

LUCIO GARCIA VERALDO JUNIOR

GESTÃO DO ESTOQUE EXCEDENTE COM PROPOSTA DE
REDUÇÃO ATRAVÉS DE MULTIPLAS ALTERNATIVAS
UTILIZANDO MULTIPLOS CRITERIOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista, para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Mecânica na área de Transmissão e Energia.

Orientador: Prof. Dr. Valério A. P. Salomon

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando A. S. Marins

Guaratinguetá
2008

V475g	Veraldo Junior, Lucio Garcia Gestão do estoque excedente com proposta de redução através de múltiplas alternativas utilizando múltiplos critérios / Lucio Garcia Veraldo Junior . – Guaratinguetá : [s.n.], 2008 118 f. : il. Bibliografia: f. 82-89 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008 Orientador: Prof. Dr. Valério Antônio Pamplona Salomon 1. Estoque I. Título CDU658.78
-------	--

UNESP  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

**"GESTÃO DO ESTOQUE EXCEDENTE COM PROPOSTA DE
REDUÇÃO ATRAVÉS DE MÚLTIPLAS ALTERNATIVAS UTILIZANDO
MÚLTIPLOS CRITÉRIOS"**

LUCIO GARCIA VERALDO JUNIOR

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: TRANSMISSÃO E ENERGIA

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. VALERIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Co-Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. HELDER GOMES COSTA
UFF

Prof. Dr. JORGE MUNIZ JUNIOR
UNESP-FEG

Julho de 2008

DADOS CURRICULARES

LUCIO GARCIA VERALDO JUNIOR

NASCIMENTO	26.12.1975 – GUARULHOS / SP
FILIAÇÃO	Lucio Garcia Veraldo Maria Luiza Soave Garcia Veraldo
1996/2000	Curso de Graduação - Engenharia Mecânica Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.
2005/2008	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

DEDICATÓRIA

de modo totalmente especial as mulheres que compõem minha família, à minha filha Olívia, que acabara de chegar, à minha filha Sophia com os momentos de ausência e à minha esposa Laura, grande incentivadora para que eu continuasse sempre.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, o maior de todos. Agradeço por todas as suas participações na minha vida.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Valério Salomon* que sempre me incentivou mesmo à distância. Sem a sua orientação e auxílio, o trabalho aqui apresentado não seria possível.

Ao meu co-orientador, *Prof. Dr. Fernando Marins* que abriu as portas da pós-graduação e trilhou o início dos meus caminhos.

Aos professores, participantes da banca examinadora, *Prof. Dr. Muniz e Prof. Dr. Helder* que contribuíram com detalhes no fechamento desta dissertação.

Ao amigo, atual diretor desta universidade, *Prof. Dr. Júlio Santana* que me acompanhou sempre nesta trajetória de estudos.

À *Ariana, Bizon e Stella* com a valiosa contribuição dos seus trabalhos de graduação e iniciação científica.

À minha mãe, *Maria Luiza*, pela valiosa contribuição de correção do trabalho da nossa Língua Portuguesa.

À minha irmã, *Maria Luiza*, pela contribuição dos recursos necessários para a viabilidade desta dissertação.

Ao meu pai *Lúcio (in memorian)* e meu sobrinho que sempre acreditaram no meu potencial.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Têm que acreditar, sempre”.
Lucio Garcia Veraldo Junior

VERALDO JR., L.G. **Gestão do estoque excedente com proposta de redução através de múltiplas alternativas utilizando múltiplos critérios**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

RESUMO

No mundo atual, com a globalização e abertura de mercados consumidores e fornecedores ocorre uma crescente concorrência de empresas no objetivo de aumentarem suas participações em vendas. Dessa forma, existe a necessidade de minimizar os custos operacionais, proporcionando maior faturamento, possibilitando maiores lucros. Assim, é de grande importância, ter uma gestão de estoques eficiente em toda a Cadeia de Suprimentos incluindo a parcela excedente. As causas desta parcela consistem na falta de um planejamento acurado na determinação das estimativas de compra, no aproveitamento do mercado fornecedor, na evolução dos produtos acabados e na interrupção ou finalização de um produto. O objetivo deste trabalho é, utilizando uma modelagem de tomada de decisão através de múltiplos critérios, apresentar a solução no destino de materiais determinados como estoque excedente, através de alternativas determinadas em conjunto com as diversas áreas da empresa. Estes critérios são características do material estocado definidos como volume ocupado, tempo de permanência em estoque e custo do material. Já as alternativas para a gestão da parcela excedente do estoque são devolver ao fornecedor, retrabalhar o material, disponibilizar para a área de suporte ao cliente ou sucatar o material. A aplicação do *Analytic Hierarchy Process* auxilia a melhor decisão de redução do excesso de estoque de um determinado item, diminuindo os investimentos necessários para manutenção dos estoques produtivos da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Estoque excedente, alternativas para redução, AHP, indicador de compatibilidade.

VERALDO JR., L.G. Management of carryover stock with proposed reduced through multiple alternatives using multiple criteria. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

ABSTRACT

In the current world, with globalization and the opening of consumers and suppliers markets there is a growing competition from companies in order to increase their market share. This way, there is necessary to minimize the operational costs, providing bigger earnings, and making possible higher profits. Thus, it is of big importance, to have an efficient inventory management along the Supply Chain, including the exceeding amount. The causes of this amount are the inaccurate estimates of purchase, the exploitation of the supplier market, the evolution of finished products, and the interruption for the supplying of a product. The objective of this work is, using a modeling of decision-making with multiple criteria, provide the solution in the fate of certain materials carryover stock, through alternatives determined with the diverse areas of the company. These criteria are characteristic of the stored material: occupied volume, time kept in inventory, and cost of the material. The alternatives for the management of the exceeding inventory are: return to the supplier, rework the material, make available for the customer support area or scrap the material. The application of the Analytic Hierarchy Process helps the best decision to reduce the exceeding inventory, reducing the investment required for the maintenance of productive stocks of the company.

KEYWORDS: Carryover stock, alternatives for reducing, AHP, compatibility index.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (LIMA <i>et al</i> , 2003)	25
FIGURA 2 – Objetivos Conflitantes (ARNOLD, 1999)	29
FIGURA 3 – Desenvolvimento da SCM integrada (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004)	30
FIGURA 4 – Posicionamento dos sistemas de SCM. Adaptado (ARZO, 2003) .	32
FIGURA 5 – Indicação do estoque excedente dentro da SCM	45
FIGURA 6 – Definição da parcela excedente em relação ao estoque total	48
FIGURA 7 – Problemas de tomada de decisão. Adaptação SHIMIZU (2001)	51
FIGURA 8 – Esquematização simplificada da hierarquia. Adaptação SAATY (1990)	56
FIGURA 9 – Fluxograma de decisão	63
FIGURA 10 – Modelo hierárquico aplicando o método AHP	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Escala Fundamental	66
TABELA 2 – Matriz comparação – Custo do material	67
TABELA 3 – Matriz normalizada – Custo do material	68
TABELA 4 – Matriz comparação – Tempo em estoque	69
TABELA 5 – Matriz normalizada – Tempo em estoque	70
TABELA 6 – Matriz comparação – Volume do material	71
TABELA 7 – Matriz normalizada – Volume do material	72
TABELA 8 – Matriz de prioridade composta.....	73
TABELA 9 – Matriz comparação – Critério Volume C	100
TABELA 10 – Matriz normalizada – Critério Volume C	100
TABELA 11 – Matriz comparação – Critério Volume B	100
TABELA 12 – Matriz normalizada – Critério Volume B	101
TABELA 13 – Matriz comparação – Critério Volume A	101
TABELA 14 – Matriz normalizada – Critério Volume A.....	101
TABELA 15 – Matriz comparação – Critério Tempo C	101
TABELA 16 – Matriz normalizada – Critério Tempo C	101
TABELA 17 – Matriz comparação – Critério Tempo B	102
TABELA 18 – Matriz normalizada – Critério Tempo B	102
TABELA 19 – Matriz comparação – Critério Tempo A.....	102
TABELA 20 – Matriz normalizada – Critério Tempo A	102
TABELA 21 – Matriz comparação – Critério Custo C.....	103
TABELA 22 – Matriz normalizada – Critério Custo C	103
TABELA 23 – Matriz comparação – Critério Custo B.....	103
TABELA 24 – Matriz normalizada – Critério Custo B	103
TABELA 25 – Matriz comparação – Critério Custo A.....	104
TABELA 26 – Matriz normalizada – Critério Custo A	104

LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO 1 – Frequência dos destinos – TODOS OS MATERIAIS.....	74
GRAFICO 2 – Comparativo percentual dos valores obtidos - Amostragem x AHP	75
GRAFICO 3 – Frequência dos destinos – Material CCC.....	105
GRAFICO 4 – Frequência dos destinos – Material CCB.....	106
GRAFICO 5 – Frequência dos destinos – Material CCA	106
GRAFICO 6 – Frequência dos destinos – Material CBC.....	107
GRAFICO 7 – Frequência dos destinos – Material CBB.....	107
GRAFICO 8 – Frequência dos destinos – Material CBA	108
GRAFICO 9 – Frequência dos destinos – Material CAC	108
GRAFICO 10 – Frequência dos destinos – Material CAB	109
GRAFICO 11 – Frequência dos destinos – Material CAA	109
GRAFICO 12 – Frequência dos destinos – Material BCC.....	110
GRAFICO 13 – Frequência dos destinos – Material BCB.....	110
GRAFICO 14 – Frequência dos destinos – Material BCA	111
GRAFICO 15 – Frequência dos destinos – Material BBC.....	111
GRAFICO 16 – Frequência dos destinos – Material BBB.....	112
GRAFICO 17 – Frequência dos destinos – Material BBA	112
GRAFICO 18 – Frequência dos destinos – Material BAC	113
GRAFICO 19 – Frequência dos destinos – Material BAB	113
GRAFICO 20 – Frequência dos destinos – Material BAA	114
GRAFICO 21 – Frequência dos destinos – Material ACC	114
GRAFICO 22 – Frequência dos destinos – Material ACB	115
GRAFICO 23 – Frequência dos destinos – Material ACA	115
GRAFICO 24 – Frequência dos destinos – Material ABC	116
GRAFICO 25 – Frequência dos destinos – Material ABB	116
GRAFICO 26 – Frequência dos destinos – Material ABA	117
GRAFICO 27 – Frequência dos destinos – Material AAC	117
GRAFICO 28 – Frequência dos destinos – Material AAB	118
GRAFICO 29 – Frequência dos destinos – Material AAA	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

ANP - *Analytic Network Process*

APS – *Advanced Planning Systems*

CI – *Compatibility Index*

CMM – *Consumo Médio Mensal*

CPT – *Carriage paid to...*

CRM – *Customer Relationship Management Systems*

CRP – *Continuous Replenishment Program*

CPFR – *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*

ECR – *Efficient Consumer Response*

EDI – *Electronic Data Interchange*

ERP – *Enterprise Requirements Planning*

EXW – *Ex-Work*

GPS – *Geo-positioning Systems*

JIT – *Just in Time*

MCDM – *Multiple-Criteria Decision Making*

MES – *Manufacturing Execution Systems*

MRP – *Material Requirements Planning*

MRP II – *Manufacturing Requirements Planning*

OC – *Ordem de Compra*

PO – *Purchase Order*

PRR – *Programas de Resposta Rápida*

P&D – *Pesquisa e Desenvolvimento*

RRC – *Recurso com restrição da capacidade*

SCM – *Supply Chain Management*

STK - *Estoque*

SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*

TOC - *Theory of Constraints*

TI – *Tecnologia da Informação*

VMI – *Vendor Managed Inventory*

WMS – *Warehouse Management System*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo Geral	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 METODO DA PESQUISA	22
1.4 ESTRUTURA DO TEXTO	22
2 EMBASAMENTO TEORICO	24
2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS	24
2.1.1 Princípios Básicos	24
2.1.2 Logística Integrada	28
2.1.3 TI – Tecnologia da Informação	31
2.1.3.1 Nível Estratégico	32
2.1.3.2 Nível Tático	32
2.1.3.3 Nível Operacional	33
2.2 GESTÃO DE ESTOQUES	33
2.2.1 Política de Abordagem	34
2.2.1.1 Abordagem Reativa	35
2.2.1.2 Abordagem de Planejamento	35
2.2.1.3 Abordagem Híbrida	35
2.2.2 Elementos de análise dos estoques	36
2.2.3 Sistemas de estocagem	37
2.2.3.1 Sistema Clássico	37
2.2.3.2 Sistema JIT	38
2.2.3.3 Sistema TOC	39
2.2.4 Classificação ABC	40
2.3 ESTOQUES EXCEDENTES	44
2.3.1 Processos de Redução	47
2.3.2 Nível de Serviço	48
3 METODO DE TOMADA DE DECISÃO	51
3.1 ELEMENTO PARA A TOMADA DE DECISÃO	51
3.2 AGENTES DO PROCESSO DECISÓRIO	52
3.3 ETAPAS DO PROCESSO DE DECISÃO	53
3.4 TOMADA DE DECISÃO COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS	54
3.5 AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS	55
3.5.1 Construção da Hierarquia de Decisão	56
3.5.2 Comparação com os elementos da Hierarquia	56
3.5.3 Prioridade relativa a cada critério	57
3.5.4 Avaliação da consistência das prioridades relativas	57
3.5.5 Construção da matriz de comparação paritária	57
3.5.6 Obtenção da matriz composta	58
4 O MODELO APLICADO	59
4.1 CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DA ANÁLISE	59
4.2 ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO	60
4.3 FLUXOGRAMA DE DECISÃO	62

4.4 JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO METODO UTILIZADO	63
4.5 APLICAÇÃO DO METODO AHP NE GESTÃO DOS ESTOQUES.....	64
4.5.1 Definição da matriz comparação	66
4.5.1.1 Critério – Custo do Material	67
4.5.1.2 Critério – Tempo em Estoque	69
4.5.1.3 Critério – Volume do Material	71
4.6 APLICAÇÃO PRÁTICA.....	73
4.6.1 Resultado da somatória de todos os materiais	74
4.6.2 Comparativo: Amostragem Real x Método AHP	75
4.7 INDICADOR DE COMPATIBILIDADE.....	76
4.7.1 Índice de Saaty	76
4.7.2 Índice de Garuti	77
5 COMENTARIOS FINAIS	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICE A	90
APÊNDICE B	93
APÊNDICE C	96
APÊNDICE D	100
APÊNDICE E	105

1 INTRODUÇÃO

A abertura dos mercados consumidores e fornecedores e a globalização que, segundo Hill (1998), pode ser entendida como um conjunto de mudanças convergentes no sentido de um mundo mais integrado e interdependente, além da crescente concorrência das empresas no objetivo de aumentarem suas participações em vendas (gerando mais lucros), faz com que alguns requisitos sejam relevantes no meio empresarial sendo, o conhecimento da tecnologia no desenvolvimento de um novo processo ou produto e o processo de gerenciamento dos níveis de estoques, dois dos mais importantes. Quanto aos estoques, destaca-se quando um volume excedente é identificado.

Segundo Lara (2001), a empresa atual, está inserida dentro de mercados extremamente dinâmicos, marcados pelo forte avanço da tecnologia, vivenciando uma revolução digital e proporcionando novos modelos socioeconômicos nos quais as organizações e as informações assumem papel importante dentro do comportamento dos negócios em uma economia globalizada.

Com sua base na revolução da informação, também conhecida como a terceira revolução tecnológica, o processo de globalização trouxe profundas alterações no âmbito da produção, nas relações de trabalho, no comércio nacional e internacional, de acordo com Schaff (1993). Além disso, ocorre à simplificação das operações de fabricação por parte da pesquisa e desenvolvimento (P&D), porém com o aumento da complexidade da cadeia de suprimentos.

À medida que as empresas caminham para um mercado nas quais as companhias passam a focar sua produção em componentes de alto valor agregado, bem como se concentrarem em competências centrais, grande parte do custo final dos produtos é proveniente de matéria-prima e componentes comprados e, esta influência tende a aumentar, de acordo com Pires (2004). Segundo Antonioli *et al.* (2005), a importância dos fornecedores com uma porcentagem dos custos dos produtos manufaturados e a interdependência dos fornecedores e compradores, vem aumentando o desempenho das empresas produtoras de alto valor agregado através da redução dos estoques,

melhoria da qualidade, agilidade nos processos de transformação e distribuição de seus produtos.

Se a globalização promove um relacionamento forte quanto à produção material o que não dizer quanto às questões financeiras? Afinal, não tem dia nem horário marcado para se faturar. Por se tratar de maneira simbólica, às transmissões de movimentações financeiras são instantâneas, diferentemente do material que necessita de transporte logístico. Neste contexto capitalista entende-se que, o principal objetivo é lucrar.

A gestão de estoques tem papel importante na competitividade das empresas e na redução de custos totais dos produtos comprados. O Brasil, país que geograficamente está longe dos grandes centros fornecedores de produtos de alta tecnologia, como Estados Unidos da América e Europa, necessita de inovações em toda a cadeia de suprimentos (SCM) de modo a ter produtos competitivos com preço final e qualidade internacional.

Dessa forma, são necessárias estratégias de redução nos custos de manufatura, porém novas dificuldades logísticas foram identificadas ao processo em toda a cadeia, tais como, problemas ligados ao desembarço aduaneiro e longos tempos de trânsito, com ciclos de fornecimento mais longos e conseqüente redução da flexibilidade industrial.

Isso ocorre devido à escassez de rotas marítimas e aéreas (cargas) para a América Latina, fazendo com que o tempo de suprimento e distribuição de materiais torne-se maior que a média mundial. Além disso, a burocracia no território nacional, faz com que os trâmites aduaneiros tenham *lead times* elevados, e conseqüentemente, as indústrias nacionais perdem em competitividade.

Um dos principais elementos para definir a política de estoque de um determinado item é a necessidade de visualizar sua demanda ao longo do processo produtivo. A partir de critérios específicos, reagir à demanda na produção e na distribuição através das previsões de venda poderá ser a política de gestão de estoques mais adequada, conforme Wanke (2003). Além do fator de demanda, deverá ser observado também o tempo de resposta das operações na política de planejar ou reagir à demanda.

Segundo Corrêa (2001), estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação. Esses acúmulos de materiais têm propriedade fundamental de propiciar independência às fases dos processos de transformação entre as quais se encontram. Quanto maiores os estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes entre si estas fases são, no sentido de que a interrupção de uma não acarretará a interrupção da outra.

Nota-se que esses acúmulos, quando excedem os parâmetros de planejamento na qual foram dimensionados, tendem a gerar excessos que, se não identificados rapidamente de modo a garantir ações ágeis, poderão comprometer o balanço financeiro mitigando a competitividade da empresa. Assim, a gestão de estoques excedentes, se faz importante propondo intervenções nas parametrizações e melhorias nos processos da cadeia de suprimentos de acordo com os riscos existentes em cada uma de suas etapas.

Assim, esta dissertação tem como proposta conceituar, analisar e identificar como é determinado o excedente de um item em estoque a partir dos parâmetros de planejamento, definindo quais os motivos pela qual o estoque atingiu os valores atuais e, através da gestão dos valores excedentes, quais as ações necessárias para reduzir ou eliminar o estoque excedente de um determinado item.

Para minimizar os desperdícios, os altos níveis de estoque de produtos comprados ou manufaturados devem ser evitados. Afinal, um custo capital foi empenhado não só com a aquisição de um determinado material, mas também com os custos operacionais para manutenção do mesmo, tais como: armazenagem, manuseio, controles, perdas, obsolescência, seguro e, talvez o mais importante, mão de obra especializada. É importante salientar que, conforme as características do insumo, de acordo com a utilização e disponibilidade no mercado, o tamanho do estoque deve ser revisto, mesmo que além da parametrização determinada pela empresa quanto a quantidade em estoque. Como exemplo, temos o aço para o ano de 2008.

Conforme o que é produzido, uma estratégia produtiva com baixos níveis de estoque pode oferecer risco à continuidade de atendimento à linha de montagem, pois qualquer momento de falha na cadeia de suprimentos pode ocasionar a falta e, conseqüentemente, a parada da linha de produção.

De acordo com Sicco (2003) as medidas para diminuir essas possibilidades são:

- Redução dos prazos dos fornecedores
- Aumento da produtividade em todos os setores
- Eliminação das atividades que não agregam valor
- Estabelecimento de estoques de segurança mínimos e realistas
- Introdução do gerenciamento por atividades
- Estabelecimento de células de trabalho na manufatura
- Teoria da Restrição

Ainda, segundo Sicco (2003), as áreas que mais contribuem para o aumento dos níveis de estoque são:

- Marketing – quando propõe planos de vendas otimistas ou acima da capacidade de produção com a introdução de novos produtos sem que ocorra o esgotamento produtivo dos produtos substituídos, ou seja, *phase out* de produção.
- Engenharia – quando faz modificações de produtos que levam a criação de refugos ou obsoletos.
- Qualidade – quando estabelece um procedimento incompatível elevando exageradamente a quantidade de interrupções durante o processo produtivo ou mesmo padrão de inspeção acima das exigências do mercado.
- Manufatura – quando faz pedidos de materiais considerando o lead time do fornecedor e projetando os níveis de estoques maiores que o necessário, excessos de parada e perdas na linha de montagem, permitindo entregas antes do prazo e diferentemente da quantidade estabelecida.
- Suprimentos – quando aceita ofertas especiais ou fora das condições de preço e qualidade acertados.
- Liderança – quando é incapaz de aceitar “riscos calculados”.

Assim, prazos de entrega mais longos fazem com que os planos tenham menor validade, dificultando o controle das prioridades possibilitando o aumento das faltas na linha de produção, ou segundo Plossi (1993), qualquer mudança no planejado para

atender a uma necessidade não planejada, implica no recebimento de material não necessário para a produção e a falta de outros que não foram planejados com necessidades urgentes e implicando, principalmente, em maiores gastos com a logística de transporte.

1.2 Objetivos

As finalidades do desenvolvimento deste trabalho estão relacionadas nos seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os resultados obtidos quanto aos destinos dos materiais com a utilização de um método de auxílio a tomada de decisão, comparando com a amostragem obtida dentro de uma determinada indústria de manufatura para a redução dos estoques de material comprado considerados excedentes.

1.2.2 Objetivos Específicos

O objetivo específico desta dissertação é apresentar a solução de um problema multicriterial no destino de materiais determinados como estoque excedente, utilizando um método de auxílio à decisão com propostas de alternativas definidas pela indústria de manufatura estudada para redução deste estoque característico.

1.3. Método da pesquisa

Nesta seção apresenta-se a abordagem metodológica da pesquisa para a elaboração desta dissertação. Os conceitos utilizados baseiam-se principalmente em Silva *et al.* (2001).

Quanto ao ponto de vista da natureza do trabalho define-se como pesquisa aplicada, pois tem a finalidade de geração de conhecimentos para aplicações práticas dirigido à solução de um modelo específico.

Na forma de abordagem do problema, entende-se que é uma pesquisa quantitativa, o que significa traduzir-se em números, opiniões e informações de forma a classificar e analisar. Utiliza-se de modelos matemáticos e técnicas de auxílio à decisão.

Analizando os objetivos, a pesquisa pode ser definida como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-los explícitos ou construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico e, principalmente, o relacionamento com pessoas especializadas que tiveram alguma experiência com o problema. Assume, em geral, as formas de Estudo de Caso.

Detalhando os procedimentos técnicos, entende-se a pesquisa na forma experimental, pois um objeto é proposto ao estudo e selecionado as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definindo os indicadores e formas de controle e observando os efeitos que a variável produz no objeto.

1.4. Estrutura do texto

Este trabalho está dividido nos seguintes capítulos:

No Capítulo 2, detalha-se a revisão bibliográfica na qual está apresentado como as empresas estão buscando o aumento da competitividade através de um melhor gerenciamento da cadeia de suprimentos utilizando inovações tecnológicas, principalmente no fluxo de informações e quanto ao processo logístico integrado.

Mostra também, como a gestão de estoques é fundamental para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Finalmente, são apresentados os estoques excedentes sendo estes, o objeto de estudo principal deste trabalho. Detalham-se quais as formas que os estoques são gerados dentro da indústria e os procedimentos para sua redução. Destaca-se também, a garantia dos níveis de serviço aos clientes.

No Capítulo 3, apresenta-se a importância do processo decisório, mostrando que a estruturação do problema é fator chave para a coerência dos resultados. Mostra-se a escolha do método utilizado, no caso o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), devido às características do tema proposto.

No Capítulo 4, apresentam-se as alternativas de destino dos materiais de acordo com os critérios utilizados para análise de redução dos estoques. Será calculada através do método proposto qual a melhor alternativa e compará-la com os dados obtidos através de amostragem em indústria de manufatura. Além disso, serão calculados os indicadores de compatibilidade de acordo com Garuti (2007) e Saaty (2005).

No Capítulo 5, mostram-se as considerações conclusivas sobre os resultados obtidos, e relata as contribuições que o trabalho oferece tanto ao meio acadêmico da Engenharia de Produção como para a utilização de modelos de auxílio à decisão no meio empresarial e propostas de novas pesquisas em torno do tema estudado.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Este Capítulo tem a finalidade de promover o embasamento da teoria através da pesquisa bibliográfica quanto a Gestão da Cadeia de Suprimentos, a Gestão de Estoques bem como a apresentação de ferramentas atualmente utilizadas, mostradas no Apêndice C. Além disso, define-se Estoque Excedente, o objeto principal desta dissertação, mostrando as formas de redução e a introdução para a aplicação do método de auxílio à decisão desta parcela de estoque industrial.

2.1 Cadeia de Suprimentos

O *Supply Chain Management* (SCM), ou Gestão da Cadeia de Suprimentos tem representado para as empresas interessadas na obtenção de alcançar vantagens competitivas de maneira efetiva, uma visão holística da administração de materiais aos moldes tradicionais, abrangendo toda a cadeia produtiva de forma estratégica e integrada. De acordo com Carvalho e Costa (2001), todos os esforços em melhorias dos processos internos, objetivando a satisfação dos consumidores finais, são comprometidos quando algum elo anterior da cadeia de suprimentos falha no cumprimento da sua parte. Segundo Cooper *et al.* (1997), neste ambiente, relações entre as organizações devem ser revistas, buscando o gerenciamento total da cadeia de suprimentos.

É necessária uma importante mudança nos paradigmas atuais, pois a competição mercadológica não está apenas nas unidades de negócios e sim, em toda a cadeia produtiva, tanto na empresa montadora, como todos os seus fornecedores.

2.1.1 Princípios básicos

Um objetivo primordial na SCM é maximizar e tornar realidade potenciais sinergias entre as partes da cadeia produtiva, de forma a atender ao consumidor final

mais eficientemente, tanto através da redução dos custos, como através da adição de mais valor aos produtos finais (VOLLMANN & CORDON, 1996).

Em termos práticos, enfatiza-se que, cada unidade da empresa, deve se preocupar com a competitividade do produto perante o consumidor final e com o desempenho da cadeia produtiva como um todo. Isso acarreta uma gestão integrada de toda a cadeia, requerendo um estreitamento entre as relações e a criação conjunta de competências distintas. Essas características da cadeia de suprimentos podem ser avaliadas na figura a seguir.

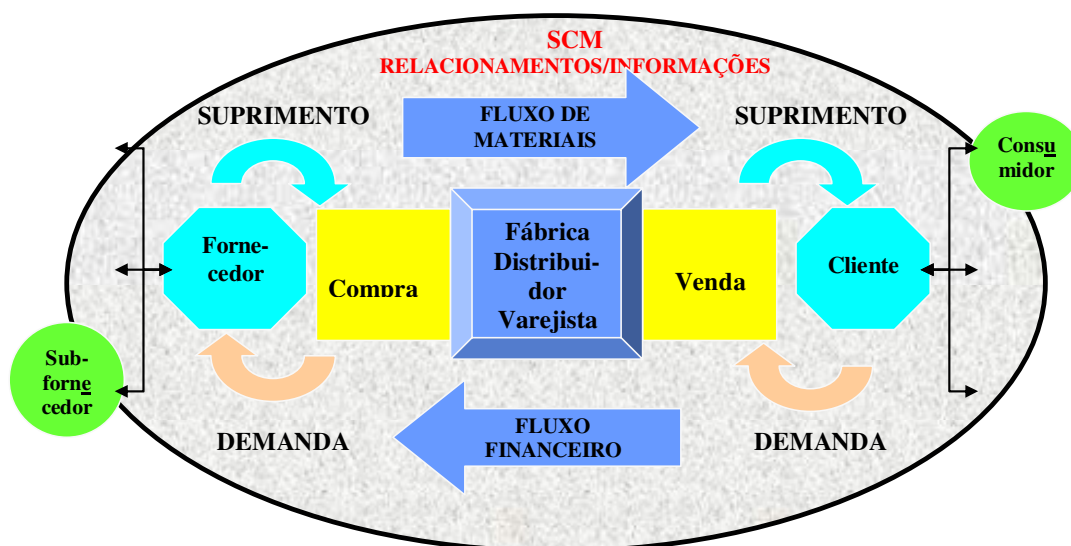


Figura 1 – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (LIMA *et al.*, 2003)

De acordo com Lambert (1993), o conceito de gerenciamento integrado de logística se refere à administração das várias atividades como um sistema integrado. Esta forma tem como base a análise do custo total, ou seja, minimizar os diversos custos das atividades logísticas, tais como transporte, armazenagem, inventário e sistemas de processamento de pedidos. Assim, com a abordagem de logística integrada, ao invés de tentar a redução de custos de maneira individual, deve-se visualizá-la de maneira integrada, objetivando o custo total mínimo para o nível de serviço almejado. Para as empresas na qual esta integração não acontece, a logística

acaba sendo um conjunto fragmentado. Nesta perspectiva, as atividades listadas são vistas como atividades-fim, ao invés de partes que contribuem para um ótimo desempenho da logística como um todo.

Quanto à redução de custos, a mesma tem sido obtida através da diminuição do volume de transações de informações e papéis, dos custos de transporte e estocagem. Os produtos atuais são mais valorizados devido à criação de bens customizados e do desenvolvimento conjunto de competências distintas e, através da cadeia produtiva, tanto os fornecedores quanto as empresas montadoras, aumentam em igualdade sua lucratividade, de acordo com Christopher (1999). Isso mostra que, o sucesso no gerenciamento da cadeia de suprimento conseguindo a redução de custos necessária, é um diferencial que não pode ser descartado no processo de globalização.

No entanto, para Larrañaga (2003), cada vez mais as organizações estão percebendo que devem competir com base no tempo. Afirma que, a redução de tempo requerido para fornecer produtos e serviços ao cliente final, é uma das maiores forças que estimula a revisão do ciclo do pedido que, no caso dos componentes importados, é bem maior que os componentes nacionais.

É importante observar a definição dada por Christopher (1999) para o SCM: “Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos é a coordenação estratégica e sistêmica das funções de negócio tradicionais bem como as ações táticas que perpassam essas funções numa companhia e através de negócios dentro da cadeia logística com o propósito de aprimorar o desempenho de longo prazo das companhias individualmente e da cadeia de suprimento como um todo”.

Porém, o SCM vai além das atividades relacionadas à logística integrada, considerando tanto as atividades internas quanto as externas. Dessa forma, este conceito necessita de uma integração não só dos processos dentro da empresa (analisando apenas a logística integrada), mas também dos processos-chaves que interligam toda a cadeia, segundo Lima *et al.* (2003). Para exemplificar, estão os processos de compras e desenvolvimentos de novos fornecedores a partir da demanda dos materiais necessários na empresa montadora, tendo assim, envolvimento direto com as áreas de finanças, operações, marketing e pesquisa e desenvolvimento.

Assim, somente as empresas que adotarem uma visão de planejamento das cadeias de abastecimento de maneira global, terão a oportunidade de obter economias de abrangência, escala e a velocidade (fatores fundamentais para alcançar a liderança mundial).

Para Lima *et al.* (2003), no intuito de atingir tal patamar, ou seja, destacar-se no cenário de competição atual, são necessários o fortalecimento de alianças estratégicas entre as empresas complementares (montadores e fornecedores) e o acompanhamento das informações em todas as fases do ciclo dos pedidos ao longo do sistema logístico, utilizando para isso os métodos de análise e a continuada monitoração de desempenho dos parceiros.

De acordo com Bowersox *et al.* (1992), para análise do nível de desenvolvimento da estrutura logística de uma empresa, é necessário avaliar três dimensões básicas: formalização da função logística, monitoramento de desempenho e adoção de tecnologia. O desenvolvimento completo destas dimensões torna o sistema logístico mais flexível, permitindo um diferencial competitivo, principalmente, nos aspectos econômicos.

O conceito de formalização é referente ao acompanhamento das práticas relacionadas à logística e possui regras, planos, objetivos e procedimentos bem definidos. A partir disso, verifica-se que a logística é um processo fundamental dentro da empresa.

Cada vez mais, estão sendo desenvolvidos sistemas mais avançados de modo a garantir o gerenciamento de atividades cada vez mais complexas. De maneira geral, a quantidade de detalhes e a necessidade de acompanhamento contínuo e corporativo, fazem com que este controle englobe os ambientes interno e externo.

O terceiro ingrediente fundamental para um desempenho de excelência é relacionado à adoção de tecnologia, principalmente tecnologia de informação. O desempenho da área de logística está relacionado a várias tecnologias de hardware existentes (computacional ou operacional). Outro fator importante é a qualidade da informação encaminhada aos responsáveis, pois, quão melhor a informação, melhor será a decisão tomada.

Em termos, a empresa precisa estabelecer a dimensão de sua cadeia produtiva assim como o tipo de relacionamento desejado com seus parceiros, estratégia fundamental para organizar, integrar e controlar todas as atividades da cadeia de suprimentos, sem os males tradicionais de uma companhia integrada verticalmente, completa Lima *et al.* (2003).

2.1.2 Logística Integrada

De acordo com o mercado atual, é necessário analisar aspectos importantes para garantir a melhor decisão oriunda das estratégias mercadológicas da empresa que podem ser descritos como forte competição entre as empresas, complexidade para elaboração de previsão de demanda, margem de lucro reduzida, baixa qualidade de planejamento, visão distorcida dos objetivos da empresa.

De acordo com Arnold (1999), uma empresa que busca o máximo lucro deve ter pelo menos quatro objetivos principais:

- Prover o melhor serviço ao cliente
- Prover os mais baixos custos de produção
- Prover o menor investimento em estoques
- Prover os menores custos de distribuição

Esses objetivos proporcionam conflitos entre as áreas de finanças, marketing e produção, pois além de interesses diferenciados, são determinadas responsabilidades diferenciadas a cada uma delas, assim descritos na figura 2.



Figura 2 – Objetivos Conflitantes (ARNOLD, 1999).

A solução básica para esses objetivos conflitantes está no balanceamento com os objetivos acordados na organização, através da correta coordenação das funções fornecimento, produção e distribuição, necessitando de uma administração integrada, ou seja, uma organização logística.

Essa organização logística, em sua maioria, desenvolve-se ao longo de algumas etapas, conforme demonstrado na figura 3. Essas etapas são necessárias para que a transformação seja consistente e se perpetue a integração alcançada.

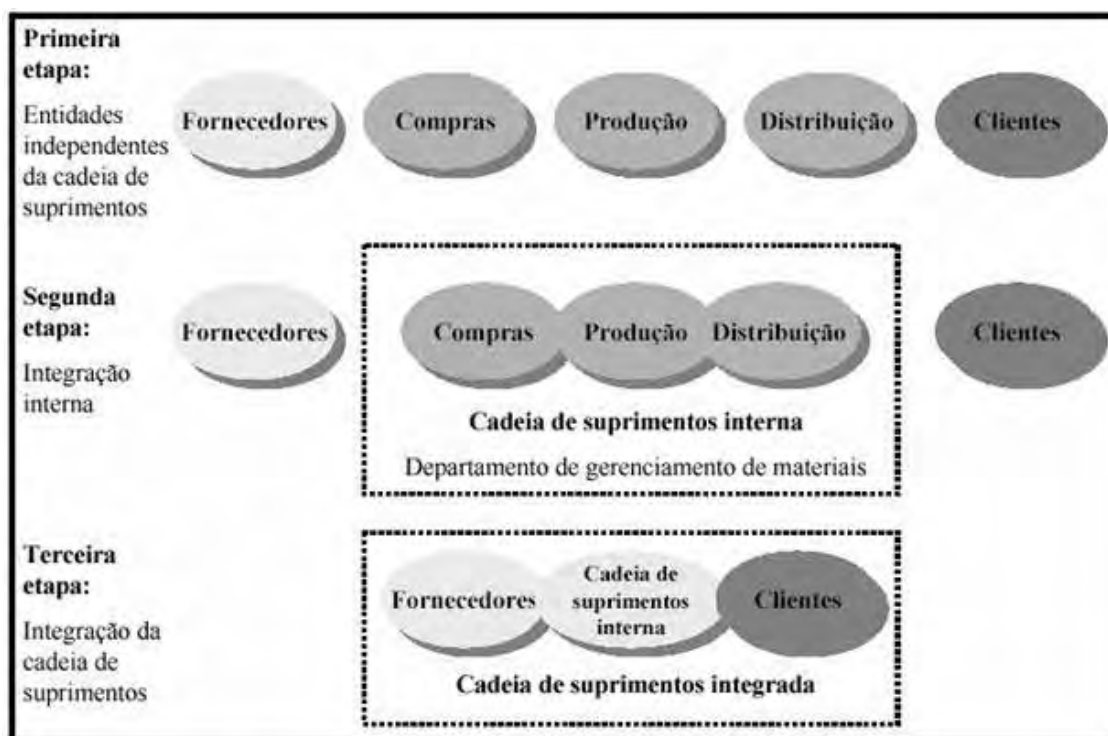


Figura 3 – Desenvolvimento da SCM integrada (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004).

De acordo com Ritzman *et al.* (2004), a primeira etapa do processo mostra a independência entre fornecedores e clientes externos, causando limitação no compartilhamento de informações operacionais e financeiros. Dentro da própria instituição, os departamentos de finanças, marketing e produção, trabalham para alcançar seus próprios objetivos, sem observar o crescimento e sustentabilidade da empresa como um todo. Já na relação exterior, observa-se o controle individualizado de estoques com procedimentos, políticas de planejamento e controle próprios, propiciando a falta em um determinado elo da cadeia e possivelmente, o excesso em outro, tornando ineficaz o fluxo de material ao longo da cadeia.

Ainda segundo os autores, a segunda etapa tem as empresas iniciando suas integrações internamente através da criação de um departamento específico de gerenciamento de materiais, o qual tem a responsabilidade de tomar decisões quanto à compra de materiais e serviços, inventários, níveis de produção, perfil dos funcionários, programação. Para garantir a integração, utilizam-se sistemas únicos e contínuos de informação para integrar e controlar diversas etapas, desde a

determinação dos parâmetros e políticas de planejamento de compras, até o início da etapa de distribuição, englobando as áreas de marketing, operações e finanças. Em contra partida, a integração com o fornecedor ainda proporciona decisões independentes ao longo da cadeia de suprimentos.

Numa terceira etapa, busca alcançar o mesmo objetivo, porém em toda a cadeia de suprimentos. Clientes e fornecedores se interagem com a cadeia de suprimentos interna da empresa, mudando o foco de orientação do produto para o cliente e tendo como principal meta, a satisfação. O compartilhamento de informações é primordial, utilizando recursos provenientes da tecnologia de informação. Os autores concluem que, em algumas situações empresariais, partes dos fornecedores são tratadas na forma de parceria e participam até das decisões de novos projetos.

2.1.3 TI – Tecnologia da Informação

Com a eficiência da logística, tem-se o propósito a redução de estoques em toda a cadeia de suprimentos e o melhor aproveitamento da utilização de recurso humano, e as trocas de informações adequadas, rápidas e precisas são necessárias. Especialmente, o planejamento de necessidades sendo feito usando informações mais recentes, permite reduzir estoques através da minimização das incertezas da demanda. Assim, soluções adequadas deverão atender aos interesses em três níveis da gestão: estratégico, tático e operacional. Essas soluções são proporcionadas por TI. A figura 4 mostra o posicionamento dos sistemas de informação ao longo do gerenciamento da cadeia de suprimentos.

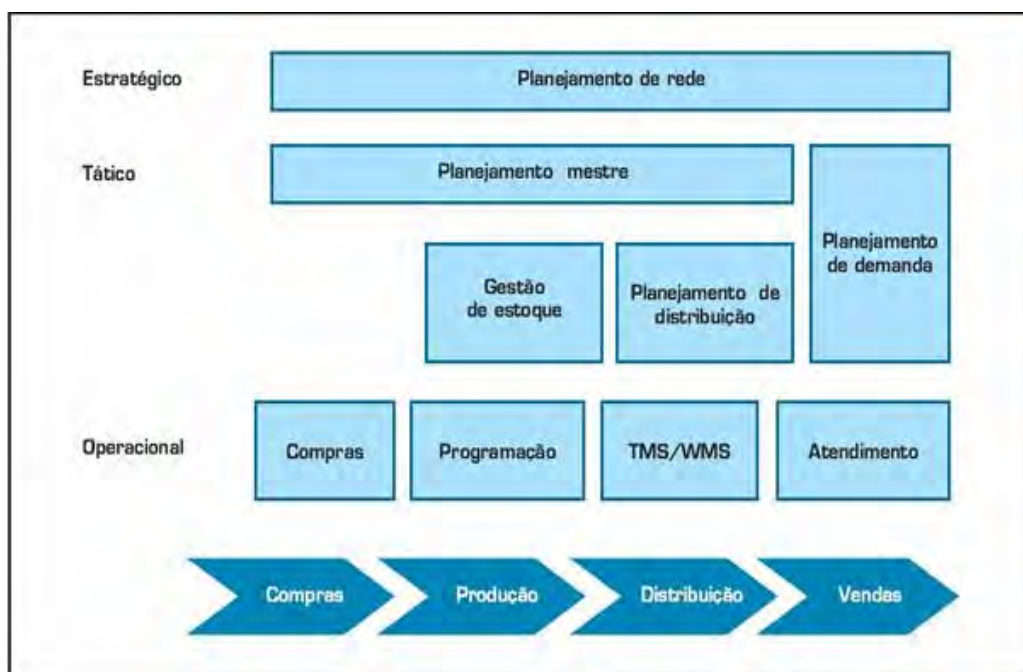


Figura 4 – Posicionamento dos sistemas de SCM. (Adaptado AROZO, 2003)

2.1.3.1 Nível Estratégico

De acordo com Anupindi (1999), para a alta administração da empresa, a utilização da informação está relacionada com a tomada de decisões quanto a investimentos, volumes produtivos e localização de demanda para atendimento às necessidades de localização de centros de distribuição, categorias de produtos a fabricar ou comercializar, para que sejam desenvolvidos fornecedores.

2.1.3.2 Nível Tático

Para as áreas de planejamento em toda a cadeia interna de uma empresa, as informações são utilizadas por gerentes e supervisores visando alocação de recursos disponíveis ao atendimento das demandas, níveis de estoque em cada ponto da cadeia e buscando minimizar os custos, principalmente nas operações, segundo Anupindi (1999).

2.1.3.3 Nível Operacional

Para Anupindi (1999), as áreas operacionais como controle e distribuição interna, as informações são utilizadas para o acompanhamento das ordens de produção no chão de fábrica ou as ordens de compra em determinados fornecedores e a entrada de pedidos para atendimento diretamente aos clientes e faturamento das vendas efetuadas.

No Apêndice A serão listadas as ferramentas de integração da informação.

De acordo com Lima *et al.* (2003), o objetivo principal do gerenciamento de uma cadeia de suprimentos é a obtenção do melhor atendimento ao cliente, com o menor custo total possível. Para atingir estes objetivos, é fundamental que se melhore o desempenho interno de cada um dos processos das empresas componentes da cadeia. Mas, só esta eficiência interna não basta. É necessária a administração das interações entre os processos de negócio de cada um dos elementos da cadeia de valor, de maneira a se obter um ótimo total e não somente a eficiência localizada.

Para a gestão destes processos internos e destas interações entre os elementos da cadeia de suprimentos, além de esforços na utilização de diversas técnicas de gestão logística, é fundamental o uso intenso das facilidades proporcionadas pelas tecnologias de informação, visando tomar decisões com a menor margem de riscos, operar com os maiores níveis de eficiência e se comunicar com clientes e fornecedores da melhor maneira possível, segundo os autores.

2.2. Gestão de estoques

A gestão de estoques é considerada por muitos como a base para o pleno gerenciamento da cadeia de suprimentos. Um bom planejamento consistirá na determinação dos valores de estoques ao longo do tempo e em quais momentos serão solicitados os materiais para ressuprimento, associados a um controle efetivo do

realizado em comparação com os indicadores de planejamento, constatando as causas dos desvios e, propondo ações para que não ocorra repetição do problema no futuro.

Para realizar uma eficaz previsão de estoques, é necessário buscar a otimização da relação custo de estoque (são os custos que resultam da estocagem de bens por um período de tempo) e resultado operacional (gerenciamento otimizado de estoques da organização a custos mínimos e sem risco de desabastecimento).

Apesar do processo de melhoria operacional pelo qual têm passado as organizações empresariais, com reduções significativas nos custos de estoques, estes ainda continuam a ser considerados críticos (preocupantes), devendo ser sempre objeto de estudos, ou seja, merecendo atenção especial. Os gerentes de logística e de operações sempre se deparam com a necessidade de reduzir estoques, sem prejudicar o nível de serviço, tarefa aparentemente impossível por contrariar o ensinamento da base logística.

O estoque se destaca como sendo um item alvo para redução de custos, não apenas pela sua relevância dentro do custo total frente à margem lucrativa dentro das empresas, mas, principalmente, pelo valor imobilizado nesta conta do ativo, o que afeta diretamente o retorno sobre o capital empregado imobilizado e que poderia estar sendo reinvestido (atendendo outros almoxarifados com seus pedidos) ou pelo seu valor monetário.

2.2.1 Política de Abordagem

O gerenciamento dos estoques deve ser um processo integrado no qual são obedecidas às políticas da empresa e da cadeia de suprimentos em relação à quantidade e localização dos estoques. Segundo Bowersox (2001), essas políticas podem ser divididas em três tipos de abordagens:

2.2.1.1 Abordagem Reativa

O sistema reativo de estoque reage de acordo com as necessidades de uma organização ao longo da distribuição da cadeia de suprimentos. Os pedidos de ressuprimento são emitidos quando o estoque disponível cai abaixo de um mínimo pré-determinado. A quantidade pedida geralmente é baseada em algum cálculo de lote, embora possa ser variado de acordo com os níveis de estoque e do tempo de reposição.

2.2.1.2 Abordagem de Planejamento

Para garantir um bom planejamento, é necessário utilizar bases de dados comuns no intuito de promover a coordenação das necessidades de estoque nos diversos elos da cadeia de suprimento. O planejamento ocorre em coordenação com a operação no chão de fábrica, de modo a vincular as informações nos canais de distribuição entre o fornecedor e o cliente. Dois métodos são destacados: utilização do rateio entre os elos da cadeia determinando as quantidades necessárias em estoque de acordo com a disponibilidade na organização e a análise dos diversos estágios e características dos canais de distribuição. Baseia-se na demanda de cliente, a qual não é controlada pela empresa. As incertezas existentes determinam os níveis de estoque necessários.

2.2.1.3 Abordagem Híbrida

Um sistema combinado de gerenciamento de estoques pode ser usado para contornar cada um dos problemas inerentes a qualquer método, de planejamento ou reativo. Esta adaptação do sistema, interligando-se no intuito de combinar os princípios reativos e de planejamento, é a determinação de que a demanda dos clientes deve ser tratada, geralmente como independente, mas podendo haver situações de dependência. Os resultados obtidos são sistemas que se adaptam rapidamente às mudanças devido à variabilidade do mercado consumidor.

2.2.2 Elementos de análise dos estoques

A primeira questão situa-se ao nível de identificação dos artigos do estoque porque a gestão de estoques se faz item por item, ainda que sua análise se possa fazer globalmente, ou por grupos de itens análogos.

Os produtos em estoques possuem poucos elementos que contribuem para sua identificação, por isso faz-se necessária a criação de uma nomenclatura, compreendida em designação e codificação.

O termo designação é utilizado para identificar um item através de uma descrição convencionada na linguagem técnica. Pode ser desenvolvido a partir do geral para o particular, isto é, sendo caracterizado do âmbito mais global até chegar às especificações singulares do produto. As designações devem ser estabelecidas com a aproximação possível da designação atribuída pelo fabricante de modo a garantir a máxima uniformização.

O termo código constitui uma simplificação complementar da designação e é feito através de símbolos (numérico, alfabético ou outros) de modo a identificar, de maneira abreviada, cada artigo correlacionado, garantindo aglomerações analógicas e facilitando sua análise e gestão. Deve-se desenvolver da mesma forma que a designação, ou seja, sendo caracterizado do âmbito global até chegar às especificações singulares do produto.

O primeiro grupo de símbolos na qual é estabelecida a primeira divisão é a formação da classe, como a primeira fase da codificação sendo, dessa forma, composta a classificação do item. Conceitualmente, na gestão de estoques é sugerido que esta classificação ocorra por classe de gestão não sendo utilizado os quesitos como natureza, destino ou qualidade do item. Esta classificação pode ser designada da seguinte forma:

- Matérias-primas;
- Materiais e peças sobressalentes;
- Materiais em segue operação na produção;
- Materiais manufaturados (acabados).

A partir da classificação acima, nota-se a diferença de classe em cada grupo especificado. Além disso, é verificado que há especialidades dentro de cada um dos grupos que levarão a uma classificação mais detalhada.

Conforme a necessidade de se analisar os estoques de uma determinada empresa, deve-se desenvolver a codificação analógica e modificá-la, adaptando-a a evolução, tanto dos sistemas quanto da própria empresa. Atualmente, todo o controle de estoque é informatizado, devido às facilidades existentes no mercado. A utilização de código de barras a partir da leitura óptica evita a digitação e interpretação errônea de dados, garantindo a correta denominação e classificação para estocagem, além da agilidade muito necessária na concorrência mercadológica dos dias de hoje.

2.2.3 Sistemas de estocagem

Nos sistemas atuais, conforme apresentado por Bowersox (2001) e Ching (2001), as técnicas de procedimentos produtivos são classificadas, em sua quase maioria, por dois sistemas, definidos basicamente como o processo de empurrar o estoque (formato clássico) e o de puxar o estoque (modelo JIT – *Just in Time*). É importante salientar também os conceitos básicos da teoria das restrições.

2.2.3.1 Sistema Clássico

O Sistema Clássico de estocagem é comumente conhecido com método de empurrar estoque. O fluxo do material é empurrado ao longo do processo pela cadeia de distribuição da fábrica relacionado com fornecedores e garantindo o suprimento aos clientes. A reposição dos estoques ocorre de acordo com a demanda prevista no planejamento de vendas somadas às incertezas, ou seja, tem vantagens quando os lotes econômicos de produção ou compra são superiores aos necessários, o que nem sempre ocorre devido à customização do material entre outros.

Como exemplos de métodos que resultam em empurrar os estoques, segue:

- Estoque para a demanda – com base simples e comum propondo manter os níveis de estoques proporcionais a sua demanda apoiado na verificação do tempo de ressuprimento, previsão da demanda e a determinação dos valores de segurança em relação à disponibilidade do fornecedor.
- Ponto de reposição – também conhecido como método do estoque mínimo, busca minimizar os recursos financeiros a ser empregada na aquisição, garantia do atendimento (evitando faltas e paradas no processo produtivo) e manutenção dos estoques.

2.2.3.2 Sistema JIT

Tem o objetivo de atender a demanda de maneira instantânea com alta qualidade e baixo desperdício. Possibilita um melhor rendimento da cadeia produtiva fornecendo a quantidade necessária nos momentos e locais corretos. Para garantir que todos estes fatores sejam devidamente implementados, é necessário observar certos princípios:

- Qualidade – minimizar os erros provenientes em qualidade do produto, ajudará na melhoria do fluxo de materiais.
- Velocidade – essencial para atendimento os clientes de acordo com as suas necessidades.
- Confiabilidade – pré-requisito para um bom fluxo da produção.
- Flexibilidade – alterações de modo a conseguir produção em diferentes tamanhos de lotes, com fluxo rápido e tempo curto.
- Compromisso – comprometimento nos acordos de fornecimento e atendimento ao cliente garantindo o cumprimento dos prazos determinados contratualmente, na quantidade e qualidade desejada.

2.2.3.3 Sistema TOC

O sistema TOC (*Theory of Constraints*) ou Teoria das Restrições foi conceituado baseado nos seguintes recursos de produção, entendendo que recursos incluem equipamentos, pessoas, espaços, de acordo com Goldratt (1991):

- Recurso gargalo – recurso da produção cuja capacidade está saturada em relação à demanda, funcionando como ponto de estrangulamento do processo;
- Recurso não-gargalo – recurso com ociosidade de capacidade em relação à necessidade para atendimento a demanda;
- RRC – recurso com restrição da capacidade é o recurso potencialmente a se tornar gargalo, pois é o de menor capacidade em relação aos outros quando a demanda esta equacionada com a capacidade ou quando houver mudança no *mix* de produtos demandadas que pode alterar a forma de absorção da capacidade dos recursos.

O sistema focaliza o fluxo e não a capacidade. Tradicionalmente busca-se balancear a capacidade para depois suavizar o fluxo produtivo. O balanceamento dos fluxos só pode ser feito se os gargalos, que limitam o fluxo do sistema, puderem ser identificados e submeterem-se ao restante da produção.

Diferentemente do JIT, este sistema não envolve mudança de layout para ser implantado, permitindo que o posicionamento dos equipamentos e a sua capacidade não seja confinado a uma célula ou grupos de produtos específicos.

Segundo Goldratt *et al.* (1992), a idéia é: qualquer quantidade a mais que um recurso não gargalo produzir para alimentar o gargalo, só gera estoque. Assim sendo, a capacidade da empresa é igual à capacidade do gargalo, ou seja, uma hora perdida neste ponto, é uma hora perdida em toda a empresa. No caso do recurso não gargalo, uma hora economizada é uma hora a mais de ociosidade. Podemos concluir então que, os gargalos não só determinam seu fluxo de produção, como também determinam seus estoques.

2.2.4 Classificação ABC

Para que o estoque de um item seja determinado, são necessárias certas análises através de conceitos existentes na literatura de modo a quantificar qual o tamanho da segurança necessária em cada etapa da cadeia de suprimentos, seja pelo tempo de permanência, seja pelo tempo necessário para reposição.

Segundo Ballou (1993), os estoques funcionam com agentes reguladores entre as necessidades da linha de produção e a capacidade de atendimento dos fornecedores. Dessa forma, podem ser benéficos, pois garantem maior disponibilidade de peças para a produção, reduzindo as faltas devido a atrasos de suprimentos e à logística interna e externa.

De acordo com Arnold (1999), o sistema de classificação ABC dos estoques determina a importância dos itens, permitindo diferentes formas de controle baseados na importância relativa destes materiais. O controle de estoques é exercido pelo controle de cada um individualmente.

Devido ao desprendimento de recursos por parte da organização, o estoque é considerado um investimento, afinal tais valores poderiam ser aplicados no mercado financeiro propiciando rentabilidades alternativas à empresa. Dessa forma, pode-se verificar que, quanto maiores forem os valores dos estoques médios, maior é a quantidade investida, portanto, deve-se avaliar a relação custo versus benefício, para as alterações nos níveis de estoque.

Esses investimentos em armazenagem de material, geram custos como: espaço físico, salários, sistemas informatizados, juros, depreciação, conservação, aluguel, obsolescência, deterioração, entre outros. O tempo de permanência e a quantidade planejada em estoque são variáveis que aumentam esses custos podendo ser determinados através de modelos matemáticos e fórmulas.

Além disso, o custo do pedido está associado aos custos fixos do processo de aquisição de estoque. Ainda segundo Ballou (1993), estão incluídos nos custos fixos do processo de aquisição:

- O custo de processar o pedido;
- O custo para enviar o pedido até o fornecedor;

- O custo de preparação da produção;
- O preço da mercadoria.

Entende-se que o custo de preparação da produção do fornecedor, para a manufatura da peça adquirida está embutido no preço final da mercadoria. Assim, dentre todos os custos relatados, o de manutenção do estoque é significativamente maior. Portanto, a soma do custo de armazenagem mais o custo de pedido resultam no custo total, sendo que a minimização destes valores é à base de toda a política de controle de estoques.

A administração de estoques exige que todas as atividades envolvidas com controle de estoques sejam integradas e controladas. A forma da determinação do momento do ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida são o que de fato diferenciam os diversos sistemas de gestão de estoques, de acordo com Correa (2001).

Segundo Dias (1996), as deficiências do controle de estoques são mostradas normalmente por reclamações contra sintomas específicos como:

- Diferenças reais significativas em relação aos prazos de entregas para produtos acabados e dos tempos de reposição para matéria prima com a política planejada;
- Quantidades maiores de estoque em relação à necessidade de produção devido à baixa variação;
- Elevação do número do cancelamento de pedidos ou mesmo devoluções de produtos acabados;
- Variabilidade excessiva da quantidade manufaturada;
- Falta de material gerando freqüente parada da produção;
- Falta de espaço físico adequado para armazenamento;
- Giro de estoques baixo ocasionando obsolescência em demasia.

De maneira a organizar e controlar efetivamente os estoques, deve-se identificar quais são as principais funções dessa administração:

- Determinar o número de itens em estoque;
- Fixar qual é o período de abastecimento destes itens;

- Determinar o quanto será necessário de estoque para um período pré-determinado;
- Acionar as entidades de Suprimentos (Planejamento e Compras) para executar aquisição de estoques;
- Receber, armazenar e atender os materiais estocados de acordo com as necessidades;
- Controlar e fornecer informações sobre a posição dos estoques;
- Manter inventários para avaliação periódica do estado e das quantidades dos materiais estocados;
- Identificar e retirar itens danificados e obsoletos.

A administração de estoques é uma tarefa árdua, principalmente nas grandes organizações, afinal há pontos de vista bem diferentes em relação aos níveis de estoques que devem ser mantidos. De acordo com os objetivos de diretorias, tais como, financeira, comercial, produção ou suprimentos, visualiza-se um determinado valor de itens em estoque.

Financeiramente, quanto menores os valores de estoques, pode-se assegurar que o capital da empresa não está sendo investido inadequadamente em excesso de recursos. Já o comercial entende que, grandes volumes de estoques poderiam proporcionar atendimentos mais rápidos aos clientes. A produção favorece um elevado nível de estoque de produtos acabados, manufaturados em grandes lotes, reduzindo os custos unitários produtivos. Já a área de suprimentos busca atender a produção na quantidade correta e em prazos desejados, porém, para conseguir preços favoráveis, efetua pedidos maiores de modo a obter descontos.

O posicionamento dos estoques dentro da cadeia de distribuição deve ser tratado na administração dos estoques, pois se deve efetuar um balanceamento efetivo na manutenção do estoque no início da cadeia tendo, dessa forma, menor agregação de valor ao material ou manter o estoque o mais próximo do produto final, aumentando a velocidade de atendimento ao cliente.

Segundo Davis *et al.* (2001), manter o estoque atualizado através de contagem, pedidos e recebimento de materiais, gera custos e demanda tempo. Quando estes

recursos são limitados (o que ocorre na maioria das empresas), focalizam-se nos itens mais importantes dos estoques.

Se um estoque é composto de milhares de itens, uma boa alternativa é a classificação ABC para definir a importância de cada item, onde os mais importantes devem receber maior atenção. Mas, não existe restrição de quantidade de itens para se aplicar a classificação ABC, ou seja, mesmo com uma quantidade pequena de itens estocados, a aplicação pode ser feita.

Assim, a partir de uma demanda anual de produtos acabados podem-se diferenciar os itens em estoque dividindo em três categorias. Esses valores de demanda e consumos são determinados pela multiplicação do preço ou custo unitário pelo consumo ou demanda anual. São divididos em:

- Classe A: itens de alto valor de demanda ou consumo anual;
- Classe B: itens que possuem valor intermediário de demanda ou consumo anual;
- Classe C: itens que possuem baixo valor de demanda ou consumo anual.

Apesar da grande utilização nos valores de consumo e demandas dentro da análise ABC, outros critérios são importantes e pode afetar a classificação de um determinado item. Segundo Dias (1996), esses qualificadores são: custos unitários, cuidados de armazenagem, custo da falta de material e alterações de engenharia (projeto).

Assim sendo, deve-se controlar a rotatividade dos itens armazenados, indicador de desempenho conhecido como giro dos estoques usualmente calculado com acontecimentos passados e é medido em base anual. O giro real refere-se ao consumo anual dividido pelo estoque médio do período de 12 meses e o giro projetado refere-se à demanda anual dividida pelo estoque projetado médio, também pelo período de 12 meses. O valor de rotação de estoques se dá pelo maior índice de giro de estoques determinado através da maior frequência de entregas pelo fornecedor, logicamente em pequenos lotes, com a mesma velocidade de utilização pelo processo produtivo.

Portanto, o giro de estoques é fundamental na obtenção de lucro no mercado competitivo em que as empresas se encontram, principalmente quando as margens de

lucro unitárias estão cada vez menores afinal, um alto índice de rotação dos estoques é fator fundamental na redução da necessidade de investimento em capital de giro para um determinado nível de vendas.

Depois de conceituado o estoque, é definido como estoque excedente à quantidade real acima da necessidade planejada, resultado das características do material e da segurança para o atendimento a linha de produção, atendendo a uma política de planejamento com parâmetros pré-definidos. É dividido em duas partes: com demanda e sem demanda.

Estoque excedente com demanda refere-se a materiais que estão sendo utilizados atualmente no processo produtivo, porém, os valores estocados estão acima da política planejada. Já estoque excedente sem demanda refere-se a materiais que, conforme horizonte de visibilidade de planejamento dentro do MRP (*Material Requirements Planning*), não será mais utilizado dentro do processo de manufatura.

Ambos, de alguma forma, prejudicam o desempenho financeiro da empresa, pois capital foi investido na aquisição destes materiais além dos custos de armazenagem envolvidos e, devido à flutuação cambial, principalmente quando os itens são importados, podem-se reduzir ainda mais os lucros.

No Apêndice B será detalhado sobre as políticas e parâmetros de planejamento.

No Apêndice C serão detalhadas as novas ferramentas em gestão de estoques.

2.3 Estoques Excedentes

O estoque formado e devidamente armazenado deve ser gerenciado de modo a impactar o menos possível no capital de uma empresa. Funciona como o amortecedor entre a demanda e a oferta devendo ser mantido o mais baixo possível e ao mesmo tempo não deve deixar de abastecer a demanda de produção, de acordo com Rosa (2003).

Para tal é necessária à existência de um processo de eliminação deste material calculado de forma excedente ao longo de um determinado período de tempo relacionado principalmente com o tempo de vida do material em excesso.

Abaixo, a figura 5 mostra onde está ilustrado o estoque excedente dentro da cadeia de suprimentos.

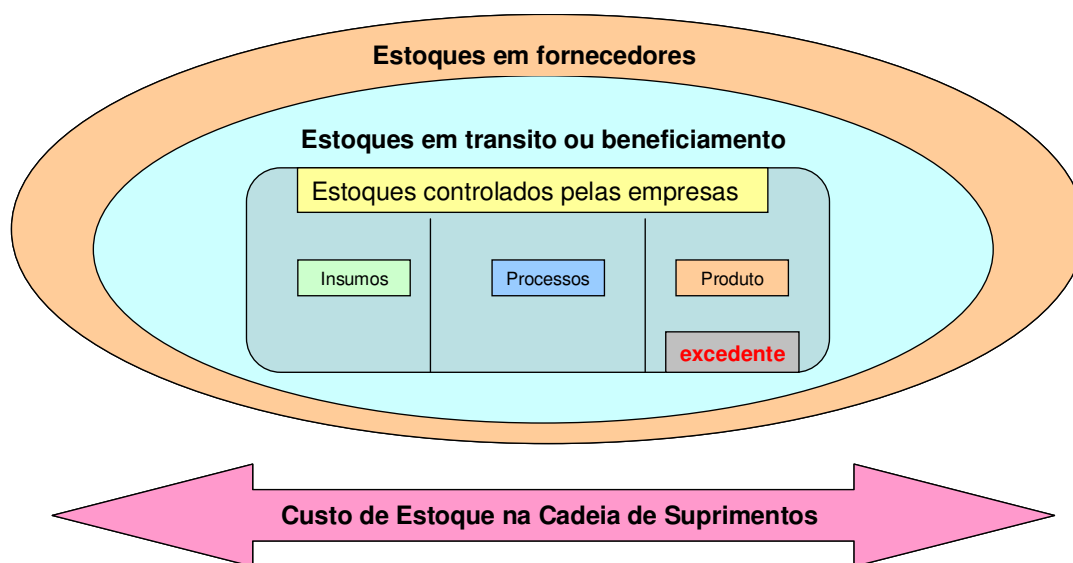


Figura 5 – Indicação do estoque excedente dentro da SCM

A definição do estoque excedente consiste em identificar a quantidade a mais de um determinado item estocado comparando com os limites máximos calculados através dos parâmetros de planejamento. De maneira geral, analisam-se os valores monetários devido ao investimento empregado para a aquisição ou fabricação dos mesmos.

A figura 6 mostra exatamente esta parcela excedente ao longo de um determinado período de tempo.

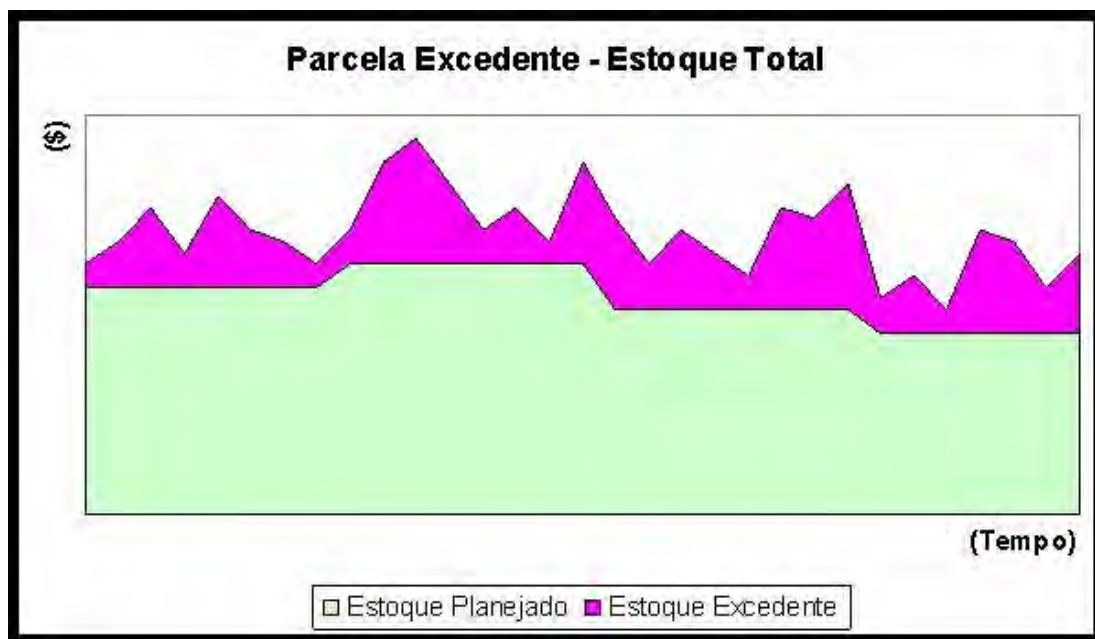


Figura 6 – Definição da parcela excedente em relação ao estoque total

A ocorrência do excesso de estoque dentro da indústria pode acontecer das seguintes formas:

- Ausência de um processo de planejamento acurado na determinação das estimativas de compra de matéria-prima e/ou componentes utilizados na industrialização.
- Aproveitamento de oportunidade no mercado fornecedor (custo, prazo de entrega, qualidade, etc.) comprando além do necessário para aquele período de produção.
- Evolução dos produtos acabados com componentes em estoque ocasionando a obsolescência destes componentes.
- Interrupção ou finalização de produção de um determinado produto acabado gerando a não utilização dos materiais estocados.

Normalmente, a política de gestão de estoques das empresas, propõe metas de quantidades máximas dos níveis em estoque e, dessa forma, é necessária a redução de valores em excesso analisando principalmente os impactos financeiros da organização, incluindo capital empregado e margens de faturamento.

Tão logo divulgadas essas metas, ações e métodos são necessárias para minimizar o valor capital, retirando do estoque tudo aquilo que não mais tenha utilidade para a organização, afinal não terá mais valor agregado ao processo produtivo.

O processo de redução de excedentes ocorre em etapas na qual o material passa da condição do ativo para o inativo ou em excesso, na qual deverá ser descartado de diferentes formas a serem apresentadas. Neste processo, todas as análises e questionamentos são centralizados no gestor dos estoques, responsável em trabalhar e analisar as informações e alimentar a cadeia de suprimentos.

O objetivo principal deste procedimento está na eliminação dos estoques desnecessários a empresa permitindo a identificação das causas que levaram a sobra do material auxiliando a gerência formadora responsável pelo estoque, através da exploração e rastreabilidade das informações.

2.3.1 Processos de Redução

A identificação no processo de redução de um estoque excedente ou inativo é apresentada por Leite (2002), em artigo referente à logística reversa, mostrando um quadro demonstrativo dos focos de atuação da logística reversa através das varias etapas dos fluxos e suas interdependências.

De acordo com a observação e consistência do fato de que os estoques estão sofrendo variações acima do limite planejado, faz-se necessário a melhoria do processo de descarte promovendo a integração entre as áreas afetadas como armazenagem, financeiro, marketing entre outras.

Depois de formado este estoque excedente, há algumas soluções na qual poderão ser empregadas no intuito da redução dos custos na cadeia logística dentro da empresa:

- Desenvolvimento de uma metodologia que reduza a formação deste estoque garantindo uma qualidade superior ao nível de serviço realizado do fornecedor ao cliente.

- Desenvolvimento de uma metodologia de logística reversa com o objetivo de alcançar melhores resultados financeiros para os estoques excedentes da empresa.
- Desenvolvimento de uma metodologia híbrida com a aplicabilidade de um método de auxílio à tomada de decisão baseada em propostas alternativas de redução.

Este trabalho busca a solução utilizando a terceira alternativa, garantindo assim que ambas as metodologias estejam sendo empregadas e testadas de maneira conjunta. Devido aos inúmeros fatores que podem influenciar na variabilidade da formação dos estoques, alguns limites devem ser pré-definidos e estabelecidos.

É válido lembrar que, segundo Rogers *et al.* (1999), o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processamento e produtos acabados, como também de seu fluxo de informação, desde o seu consumo até o seu ponto de origem, tem o objetivo de recuperar o valor ou realizar um descarte final adequado.

Para tal, é importante ressaltar dois importantes conceitos de gerenciamento de estoques na logística integrada: nível de serviço aos clientes e política de estoques industriais.

2.3.2 Nível de Serviço

Segundo Bowersox (2001), um alto nível de serviço ao usuário é objetivo e compromisso de toda a administração de uma empresa, podendo ser definido em termos de ciclo de pedido, de percentagens de quantidades atendidas ou de qualquer combinação desses objetivos.

Pode ser descrito através de quatro abordagens práticas aplicadas às gestões dos estoques, permitindo inferir aspectos metodológicos sobre como as empresas estão tratando a determinação dos níveis de estoque em relação aos níveis de serviços aos clientes.

- Aproximação dos dados de consumo pela distribuição Gama para cálculo dos pontos ou níveis de reposição dos estoques, segundo Yeh (1997).
- A utilização de técnicas de análise estatística múltiplas para relacionar níveis de estoques com níveis de serviço, como por exemplo, o *Fill Rate*, de acordo com Robison (2001).
- A utilização de dados reais de consumo para testar as políticas de estoque propostas em termos de níveis de serviço, conforme Sandvig *at el.* (1998).
- A segmentação das peças com base em diferentes critérios e o cálculo de diferentes estimativas sobre ganhos de nível de serviço e redução dos níveis de estoque para cada segmento de peças, relatado por Botter *at el.* (2000).

Assim, a garantia de um alto nível de serviço dos fornecedores junto aos clientes, como objetivo e compromisso principais de uma organização, deverá estar interligado com um gerenciamento de estoques integrados ao processo logístico buscando minimizar excedente, sempre que possível.

De acordo com Bowersox (2001), o gerenciamento de estoque é um fator importante que deve estar integrado ao processo logístico para que os objetivos de serviços sejam alcançados, na qual a tática tradicional para se prestar um serviço superior é necessário o aumento dos níveis de estoques. Todavia, continua o autor, há outras abordagens que incluem o uso de modalidades mais rápidas de transporte, melhor gerenciamento das informações para diminuição das incertezas e fontes alternativas de suprimento.

O mesmo autor é referência quando se trata de nível mínimo de serviço e exigência de serviço. De modo a estabelecer o nível mínimo de exigência de serviço, é necessário reestruturar o sistema, adotando políticas referentes à disponibilidade de estoque e capacidade do sistema logístico. Uma forma direta de mudar o serviço é aumentar ou diminuir o volume de estoque armazenado. O aumento do estoque de segurança em todo o sistema deslocará a curva de estoque médio para cima, aumentando a disponibilidade de serviço ao cliente. A elevação do nível de serviço aumentará o estoque de segurança necessário para obter o mesmo incremento de disponibilidade.

Assim, o objetivo primordial das empresas, atualmente, está nas ações de redução dos estoques, principalmente, quanto aos valores monetários, mantendo e até elevando os níveis de serviço aos clientes através da maior disponibilidade de estoques necessários de garantia de atendimento. Afinal, devido a mercados cada vez mais competitivos, a satisfação do cliente é fundamental.

3 MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO

Define-se a tomada de decisão como um processo em que há elementos próprios de ações ou sistemas de valores tendo a objetividade como papel importante no processo decisório. Esse processo é efetuado por recursos humanos na qual a subjetividade estará presente relacionada a juízo de valores. De acordo com Shimizu (2001), com exceção das tomadas de decisões rotineiras e bem conhecidas, o processo de formular alternativas de decisão e escolher a melhor delas é quase caótico e complexo.

Ainda, segundo o autor, a classificação dos problemas de tomadas de decisão pode ser definida em três categorias: problemas estruturados, semi-estruturados e não estruturados. A figura 7 mostra os tipos de problemas atrelados aos níveis da tomada de decisão.

			NÍVEIS DE DECISÃO		
			Operacional	Tático	Estratégico
TIPOS DE PROBLEMAS	Estruturado	Características	Resultado repetitivo	Resultado variável	Resultado alternativo
		Duração/Frequência	Dias/Um mês	Meses/Um ano	Um a cinco anos
		Decisor	Supervisor	Gerente	Diretor
		Complexidade	Nenhuma	Baixa	Média
	Semi-estruturado	Características	Rotina variada	Níveis de definição	Novos planejamentos
		Duração/Frequência	Dias/Semanas	Meses/Um ano	Anos
		Decisor	Supervisor	Gerente/Diretor	Diretor
		Complexidade	Baixa	Média	Alta
	Não estruturado	Características	Rotina imprevista	Não rotineira	Novos empreendimentos
		Duração/Frequência	Dias/Por períodos	Meses	Anos
		Decisor	Supervisor/Gerente	Gerente/Diretor	Diretor/Acionistas
		Complexidade	Média	Alta	Muito alta

Figura 7 – Problemas de tomada de decisão. Adaptação SHIMIZU (2001)

3.1 Elemento para a Tomada de Decisão

O processo de tomada de decisão pode ser dividido em quatro etapas principais, sendo importante garantir que o tomador de decisão deverá transcorrer em cada uma das etapas. São elas:

- Estruturação – definir o que deve ser decidido e determinar quais os critérios em preferir uma alternativa em relação à outra.

- Coleta de informações – pesquisar fatos reconhecíveis com estimativas razoáveis a respeito dos não reconhecíveis.
- Conclusão – nem sempre o sucesso de uma estruturação correta e uma coleta de informações precisas proporciona uma tomada de decisão correta; afinal, os recursos humanos não devem tomar decisões de maneira intuitiva, por melhor que seja elaborado.
- Aprendizado – a cada decisão, o aprendizado deverá levar em conta principalmente, aquilo que era esperado que acontecesse, assegurando sempre rever com as lições vivenciadas.

3.2 Agentes do processo decisório

É conceito elementar a atuação de vários agentes em um problema multicritério onde se determinam os seguintes componentes básicos para a decisão multicriterial. Segundo Vidal-Pessolani *et al.* (2001), são eles:

- Decisor – figura na qual faz as escolhas de acordo com a sua preferência, como elemento único, definido como agente decisor.
- Analista – indivíduo encarregado de interpretar e quantificar as opiniões dos decisores, estruturar o problema elaborando o modelo matemático apresentando os resultados para a decisão. Apesar de não recomendável, de modo a evitar tendências nos resultados, o analista poderá ser um dos decisores.
- Modelo – conjunto de regras e operações de modo a transformar as tendências e opiniões dos decisores em um resultado quantitativo através de uma modelagem matemática.
- Alternativas – ações globais que podem ser avaliadas isoladamente representando diferentes destinos, hipóteses sobre a natureza e conjunto de características.
- Critérios – considerados ferramentas que permitem a comparação de ações em relação a pontos de vista particulares, de acordo como Roy (1985).

Cada alternativa possui um valor segundo cada critério. É associado a cada critério um sentido de preferência determinado nos seus extremos, como maximização (se o valor é tanto melhor quanto mais elevado) ou minimização (se o valor é tanto melhor quanto mais baixo).

3.3 Etapas do processo de decisão

Segundo Bouyssou (1993), normas para a construção de critérios devem ser propostas. Os pontos de vista que formam a base das definições dos vários critérios devem ser compreendidos e aceitos por todos os personagens do processo decisório. Um ponto de vista pode ser determinado quando um critério possua uma unidade física definida mostrando grande facilitador para este caso.

Assim, continua o autor, definido e aceito o ponto de vista, inicia-se a avaliação dos critérios para cada um das alternativas, sendo a preocupação importante do analista, resultar em um modelo simples e transparente.

A escolha de maneira particular da construção de um determinado critério deve considerar a qualidade dos dados apurados; afinal, poderá ser afetada se considerar elementos de determinação da incerteza, imprecisão e/ou falta de acuracidade destes dados, conclui o autor.

Dias *et al.* (1996), identificam duas fases no processo de apoio à decisão: a fase de estruturação e a fase de avaliação. Uma terceira fase pode ser identificada com a recomendação dos cursos de ação a serem seguidos.

Segundo Bamba e Costa *et al.* (2000), a fase de estruturação representa 80% do total do problema. Esta etapa trata da formulação do problema e da identificação dos objetivos e busca identificar, caracterizar e organizar os fatores relevantes no processo de apoio à decisão. Envolve definir os objetivos do decisor, identificar as alternativas viáveis, estabelecer quais os critérios que vão intervir no processo de decisão entre outras etapas que dependem de cada problema abordado. É uma etapa interativa e dinâmica, pois fornece uma linguagem comum aos decisores o que possibilita a aprendizagem e o debate.

Já a fase de avaliação pode ser dividida em uma fase de avaliação parcial das ações (alternativas), segundo cada ponto de vista (critérios) e uma fase de avaliação global, considerando as diversas avaliações parciais. Para realizar a avaliação, é necessário escolher um dos métodos disponíveis, tradicionalmente classificados em métodos para problemas multiatributo e multiobjetivo.

Entre os problemas multiatributo é comum a classificação dos métodos usados em Escola Americana, destacando os métodos AHP (Saaty, 1980) e MACBETH (Bana e Costa & Vansnick, 1995 e 1997) e Escola Francesa, destacando o método ELECTRE (Roy, 1968).

Já os problemas multiobjetivo são bem mais árduos do ponto de vista matemático, ainda que exijam a presença constante do decisor. Se a preocupação do analista não for à complexidade matemática, mas a impossibilidade de o decisor fornecer informação coerente, deve-se procurar a interatividade dos problemas multiobjetivo, principalmente se aliados a um programa computacional de apelo visual, que permite ao decisor colocar implicitamente suas preferências e ir aprendendo ao longo do processo.

3.4 Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios

Independente do modelo definido para avaliação de impacto e estratégias, o decisor estará diante de um cenário com um considerável volume de informações que relacionam mesmo de maneira conjunta ou até mesmo concorrentes.

Este conflito é configurado através de diversos fatores como: falta de clareza nas estratégias da organização, interesses políticos e unilaterais inconsistências do negócio, de acordo com Shimizu (2001).

Com a análise de todos os conceitos relacionados ao processo decisório os problemas relacionados ao excesso de estoques podem ser classificados como problemas não estruturados com decisões em nível estratégico, tanto quantitativamente quanto qualitativamente. O autor propõe para a solução deste problema, um método conhecido como AHP.

3.5 AHP - Analytic Hierarchy Process

Tendo sido concebido como um dos primeiros métodos para o auxílio à decisão dedicada aos ambientes multicriteriais, o AHP é um dos mais utilizados em todo o mundo. Criado na Universidade da Pensilvânia pelo Professor Thomas L. Saaty em meados da década de 70, desenvolveu uma teoria cuja aplicação reduz os estudos dos sistemas até testados a uma sequência de comparações aos pares de componentes devidamente identificados, segundo o qual, o problema pode ser geralmente decomposto em níveis hierárquicos facilitando sua compreensão e avaliação Saaty (1990).

A teoria reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Diante do grande número de elementos variáveis, controlados ou não, com abrangência complexa, a mente promove a agregação em grupos, devido a propriedades comuns. Ainda segundo Saaty (1990), o modelo apoiado nesta função cerebral permite um processo repetitivo o qual, baseado nestas propriedades comuns identificados através dos elementos, determina um novo nível do sistema. Esses, por sua vez, são novamente agrupados de acordo com as novas propriedades comuns, determinando um nível ainda mais elevado. Segue até encontrar um único elemento que, muitas vezes, pode ser identificado como o objetivo do processo decisório.

Assim, pode ser definido como um método utilizado nas situações de decisão que envolve multicritérios, nas quais os problemas de decisão são decompostos em níveis hierárquicos, facilitando assim o seu entendimento e a evolução da própria estrutura, conforme a complexidade da situação analisada.

O método, portanto, deve ser útil para formular problemas incorporando conhecimento e julgamentos de forma que as questões envolvidas sejam claramente articuladas, debatidas e priorizadas. Segundo Murakami (2003), os julgamentos poderão ser apurados através da contínua aplicação de um processo de realimentação, cada aplicação conduzida a um apuro e a um afinamento de julgamentos.

Dessa forma, apresentam-se as principais etapas do método AHP incluindo a estrutura, elementos e conceitos fundamentais.

3.5.1 Construção da hierarquia de Decisão

A primeira etapa do método consiste em decompor um problema para a tomada de decisão em uma hierarquia composta de, no mínimo, o objetivo do problema, os critérios e as alternativas. A figura abaixo representa esquematicamente o método.

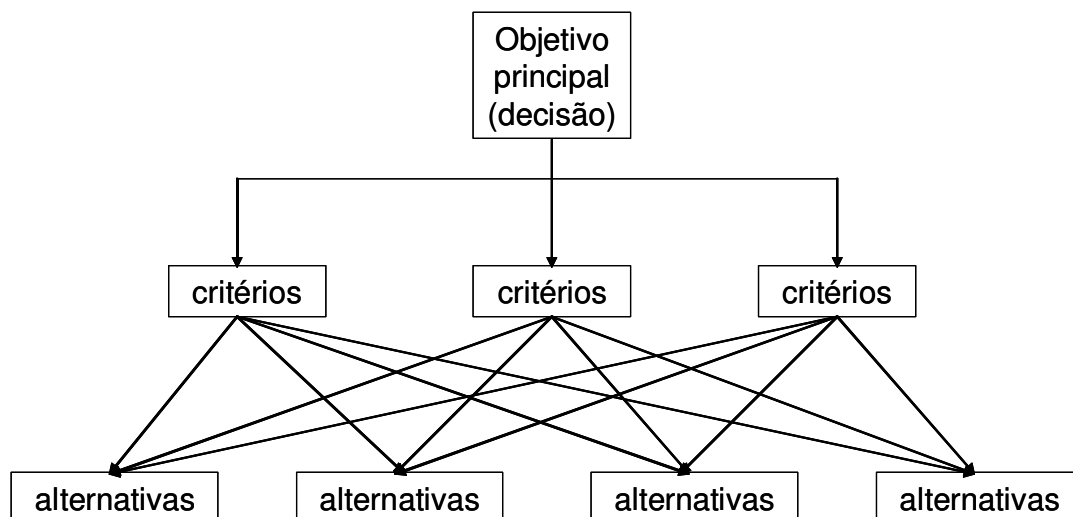


Figura 8 – Esquemática simplificada da hierarquia. Adaptação SAATY (1990)

Na parte superior é apresentado o enunciado do objetivo principal da decisão. A seguir, mais especificamente, são listados os critérios associados ao problema de decisão. Esses critérios podem ser decompostos em maiores detalhes, de acordo com a complexidade do problema. Essa hierarquia é decomposta o quanto for necessário, sendo adicionadas à estrutura, as alternativas disponíveis e mais adequadas.

3.5.2 Comparação entre os elementos da hierarquia

Esta etapa consiste no estabelecimento de prioridades entre os elementos para cada nível da hierarquia, através de uma matriz de comparação. Assim é necessário primeiramente, determinar uma escala de valores para comparação, não excedendo o total de nove fatores, garantindo a consistência da matriz elaborada.

3.5.3 Prioridade relativa de cada critério

A normalização dos valores obtidos na matriz tem por objetivo igualar todos os critérios a uma mesma unidade, executando em seguida, a média aritmética de cada uma das linhas, a fim de identificar a ordem de importância em cada critério. Cada valor obtido através da matriz de comparação quadrada é dividido pelo total de sua respectiva coluna.

3.5.4 Avaliação da consistência das prioridades relativas

Considerando que A_{ij} são os elementos resultantes da comparação par a par, pode-se designar por A , a matriz formada por estes elementos, em que $A = A_{ij}$. Caso ocorresse a perfeição nas avaliações em todas as comparações $A_{ij} \times A_{jk} = A_{ik}$, para quaisquer valores de i, j ou k . Neste formato, a matriz seria considerada consistente.

O procedimento de cálculo do autovetor de A está na obtenção dos vetores de pesos, onde é necessária a multiplicação da prioridade obtida anteriormente para cada um dos pesos da matriz quadrada de comparação, determinando em seguida, qual é o vetor consistência definida a partir da divisão de cada peso pela respectiva propriedade. Tendo o vetor, calcula-se o índice de consistência, sendo importante ressaltar que a inconsistência pode ser inerente ao comportamento humano antecipando a visão de alerta ou mesmo erro.

3.5.5 Construção da Matriz de comparação Paritária

Prosseguindo a análise, os valores determinados a partir da prioridade relativa de cada critério além dos procedimentos para a construção de uma matriz de comparação deverão ser realizados novamente, observando a importância relativa de cada uma das alternativas que compõe a estrutura hierárquica do problema em questão.

É válido salientar que a análise é simplificada pelo fato de estarem sendo utilizados apenas critérios que estão ligados diretamente com o grande objetivo do problema a resolver, descartando os subcritérios que também aparecem na estrutura.

3.5.6 Obtenção da prioridade composta

A obtenção das prioridades compostas das alternativas ocorre através da multiplicação de valores anteriores e os das prioridades relativas, obtidas no início do método, ou seja, uma determinada alternativa aparece como a mais indicada a ser implementada, em função dos critérios definidos e das suas respectivas importâncias.

4 O MODELO APLICADO

Um item em estoque considerado em excesso, ou seja, que não está de acordo com as políticas de planejamento, e definido a partir do cálculo dos parâmetros, deve ser direcionado a um destino que seja utilizado, de modo a ser retirado de estoque. Ocasionalmente, algumas empresas utilizam artifícios alterando alguns parâmetros de planejamento, como período fixo ou limite máximo, de modo a elevar os valores necessários de estoque considerado “bom” (dentro da política do item), diminuindo ou até extinguindo os valores em excesso de um determinado item.

Definido o que é excedente dentro de um estoque, determina-se através de múltiplos critérios que serão subdivididos em três subcritérios, qual material terá o seu destino decidido de acordo com as alternativas propostas para redução.

4.1 Critérios e Subcritérios de Análise

Segundo Rodrigues (1993), os indicadores de dimensionamento dos estoques podem ser analisados através de três maneiras: a variedade dos itens estocados, o volume de material e o valor dos materiais estocados.

De acordo com Schwitzky (2001), antes da definição do indicador de dimensão do estoque a ser utilizado, é importante conhecer cada um e verificar qual é o mais adequado para a organização, ou para uma determinada família de produto, ou para uma determinada empresa; afinal, cada indicador analisa o estoque sob um ponto de vista diferente. Cabe ao gerente ou administrador verificar qual indicador melhor representa ganhos para o resultado da empresa.

Dessa forma, foi solicitado ao gestor da equipe de gestão de armazenagem de materiais comprados para determinar os três critérios mais importantes na administração dos materiais. A equipe, composta de 35 funcionários com experiência variando de 3 a 26 anos de trabalho na gestão de materiais, teve papel importante, pois contribuiu na escolha dos critérios. Após análise, identificou como os critérios mais significativos, o valor do material em estoque, o volume do material e o tempo em

estoque do material. Foi citada também, a periculosidade e se o material é perecível, porém julgada em menor importância.

De modo a contribuir academicamente, incluso o estudo de mais dois indicadores de controle dos estoques, ou seja, o volume do material estocado e o tempo do material em estoque. Serão analisados os seguintes critérios assim definidos:

- Volume do material – de acordo com o tamanho e a ocupação dentro das áreas de armazenagem. Normalmente calculada em m³. É subdividido em pequeno, médio e grande volume.
- Tempo em estoque do material – de acordo com a data de entrada do material dentro da organização até a presente data. Calculada em dias. É subdividido em curto, médio e longo tempo em estoque.
- Custo do material – de acordo com os valores de aquisição do material incluindo as operações logísticas. Valores monetários, onde grandes organizações utilizam o dólar. É subdividido em baixo, médio e alto custo.

Importante salientar que a decomposição de cada um dos critérios em três subdivisões se faz necessária de modo a abranger um detalhamento mais profundo e com menor incerteza, devido à determinação dos ranges entre um e outro, na análise do material estudado. Estes critérios são características da empresa estudada, podendo variar de acordo com o que é produzido. Assim, a subdivisão para cada critério terá valores variáveis e característicos, sendo, exposto nesta dissertação, de maneira genérica.

4.2 Alternativas de Redução

De modo a minimizar os valores existentes nos estoques definidos como excedentes (com e sem demanda), são necessárias ações efetivas, com envolvimento de diversas áreas de interface (engenharia, financeiro, logística, planejamento, etc.). Essas ações referem-se principalmente, a disponibilizar o item novamente para o

estoque “bom” ou enviá-lo ao processo de sucata por ser de um segmento específico de manufatura, conforme descritas a seguir:

- Devolver para o fornecedor: durante o processo de compra de um determinado material, pode ser acordada através de contrato, a devolução do material para o fornecedor sem ônus para a indústria. Este processo é conhecido como *By Back*.
- Disponibilizar para atendimento a cliente (Peças de Reposição): devido ao grande número de clientes, a área de reposição tem a necessidade de ter um estoque exclusivo (diferentemente do estoque utilizado para a linha de produção) de modo a atender os clientes conforme os prazos acordados. A referida área é conhecida como *Spare Parts*.
- Retrabalhar o material para a condição atual: com o envolvimento da engenharia de produto e da engenharia de processo, tem como objetivo atualizar o material podendo ter acréscimos de peças ou tecnologias devendo analisar os custos embutidos para viabilizar tal modificação (aquisição de materiais, mão de obra especializada, etc) em relação ao custo de uma peça nova.
- Sucatear material: quando não há alternativa de aproveitamento do material (conforme opções acima), deve-se promover o sucateamento de modo a garantir que este material não seja utilizado de forma indevida e, principalmente, não ocasionando desprendimento de recursos pra mantê-lo em estoque.

Essas ações referem a um determinado segmento de manufatura industrial, ou seja, para aplicabilidade em qualquer empresa ou organização, deve-se levar em conta as características dos materiais produzidos e, principalmente dos materiais armazenados.

Detalhada cada uma das ações de redução de estoques excedentes, é necessário que cada material seja analisado através de um fluxograma de decisão, de modo a garantir a melhor possibilidade com o menor custo possível. Primeiramente, deve-se

definir se o material tem ou não demanda, conforme horizonte de planejamento do MRP.

Um ponto importante refere-se à classificação dos materiais com demanda. Nesta forma, deve-se analisar a existência de OCs (Ordens de Compra) ou POs (*Purchase Orders*) abertas no sistema, pedidos na qual, poderão aumentar ainda mais o excedente de um determinado material num período futuro, sendo de responsabilidade da área de Planejamento de Compras, propor cancelamentos ou reprogramações futuras (período onde a demanda necessitará do item) e de responsabilidade da área de Suprimentos, executá-la junto aos fornecedores.

4.3 Fluxograma de decisão

Com o intuito de facilitar a análise de cada uma das alternativas propostas, detalha-se um fluxograma através das decisões tomadas. Esse fluxograma foi elaborado através de uma discussão gerencial entre as áreas de suprimentos, planejamento e administração de materiais. A experiência média das pessoas envolvidas na construção da figura a seguir varia de 10 a 15 anos em gestão.

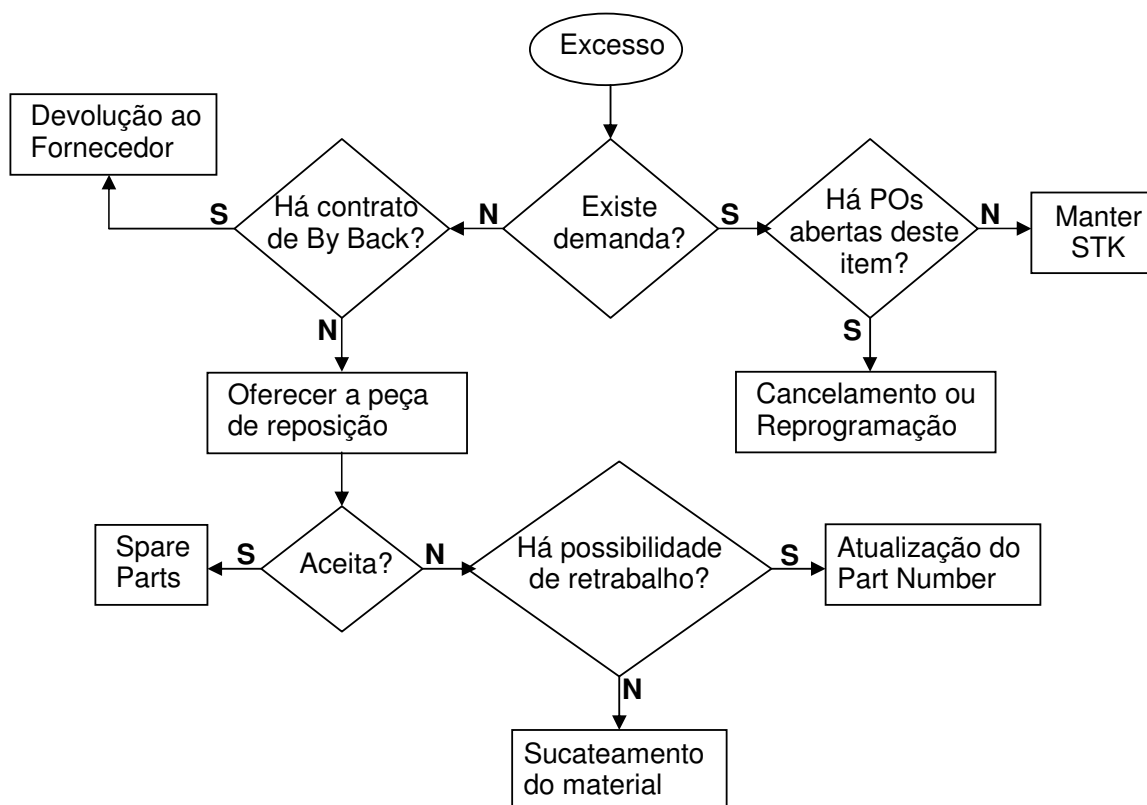


Figura 9 – Fluxograma de decisão

Importante salientar que este fluxograma é característico para a indústria nas quais os dados de amostragem quanto aos destinos de materiais considerados excedentes foram obtidos.

Para a utilização do mesmo em qualquer empresa de manufatura devem-se verificar quais os tipos de produtos comprados, quais as características dos produtos estocados e, principalmente, quais as alternativas possíveis para o destino do material excedente em estoque.

4.4 Justificativa para escolha do método utilizado

Em problemas onde for necessária a utilização de um método de auxílio à decisão por múltiplos critérios (MCDM – *Multiple Criteria Decision Method*), sua aplicação deve ser analisada, principalmente quanto à inconsistência de seus

julgamentos na avaliação dos seus critérios, de modo a proporcionar resultados coerentes. Assim, essas características levam ao uso do método AHP.

Este método apresenta como vantagem, forçar o decisor a pensar na decisão de uma maneira lógica e hierárquica (GHOTB e WARREN, 1995). O modelo AHP só permite a comparação direta de no máximo 9 critérios (VIEIRA, 2004). Caso esse número seja excedido, para aplicação do método é necessário o agrupamento dos critérios.

A dinâmica do processo decisório baseado no método AHP obriga a uma discussão mais ampla do processo de decisão. Assim, promove uma equalização de critérios e subcritérios envolvidos na decisão minimizando os vieses naturais, os aspectos subjetivos e as armadilhas normalmente presentes no processo de decisão (MURAKAMI, 2003).

Esses aspectos permitem assegurar a qualidade da decisão, uma das características intrínsecas do método AHP. Assim, salientar que o perigo não está na definição errada e sim, em uma definição plausível, porém incompleta (DRUCKER, 1967).

4.5 Aplicação do método AHP na Gestão de Estoques

Conforme já detalhado no capítulo 3 quanto às etapas de aplicação do método tem-se a identificação de um problema na qual será utilizado um método auxiliando no processo decisório.

O excesso de estoques é definido através da variação, além da máxima definida pelas parametrizações e políticas de planejamento de cada material em estoque. Portanto, a redução deste montante físico e monetário é o objetivo principal da modelagem proposta.

De modo a priorizar uma rápida redução deste volume são definidos os seguintes critérios de seleção de material em estoque: o volume do material ocupado, o tempo em estoque e o custo deste material.

Depois de definidos os critérios e estruturá-los de modo a proporcionar uma classificação ABC, determina-se assim, qual o material será avaliado inicialmente quanto à decisão, em relação às propostas de redução.

Dessa forma, são propostas alternativas de acordo com o fluxograma de decisão mostrado na figura 9, de modo a decidir qual será o destino final do material considerado em excesso. São definidas: devolução ao fornecedor, disponibilidade a peças de reposição, retrabalho do material garantindo a atualização do item e sucateamento ou eliminação do material.

Portanto, a proposta de aplicação refere-se ao momento no qual é identificado que um item está em excesso no volume planejado de estoque e pode ser definido através de critérios que estão subdivididos detalhadamente que, analisados os julgamentos determinados através do conhecimento de especialistas, resultará qual o material será primeiramente analisado e terá o seu destino decidido através das alternativas propostas.

A seguir, a figura 10 mostra a hierarquia aplicando o método AHP.

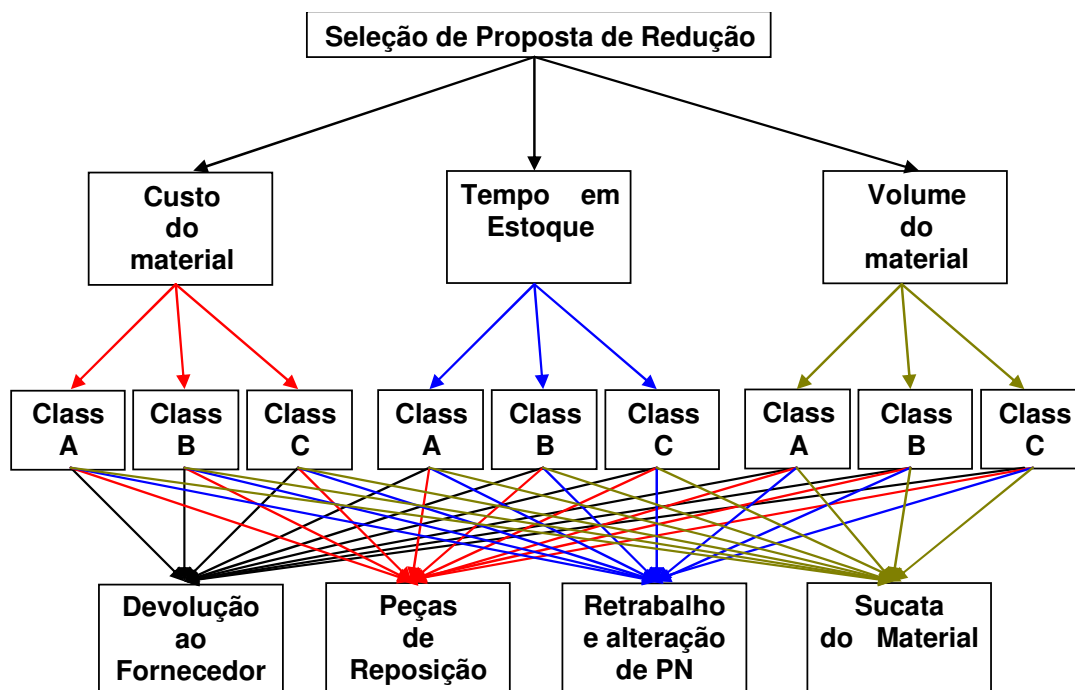


Figura 10 – Modelo hierárquico aplicando o método AHP

De modo a estabelecer prioridades entre os elementos de cada nível da hierarquia é necessária a elaboração de uma matriz quadrada de comparação. Para tal, é definida uma escala de valores para comparação, que não deve exceder o total de nove fatores, a fim de se manter a matriz consistente. Esses valores são assim caracterizados:

Valor	Descrição
1	Igual importância entre os elementos
3	Fraca importância de um elemento sobre o outro
5	Forte importância
7	Importância muito forte ou importância demonstrada
9	Importância absoluta
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois

Tabela 1 – Escala Fundamental

Segundo Saaty (1990), considerando os critérios da estrutura hierárquica, ou seja, volume do material, tempo em estoque e custo do material, é desenvolvido a matriz de comparação quadrática, determinando como são os critérios em relação aos outros de acordo com a escala fundamental.

4.5.1 Definição da matriz Comparação

De posse dos critérios definidos, dois especialistas foram consultados quanto à definição da importância de um critério em relação ao outro, já utilizando a classificação ABC para cada um deles.

Seguem as características dos especialistas: o primeiro, trabalhando há quatro anos como supervisor da área de gestão de estoque, tendo anteriormente trabalhado como administrador na mesma área, portanto com dez anos de experiência. O segundo especialista possui oito anos de experiência como administrador de materiais da mesma área.

Inicialmente, foi solicitado aos especialistas o julgamento das importâncias em separado, de modo a não ocorrer interferências nas opiniões garantindo a escolha sem influências.

Com as seis matrizes de comparação resultantes, ou seja, três de cada um dos especialistas, o analista, no caso o autor da dissertação, identificou as discrepâncias. De modo a validar as matrizes de comparação quadrática de cada um dos critérios a serem utilizadas no cálculo do método AHP, os três chegaram a um consenso quanto às diferenças.

Segue então, o calculo detalhado de cada uma das três matrizes de comparação.

4.5.1.1 Critério – Custo do Material

Inicialmente, é necessária a construção da matriz de comparação quadrática determinando a importância dos julgamentos.

	Custo Classe C	Custo Classe B	Custo Classe A
Custo Classe C	1,00	4,00	8,00
Custo Classe B	0,25	1,00	5,00
Custo Classe A	0,13	0,20	1,00
Total	1,38	5,20	14,00

Tabela 2 – Matriz de comparação quadrática – Custo do material

Assim, de acordo com a tabela construída, observa-se que a relação predominante da classificação ABC, sendo a classe A de maior importância em relação às outras duas classes. Essa análise deve ser feita por todos os níveis da hierarquia, sempre utilizando com referência a Escala Fundamental.

Em posse desta matriz, devem ser normalizados os valores obtidos de modo a igualar todos os julgamentos em uma mesma unidade, sendo feita média aritmética dos valores de cada linha, a fim de identificar a ordem de importância de cada critério.

Cada valor obtido é dividido pela respectiva coluna determinando as prioridades relativas como mostra na tabela a seguir:

	Custo Classe C	Custo Classe B	Custo Classe A	Prioridade Relativa
Custo Classe C	0,727	0,769	0,571	0,689
Custo Classe B	0,182	0,192	0,357	0,244
Custo Classe A	0,091	0,038	0,071	0,067
	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabela 3 – Matriz de prioridade relativa – Custo do material

Com a obtenção da prioridade relativa para todos os critérios é necessário avaliar se a matriz calculada está consistente e para tal, calculamos o vetor dos pesos. Para determinação do vetor dos pesos, multiplica-se a prioridade relativa obtida anteriormente por cada um dos pesos da matriz quadrada de comparações, tendo o seguinte valor:

Vetor Peso

2,200	0,751	0,202
-------	-------	-------

Assim, para a obtenção do vetor consistência dividiu-se cada peso pela respectiva prioridade, obtendo o seguinte resultado:

Vetor Consistência

3,191	3,080	3,016
-------	-------	-------

A partir da média aritmética dos valores do vetor consistência, obtemos a estimativa do maior autovalor $\lambda_{\max}$, ou seja:

$$\lambda_{\max} = 3,056$$

De posse do maior autovalor, calcula-se o índice de consistência e o resultado é conseguido através da seguinte fórmula:

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = 0,048$$

Para finalizar a validação é necessário calcular a razão de consistência obtida através da fórmula $CR=CI/ACI$ onde o ACI é o índice de consistência referente a um grande número de comparações par a par efetuadas. Este é um índice aleatório calculado para matrizes quadradas de ordem n pelo Laboratório Nacional de *Oak Ridge* nos EUA.

Considerando $n = 3$, temos $CR = 0,082$.

Saaty sugere que o valor de $CR > 0,10$. Observamos assim que os valores obtidos são consistentes.

4.5.1.2 Critério – Tempo em estoque

De maneira semelhante, serão efetuados os cálculos para o critério tempo em estoque.

	Tempo Classe C	Tempo Classe B	Tempo Classe A
Tempo Classe C	1,00	3,00	4,00
Tempo Classe B	0,33	1,00	2,00
Tempo Classe A	0,25	0,50	1,00
Total	1,58	4,50	7,00

Tabela 4 – Matriz de comparação quadrática – Tempo em estoque

Assim, com características semelhantes ao custo do material, observa-se a relação predominante da classificação ABC sendo a classe A de maior importância.

Com a matriz acima, faz-se necessário normalização dos valores e o cálculo da média aritmética de cada linha, identificando a importância de cada critério, como mostra a tabela 5:

	Tempo Classe C	Tempo Classe B	Tempo Classe A	Prioridade Relativa
Tempo Classe C	0,632	0,667	0,571	0,623
Tempo Classe B	0,211	0,222	0,286	0,239
Tempo Classe A	0,158	0,111	0,143	0,137
	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabela 5 – Matriz de prioridade relativa – Tempo em estoque

É necessária a verificação da consistência da matriz calculada conforme demonstrado no critério custo.

Vetor Peso

1,891	0,722	0,413
-------	-------	-------

Assim, para a obtenção do vetor consistência dividiu-se cada peso pela respectiva prioridade, obtendo o seguinte resultado:

Vetor Consistencia

3,034	3,014	3,007
-------	-------	-------

A partir da média aritmética dos valores do vetor consistência, obtemos a estimativa do maior autovalor $\lambda_{\max}$, ou seja:

$$\lambda_{\max} = 3,018$$

De posse do maior autovalor, calcula-se o índice de consistência e o resultado é conseguido através da seguinte formula:

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = 0,009$$

Para finalizar a validação é necessário calcular a razão de consistência obtida através da fórmula $CR=CI/ACI$.

Considerando $n = 3$, temos $CR = 0,016$.

Saaty sugere que o valor de $CR > 0,10$. Observamos assim que os valores obtidos são consistentes.

4.5.1.3 Critério – Volume do Material

De maneira semelhante, serão efetuados os cálculos para o critério tempo em estoque.

	Volume Classe C	Volume Classe B	Volume Classe A
Volume Classe C	1,00	2,00	6,00
Volume Classe B	0,50	1,00	5,00
Volume Classe A	0,17	0,20	1,00
Total	1,67	3,20	12,00

Tabela 6 – Matriz de comparação quadrática – Volume do material

Assim, com características semelhantes ao custo do material, observa-se que a relação predominante da classificação ABC sendo a classe A de maior importância.

Com a matriz acima, faz-se necessário à normalização dos valores e efetuar o cálculo da média aritmética de cada linha, identificando a importância de cada critério, como mostra a tabela 5:

	Volume Classe C	Volume Classe B	Volume Classe A	Prioridade Relativa
Volume Classe C	0,599	0,625	0,500	0,575
Volume Classe B	0,299	0,313	0,417	0,343
Volume Classe A	0,102	0,063	0,083	0,083
	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabela 7 – Matriz de prioridade relativa – Volume do material

É necessária a verificação da consistência da matriz calculada conforme demonstrado no critério custo. Assim:

Vetor Peso

1,756	1,043	0,249
-------	-------	-------

Assim, para a obtenção do vetor consistência dividiu-se cada peso pela respectiva prioridade, obtendo o seguinte resultado:

Vetor Consistencia

3,055	3,042	3,014
-------	-------	-------

A partir da média aritmética dos valores do vetor consistência, obtemos a estimativa do maior autovalor $\lambda_{\max}$, ou seja:

$$\lambda_{\max} = 3,037$$

De posse do maior autovalor, calcula-se o índice de consistência e o resultado é conseguido através da seguinte formula:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0,019$$

Para finalizar a validação é necessário calcular a razão de consistência obtida através da fórmula $CR = CI / ACI$.

Considerando $n = 3$, temos $CR = 0,032$.

Saaty sugere que o valor de $CR > 0,10$. Observamos assim que os valores obtidos são consistentes.

Assim para cada critério é calculada a matriz de comparação paritária. Todos os procedimentos para a construção da matriz comparação e para a determinação da prioridade relativa devem ser refeitos, observando agora a importância relativa de cada uma das alternativas que compõem a estrutura hierárquica em questão.

Calculadas as nove matrizes efetuando a normalização de cada uma delas (conforme detalhamento de cálculo descrito no Apêndice D desta dissertação), obtém as prioridades compostas das alternativas, multiplicando os valores de cada uma das matrizes calculadas e de suas respectivas prioridades relativas, obtendo o seguinte resultado:

	Prioridade Composta
devolução ao fornecedor	0,220
peças de reposição	0,247
retrabalho	0,286
sucateamento	0,246

Tabela 8 – Matriz de Prioridade Composta

A alternativa de retrabalho do material aparece com a mais indicada para ser implantada na redução de excessos de estoques de acordo com os critérios definidos e suas respectivas importâncias.

Para os três critérios estudados, a classificação ABC confirmou a importância dos materiais analisados através do julgamento dos especialistas, mesmo não seguindo a proporcionalidade definida para esta teoria.

4.6 Aplicação prática

De modo a comparar os resultados obtidos na aplicação do método AHP, utilizou-se uma série de materiais comprados de uma indústria aeronáutica na qual, através dos parâmetros determinados pelas áreas de planejamento, suprimento e financeiro, são considerados como estoque excedente.

Foram observados os destinos, de acordo com as alternativas propostas, de 15 materiais de cada um dos conjuntos de critérios, ou seja, volume, tempo de estocagem

e custo em cada uma das três classes, totalizando dessa forma, 405 materiais analisados. Importante salientar que a determinação do valor de 15 amostras de material para os destinos pré-estabelecidos foi o resultado do menor número de valores obtidos do material BBC (volume classe B, tempo de estocagem classe B e custo do material classe C).

Os gráficos apresentados no Apêndice E mostram quantitativamente, o número de vezes que os destinos (alternativas) foram seguidos por que aquele conjunto de material.

4.6.1 Resultado da somatória de todos os Materiais

É definido como a soma de todos os destinos dos materiais da amostragem.

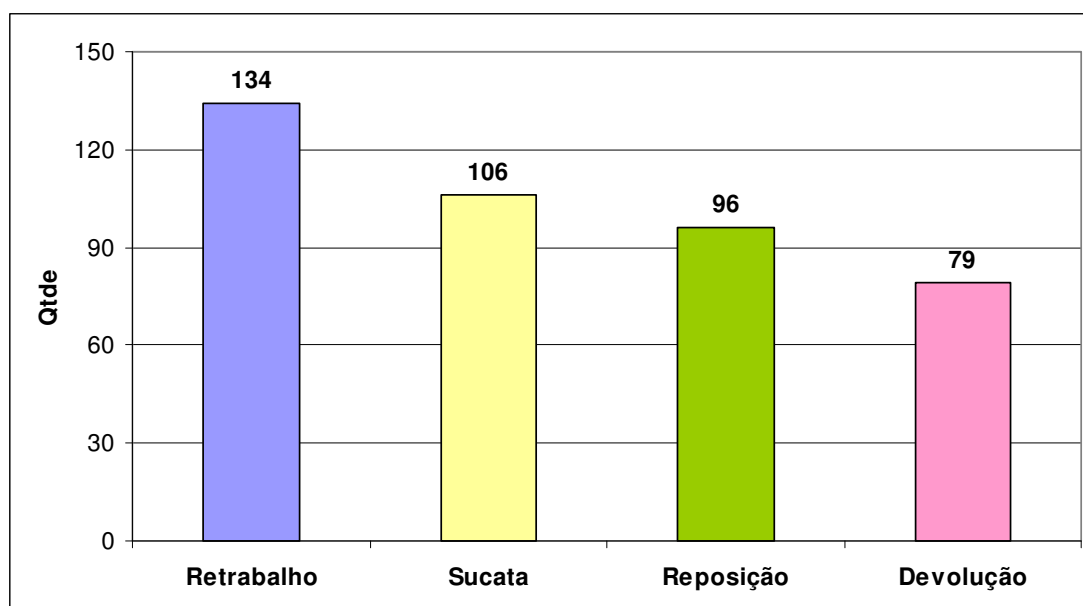


Gráfico 1 – Frequência dos destinos – TODOS OS MATERIAIS

4.6.2 Comparativo: Amostragem Real x Método AHP

A partir dos resultados práticos obtidos através de amostragem, faz-se o comparativo desses valores com os cálculos realizados através do método AHP. Apesar das diferenças percentuais, o retrabalho foi o destino no quais os materiais tiveram os maiores valores, conforme informado na figura abaixo.

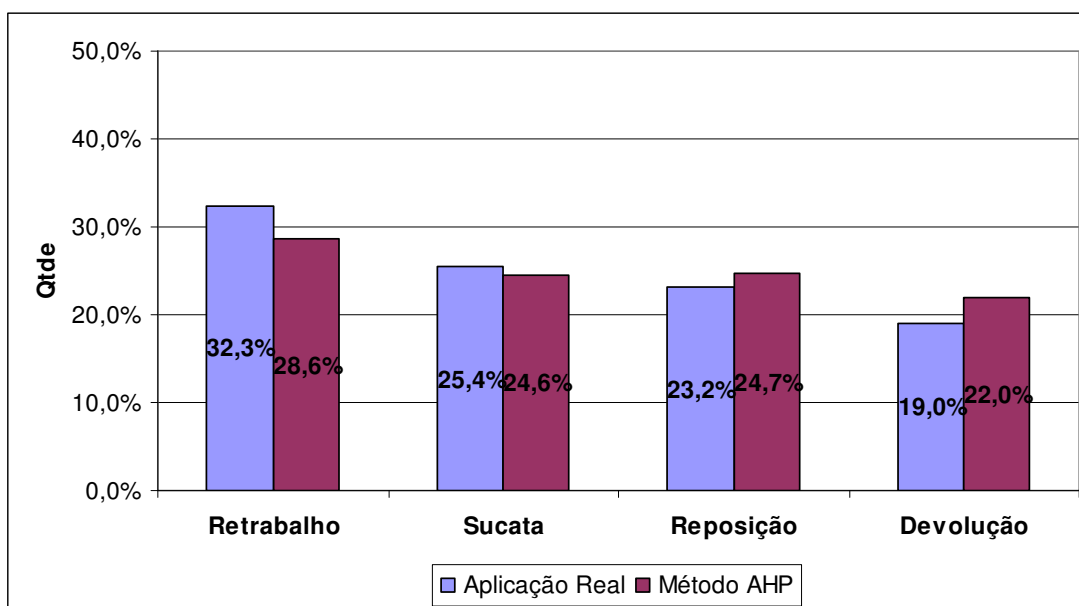


Gráfico 2 – Comparativo percentual dos valores obtidos – Amostragem x AHP

Da mesma forma, o destino com as menores incidências, tanto para a aplicação prática quanto para o AHP, foi à devolução para o fornecedor. O interessante nesses resultados está na inversão para os outros dois destinos estudados. Apesar de valores muito próximos para a aplicação do método, o destino de envio para peças de reposição superou o destino de sucateamento do material em apenas 0,1%. Já na amostragem prática, o destino sucata teve 2,2% a mais que o envio para peças de reposição. Assim, percebe-se a coerência dos cálculos através do método, de acordo com a amostragem obtida na indústria.

4.7 Indicador de Compatibilidade

De modo a analisar as comparações obtidas através da aplicação real e do método AHP faz-se uso do cálculo do índice de compatibilidade através de duas teorias desenvolvidas por Saaty (2005) e Garuti (2007) no qual determinou um novo Índice de Compatibilidade. Descrevem-se a seguir, os seus respectivos cálculos.

4.7.1 Índice de Saaty

Inicialmente, faz-se uso dos resultados da amostragem real e dos valores calculados através do AHP. Assim, segue:

	A1	A2	A3	A4
Amostragem pratica	25,4%	32,3%	23,2%	19,0%
Metodo AHP	24,6%	28,6%	24,7%	22,0%

Na qual se refere,

A1 – Sucata

A2 – Retrabalho

A3 – Peças de Reposição

A4 – Devolução ao Fornecedor

De acordo com Saaty (2005), primeiramente é elaborada a matriz quanto à amostragem prática, conforme já mostrado no embasamento teórico. Assim, segue:

	A1	A2	A3	A4
A1	1	0,79	1,09	1,34
A2	1,27	1	1,39	1,70
A3	0,91	0,72	1	1,22
A4	0,75	0,59	0,82	1

O próximo passo é elaborar a matriz quanto aos resultados do método AHP, também mostrado no embasamento teórico. Assim, segue:

	A1	A2	A3	A4
A1	1	1,16	1,00	0,89
A2	0,86	1	0,86	0,77
A3	1,00	1,16	1	0,89
A4	1,12	1,30	1,12	1

Continuando, é calculado o Produto *Haddamard* das duas matrizes efetuando o cálculo somatório de cada linha. Assim, segue:

	A1	A2	A3	A4	Soma
A1	1	0,91	1,10	1,20	4,21
A2	1,09	1	1,20	1,31	4,60
A3	0,91	0,83	1	1,09	3,83
A4	0,84	0,76	0,92	1	3,52
					16,16

Por fim, é calculado Indicador de Compatibilidade através da soma do Produto *Hadamard* dividido pelo número de alternativas ao quadrado. Neste trabalho, o número de alternativas utilizado é igual a 4. Assim,

$$CI = 1,010$$

Este valor é considerado compatível de acordo com Saaty (2005), pois para as 4 alternativas o valor de CI encontrado deve ser menor que 1,053.

4.7.2 Índice de Garuti

É considerado o novo Indicador de Compatibilidade

Como no cálculo anterior, inicialmente faz-se uso dos valores obtidos com a amostragem real e os resultados do método AHP.

	Amostragem pratica	Metodo AHP
A1	25,4%	24,6%
A2	32,3%	28,6%
A3	23,2%	24,7%
A4	19,0%	22,0%

Na qual se refere,

A1 – Sucata

A2 – Retrabalho

A3 – Peças de Reposição

A4 – Devolução ao Fornecedor

O passo seguinte é obter a média e a divisão do menor pelo maior valor para cada uma das alternativas. O Produto dos dois valores e a somatória desses valores é o novo indicador de compatibilidade proposto por Garuti (2007). Assim, segue:

	Média	Divisão Min/Max	Produto
A1	25,0%	96,9%	24,2%
A2	30,5%	88,5%	27,0%
A3	24,0%	93,9%	22,5%
A4	20,5%	86,4%	17,7%

0,9137

$$\text{IC} = 0,9137$$

Este valor é considerado compatível de acordo com Garuti (2007).

5 COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar do embasamento teórico quanto à gestão de estoques, duas perguntas básicas sempre deverão ser respondidas no meio empresarial competitivo: quais itens devem ser estocados e o quanto de cada item deve ser colocado em estoque.

Estas respostas deverão garantir os menores níveis de estoques possíveis, ao longo da cadeia de suprimentos e com os maiores níveis de serviço aos clientes.

O objetivo específico desta dissertação é apresentar a solução de um problema multicriterial no destino de materiais definidos como estoque excedente, utilizando um método de auxílio à decisão, no caso o AHP, comparando com a amostragem de dados reais de uma determinada indústria de manufatura.

No capítulo 2, o embasamento teórico quanto aos conceitos do gerenciamento da cadeia de suprimentos mostra como as empresas buscam obter vantagens competitivas. Além disso, analisa a gestão de estoques como fator fundamental para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. É a busca do planejamento ideal para a insistente redução dos valores investidos em estoque.

Finalmente, é apresentado o objeto de estudo deste trabalho, o estoque excedente. Definido como a quantidade em estoque acima do planejado de um determinado material, são mostradas as formas de ocorrência dentro da indústria, os procedimentos de redução dos valores e, principalmente, a garantia dos níveis de serviço aos clientes.

A importância do processo decisório no meio empresarial é apresentada no Capítulo 3. É fundamental, na utilização de métodos de auxílio à decisão, que a estruturação do problema seja elaborada de maneira minuciosa na busca de resultados coerentes. A escolha do método é decisiva na obtenção destes resultados. Para tal, o método escolhido foi o AHP, pelas características do problema proposto.

A aplicação do método é detalhada no Capítulo 4. Inicialmente são apresentados os critérios de análise e as alternativas de destino de cada um dos materiais. Efetuado os cálculos através do AHP e comparando com as informações reais dos destinos de cada um dos materiais, verifica-se que, para os dois casos, a alternativa de retrabalhar o material é percentualmente a mais indicada sendo maior na amostragem de dados

extraídos da indústria de manufatura. A alternativa menos indicada é a devolução para o fornecedor para ambos os casos. Por fim, são calculados os indicadores de compatibilidade de acordo com Garuti e Saaty e os mesmos se mostraram consistentes.

Conclui-se que, o uso do método AHP para tomada de decisão envolvendo a gestão de estoques excedentes é aplicável, com resultados coerentes, podendo ser utilizados no meio empresarial de modo a minimizar os valores investidos, com garantia dos níveis de serviço aos clientes.

É importante salientar que, se em determinado momento do processo decisório, alguma alternativa passe a não ser válida, deve-se novamente analisar as importâncias e julgamentos de cada alternativa em relação aos critérios e efetuar os cálculos do método de tomada de decisão.

Contudo, é relevante nesta dissertação a discussão quanto à gestão do estoque excedente de produtos comprados dentro de uma determinada indústria de manufatura, porém limitado às características dos materiais estudados. Este estudo pode ser utilizado em outras empresas desde que, analisados os destinos (alternativas) para o processo de redução do estoque. Assim, será determinado um novo julgamento de importância para os critérios de modo a construir a hierarquia de decisão possibilitando o novo cálculo através do método AHP.

A contribuição do trabalho se faz a três áreas distintas sendo:

- Tomada de Decisão – detalhada matematicamente cada uma das etapas, incluindo as comparações dos resultados calculados com a amostragem industrial, exemplificando a aplicação do método utilizando o estoque excedente.
- Gestão Empresarial – detalhada a importância do gerenciamento dos estoques devido aos altos investimentos necessários para sua aquisição e manutenção dificultando o desempenho no mercado competitivo e globalizado.
- Gestão de Estoques – detalhado um aspecto geralmente não estudado no meio científico porém com grande importância no meio empresarial, no qual é tratada a parcela excedente do estoque através de definições, critérios de análise e alternativas de redução. Foram incluídos também dois novos

critérios de análise, de estoques como o volume do material e o tempo do material estocado.

A utilização de indicadores de compatibilidade é inédita em dissertações ou teses e comprova, sob dois métodos diferenciados, que os valores finais obtidos estão coerentes.

Assim, fica como proposta, a aplicação do método de tomada de decisão para cada um dos 27 tipos de material abordados nesta dissertação, ou seja, poderão ser criadas 27 estruturas hierárquicas através das alternativas (destinos) propostas e comparados com os resultados práticos. É importante o acesso as percepções dos especialistas.

Como aprimoramento do modelo aplicado, está à utilização dos outros critérios listados no capítulo 4, sendo a variabilidade de material em estoque e o volume de material estocado, estes de acordo com Rodrigues (1993), e a periculosidade e se o material é perecível, de acordo com o grupo de administração de materiais da indústria da qual a amostragem de dados foi obtida.

Finalmente, podem-se utilizar outros métodos de auxílio à decisão no intuito de comparação dos resultados obtidos, porém destaca-se o uso do método ANP (*Analytic Network Process*), de acordo com Saaty (2005), na qual pode ser analisado o SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) para cada um dos destinos propostos para os materiais em excesso nos estoques.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIOLLI, P.D., SALLES J.A.A. **Proposta de Sistemas de Informações para Gestão da Demanda e de Inventários na Cadeia de Suprimentos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2005.

ANUPINDI, R., CHOPRA, S., DESHMUKH, S.D., VAN MIEGHEM, J.A., ZEMEL, E. **Managing Business Process Flows**. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1999.

ARNOLD, J.T.R. **Administração de materiais: uma introdução**. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

AROZO, R. **CPFR – Planejamento corporativo: em busca da redução de custos e aumento do nível de serviço na cadeia de suprimento**. Revista Tecnológica, p60 – 66, 2000,

AROZO, R. **Softwares de supply chain management: Definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras**. In: FIGUEIREDO, K.F., FLEURY, P.F., WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

BALLOU, R.H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

BANA e COSTA, C.A., FERREIRA, J.A.A., CORREA, E.C. **Metodologia multicritério de apoio à avaliação de propostas em concursos públicos**. In: ANTUNES, C.H., TAVARES, L.V. **Casos de aplicação da Investigação Operacional**. São Paulo: McGraw Hill, 2000.

BOTTER, R., FORTUIN, L. **Stocking strategy for service parts: a case study.** International Journal of Operations and Production Management, v.6, n.6, p656 – 674, 2000.

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

BOWERSOX, D. J., DAUGHERTY, P.G., DROGE, C.L., WARDLOW, B.L. **Logistical Excellence: it's not business as usual.** Burlington, MA: Digital Equipment Press, 1992.

BOYSSOU, D. **Décision multicritère ou aide multicritère?** Bulletin du Groupe de Travail Européen “Aide a multicritère à la Décision”, Serie 2, n.2, 1993.

CARVALHO, R.A., COSTA, H.G. **Tendências no fornecimento de materiais.** In: XXI ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção)/VII ICIE (International Congress of Industrial Engineers). Salvador, BA, Brasil: 2001.

CHASE, R.; AQUILANO, N.J. e JACOBS, F.R. **Production and Operations Management.** Boston: Irwin McGraw Hill, 1998.

CHING, H.Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada – Supply Chain.** São Paulo: Forense, 1999.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – estratégias para a redução de custos e melhoria de serviços.** 1 ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

COOPER, M.C., LAMBERT, D.M., PAGH, J.D. **Supply Chain Management: more than a new name for logistics.** The International Journal of Logistics Management. Vol. 8, n.1, EUA, 1997.

CORRÊA, H.; DIAS, G.P.P. **De volta a gestão de estoques: as técnicas sendo usadas nas empresas.** Anais do I SIMPOI São Paulo: EAESP, FGV, 1998.

CORRÊA, H.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle de Produção – MRP II e ERP – Conceitos, Uso e Implantação** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001. 452p.

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

DIAS, M.A.P. **Administração de materiais.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.

FIGUEIREDO, K.F., FLEURY, P.F., WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Atlas, 2003.

GARUTI, C. **Measuring Compatibility (Closeness) in weighted enviroments. When close realy means close?** Santiago, ISAHp, 2007.

GOLDRATT, E.M. **A Síndrome do Palheiro.** 1 ed. São Paulo, SP. IMAN, 1991.

GOLDRATT, E.M., FOX, J. **A Meta.** 2 ed. Ampliada São Paulo, SP. Educator, 1992.

GONÇALVEZ, P. S. **Administração de materiais – obtendo vantagens competitivas.** 1 ed. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 2004.

GOTHB, F. e L. WARREN. **A Case study comparison of the Analytic Hierarchy Process and a Fuzzy Decision Methodoly.** The Engineering Economist, vol. 4, n3, p23-246, 1995

HILL, C.W. **International Business: Competing in the Global Marketplace.** Ch, IL: Irwin, 1998.

LAMBERT, D.M., **Strategic Logistics Management.** Homewood: R. D. Irwin, 1993.

LARA, E.P.; ROBLES JUNIOR, A. **Proposta de introdução estratégica de custos para as micros e pequenas empresas.** UNOPAR Cient., Ciências Jurídicas Empresariais. Londrina: v.2, n.2, 2001, pág. 51 – 65

LARRAÑAGA, F. A. **A Gestão Logística Global.** 1ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003. 252p.

LEITE, P.R. **Logística reversa: nova área da logística empresarial.** São Paulo: Revista Tecnológica ano VIII, n.78, 2002, pág. 102 – 109

LIMA, A.P.F.A., MORANDI, J.C., PINTO, G.L.A., SUCUPIRA, C.A.C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e o papel da Tecnologia de Informação.** 1ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003. 252p.

MACHADO, E.P.; GOMES, L.F.A.M.; CHAUVEL M.A. **Avaliação de estratégias em marketing de serviços: um enfoque multicriterio.** São Paulo: Revista de Administração Mackenzie ano IV, n.02, 2003, pág. 65 – 81

MICHAELIS. **Dicionário escolar – Língua Portuguesa**. edição atualizada São Paulo: Melhoramentos, 2002.

MOURA, C.E. **Gestão de estoques: ação e monitoramento na cadeia de logística integrada** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2004, 404p.

MURAKAMI, M. **Decisão estratégica em TI: estudo de caso**. Dissertação de mestrado. São Paulo: USP, 2003, 170p.

OLIVEIRA, J.N.M. **Redução de Estoques em empresa estatal: aperfeiçoamento do modelo de gestão de estoques com demanda incerta**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: UFSC, 2002, 92p.

PIRES, S.R.I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

PLOSSI, G.W. **Administração da produção: como as empresas podem aperfeiçoar as operações a fim de competirem globalmente**. São Paulo: Makron, 1993.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J. **Administração da produção e operações** São Paulo: Prentice Hall, 2004, 431p.

ROBISON, J.A. **Inventory profile analysis: an aggregation technique improving customer service while reducing inventory**. Production and Inventory Management Journal, v.42, n.2, p8 – 13, 2001.

RODRIGUES, G.J.J. **Redução de estoques em três dimensões** São Paulo: IMAM, 1993.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R.S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices** Reno: Universidade de Nevada, 1999.

ROSA, C.B. **Gestão de Almoxarifado** São Paulo: Edicta, 2003.

ROY, B. **Méthodologie multicritère d'aide à la décision**. Paris, Econômica, 1985.

SAATY, T.L. **Multicriteria decision making: The Analytic Hierarchy Process**. AHP Series v. 1 Pittsburgh: RWS Publications, 1990.

SAATY, T.L. **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks**. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.

SANDVIG, J.C., ALLAIRE, J.J. **Vitalizing a service parts inventory**. Production and Inventory Management Journal, v.39, n.1, p67 – 71, 1998.

SALOMON, V.A.P. **Desempenho da modelagem de auxilio á decisão por múltiplos critérios na análise do Planejamento e Controle da Produção**. Tese de doutorado São Paulo: USP, 2004, 122p.

SCHAFF, A. **A sociedade informática**. São Paulo: Unesp - Brasiliense, 1993.

SCHWITZKY, M. **Acuracidade dos métodos de previsão e a sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabados**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: UFSC, 2001, 122p.

SHIMIZU, T. **Decisões nas organizações – introdução aos problemas de decisão encontrados nas organizações e nos sistemas de apoio à decisão.** São Paulo: Editora Atlas, 2001.

SICCO, M.; VENDRAMETTO, O. **Impactos e tendências da globalização na administração de materiais.** Simpósio de Engenharia de Produção Bauru: SIMPEP, 2003.

SILVA, E. L.; MENEZES, E.M. **Metodologia de pesquisa e elaboração da dissertação.** 3ed. Rev. atual. Florianópolis: Laboratório de ensino de distancia da UFSC, 2001. 121p.

VIDAL-PESSOLANI, R.B., SOARES DE MELLO, J.C.C.B., LETA, F.R., GOMES, E.G., PINTO, M.C. **O Projeto Aerodesing como ferramenta de ensino multidisciplinar através de casos concretos.** Encontro de Educação em Engenharia, Petrópolis, 2001.

VIEIRA, M. G. **Comparação entre o método de análise hierárquica e um modelo decisório existente para a seleção de fornecedores de uma empresa aeronáutica.** XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção Florianópolis: ENEGEP, 2004.

VOLLMANN, T.E., CORDON, C. **Making Supply Chain Relationships Work.** Institute of Management Development, Lausanne: v.1, n.8, p 26-37, 1996.

YEH, Q.J. **A practical implementation of gamma distribution of the reordering decision of na inventory control problem.** Production and Inventory Management Journal, v.38, n.1, p51 – 57, 1997.

WANKE, P **Gestão de Estoque na cadeia de Suprimento – Decisões e modelos quantitativos.** 1ed. São Paulo: Atlas, 2003. 176p.

APENDICE A – FERRAMENTAS DE INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO

As importâncias das ferramentas de integração estão nas suas funcionalidades, as quais deverão atender a todos os níveis da organização, devendo assim, promover diversos padrões de confidenciais diretamente relacionados à hierarquia da empresa, definindo as fronteiras de tempo na qual serão atualizadas as informações, principalmente, para decisões em longo prazo, observando os níveis de detalhe conforme a necessidade de cada nível e tendo como importância principal, o armazenamento em uma base única de informação. Segue alguns exemplos de software e hardware utilizados para integração da cadeia de suprimentos de acordo com Lima *et al.* (2003).

A.1 ERP – *Enterprise Resources Planning*

O princípio do sistema é projetar demandas e gerar programação de compras e produção para fábricas, atacadistas e varejistas, planos de abastecimento a redes de distribuição, avaliar capacidades de centros de trabalho, controlar níveis de estoques, receber e processar pedidos e fazer os demais controles administrativos, contábeis, financeiros e tributários de uma empresa. É utilizado em todos os níveis da organização.

A.2 WMS – *Warehouse Management System*

Sistemas para administrar os fluxos físicos de recebimento, armazenagem, separação e expedição de mercadorias, definindo suas localizações dentro dos depósitos e possibilitando a automação de suas operações através de tecnologias de código de barras, rádio frequência, separação automática de pedidos. Utilizado principalmente, no nível operacional.

A.3 APS/MES – *Advanced Planning Systems e Manufacturing Execution Systems*

Basicamente utilizado no nível operacional da organização, os sistemas de planejamento de utilização de recursos, têm como objetivo, aperfeiçoar e sincronizar a utilização dos mesmos. Acoplados com MES, monitoram um controle individualizado das operações executadas em cada recurso, em tempo real, permitindo então a otimização do processo decisório em um ambiente fabril ou qualquer outro que necessite de controle de processos.

A.4 CRM – *Customer Relationship Management Systems*

Tais sistemas objetivam capturar informações dos clientes/consumidores, identificando seus perfis de compra de maneira a possibilitar maior acurácia nas previsões de demanda, na definição dos sortimentos de produtos. Proporcionam ainda o controle de atividades promocionais e seus impactos na demanda, assim como o controle de atividades de garantia de produtos.

A.5 *E-commerce e E-procurement*

Sistemas para permitir compras e leilões entre empresas e entre estas e seus consumidores, através da utilização da internet. A ferramenta é utilizada no nível operacional.

A.6 GPS – *Geo-positioning Systems*

Dispositivos que identificam posição de qualquer veículo/pessoa através do uso dos conceitos de latitude e longitude geográfica, em conjunto com mapas digitalizados. São aplicados para controle de desempenho e segurança de transportes.

Importante salientar que outros modelos já estão disponíveis no mercado, cada vez mais buscando uma integração de todos os níveis da organização, estratégico, tático e operacional. Além disso, inúmeras pesquisas acadêmicas estão sendo desenvolvidas em conjunto com as empresas na busca de atualização conceitual e ferramentas para soluções integradas dos problemas.

APENDICE B – POLÍTICAS E PARÂMETROS DE PLANEJAMENTO

Para que o estoque de um item seja determinado, são necessárias certas análises através de conceitos existentes na literatura de modo a quantificar qual o tamanho da segurança necessária em cada etapa da cadeia de suprimentos, seja pelo tempo de permanência, seja pelo tempo necessário para reposição. Segue então, os conceitos ligados à gestão de estoques.

B.1 Estoque de Segurança

Quantidade de material estocado com o objetivo de atender as variações de demanda de forma a evitar ruptura no estoque (não atendimento).

B.2 Determinação do tamanho do Lote Econômico

A teoria para determinação de um tamanho de lote econômico baseia-se em definir uma quantidade cujo custo de fabricação seja mínimo e para um item comprado, é o tempo necessário entre a liberação de uma ordem planejada (MRP ou SAP) e o momento a partir da qual o material referente à ordem está disponível para a área de logística da empresa.

B.3 Lead Time de Fornecimento

Para um item comprado, é o tempo necessário entre a liberação de uma ordem planejada (MRP ou SAP) e o momento no qual o material referente à ordem está disponível para a área de logística da empresa. Este lead time é composto pelos seguintes ciclos:

- Ciclo de emissão física da ordem (requisição de compra).

- Ciclo de transformação da ordem em pedido de compra (inclui o processo de cotação e aprovação do pedido).
- Ciclo de envio ao fornecedor.
- Ciclo do fornecedor. Pode ser considerado de duas formas: 1) o valor do lead time que se refere ao tempo de fabricação do material; 2) o valor do lead time que se refere ao tempo acordado em contrato com a empresa solicitante.

Ao término da fabricação do item, ou seja, quando o mesmo está disponível para a logística, será analisado o lead time de recebimento, conforme veremos a seguir.

B.4 Lead Time de Trânsito/Recebimento

Conforme o incoterms acordado entre o fornecedor e a montadora, teremos um ciclo referente ao trânsito/recebimento do material. Estarão sendo tratados dois termos mais usuais entre as operações realizadas no exterior com empresas brasileiras. São eles:

- EXW – “*Ex-Work*”. Responsabilidade total do comprador (licença de exportação, licença de importação e conhecimento de embarque). Segundo a entrega contratual, será disponibilizado nas dependências do fornecedor, este não se responsabilizando pelo carregamento do material no veículo de transporte. Todos os custos, a partir da entrega do item, ficam a cargo do comprador.
- CPT – “*Carriage paid to...*”. É de responsabilidade do fornecedor, a licença de exportação e conhecimento de embarque. Quanto à licença de importação, esta é de responsabilidade do comprador. Segundo a entrega contratual, será disponibilizado aos cuidados do primeiro transportador ou transitário, escolhido pelo fornecedor. Todos os custos, até a entrega, ficam a cargo do fornecedor inclusive fretes, estiva e desestiva, além dos custos de exportação.

Dessa forma, este lead time é composto pelos seguintes ciclos:

- Ciclo de expedição da peça no fornecedor
- Ciclo de envio para o agente embarcador
- Ciclo de trânsito entre o local do fornecedor e o local do montador
- Ciclo de desembarço
- Ciclo de conferência e recebimento no montador

Ao final, o item está disponível em estoque para ser utilizado na linha de produção.

B.5. Parâmetros de Ressuprimento

Os parâmetros de ressuprimento são calculados com base no histórico de consumo, tempo de aquisição do material, nível de atendimento por parte do fornecedor e classe de valor do item. De acordo com Oliveira (2002), esses parâmetros são calculados da seguinte forma:

B.5.1 CMM – Consumo médio mensal

Será efetuado o cálculo de um item considerado, em função do número de meses e da quantidade de lançamento.

B.5.2 Desvio padrão

Para o cálculo do desvio padrão, leva-se em consideração as mesmas condições em relação ao número de meses de lançamento, descrito no item anterior.

Conforme Botter *et al.* (2000), a determinação dos estoques produtivos e de distribuição, quanto à demanda e o tempo de resposta, são previstos de maneira mais precisa. Afinal, a maioria dos modelos empregados, permite a tomada de decisão mais adequada quanto à quantidade necessária de cada item em estoque.

APENDICE C – NOVAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DOS ESTOQUES

A evolução conceitual do processo de gestão dos estoques ao longo da cadeia de suprimentos refere-se atualmente em novas ferramentas de aplicabilidade através do conceito relacionado diretamente com o planejamento e a gestão colaborativa. A importância desta aplicação busca a separação do tradicional onde fornecedor é fornecedor, produtor é produtor e distribuidor é distribuidor para alternativas de aproximação utilizando modelos teóricos.

O intuito deste apêndice está na apresentação de duas ferramentas que tiveram sucesso ao serem aplicadas em diversas empresas, independentes do tamanho do porte produtivo. Serão definidos os objetivos básicos, a conceituação, a forma de aplicação e implantação, além de vantagens e desvantagens de cada um dos exemplos, tanto para a empresa fornecedora quanto para a empresa cliente. São conhecidos como *Vendor Managed Inventory* (VMI) e *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR)

C.1 VMI – *Vendor Managed Inventory*

O princípio básico da ferramenta está na relação entre o fornecedor e o cliente na qual o primeiro é responsável pelo planejamento e administração do inventário do estoque do cliente, sendo baseado num contrato de serviço de reposição acordado. Na essência, o fornecedor torna-se uma extensão do departamento de administração de materiais do cliente.

O VMI não é apenas uma visita ao cliente, algumas vezes em um determinado período, para reposição do material baseado num nível acordado. O fornecedor acompanha a informação tanto da quantidade utilizada num determinado período de tempo, quanto da quantidade em estoque de um determinado cliente obtida através de ferramentas de troca de informações ou planilhas eletrônica, transmitida eletronicamente, através do EDI/Internet, para fins de liberação de pedidos para reabastecimento. É fornecido um certificado para cada embarque, monitorando o

estoque em trânsito, com importância principalmente para relações com grandes ciclos logísticos, confirmando que o produto atende ao critério de qualidade descrito no contrato. Para ambos, a proposta será interessante. Começa com o investimento em sistemas de informação, software e mão de obra.

Vários são os benefícios com a implementação de programas de VMI, destacando o melhor serviço de atendimento ao cliente, menor incerteza na demanda devido à dependência de previsão, inventário e custos reduzidos em longo prazo.

C.2 CPFR – *Collaborative Planning, Forecasting and Rephinishment*

Com a análise nos comportamentos atuais dos padrões de relacionamento entre clientes e fornecedores ao longo das cadeias de suprimento, nota-se a manutenção de características como um comportamento individual, distante e até com algumas divergências. O princípio básico é focar as atividades de cada um, planejando e executando suas operações de forma isolada e não cooperativa. Entretanto, com a globalização do planeta, há competição onde as empresas buscam aumentar seus mercados consumidores, tarefa na qual tem se tornado cada vez mais complexa, necessitando ser revisto o antigo conceito, principalmente quanto às práticas de relacionamento.

A necessidade de aumento da vantagem competitiva garantindo maior eficiência. Com o crescente corte nos custos para aumento das margens, possibilitando maiores lucros, faz com que as empresas busquem melhor integração entre os elos da cadeia de suprimentos criando um comportamento colaborativo com grande troca de informações, em determinados momentos, em toda a cadeia. Assim, resultam em reduções nos níveis de estoque e crescimento nos níveis de atendimento.

Conforme pesquisas realizadas nos últimos anos, de acordo com Arozo (2000), houve o surgimento de várias iniciativas com o intuito de se obter ganhos de competitividade através de um melhor gerenciamento do fluxo de informação ao longo das cadeias de suprimento, tendo como base a tecnologia de informação e a adoção do conceito de parceria pelos diversos participantes das cadeias. Conhecidas

genericamente como de Programas de Resposta Rápida (PRR), estas iniciativas englobam tanto por procedimentos operacionais, tais como CRP (*Continuous Replenishment Program*) e VMI (*Vendor Managed Inventory*), quanto por programas institucionais, como, por exemplo, o ECR (*Efficient Consumer Response*) no setor de produtos de mercearia.

Ainda segundo Arozo (2000), tanto o CRP quanto o VMI buscam, através da disponibilidade de informações a respeito de vendas e estoque, a redução no tempo de ressuprimento, criando desta maneira uma resposta rápida aos movimentos de demanda do consumidor final, evitando movimentos de maneira antecipada baseados em previsões de vendas que raramente se confirmam. O ECR, por sua vez, é um programa mais abrangente que, além de resposta rápida, também é voltado para o gerenciamento de categorias, o aumento da eficiência das promoções e o lançamento de novos produtos.

Por fim, as empresas envolvidas com o processo CPFR já estão obtendo benefícios concretos, muitos dos quais já previstos. Os principais resultados apontados foram os seguintes:

- Aumento nas vendas dos produtos com planejamento colaborativo
- Redução no erro de previsão
- Redução no ciclo de ressuprimento
- Redução nos níveis de estoque com conseqüente aumento no giro dos mesmos
- Suavização da demanda para os fornecedores
- Aumento da disponibilidade de produto para os varejistas
- Visibilidade para melhor determinar os parâmetros de reposição por loja
- Aumentos no nível de serviço dos fornecedores
- Redução dos custos de planejamento de produção.

Estes resultados mostram que, apesar de ser um conceito recente, o CPFR vem obtendo uma crescente aceitação sendo implementado por muitas das principais empresas de bens de consumo. Esta aceitação deve apresentar um crescimento ainda mais acentuado à medida que os benefícios obtidos se tornem mais visíveis,

consolidando o CPFR como um modelo de gestão da cadeia de suprimentos extremamente vantajoso tanto para varejistas quanto para fabricantes.

APENDICE D – CÁLCULO DAS MATRIZES POR CRITÉRIO

Segue abaixo, os cálculos para matriz comparação e matriz normalizada das alternativas definidas (devolução para o fornecedor, peças de reposição, retrabalho e sucateamento) para cada um dos 9 critérios definidos, de acordo com as características do material estocado.

Apresentação dos cálculos matriciais.

D.1 Critério – Volume C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	2,00	0,25	0,33	0,77
peças de reposição	0,50	1,00	3,00	3,00	1,44
retrabalho	4,00	0,33	1,00	2,00	1,09
sucateamento	3,00	0,33	0,50	1,00	0,71

Tabela 9 – Matriz comparação – critério Volume C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,12	0,55	0,05	0,05	0,19
peças de reposição	0,06	0,27	0,63	0,47	0,36
retrabalho	0,47	0,09	0,21	0,32	0,27
sucateamento	0,35	0,09	0,11	0,16	0,18

Tabela 10 – Matriz normalizada – critério Volume C

D.2 Critério – Volume B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,50	3,00	6,00	1,54
peças de reposição	2,00	1,00	0,33	0,50	0,83
retrabalho	0,33	3,00	1,00	0,33	0,74
sucateamento	0,17	2,00	3,00	1,00	0,89

Tabela 11 – Matriz comparação – critério Volume B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,29	0,08	0,41	0,77	0,38
peças de reposição	0,57	0,15	0,05	0,06	0,21
retrabalho	0,10	0,46	0,14	0,04	0,18
sucateamento	0,05	0,31	0,41	0,13	0,22

Tabela 12 – Matriz normalizada – critério Volume B

D.3 Critério – Volume A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,33	0,25	0,17	0,29
peças de reposição	3,00	1,00	0,25	3,00	0,95
retrabalho	4,00	4,00	1,00	3,00	1,96
sucateamento	6,00	0,33	0,33	1,00	0,81

Tabela 13 – Matriz comparação – critério Volume A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,07	0,06	0,14	0,02	0,07
peças de reposição	0,21	0,18	0,14	0,42	0,24
retrabalho	0,29	0,71	0,55	0,42	0,49
sucateamento	0,43	0,06	0,18	0,14	0,20

Tabela 14 – Matriz normalizada – critério Volume A

D.4 Critério – Tempo em estoque C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,25	0,50	0,13	0,36
peças de reposição	4,00	1,00	0,33	0,25	0,60
retrabalho	2,00	3,00	1,00	3,00	1,64
sucateamento	8,00	4,00	0,33	1,00	1,40

Tabela 15 – Matriz comparação – critério Tempo C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,07	0,03	0,23	0,03	0,09
peças de reposição	0,27	0,12	0,15	0,06	0,15
retrabalho	0,13	0,36	0,46	0,69	0,41
sucateamento	0,53	0,48	0,15	0,23	0,35

Tabela 16 – Matriz normalizada – critério Tempo C

D.5 Critério – Tempo em estoque B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,33	0,50	0,25	0,39
peças de reposição	3,00	1,00	2,00	3,00	1,72
retrabalho	2,00	0,50	1,00	0,33	0,66
sucateamento	4,00	0,33	3,00	1,00	1,23

Tabela 17 – Matriz comparação – critério Tempo B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,10	0,15	0,08	0,05	0,10
peças de reposição	0,30	0,46	0,31	0,66	0,43
retrabalho	0,20	0,23	0,15	0,07	0,16
sucateamento	0,40	0,15	0,46	0,22	0,31

Tabela 18 – Matriz normalizada – critério Tempo B

D.6 Critério – Tempo em estoque A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,25	5,00	0,50	1,07
peças de reposição	4,00	1,00	0,25	0,17	0,87
retrabalho	0,20	4,00	1,00	2,00	1,08
sucateamento	0,50	6,00	0,50	1,00	0,97

Tabela 19 – Matriz comparação – critério Tempo A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,18	0,02	0,74	0,14	0,27
peças de reposição	0,70	0,09	0,04	0,05	0,22
retrabalho	0,04	0,36	0,15	0,55	0,27
sucateamento	0,09	0,53	0,07	0,27	0,24

Tabela 20 – Matriz normalizada – critério Tempo A

D.7 Critério – Custo C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	2,00	4,00	3,00	1,74
peças de reposição	0,50	1,00	0,50	3,00	0,90
retrabalho	0,25	2,00	1,00	0,33	0,66
sucateamento	0,33	0,33	3,00	1,00	0,71

Tabela 21 – Matriz comparação – critério Custo C

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,48	0,38	0,47	0,41	0,43
peças de reposição	0,24	0,19	0,06	0,41	0,22
retrabalho	0,12	0,38	0,12	0,05	0,16
sucateamento	0,16	0,06	0,35	0,14	0,18

Tabela 22 – Matriz normalizada – critério Custo C

D.8 Critério – Custo B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,33	0,25	5,00	0,74
peças de reposição	3,00	1,00	0,33	4,00	1,06
retrabalho	4,00	3,00	1,00	0,50	1,47
sucateamento	0,25	0,25	2,00	1,00	0,74

Tabela 23 – Matriz comparação – critério Custo B

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,12	0,07	0,07	0,48	0,18
peças de reposição	0,36	0,22	0,09	0,38	0,26
retrabalho	0,48	0,66	0,28	0,05	0,37
sucateamento	0,03	0,05	0,56	0,10	0,18

Tabela 24 – Matriz normalizada – critério Custo B

D.9 Critério – Custo A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	1,00	0,25	3,00	7,00	1,50
peças de reposição	4,00	1,00	0,25	0,17	0,94
retrabalho	0,33	4,00	1,00	3,00	1,10
sucateamento	0,14	2,00	0,33	1,00	0,46

Tabela 25 – Matriz comparação – critério Custo A

	devolução ao fornecedor	peças de reposição	retrabalho	sucateamento	Prioridade
devolução ao fornecedor	0,18	0,03	0,65	0,63	0,37
peças de reposição	0,73	0,14	0,05	0,01	0,23
retrabalho	0,06	0,55	0,22	0,27	0,27
sucateamento	0,03	0,28	0,07	0,09	0,12

Tabela 26 – Matriz normalizada – critério Custo A

APENDICE E – LEVANTAMENTO DOS DESTINOS

Segue abaixo, levantamento através de amostragem da frequência dos destinos para cada um dos materiais, englobando as três características analisadas (volume, tempo em estoque e custo) utilizando, para cada uma delas, a classificação ABC, totalizando assim, 27 tipos de materiais.

E Apresentação da frequência dos destinos dos materiais estocados.

E.1 Material CCC

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe C e custo classe C.

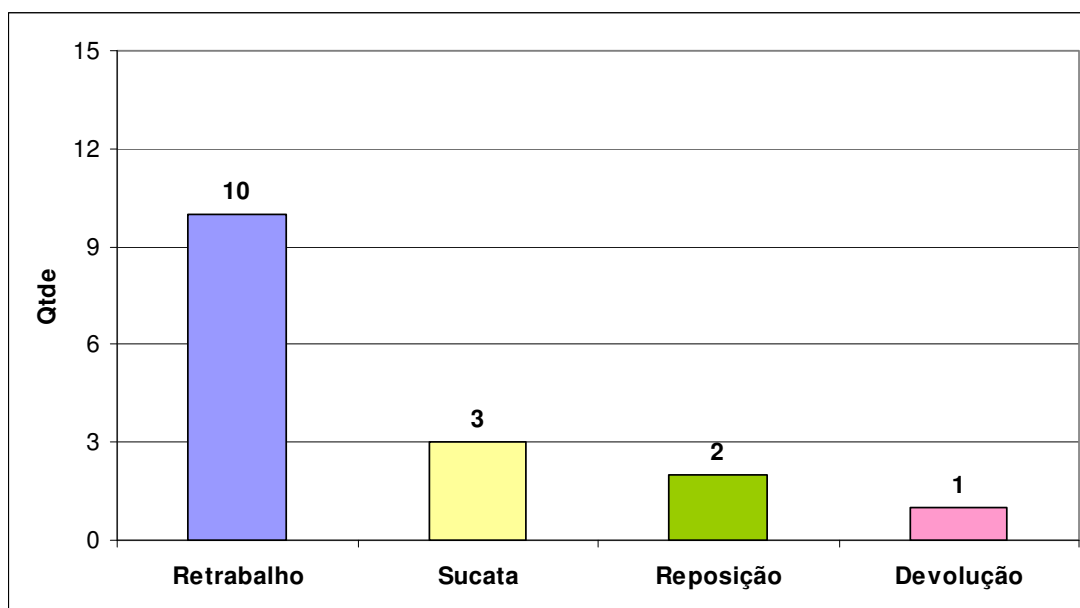


Gráfico 03 – Frequência dos destinos – Material CCC

E.2 Material CCB

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe C e custo classe B.

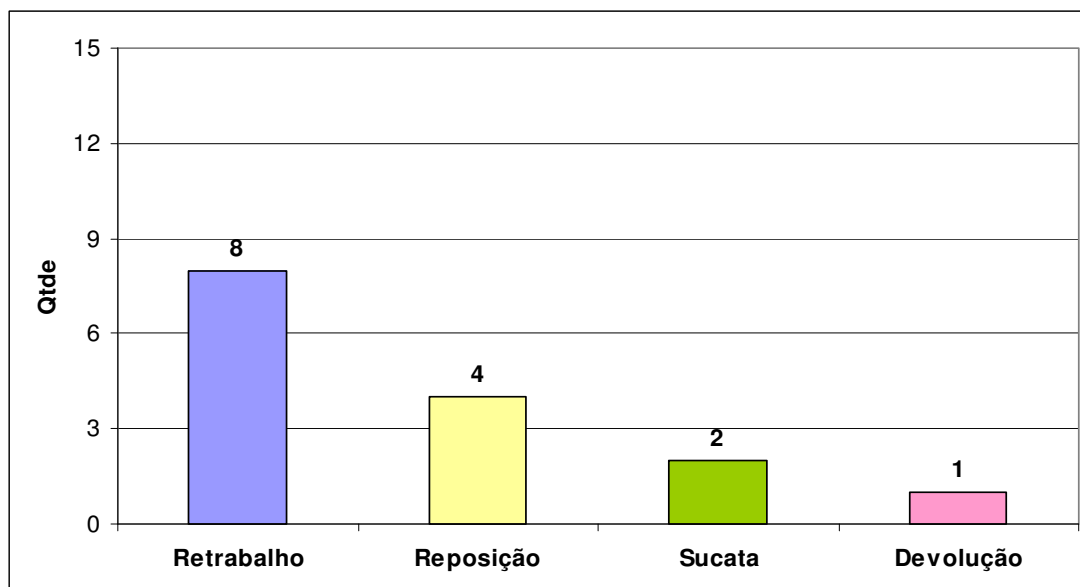


Gráfico 04 – Frequência dos destinos – Material CCB

E.3 Material CCA

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe C e custo classe A.

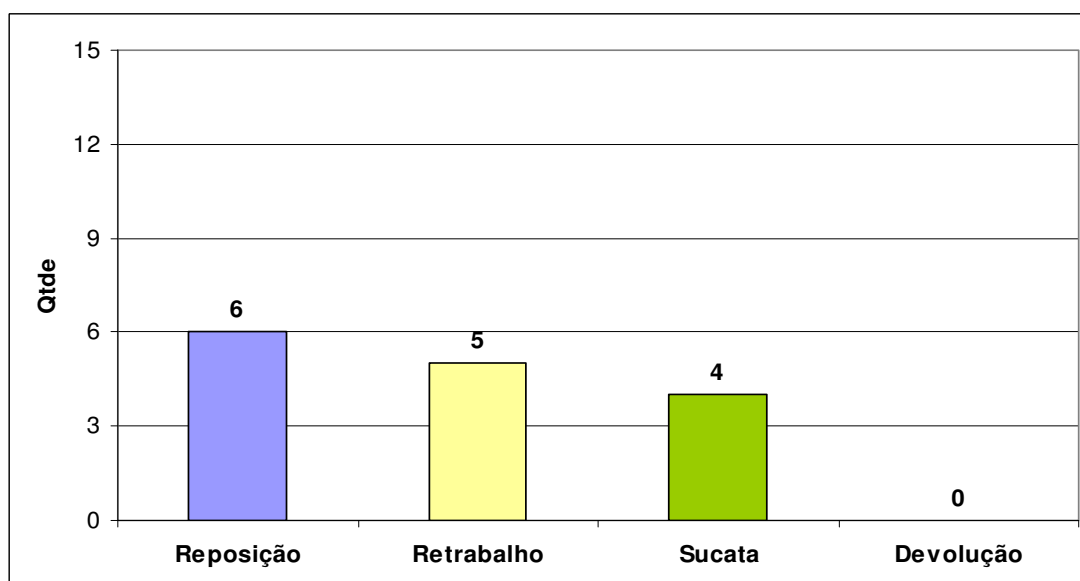


Gráfico 05 – Frequência dos destinos – Material CCA

E.4 Material CBC

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe B e custo classe C.

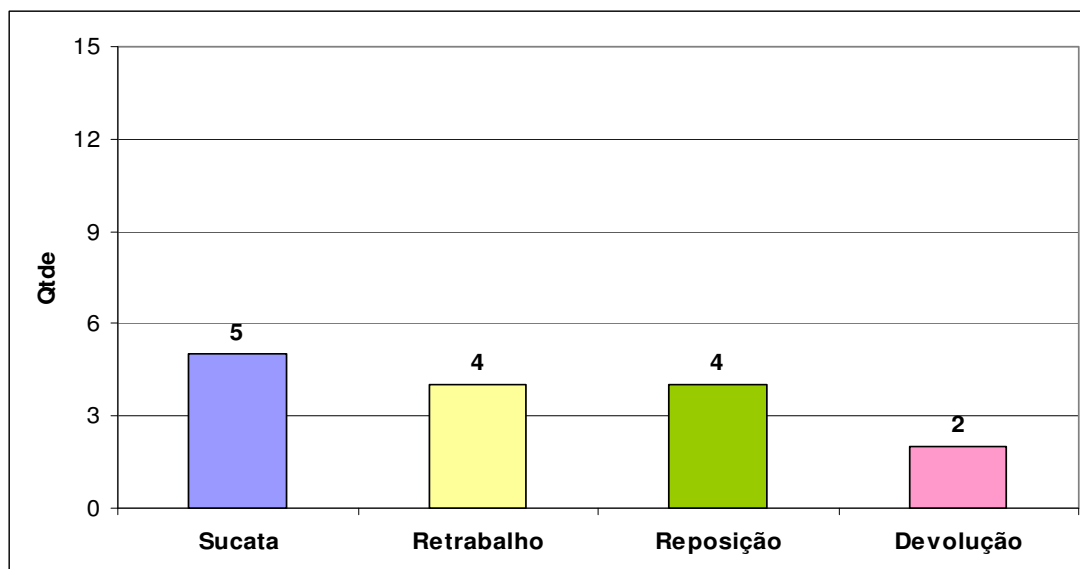


Gráfico 06 – Frequência dos destinos – Material CBC

E.5 Material CBB

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe B e custo classe B.

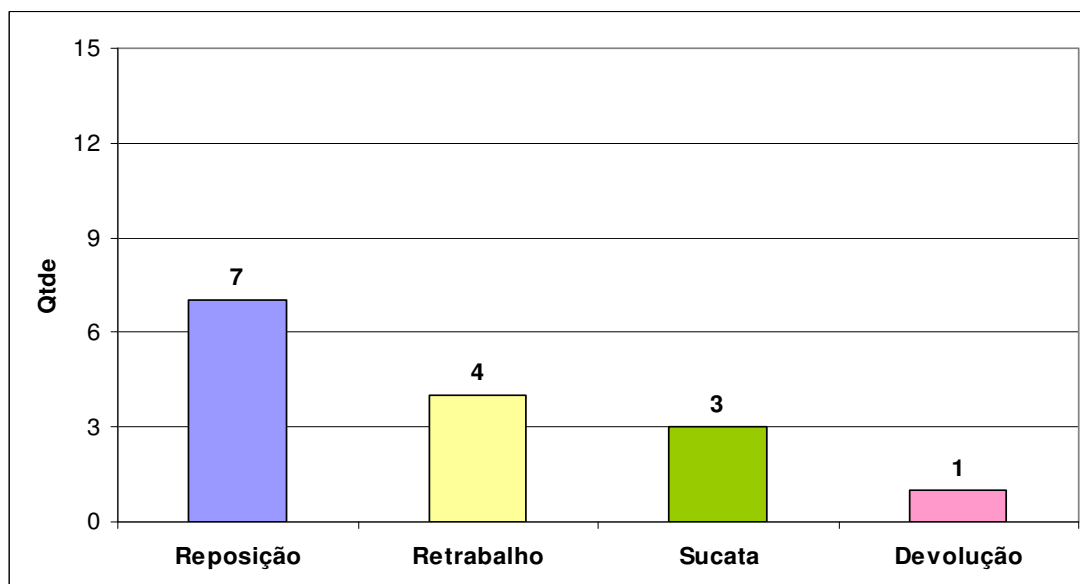


Gráfico 07 – Frequência dos destinos – Material CBB

E.6 Material CBA

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe B e custo classe A.

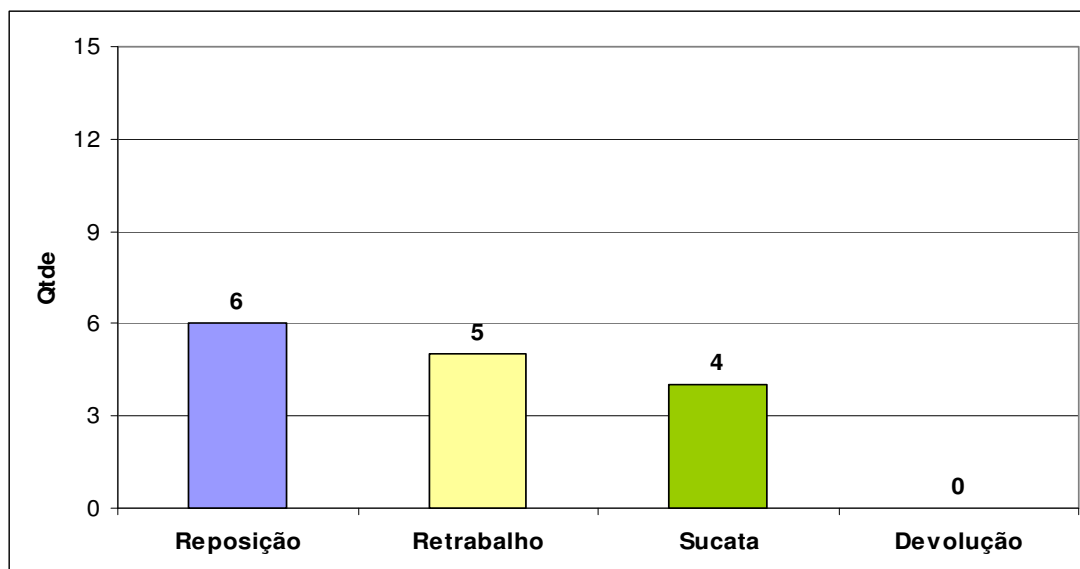


Gráfico 08 – Frequência dos destinos – Material CBA

E.7 Material CAC

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe A e custo classe C.

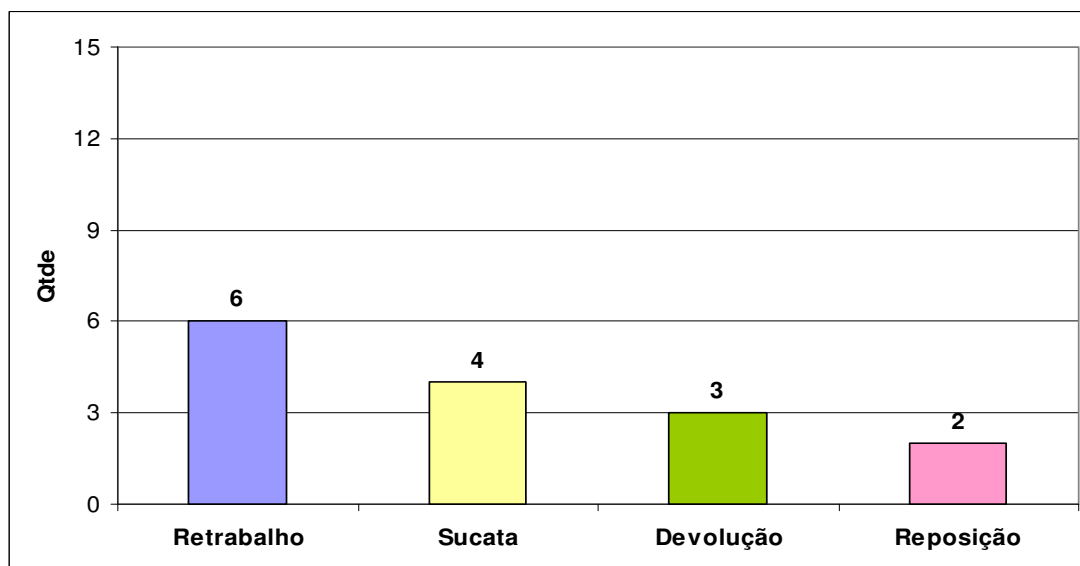


Gráfico 09 – Frequência dos destinos – Material CAC

E.8 Material CAB

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe A e custo classe B.

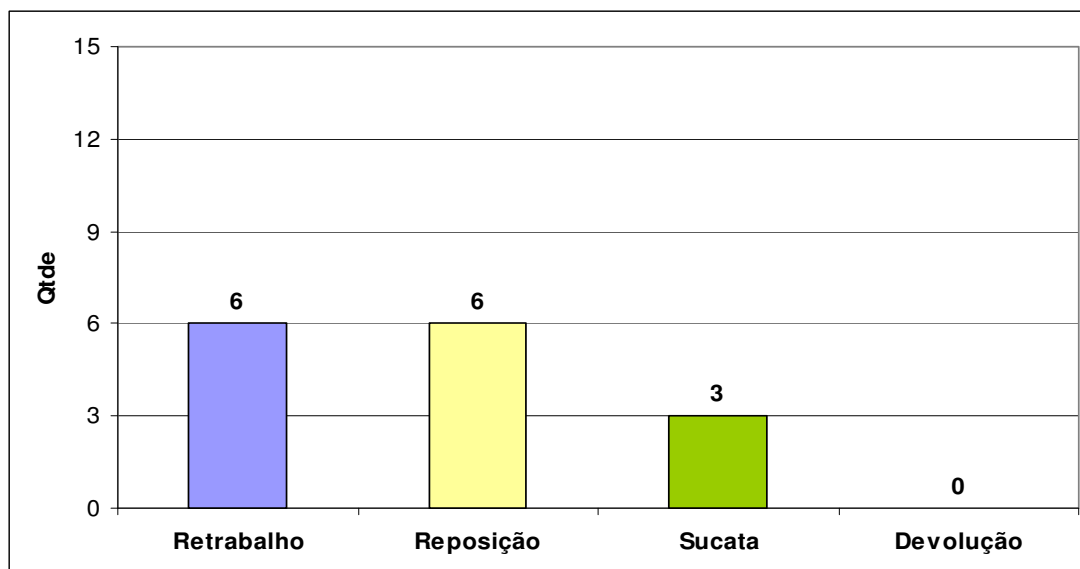


Gráfico 10 – Frequência dos destinos – Material CAB

E.9 Material CAA

É definido como volume classe C, tempo de estoque classe A e custo classe A.

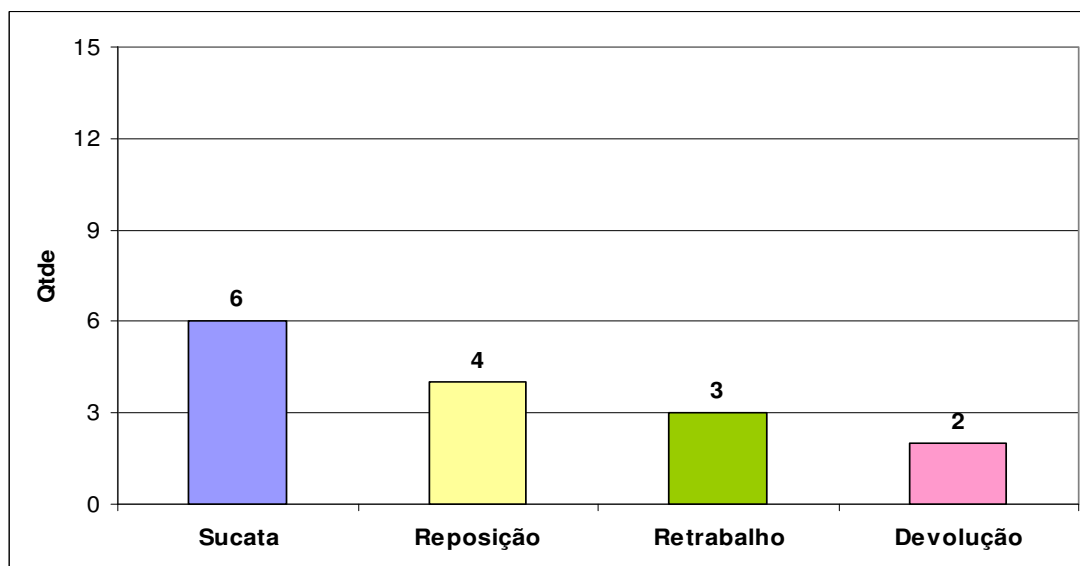


Gráfico 11 – Frequência dos destinos – Material CAA

E.10 Material BCC

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe C e custo classe C.

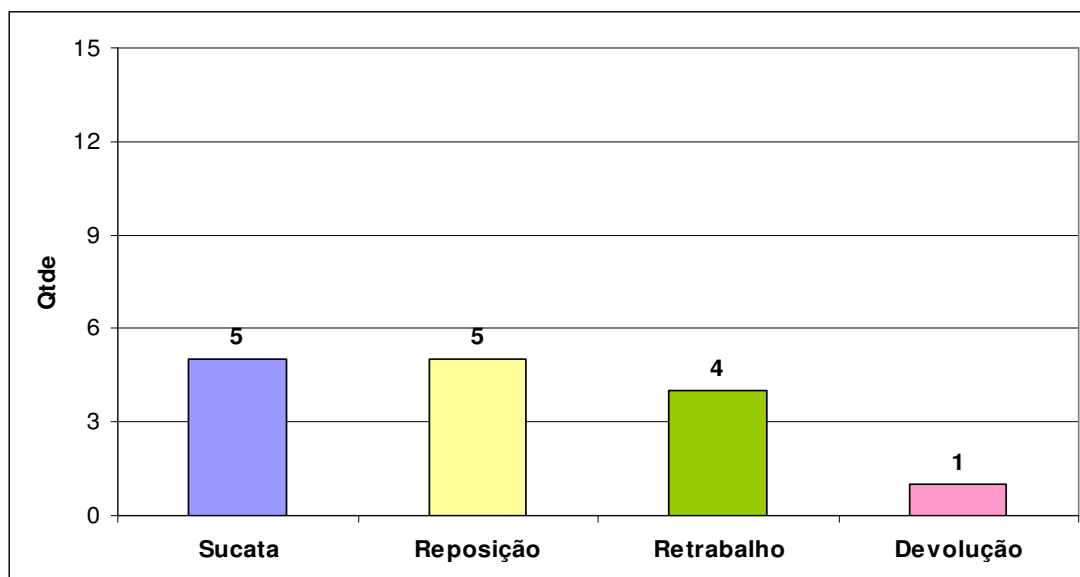


Gráfico 12 – Frequência dos destinos – Material BCC

E.11 Material BCB

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe C e custo classe B.

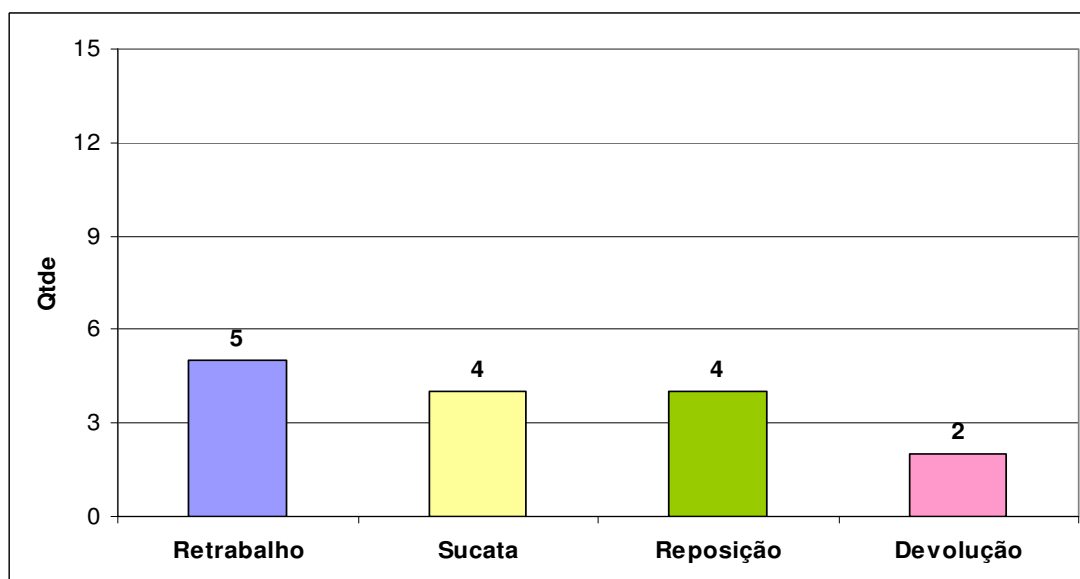


Gráfico 13 – Frequência dos destinos – Material BCB

E.12 Material BCA

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe C e custo classe A.

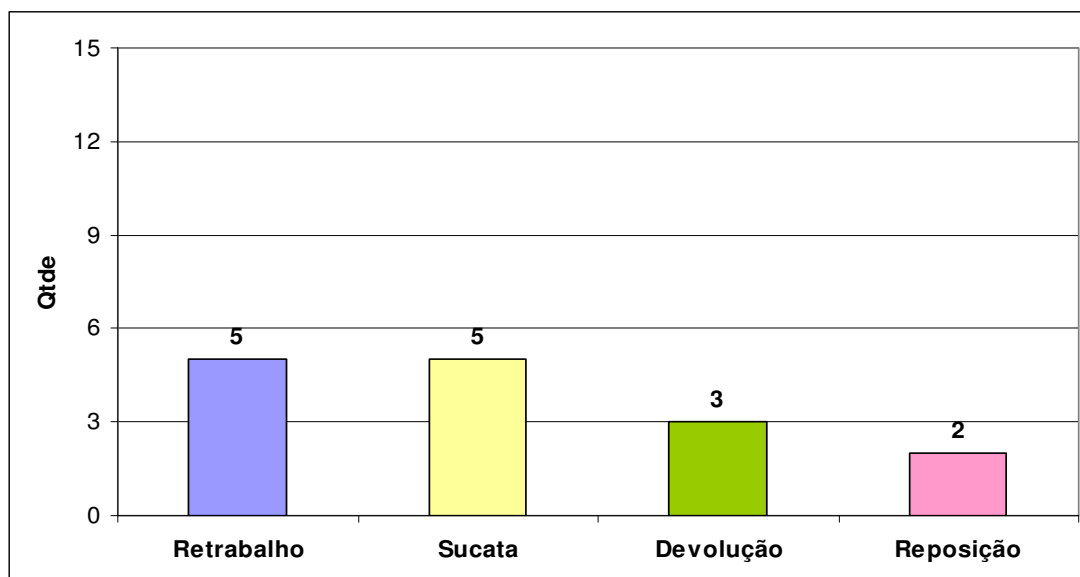


Gráfico 14 – Frequência dos destinos – Material BCA

E.13 Material BBC

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe B e custo classe C.

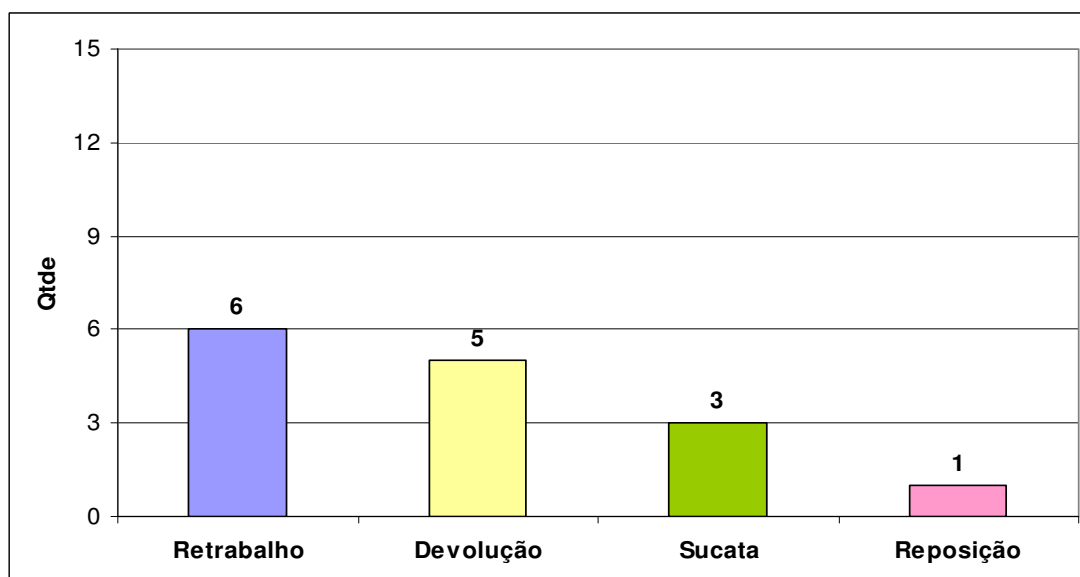


Gráfico 15 – Frequência dos destinos – Material BBC

E.14 Material BBB

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe B e custo classe B.

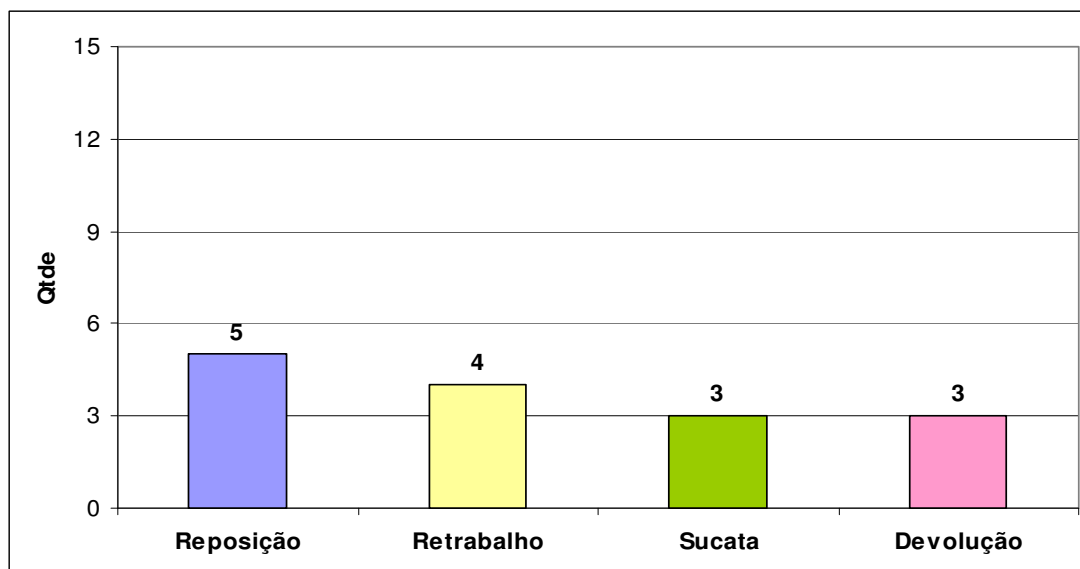


Gráfico 16 – Frequência dos destinos – Material BBB

E.15 Material BBA

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe B e custo classe A.

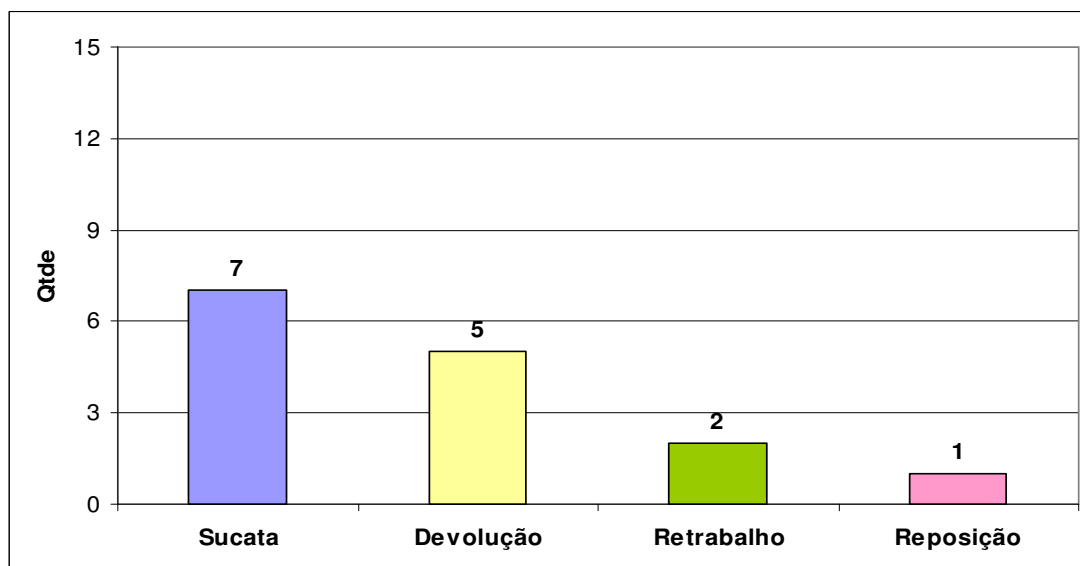


Gráfico 17 – Frequência dos destinos – Material BBA

E.16 Material BAC

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe A e custo classe C.

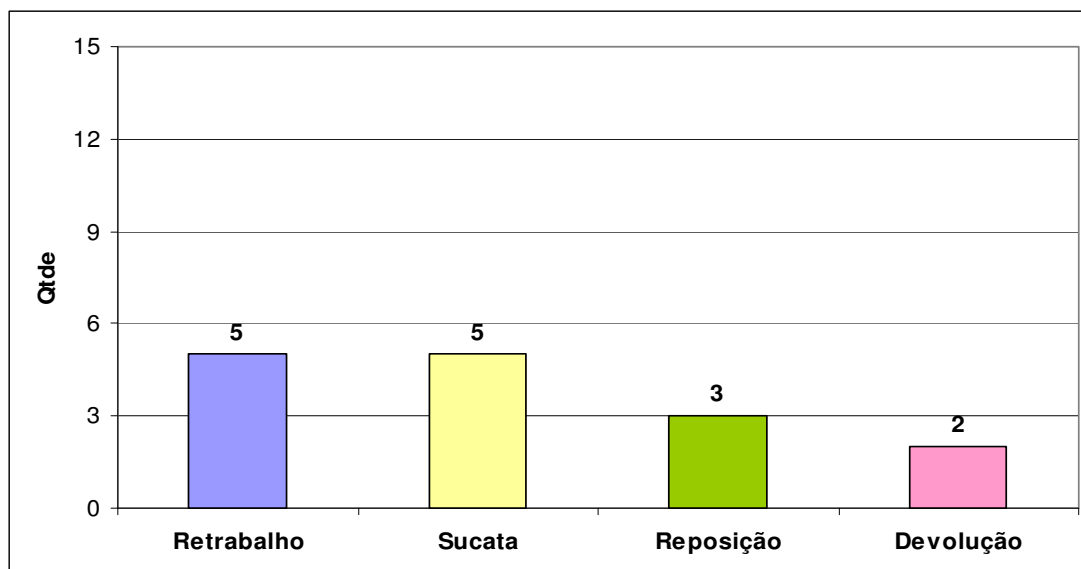


Gráfico 18 – Frequência dos destinos – Material BAC

E.17 Material BAB

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe A e custo classe B.

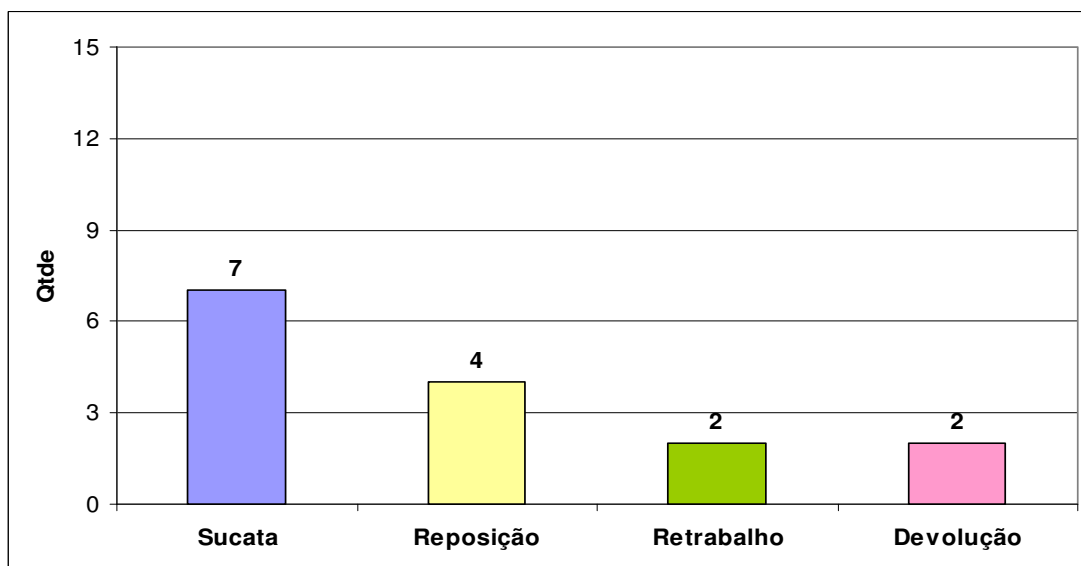


Gráfico 19 – Frequência dos destinos – Material BAB

E.18 Material BAA

É definido como volume classe B, tempo de estoque classe A e custo classe A.

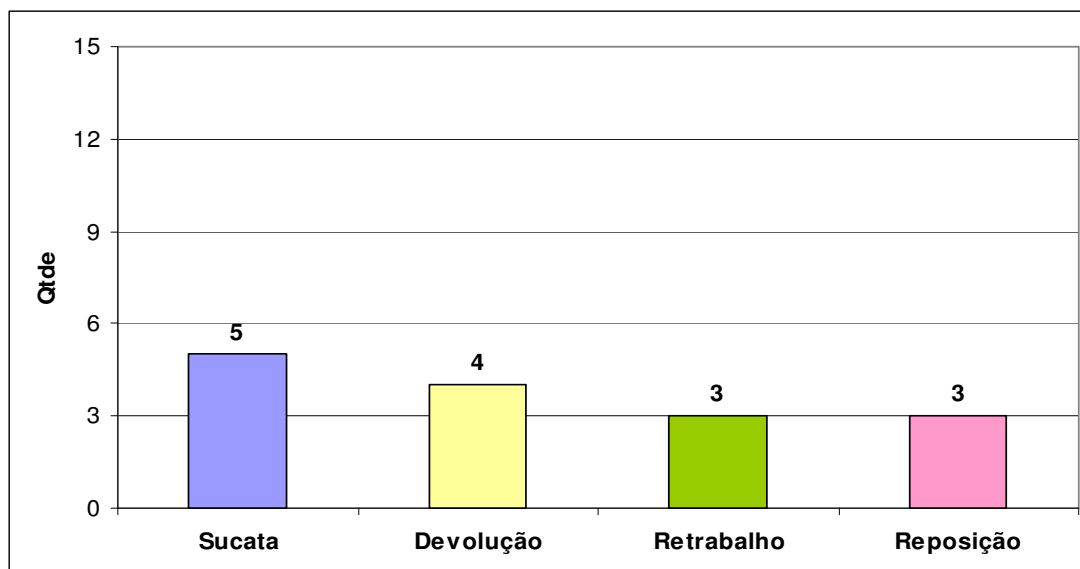


Gráfico 20 – Frequência dos destinos – Material BAA

E.19 Material ACC

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe C e custo classe C.

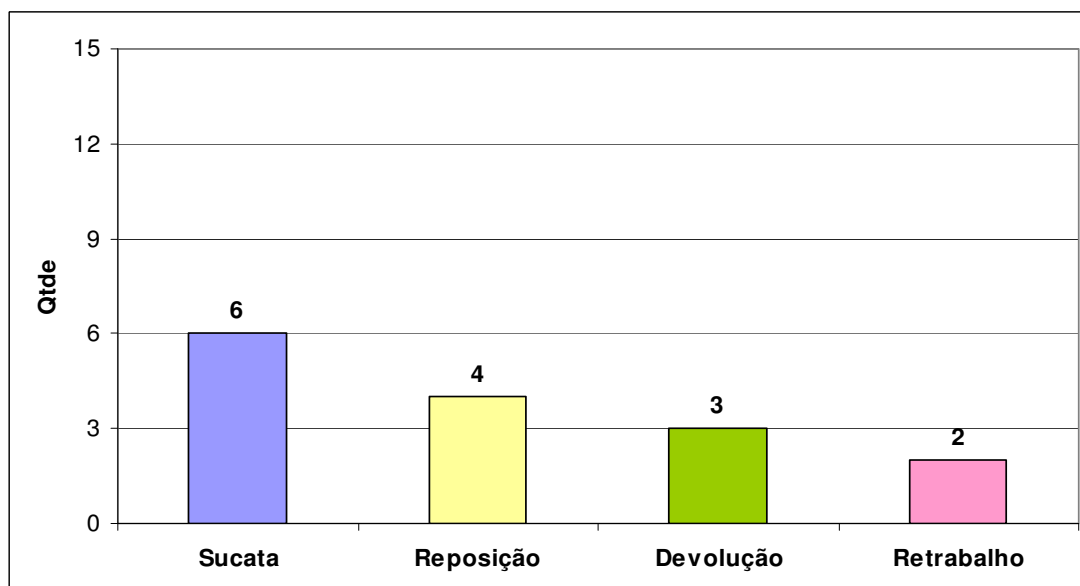


Gráfico 21 – Frequência dos destinos – Material ACC

E.20 Material ACB

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe C e custo classe B.

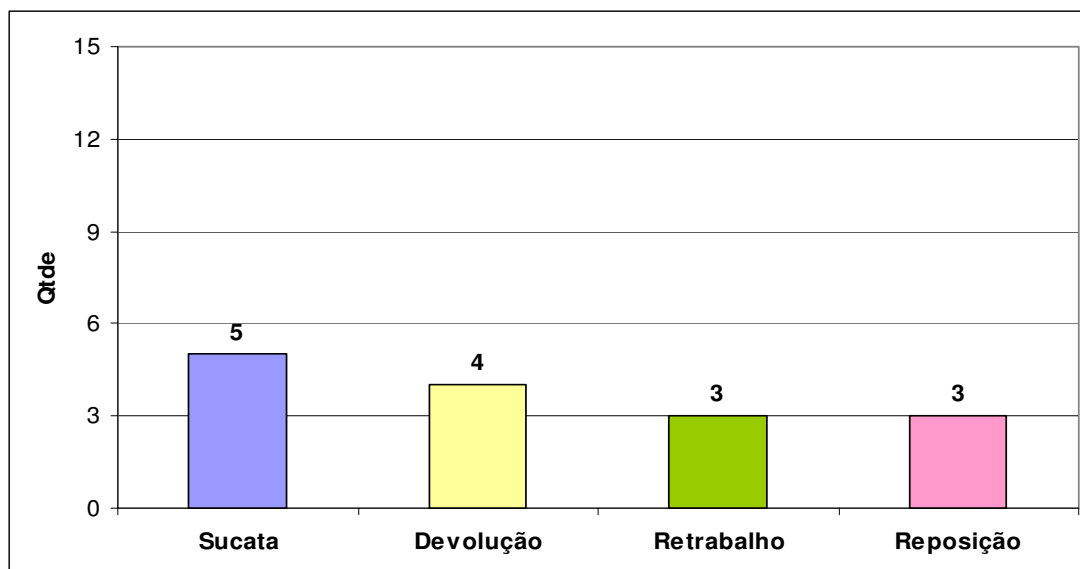


Gráfico 22 – Frequência dos destinos – Material ACB

E.21 Material ACA

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe C e custo classe A.

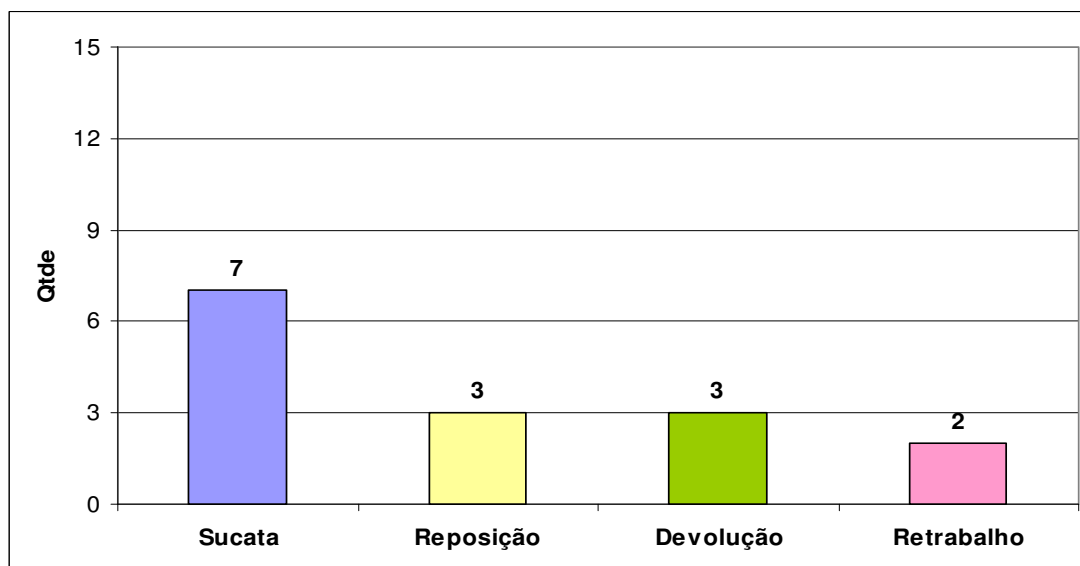


Gráfico 23 – Frequência dos destinos – Material ACA

E.22 Material ABC

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe B e custo classe C.

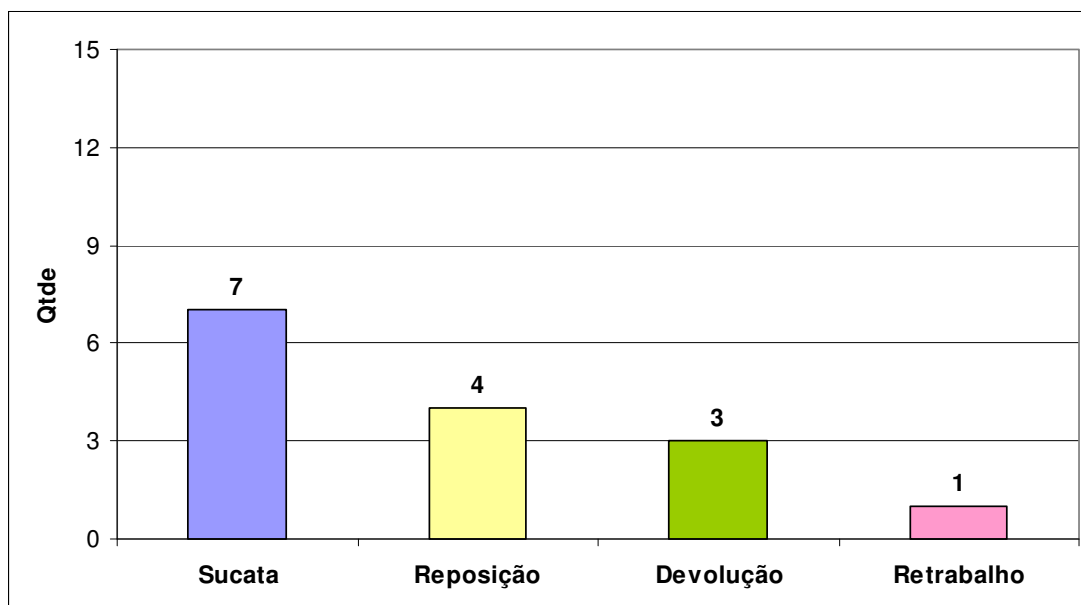


Gráfico 24 – Frequência dos destinos – Material ABC

E.23 Material ABB

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe B e custo classe B.

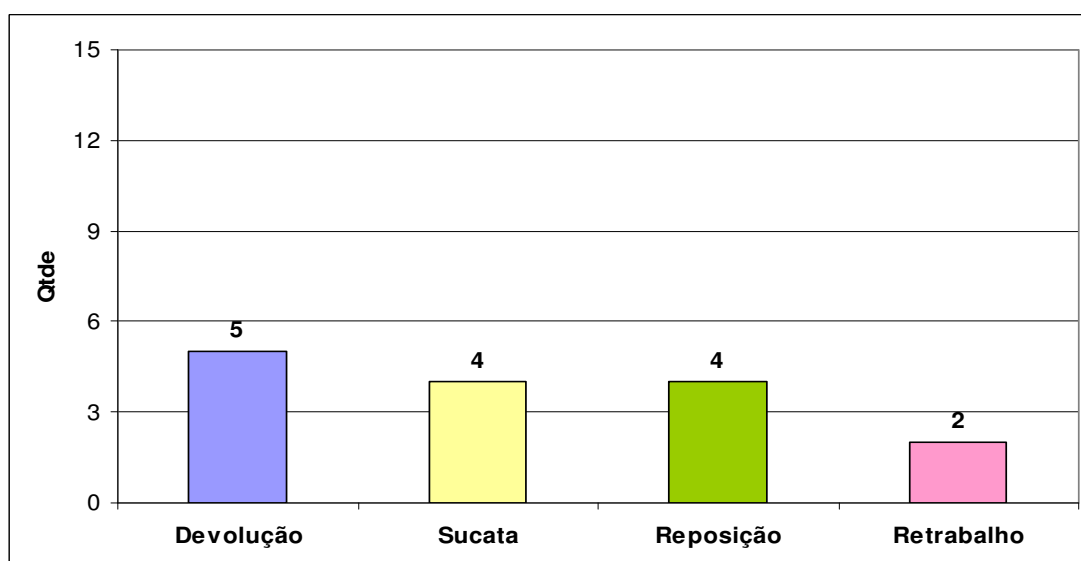


Gráfico 25 – Frequência dos destinos – Material ABB

E.24 Material ABA

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe B e custo classe A.

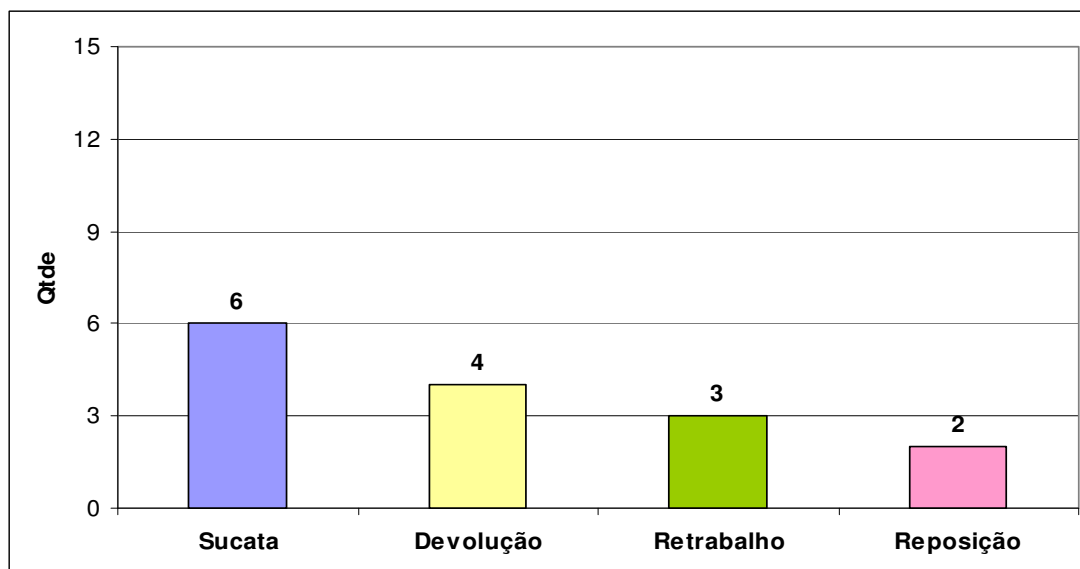


Gráfico 26 – Frequência dos destinos – Material ABA

E.25 Material AAC

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe A e custo classe C.

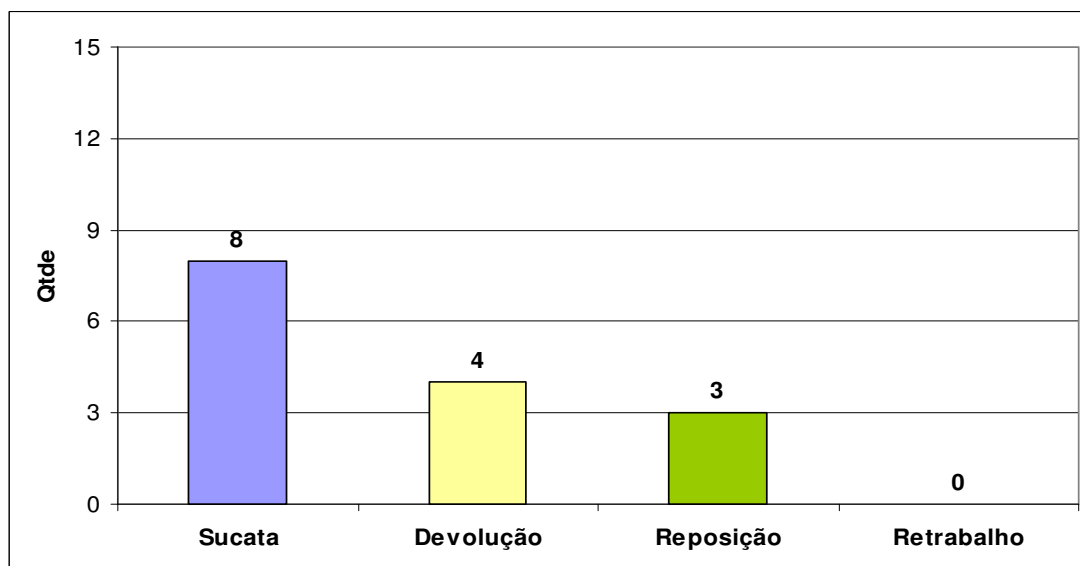


Gráfico 27 – Frequência dos destinos – Material AAC

E.26 Material AAB

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe A e custo classe B.

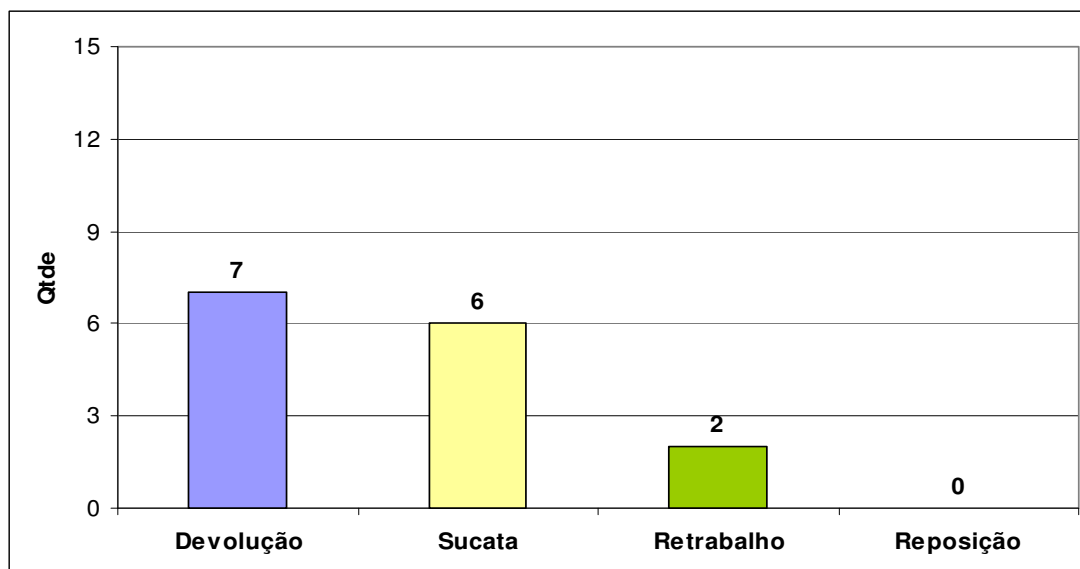


Gráfico 28 – Frequência dos destinos – Material AAB

E.27 Material AAA

É definido como volume classe A, tempo de estoque classe A e custo classe A.

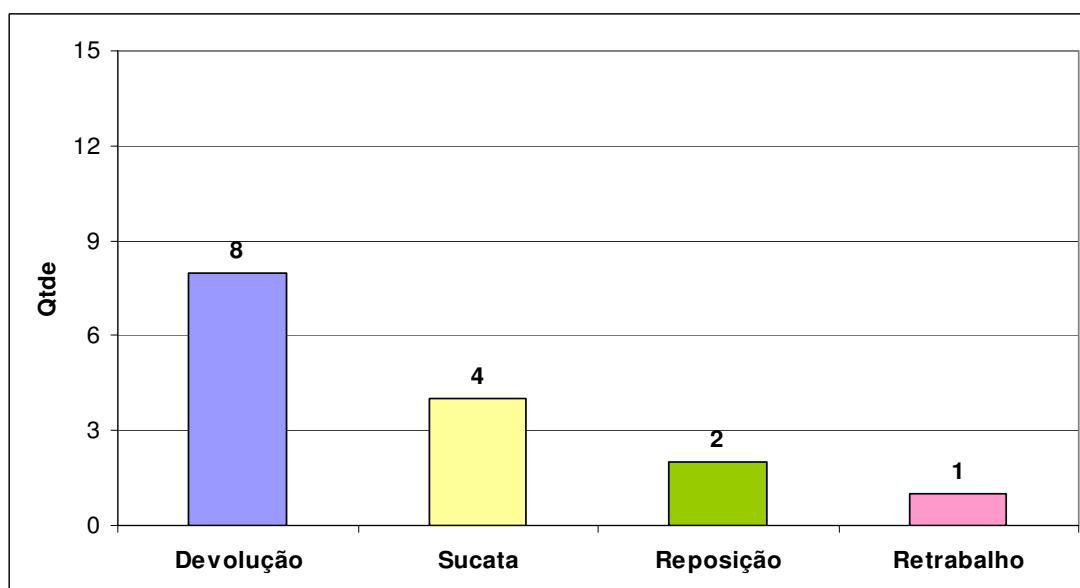


Gráfico 29 – Frequência dos destinos – Material AAA