além do giro, o índice de cobertura de estoque foi de 11,2, ou seja, o valor de estoque atual dura 11,2 meses considerando o consumo médio.

Em relação ao indicador de nível de atendimento de reservas, figura 30, foi estabelecido um prazo máximo de dois dias a contar da data de necessidade registrada nas reservas emitidas pelos usuários. Este indicador avalia todo o processo de abastecimento da empresa, desde a análise da necessidade pela gestão, compras, recebimento, armazenagem e entrega do material solicitado. No gráfico da figura 30 é mostrado a média do indicador de nível de atendimento de Reservas em 2005, 86,2%, a evolução mensal e média de 2006, 89,6%, que demonstra uma falta de cumprimento dos prazos.

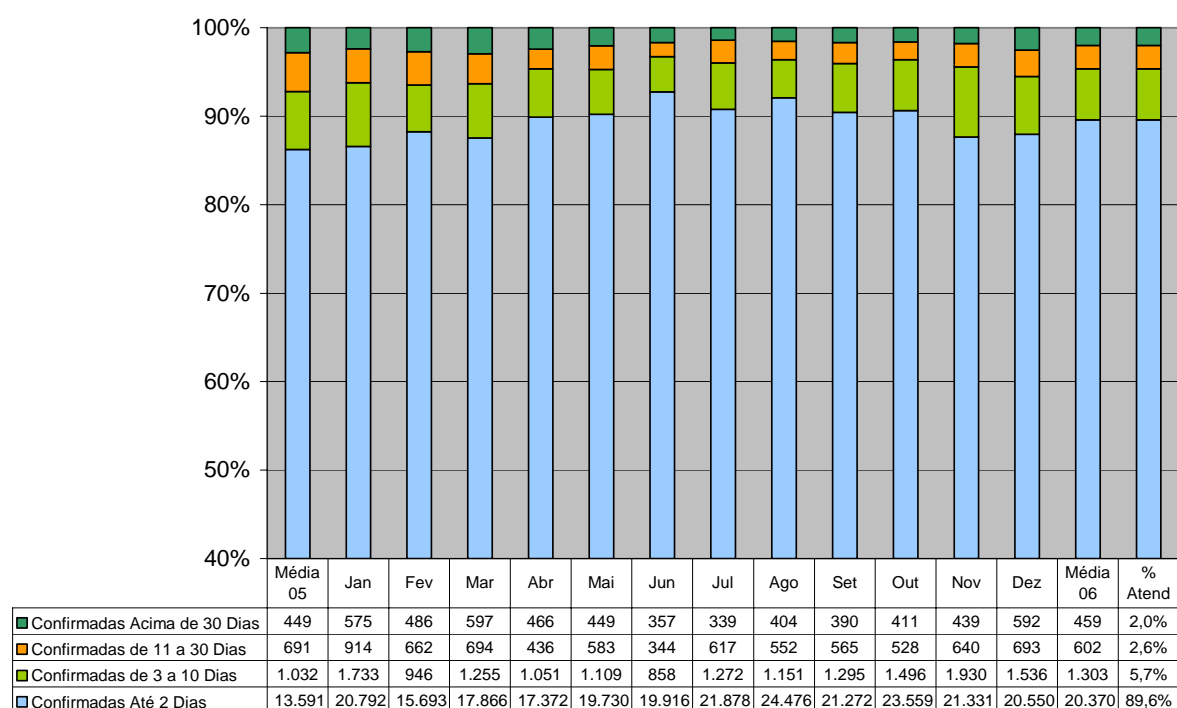


Figura 30 Evolução dos níveis de atendimento de reservas por prazo de atendimento.

Fonte: Empresa pesquisada

Outro indicador utilizado para analisar especificamente o trabalho da gestão de estoque é o de itens V1 zerados no estoque, pois, à princípio, esses itens são ressupridos

conforme demanda probabilística e não deveria estar faltando no estoque, a meta desse indicador foi estabelecida para abaixo de 4%, conforme gráfico da figura 31.

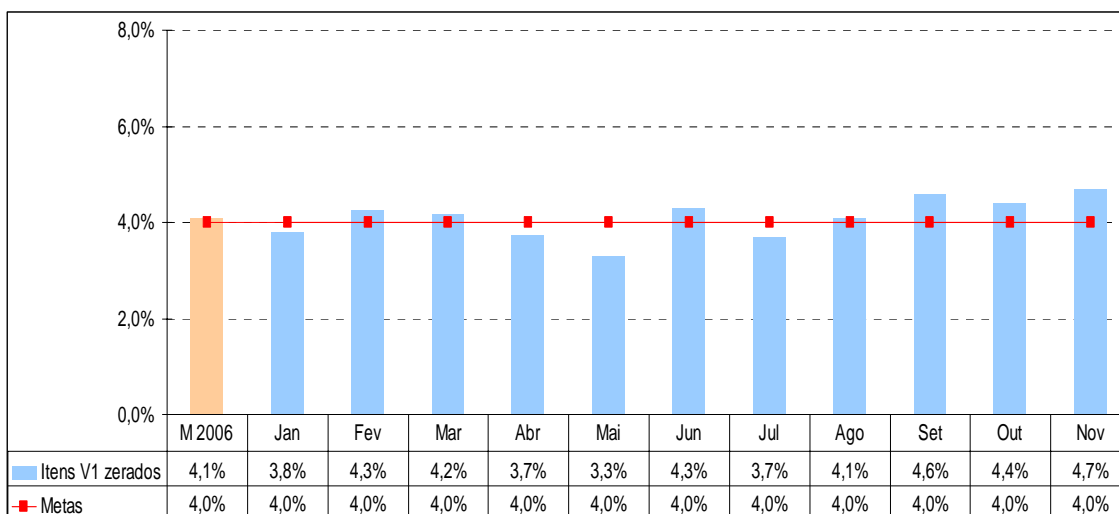


Figura 31 Evolução do indicador de itens V1 zerados

Fonte: Empresa pesquisada

Entretanto, identificamos no gráfico da figura 31, ainda uma falta de materiais no estoque, média de 2006 igual a 4,1%, apesar de estatisticamente ser um valor relativo baixo.

Outro indicador acompanhado pela empresa para avaliar o processo de abastecimento, é o tempo de colocação de pedido de compra no mercado, figura 32, que considera os tempos de análise da gestão para aprovação da Requisição de Compra, cotações no mercado, negociação até o fechamento do Pedido de Compra. Pode-se verificar no gráfico da figura 32 um tempo muito grande do comprador, 32,1 dias, para emissão do Pedido de compra. Segundo a gerente de compras responsável pelas compras de sobressalentes, o principal motivo do aumento do tempo de compras deveu-se a extinção das lojas.

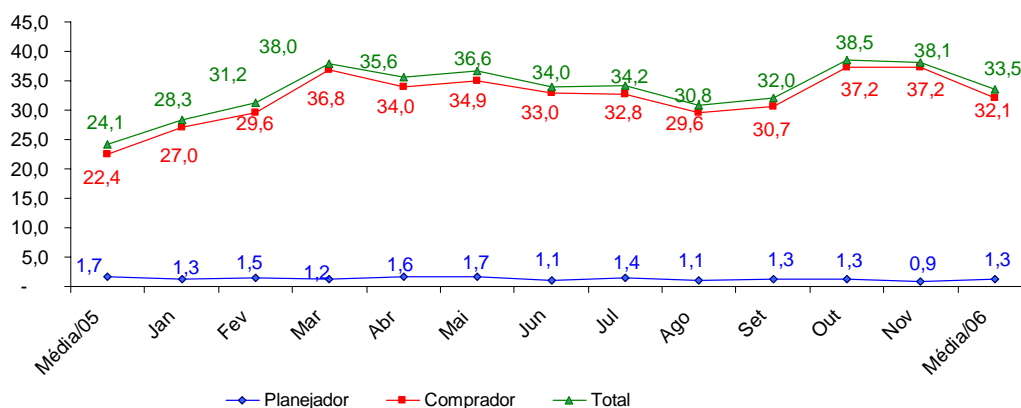


Figura 32 Tempo médio interno do planejador e do comprador

Fonte: Empresa pesquisada

4.10 Análise dos resultados e proposições de aperfeiçoamento

Os resultados da pesquisa mostraram que as práticas atualmente empregadas na gestão de estoque da empresa podem ser melhoradas, conforme detalhamento a seguir.

Primeiramente, destaca-se a ênfase da empresa na busca com a sua integração logística de abastecimento, pois conforme Bowersox *et al.* (2006) enfatiza, a logística só gera valor quando tem suas atividades e procedimentos integrados e tratados de forma sistêmica. A gestão de estoques da empresa não foi tratada com uma área isolada, mas sim integrada no fluxo de abastecimento e sendo analisada em conjunto com as demais atividades logísticas. O grande facilitador para essa integração é o sistema ERP da empresa, SAP R/3, que facilita e agiliza essa integração. Entretanto, existe uma grande oportunidade de melhoria na integração do sistema de manutenção Sigma com o SAP R/3, visto que a necessidade de materiais identificadas no Sigma é registrada no SAP R/3 manualmente.

A questão relacionada a satisfação do cliente, que Kotler (2000) enfatiza o maior desejo dos clientes por qualidade, serviços, conveniência, garantias e menor preço, pode ser destacado pelo projeto dos armazéns avançados, que proporcionou uma melhora na qualidade e controle do fluxo de abastecimento até o ponto mais próximo de aplicação, próximo as datas dos evento de manutenção.

Conforme Ching (2001) apresenta, a gestão dos estoques se traduz pelo planejamento do estoque, seu controle e sua retroalimentação. Na empresa estudada, é dado uma ênfase no planejamento e controle, através de sua política de ressuprimentos e controle de materiais até o momento mais próximo da aplicação e da devolução. Entretanto, existem oportunidades de melhoria na sua retroalimentação, visto que os desvios encontrados em relação ao seu planejamento, ou seja, a não aplicação de itens PD, sem consumo regular, ainda não foi desenvolvido um trabalho efetivo para eliminar suas causas, apesar de já iniciado um movimento de mapeamento das causas. Uma sugestão seria a disponibilização para venda dos itens PD não aplicados durante um prazo determinado.

A sistemática para classificação dos itens como críticos considera todos os aspectos relevantes para a sua classificação, conforme modelo desenvolvido por Wanke (2003), porém, durante a entrevistas com os gestores, identificou-se uma fragilidade em relação a atualização das informações de criticidade ao longo dos anos, ou seja, alguns equipamentos são desativados e não são identificados e destinados os sobressalentes que estão no estoque para sua manutenção.

Em relação aos cálculos de ressuprimentos dos itens V1 (consumo regular), pode-se verificar um nível de serviço (grau de atendimento) muito baixo para o cálculo do estoque de segurança, variando de 61,15 % a 81,59 %. De acordo com Ballou (2006) e diversos autores, um nível de satisfatório, deveria ser estabelecido acima de 90 %. Portanto, uma melhora no nível de serviço de segurança, pode-se contribuir para melhorar o indicador de itens V1 zerados, 4,1%.

Pode-se ainda identificar como melhoria no cálculo do ressuprimento dos itens V1, que seus cálculos estejam dentro do sistema SAP R/3, evitando a transferência manual de vários parâmetros que estão no sistema ERP para a planilha de cálculo utilizada. Com isso, tem-se um ganho qualitativo das informações e agilidade no processo de cálculo. Além disso, sugere-se que para itens que tem um consumo mais regular (acima de 6 ocorrências no ano) o cálculo e aprovação sejam automáticos pelo sistema ERP, sem necessidade de

análise e aprovação dos gestores, com isso, tem-se maior agilidade no processo e uma possibilidade ainda de negociar contratos de fornecimento para esses itens.

O modelo híbrido utilizado pela empresa, utiliza o módulo de MRP do sistema ERP para calcular as necessidades de compras, geração de Requisições de compra, programando a chegada do material para data mais tarde possível, evitando assim uma imobilização antecipada desnecessária dos estoques.

Sugere-se ainda que a empresa avalie o retorno do modelo JIT implantado no projeto denominado “Estoque Zero”, devido aos motivos abaixo:

- Redução dos custos operacionais (mão-de-obra, transporte, movimentação de cargas)
- Redução dos valores imobilizados em estoque (R\$ 9 milhões)
- Menor *lead time* e maior confiança dos prazos de fornecimento
- Agilidade na solução de problemas (assistência técnica, garantia e devolução)

Além dos ganhos acima, pode-se melhorar os controles estabelecidos no fluxo de atendimento das lojas para evitar queda na confiança da relação com seus fornecedores, como ocorreu em 2005.

Propõe-se ainda alteração da política de introdução de itens novos, de maneira que se evite o crescimento descontrolado da quantidade de itens em estoque, e a busca de uma maior padronização dos itens, já que existem mais de 159 mil itens cadastrados. Para isso, sugere-se a adoção de um grupo de trabalho com representantes das áreas usuárias, gestão de estoque, cadastro de materiais e compras, para identificação de famílias de materiais que se enquadram nessa situação.

A análise dos indicadores de desempenho mostra que o aumento dos níveis de estoque nos últimos anos deveu-se a maior visibilidade do estoque, que até 2002 não era visto pela empresa. Porém, a maior parte desses itens, 57% do valor de estoque, são de itens PD, que segundo a política da empresa não deveria fazer parte dos estoques. A empresa precisa urgentemente de uma política de alienação mais ágil, para melhorar seus indicadores de giro (1,0 / ano) e cobertura (11,2 meses) .

Outro indicador que precisa ser melhorado é o de tempo interno, mas especificamente o tempo do comprador, pois teve um grande aumento no último ano, passando de 22,4 dias para 32,1 dias, aumento de 43 %.

Caso a empresa retorne com o projeto “Estoque Zero”, este indicador será melhorado pois a maior parte dos itens de loja, são itens classificados como C, acarretando um grande trabalho operacional para a compra dos mesmos, sendo que o valor de compra é muito baixo (inferior a 30 %).

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo analisar criticamente a gestão estratégica de estoques de uma empresa do setor siderúrgico e formular proposições para melhorar o nível de serviço logístico oferecido.

Para isso, na introdução foi apresentado o surgimento e importância da logística e dos modelos de gestão de estoques. Na revisão bibliográfica se discutiu o conceito de logística, suas atividades e interfaces com produção e marketing, e apresentado por diversos autores a importância da integração logística para agregar valor a empresa.

Em seguida, apresentou-se o conhecimento científico disponível sobre gestão estratégica de estoques, inicialmente ressaltando-se a relevância do tema gestão de estoques e sua importância para sobrevivência da empresa no ambiente competitivo atual, salientando as dificuldades em controlar o estoque de maneira que o mesmo necessite do mínimo investimento de capital e ao mesmo tempo forneça um alto nível de serviço logístico.

As principais técnicas de gerenciamento de estoque foram expostas, Lote Econômico de Compras, Ponto de Reposição, *Just-in-time* (JIT) e MRP, bem como os cálculos necessários para reabastecer estoques. Além disso, para cada técnica foram indicados os ambientes adequados para suas aplicações, e sugere-se a aplicação de métodos híbridos para adequar as necessidades atuais das empresas com diferentes tipos de materiais sendo ressupridos, principalmente no fluxo de abastecimento.

Também foi apresentado um modelo de gestão de peças sobressalentes de baixo consumo, Wanke (2003), que demonstrou a necessidade de um método para gerir materiais com essas características.

Foram apresentados os principais indicadores de desempenho para avaliar a gestão de estoques de uma empresa, nível de serviço, estoque médio, giro e cobertura.

Esses conceitos foram a base para o desenvolvimento da pesquisa de campo apresentada, que se iniciou pela caracterização da empresa estudada e pelo fluxo de abastecimento de sobressalentes.

Em seguida, apresentou-se em detalhes a política de ressuprimento, os cálculos necessários para a gestão dos estoques e seus principais indicadores.

O estudo mostrou que a gestão estratégica de estoques deve sempre ser analisada considerando todos os aspectos relevantes que interferem na sua gestão. No caso da empresa estudada, até 2002, não se considerava o estoque que se encontrava nas áreas operacionais, fazendo uma interpretação inadequada de seus indicadores. Se considerados os níveis de estoque de 2001 e 2002, houve uma queda de 17,7 %.

Entretanto, quando a empresa incorporou os demais estoques, dos armazéns avançados e de investimento na sua análise, passou a ter um controle mais efetivo dos materiais.

Na análise crítica dos resultados foi realizada uma confrontação com as teorias apresentadas e sugeridas melhorias no modelo de gestão estratégica da empresa, com o objetivo de diminuição dos valores imobilizados em estoque e melhora dos níveis de atendimento aos usuários. Conforme apresentado, sugere-se também o retorno do modelo JIT implantado na empresa até 2005.

Dessa maneira, considera-se que todos os objetivos propostos foram atingidos com sucesso no desenvolvimento deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3. ed. São Paulo: E. Blucher, 2004.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006

_____. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BOWERSOX, D. J. ; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de Cadeias de Suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BOWERSOX, D. J. ; CLOSS, D. J. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRANNEN, J. **Mixing methods: qualitative and quantitative research**. Aldershot, Inglaterra: Avebury, 1992.

BROWN, K. A. Analysing the role of project consultant: cultural change implementation. **Project Management Journal**, v. 32, n.3, 2000.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na cadeia de logística integrada – Supply chain**. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRPII e OPT, Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP – Conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 1997.

COSTA, R. S. **Pontualidade Total na Produção Sob-encomenda: Conceito, Tecnologia e uso da Simulação Computacional na Gestão do Chão-de-Fábrica**. Tese de Doutorado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos de Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 1993.

FERREIRA, J. I. A. X. Análise custo/ benefício de implantação de sistemas MRP II em indústrias. **Revista Máquinas e Metais**, dezembro, 1994.

FRUJUELLE, R. **O tempo como fator de competitividade de um sistema especialista para apoio à escolha de tecnologias de gestão da produção**. Tese de D.Sc, COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HAY, E. J. **The Just-in-Time Breakthrough - Implementing the New Manufacturing Basics**, New York: John Wiley & Sons, 1988.

HELMS, M.M. Communication: the key to JIT success. **Production and Inventory Management Journal**, 1990.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: Balanced Scorecard**. 3ªed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELRIGHT, S; HYNDMAN, R. **Forecasting: methods and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MALLEY, J. C.; RAY R. Informational and organizational impacts of implementing a JIT system. **Production and Inventory Management Journal**, 1988.

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

MCKIE, S. Packed Apps for the masses. **DBMS**, Vol 10, 1997

MICHEL, R. Reiventon reigns: ERP vendors redefine value, plannig and elevate customer service. **Manufacturing Systems**, Vol 15, 1997.

MORAS, R. G.; DIECK, A. J. Industrial applications of Just-in-Time: Lessons to be learned. **Production and Inventory Management Journal**, 1992.

MOURA, R. A. **Manual de logística: Armazenagem e Distribuição Física**, vol.2. São Paulo: IMAM, 1997.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply chain management**. São Paulo: Atlas, 2004.

PLOSSL, K. R. **Engineering for the Control of Manufacturing**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1987.

PROFETA, R. A . **JIT um estudo de casos dos fatores críticos para a implementação..** Tese de Doutorado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RITZMAN, L. ; KRAJEWSKI, L. ; MOURA, R. **MRP – MRP II – MRP III (MRP + JIT com Kanban).** São Paulo: IMAN, 1996

SCHONBERGER, J. R.; KNOD, E. M. J. R. **Operations Management Continuous Improvement.** International Student Edition, 1994.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina.** 5. ed. São Paulo: Best Seller, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VICKERY, S. K. **International Sourcing: Implications for Just-in-Time Manufacturing.** Production and Inventory Management Journal, 1989.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. ; WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems.** 3. ed. Illinois: Irwin, 1992.

WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimento: decisões e modelos quantitativos.** São Paulo: Atlas, 2003.

WHITE, R. E. **An Empirical Assessment of JIT in U.S. Manufacturers.** Production and Inventory Management Journal, 1993.

WIGHT, O. W. **Production and inventory management in the computer age.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1974.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZIN, W.; MARMORSTEIN, H. Comparing Two Alternative Methods of Determining Safety Stock Levels: The Demand and The Forecast Systems. **Journal of Business Logistics**, v.11, 1990.

Anexo 1 - Formulário de avaliação técnica para classificação de material como crítico:

Justificativa do Enquadramento	.Segurança das pessoas	.Meio ambiente	Data: dd/mm/ano
	.Garantia da qualidade	.Perda Produção	
	.Aumento de custos	.Outra (Especificar)	

	Código R3	Texto - Breve
Material Crítico:		

	Cód. SIGMA	Descrição
Unidade Funcional:		

	S/N		Qtd		Cod. R3
Possui Stand by?		Saldo "A Reparar"?		Similar crítico? ou Intercambiável?	

	Cód. SIGMA		Quant.	Preço Médio R3	Valor (R\$)
Regime Manutenção:		Necessidade Estoque			

Efeito potencial da falta do material: anormalidade do processo afetado pela falta do Item

	Contramedidas alternativas caso não tenha o material:	Tempo da Parada: hh	
		Equipamento	Processo
1			
2			
3			
4			

Obs. Todos os campos tem preenchimento obrigatório. Nas contramedidas preencher pelo menos uma.

Anexo 2 - Formulário de avaliação econômica para classificação de material como crítico

Data: (ddmmaa)

	Cod. R3	Texto breve
Material		

	Código SIGMA	Descrição
Unidade Funcional :		

Perda Total (PT)

PP - Perda de Produção / Quebra de Ritmo :

Descrição da Perda	Quant.	Medida	Valor Unit. - R\$	Valor Total Perda - R\$ mil
		h		-
				-
				-

DC - Diferença de custo do desvio de qualidade:

Descrição Desvio	Quant.	Medida	Valor Unit. OK - R\$	Valor Unit. Desvio - R\$	Valor total Diferença - R\$ mil
					-
					-
					-

AC - Adicional de custo do processo:

Descrição Acréscimo Custo	Quant.	Medida	Valor Padrão - R\$	Valor Desvio - R\$	Valor total Diferença - R\$ mil
					-
					-
					-

Multa:

Descrição da Multa	Quant.	Medida	Valor Unit. - R\$	Valor Total Perda - R\$ mil
				0
				0
				0

Perda Total (R\$ mil) = -

Tempo Esperado de Estoque (TEE)

Lead Time Material (ano)	Consumo histórico por ano (peça/ano)

TEE (ano) = 1,000

CNM = -

Custo de manter em estoque (CME)

Tempo esperado de estoque (TEE)	Preço Unitário da última compra (PUC) - R\$	Necessidade Estoque	Taxa de oportunidade de capital (TOC)	Custo da colocação de um Pedido de Compras - R\$	Consumo histórico por ano (peça/ano)	Perda Total (PT) R\$ mil
1,00000					0,00	0,00