



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

GESTÃO DE PEÇAS PARA MRO: ESTUDO DE CASO DE UM OPERADOR FERROVIÁRIO

Eduardo Sales Bessa Campos
Raphael Soderer Rezende

Projeto de Graduação apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção da
Escola Politécnica, Universidade Federal
do Rio de Janeiro.

Orientador: Lino Guimarães Marujo, D.Sc.

Rio de Janeiro

Agosto 2013

GESTÃO DE PEÇAS PARA MRO: ESTUDO DE CASO DE UM OPERADOR FERROVIÁRIO

Eduardo Sales Bessa Campos
Raphael Soderer Rezende

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Professor Lino Guimarães Marujo, D.Sc.
Professor de Engenharia de Produção - UFRJ

Professor Régis da Rocha Motta, D.Sc.
Professor de Engenharia de Produção - UFRJ

Professor Vinicius Carvalho Cardoso, D.Sc.
Professor de Engenharia de Produção - UFRJ

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO de 2013

SALES BESSA CAMPOS, EDUARDO
SODERO REZENDE, RAPHAEL

GESTÃO DE PEÇAS PARA MRO: ESTUDO DE CASO DE UM
OPERADOR FERROVIÁRIO

[Rio de Janeiro] 2013

(DEI-POLI/UFRJ, Engenharia de Produção, 2013)

76 p. 29,7 cm

Projeto de Graduação – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de
Engenharia Industrial, Curso de Engenharia de
Produção

1 – Logística, 2 – Gestão de estoques,
3 – Manutenção, reparo e operações (MRO), 4 –
Operador ferroviário

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

Gestão de peças para MRO: Estudo de caso de um operador ferroviário

Eduardo Sales Bessa Campos
Raphael Soderer Rezende

Agosto/2013

Orientador: Lino Guimarães Marujo, Professor do curso de Engenharia de Produção – UFRJ

Curso: Engenharia de Produção

Sem grandes estudos expressivos no Brasil, a gestão de estoques de peças e subcomponentes para MRO – também chamadas de peças de reposição – representa um grande potencial de redução nos custos da organização. Apesar de existirem modelos determinísticos tradicionais para gestão de estoques, estes não podem ser aplicados diretamente para a gestão desse tipo peculiar de estoque, sendo necessários ajustes particulares que não garantem o sucesso organizacional. O estudo tem por objetivo promover uma abordagem holística da importância a ser atribuída na gestão diferenciada para esses materiais, identificando os fatores relevantes para gestão e planejamento deste tipo de estoque. Para melhor caracterizar esse tipo de gestão, é apresentado um estudo de caso de uma empresa brasileira do ramo ferroviário que vem recebendo uma gestão diferenciada para esse tipo de peças. Verificou-se que os resultados obtidos no estudo de caso, com a gestão de estoque diferenciada, sugerem expressivos êxitos para a empresa analisada, gerando indícios de que pode ser replicado e adaptado para outras situações.

Palavras-chave: Logística; gestão de estoques; manutenção, reparo e operações (MRO); operador ferroviário

Abstract of the Graduation Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineer.

Spare parts management for MRO: Case study of a railroad operator

Eduardo Sales Bessa Campos
Raphael Soderó Rezende

Agosto/2013

Advisor: Lino Guimarães Marujo, professor of the production engineering course
– UFRJ

Course: Production Engineering

The inventory management of parts and subcomponents for MRO represents a great potential for reducing costs of the organization, although not explored academically in Brazil. Even though there are many deterministic models for traditional inventory management, these cannot be applied directly to the management of this peculiar type of stock, requiring adjustments with differentiated management methods which do not guarantee organizational success. The study aims to promote the importance of a holistic approach to assign differentiated management for these materials. In order to better characterize this type of management, a case study is presented about a Brazilian company in the railway sector which is receiving differentiated management for such parts. The objective is to assess whether the differentiated management promoted reduction of overall costs for the company, bringing benefits and performance improvements in service level. The results obtained suggests significant successes for the company analyzed, indicating there is a chance the management model can be useful for similar companies.

Keywords: Logistics, inventory management, maintenance, repair and operations (MRO), railroad operator

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Introdução..... | 13 |
| 1.1 | Considerações iniciais..... | 13 |
| 1.2 | Contextualização..... | 13 |
| 1.3 | Metodologia..... | 15 |
| 1.4 | Objetivos da análise..... | 16 |
| 1.4.1 | Gerais..... | 16 |
| 1.4.2 | Objetivos secundários..... | 16 |
| 1.5 | Motivação da escolha do tema..... | 17 |
| 2 | Fatores relevantes no planejamento de estoques para MRO..... | 19 |
| 2.1 | Objetivos e funções gerais do planejamento de estoques..... | 19 |
| 2.2 | Peculiaridades das peças de reposição..... | 20 |
| 2.5 | Políticas de estoque e previsões de demanda..... | 24 |
| 2.6 | Problemática do estoque de segurança..... | 29 |
| 2.7 | Custos relevantes para a gestão de estoques para MRO..... | 31 |
| 2.8 | Rede logística: localização de instalações e estoques..... | 32 |
| 2.9 | Controle de estoques..... | 35 |
| 2.10 | Gerenciamento da cadeia de suprimentos e relacionamento com fornecedores..... | 39 |
| 2.11 | Implementação de gestão de estoques para MRO..... | 45 |
| 2.11.1 | Etapa 1 - Mapeamento de processos e coleta de dados..... | 45 |
| 2.11.2 | Etapa 2 - Análise sistemática e diagnóstico..... | 46 |
| 2.11.3 | Etapa 3 - Redesenho de processos e especificação de modelos de otimização..... | 46 |
| 2.11.4 | Etapa 4 - Desenvolvimento das soluções especificadas..... | 47 |
| 2.11.5 | Implantação e operação assistida..... | 47 |
| 3 | Estudo de caso..... | 48 |
| 3.1 | Acordo de não divulgação..... | 48 |
| 3.2 | Contextualização..... | 48 |
| 3.3 | Metodologia de Pesquisa empregada..... | 49 |
| 3.4 | Objeto de estudo..... | 50 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.5 | Avaliação e análise do Caso | 50 |
| 3.5.1 | Gestão inicial e implementação | 51 |
| 3.5.2 | Panorama inicial do estoque | 53 |
| 3.5.3 | Política de estoques | 59 |
| 3.5.4 | Depósitos e armazéns | 60 |
| 3.5.5 | Indicadores de desempenho | 61 |
| 3.5.6 | Análise de relacionamento com os fornecedores | 61 |
| 3.5.7 | Padronização, revisão de cadastros e procedimentos de registro | 63 |
| 3.5.8 | Inventários realizados | 65 |
| 3.5.9 | Gestão de resíduos, descartes e obsoletos | 67 |
| 3.6 | Resultados obtidos | 68 |
| 4 | Conclusão | 71 |
| 5 | Bibliografia | 73 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Custos logísticos em relação ao PIB - Brasil x EUA | 17 |
| Gráfico 2: Impacto no estoque versus nível de serviço | 20 |
| Gráfico 3: Comportamento do estoque de Produtos Acabados X Comportamento de estoque MRO..... | 25 |
| Gráfico 4: Relação entre risco de fornecimento e valor anual comprado | 43 |
| Gráfico 5: Metodologia de Implementação de Gestão de Estoques para MRO | 45 |
| Gráfico 6: Valor em estoque por PMU..... | 54 |
| Gráfico 7: Percentuais acumulados de SKU em quantidade e valor | 55 |
| Gráfico 8: Frequência de consumo de SKUs em 2011 | 56 |
| Gráfico 9: Frequência de consumo em 2010 e 2011 de acordo com Wanke | 57 |
| Gráfico 10: Criticidade dos materiais em termos de SKUs..... | 58 |
| Gráfico 11: Indicador OTIF das entregas dos fornecedores..... | 59 |
| Gráfico 12: Classificação ABC dos fornecedores..... | 62 |
| Gráfico 13: Classificação ABC dos fornecedores com o indicador OTIF | 62 |
| Gráfico 14: Relação entre valor comprado por fornecedor e % Entregas OTIF | 63 |
| Gráfico 15: Tempo médio de atendimento de reserva | 64 |
| Gráfico 16: Tempo médio de cadastro de notas fiscais..... | 64 |
| Gráfico 17: Divergência no estoque físico e do ERP nas 5 piores localidades | 66 |
| Gráfico 18: Evolução do capital imobilizado em estoques | 69 |
| Gráfico 19: Evolução no nível de serviço em 2012 | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Peculiaridades da gestão de MRO..... | 15 |
| Figura 2: Função básica dos estoques..... | 19 |
| Figura 3: Itens reparáveis de MRO | 21 |
| Figura 4: Itens Consumíveis de MRO | 22 |
| Figura 5: Classificação das peças por ciclo de vida | 23 |
| Figura 6: Fim da normalidade da demanda..... | 25 |
| Figura 7: Fatores decisivos para análise de política de estoques | 26 |
| Figura 8: Modelo convencional de reposição vs VMI | 28 |
| Figura 9: Fatores de dimensionamento do estoque | 30 |
| Figura 10: Custos relevantes na gestão de estoques para MRO..... | 31 |
| Figura 11: Critérios de decisão sobre localização..... | 33 |
| Figura 12: Fatores de centralização do estoque | 34 |
| Figura 13: Ramificação de uma rede de instalações..... | 35 |
| Figura 14: Componentes do WMS | 38 |
| Figura 15: Benefícios de um bom inventário | 38 |
| Figura 16: Lógica do gerenciamento da Cadeia de Suprimentos..... | 40 |
| Figura 17: Fluxo de materiais e fluxo de informação..... | 41 |
| Figura 18: Alcance dos riscos de mercado e dos fornecedores..... | 43 |
| Figura 19: Funcionamento do indicador OTIF..... | 44 |
| Figura 20: Problemas na empresa Z..... | 49 |
| Figura 21: Bases da vantagem competitiva | 52 |
| Figura 22: Relação entre setores e seus indicadores de desempenho..... | 53 |
| Figura 23: Fatores de classificação da criticidade das peças de reposição | 57 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Políticas de gestão de estoque para baixíssimo e baixo consumo .. | 27 |
| Tabela 2: Funções do WMS..... | 37 |
| Tabela 3: Divisão dos SKUs por preço médio unitário | 55 |

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

| | |
|--|----|
| Equação 1: <i>Lead time</i> a partir da necessidade e disponibilização | 24 |
| Equação 2: <i>Lead time</i> a partir da soma de tempos | 24 |
| Equação 3: Risco associado à manutenção de estoques de segurança | 30 |
| Equação 4: Indicador de acurácia | 39 |
| Equação 5: Cálculo do preço médio unitário | 54 |

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

MRO: Manutenção, Reparo e Operação

OTIF: *On time in full* – No prazo com a quantidade completa

PMU: Preço médio unitário

SKU: *Stock Keeping Unit* – unidade de material a ser estocado

TI: Tecnologia da Informação

VMI: *Vendor Managed Inventory* – estoque gerido pelos fornecedores

WMS: *Warehouse Management Systems* – sistemas de gestão de armazenagem

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho é apresentado em três etapas. A primeira, já iniciada, apresenta uma contextualização do tema abordado e a metodologia utilizada na realização do mesmo.

A partir disso, o segundo bloco expõe os principais fatores considerados em um estudo logístico, fazendo-se sempre comparações com os modelos convencionais e as especificidades dos estoques de reposição.

Concluída a abordagem teórica, apresenta-se na última etapa um estudo de caso, seguido das conclusões do trabalho.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2.1 A globalização e a logística

A sociedade contemporânea está passando por um período de grandes transformações sociais, econômicas, políticas e culturais, que resultam num processo de reestruturação produtiva (BRANDÃO et al, 2001). Nos últimos anos, com a crescente disputa entre empresas no mercado, a logística vem aumentando sua importância como diferencial competitivo. A globalização tem aumentado as possibilidades de termos clientes e fornecedores mais diversificados e distantes gerando impactos na complexidade logística com os desafios de lidar com maiores distâncias, legislações, culturas e modais de transporte (FLEURY et al., 2000). Podem também ser incluídas dificuldades aduaneiras, cambiais e políticas.

Com as transformações tecnológicas constantes, a capacidade de processamento e troca de informações aumenta a possibilidade de novos negócios e a criação de produtos e serviços mais diversificados. Em virtude disso, aumenta-se significativamente o número de SKUs (*stock keeping unit* – unidade de manutenção de estoque) com ciclos de vidas mais curtos.

1.2.2 A logística no Brasil

Ao olhar apenas o ambiente brasileiro, verifica-se uma grande dificuldade nas operações logísticas, em virtude da ampla dimensão do território brasileiro. O tamanho, associado à baixa infraestrutura ofertada, apresenta vários pontos deficientes que limitam o desenvolvimento do país. As altas cargas tributárias se tornam um adicional negativo para esta deficiência.

Essa combinação de fatores gera um ambiente de pouca previsibilidade, impactando significativamente as operações logísticas e de produção, atingindo principalmente a gestão de estoques.

1.2.3 Manutenção, reparo e operações (MRO)

No cenário econômico brasileiro grande parte da representatividade da economia é composta por empresas de capitais intensivas de setores como mineração, logística, óleo e gás e siderurgia. Nestes setores destaca-se a problemática da gestão de estoques de peças e subcomponentes para MRO (manutenção, reparo e operação), que apresentam características e perfil e demanda distinto dos produtos acabados (LARA et al, 2012). Esses tipos de peças representam uma grande parcela dos custos relativos aos estoques e uma grande complexidade de gestão.

Nesse conceito, Wanke (2011, p. 206-207) escreve a respeito disso e afirma que “Os estoques de peças de reposição também podem responder por uma das maiores parcelas dos custos corporativos em empresas de diferentes indústrias. No setor automobilístico, por exemplo, os custos anuais de oportunidade, armazenagem, depreciação, seguro e movimentação de peças de reposição variam entre 25 e 35% do valor contábil de todos os estoques de uma empresa típica.”

Saggioro, Martin e Lara (2008) analisam a complexidade de gerir estoques de peças de reposição. Justificam a partir das características particulares delas como criticidade para a operação (custo da falta), pouca oferta de fornecedores qualificados, alto tempo de reposição, imprevisibilidade da demanda, baixo giro de estoques, entre outros. Lara e Rodrigues (2012) comentam que são essas características que aumentam a complexidade dos cálculos para a melhor definição dos níveis de estoque ideais, dado que as

abordagens usuais apresentam uma baixa aderência às situações reais e tendem a colocar mais estoque do que o necessário e vice-versa.



Figura 1: Peculiaridades da gestão de MRO (Fonte: Adaptado de Saggiaro, Martin e Lara, 2008)

Empresas que são intensivas em capital e que têm os custos de manutenção relevantes em seus orçamento anual geralmente dedicam esforços extras para garantir um maior controle de estoque de peças de reposição (Lara et al. 2012) e um controle de custos.

Portanto, o somatório desses fatores apresentados geram grandes desafios para os gestores, mas também podem trazer retornos significativos a partir de uma abordagem e gestão diferenciada na tomada decisão considerando as peculiaridades das peças de reposição.

1.3 METODOLOGIA

O presente estudo é caracterizado por uma revisão teórica seguida de uma avaliação prática a partir de um estudo de caso.

Os aspectos teóricos estão ligados às peculiaridades de MRO, à conceituação da diferença da gestão de estoque de peças de reposição em relação à abordagem tradicional, amplamente difundida. Sendo assim, a pesquisa foi realizada baseada em revisão bibliográfica na definição dos principais conceitos relevantes para a discussão e revisão do tema.

Já os métodos práticos estão relacionados principalmente à necessidade de uma abordagem holística do processo de gestão de estoques dentro da empresa e também da cadeia de suprimentos, não sendo apenas uma atividade de uma área isolada ou apenas uma questão de política de estoques.

Para isso, realizou-se um estudo de caso com uma grande empresa brasileira, que evidencia em sua operação no Brasil práticas de sucesso na gestão de estoque de peças de reposição.

Através dessa metodologia pretende-se, portanto, apresentar as peculiaridades características da gestão de peças de reposição, de maneira a desenvolver o conhecimento acadêmico e empresarial do tema, ainda pouco difundido no nível Brasil, e, por fim, analisar a existência de possíveis ganhos potenciais a partir da gestão desses materiais.

1.4 OBJETIVOS DA ANÁLISE

1.4.1 Gerais

Esta obra visa promover a discussão da relevância da integração entre as teorias de previsão de demanda e políticas de estoques específicas de peças reposição, com os métodos de gestão em logística, fundamentais para tratamento de informação e análise.

De maneira geral, esta obra tem por objetivo apresentar os principais aspectos teóricos e práticos relevantes na gestão de peças e subcomponentes de reposição, explicitando e detalhando os fatores que devem ser considerados para o planejamento efetivo.

1.4.2 Objetivos secundários

É importante também identificar, na literatura pesquisada, métodos de planejamento de estoques de peças de reposição e diferenciá-los quanto à sua aplicação para cada conjunto de características de peças.

Outro ponto é verificar a existência de potenciais a serem exploradas em empresas capitais intensivas que não utilizam métodos específicos para a gestão de estoques de peças de reposição.

Por fim, objetiva-se contribuir academicamente para o assunto, colaborando na discussão e evolução do tema ainda pouco difundido no Brasil.

1.5 MOTIVAÇÃO DA ESCOLHA DO TEMA

As empresas buscam vantagens competitivas, no contexto de complexidade e incertezas, de modo a garantir o nível de serviço desejado e ainda assim reduzir custos. Sendo assim, a importância da gestão de estoques no gerenciamento das cadeias de suprimentos tem ficado cada vez mais evidente no ambiente empresarial e acadêmico. (WANKE, 2011, p. 1)

Antes de qualquer informação mais detalhada, é razoável “quantificar” a grande relevância da Logística. Para isso, pode-se observar no gráfico 1 a elevada representatividade dos custos de estoques, compostos por custos financeiros, seguro, obsolescência, depreciação, perdas e danos, em relação ao PIB do Brasil e a considerável diferença quando se compara com dados dos EUA.

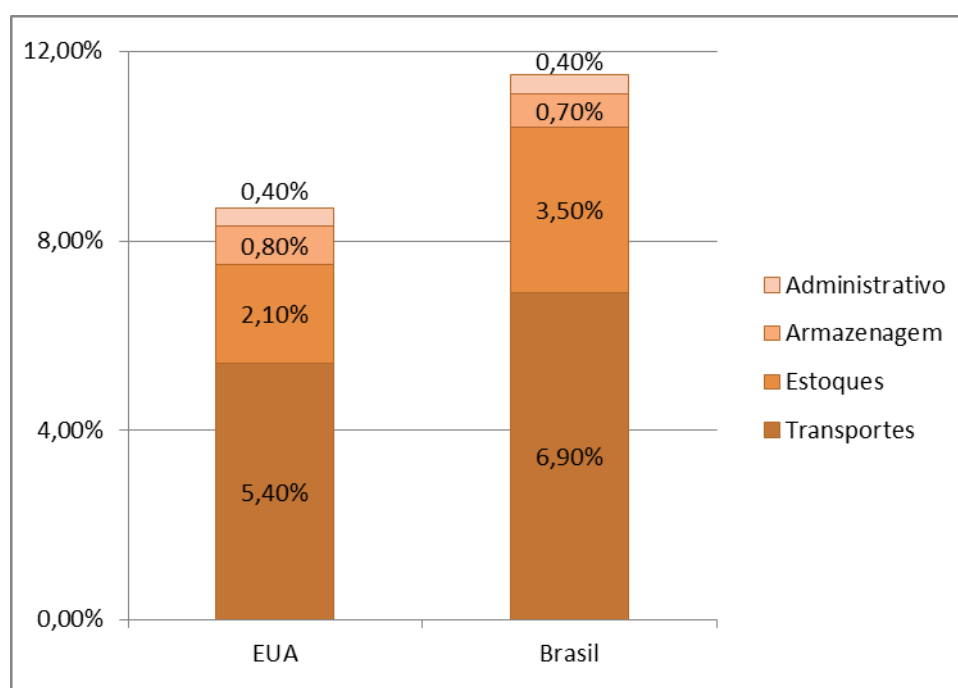


Gráfico 1: Custos logísticos em relação ao PIB - Brasil x EUA (Fonte: Adaptado de Instituto ILOS, 2010)

Não há uma perspectiva de equiparação a médio prazo dessa situação, já que pressões inflacionárias forçam o governo brasileiro a manter altas taxas de juros. Isso torna inviável e improvável qualquer aproximação, de forma que a racionalização e otimização dos estoques continuarão um assunto bastante relevante para empresas brasileiras, obrigando-as a terem estoques mais

enxutos e eficientes para aumentarem suas margens e também competirem globalmente.

Wanke (2011, p. 50) diz que outro fator motivacional para a redução dos estoques é “o crescente foco na redução do Capital Circulante Líquido (diferença entre o ativo circulante e passivo circulante), um dos indicadores mais observados que desejam maximizar seu valor de mercado”.

Assim, a gestão de estoques para peças de reposição apresenta um ponto chave para possíveis ganhos (e redução de custos), quando se olha para o perfil da economia brasileira, nos setores capitais intensivos com grande representatividade no PIB.

Entretanto, publicações acadêmicas aplicadas a casos de empresas brasileiras relativas ao assunto são escassas e com uma visão pouco integrada de aspectos de planejamento e gestão. Sendo assim, o tema mostrou-se desafiador e conveniente para o estudo.

2 FATORES RELEVANTES NO PLANEJAMENTO DE ESTOQUES PARA MRO

2.1 OBJETIVOS E FUNÇÕES GERAIS DO PLANEJAMENTO DE ESTOQUES

A fim de se identificar quais os fatores relevantes para MRO, é importante primeiramente entender do que se trata um planejamento de estoques.

De maneira geral, os estoques têm como primeira função o aumento do nível de serviço oferecido aos clientes a partir do atendimento imediato às suas demandas, transmitindo confiança e uma imagem positiva no mercado (BALLOU, 2004). Além desse objetivo, é possível citar como outro grande fator a redução de custos, sem que haja impacto no nível de serviço, de maneira a promover uma economia de escala na produção dos bens, nas compras e transportes, amortizando efeitos das variabilidades nas operações.

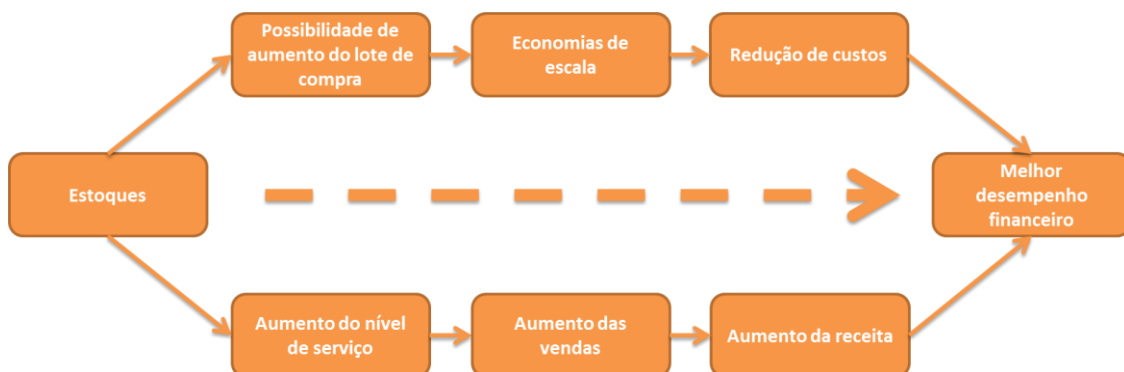


Figura 2: Função básica dos estoques (Fonte: Os autores)

É importante lembrar-se ainda que um alto nível de serviço para peças de reposição pode gerar um pós-venda de maior qualidade, gerando uma diferenciação relevante para a organização (WANKE, 2005).

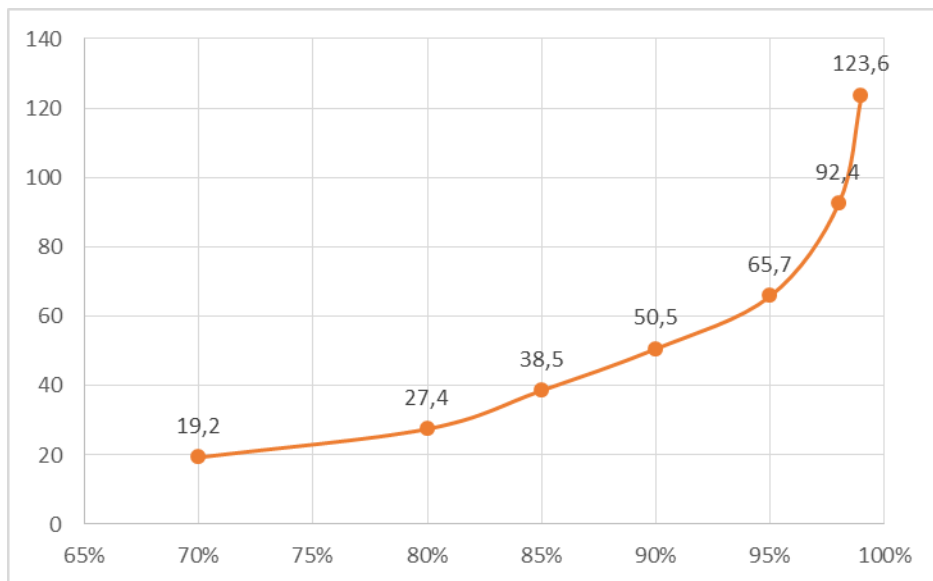


Gráfico 2: Ilustrativo do impacto no estoque versus nível de serviço
(Fonte: Adaptado de Lara e Rodrigues, 2012)

De maneira complementar, pode-se perceber que entender as funções dos estoques ajuda a entender o retorno ou não do investimento em estoques claramente (BOWERSOX, 2009), colaborando na avaliação do *trade off* entre níveis de serviço, eficiência das operações e níveis de estoque.

2.2 PECULIARIDADES DAS PEÇAS DE REPOSIÇÃO

Segundo Kennedy, Patterson e Fredendall (2002) os estoques de peças de reposição tem como função básica fazer com que a equipe de manutenção consiga manter os equipamentos em condição de funcionamento e produzindo.

As peças de reposição requerem um tratamento de gestão e planejamento diferenciado do empregado para produtos acabados, e é esta abordagem de gerenciamento que dificulta e requer análises particulares. Cita-se, primeiramente, como características peculiares, segundo Wanke (2005):

- Padrão de consumo irregular
- Longos tempos de ressuprimento
- Custos de aquisições elevados.

Além dessas características, Saggiaro, Martin e Lara (2008) citam como fatores relevantes a serem considerados:

- Baixo giro

- Criticidade para operação
- Alto custo unitário

2.2.1 Tipos de peças de reposição

Kennedy, Patterson e Fredendall (2002) abordam a característica da vida útil das peças de reposição e sua estreita correlação na forma como os equipamentos são usados e quanto de manutenção recebem. Em paralelo a isso, Wanke (2005) classifica as peças de reposição em duas categorias:

- Itens reparáveis
- Itens consumíveis ou descartáveis

Os primeiros são aqueles que são viáveis de recuperação nos aspectos técnicos e econômicos, ou seja, quando há necessidade de recuperação do material, são enviados para oficinas especializadas de maneira a permitir a reutilização do material. Após o reparo, são retornadas para os estoques, estando disponíveis para o uso.

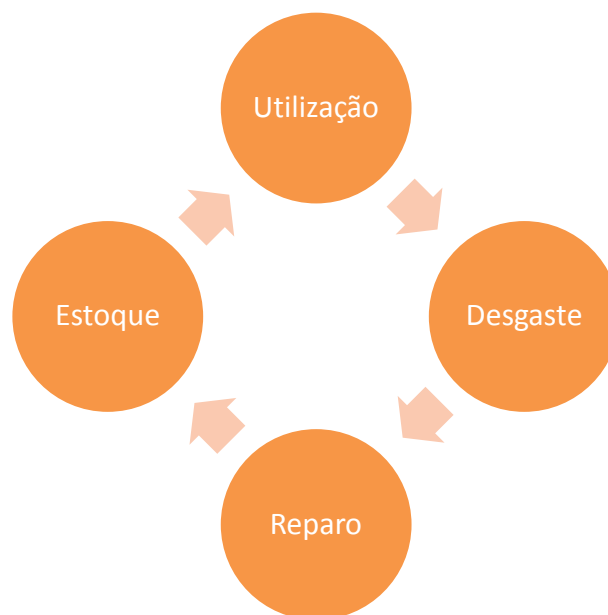


Figura 3: Itens reparáveis de MRO (Fonte: Os autores)

A segunda categoria, de itens consumíveis ou descartáveis, é composta apenas por itens novos (WANKE, 2005, p.60), que não podem ser recuperados.

Apesar de tal classificação a partir de WANKE, segundo Kennedy, Patterson e Fredendall (2002), existe ainda uma categoria dos consumíveis que são as peças usadas. São normalmente oriundas de equipamentos que no geral foram canibalizados, mas que tiverem peças que apesar de já utilizadas e parcialmente desgastadas, podem ser reutilizadas sem a necessidade de reparos, caracterizada apenas pela redução na vida útil do equipamento.

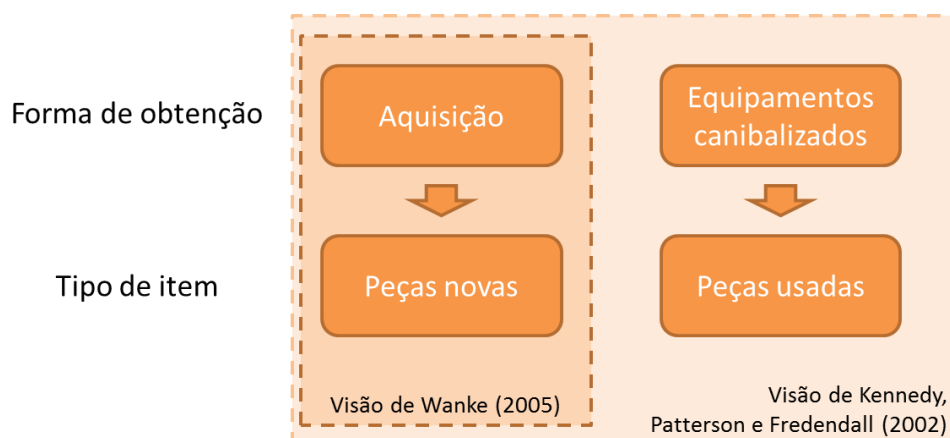


Figura 4: Itens Consumíveis de MRO (Fonte: Os autores)

2.2.2 Peças obsoletas

Outro ponto relevante e de difícil análise por depender de decisões subjetivas e políticas da empresa é a questão do planejamento de peças de reposição de equipamentos que se tornam gradativamente obsoletos. A definição das premissas para que tais materiais entrem nessa categoria varia de acordo com os fatores influenciadores. Ou seja, é difícil determinar quantas unidades de uma peça de uma máquina obsoleta se deve manter em estoque e pode ser significativamente difícil substituir uma peça de uso específico de uma máquina já obsoleta no mercado.

Dessa forma, mostrou-se necessária uma diferenciação entre as peças de reposição, levando em consideração seu ciclo de vida. Par tal, Rego et al. (2011) divide as peças em classes, diferenciando-as pelas seguintes fases de vida.

- Nova: peça em produção há menos de seis meses para a linha de montagem e reposição;
- Ativa: peça com produção acima de seis meses;
- Órfã: Peça em produção apenas para reposição;

- Terminal: peça que não é mais produzida, porém há estoque remanescente;
- Inativa: peça que não é mais produzida e não há mais estoque.

| Produção | Fase da vida | Nome |
|-----------------|---------------------|-----------------|
| Produção ativa | 6- meses | Nova |
| | 6+ meses | Ativa |
| | Apenas reposição | Órfã |
| Sem produção | Com estoque | Terminal |
| | Sem estoque | Inativa |

Figura 5: Classificação das peças por ciclo de vida (Fonte: Os autores)

Seguindo a classificação que Rego et al. (2011) propõe, é válido ressaltar que as peças novas representam um desafio particular ao planejamento de estoques para MRO. Uma vez que se tratam de materiais recentes, não é possível estabelecer estudos em cima de históricos de consumo e *lead times*. Com isso, qualquer tipo de previsão é complicada e nem sempre é possível realizar previsões por similaridade. Para estes casos, a medição do tempo de ressurgimento e a criticidade se tornam mais complexas.

2.3 TEMPO DE RESSUPRIMENTO (*LEAD TIME*)

O tempo de ressurgimento, assim como tratado na abordagem tradicional para produtos acabados, deve levar em consideração todo o ciclo do pedido, que se inicia na identificação da necessidade de aquisição até o recebimento físico do material no almoxarifado destinado. Logicamente, esse ciclo engloba trâmites burocráticos e fiscais que muitas vezes influenciam diretamente na alteração da previsão da disponibilização do material.

Nessa linha de raciocínio, considera-se o lead-time como:

Lead time = Disponibilização do material – Identificação da necessidade

Equação 1: *Lead time* a partir da necessidade e disponibilização
Fonte: Os autores

Ou ainda, numa abordagem mais tradicional:

Lead time = Tempo de colocação do pedido + Tempo de manufatura
+ Tempo de entrega física + Tempo de tratamento burocrático

Equação 2: *Lead time* a partir da soma de tempos
Fonte: Os autores

É importante salientar que todas as áreas envolvidas/interessadas na aquisição do material influenciam diretamente no grau de importância (prioridade dada) do processo e, com isso, intervém positiva ou negativamente na redução ou aumento do lead time total, impactando o planejamento de estoques.

2.4 CRITICIDADE DOS ITENS

Com relação à criticidade dos itens, é necessário entender a relevância dos mesmos dentro da operação. Dessa forma, é necessária integração direta com as áreas técnicas e gerenciais de maneira a estabelecer pesos e classificar os itens de acordo com a influência que eles podem ter no processo produtivo. A classificação dos itens de estoques de reposição dentro desses aspectos ajuda na decisão de aplicação de políticas de estoque diferenciadas para cada combinação de conjunto de itens.

2.5 POLÍTICAS DE ESTOQUE E PREVISÕES DE DEMANDA

As políticas de estoque variam de acordo com as necessidades da empresa. É importante ter claro, porém, que a principal questão é decidir se a gestão de estoque será reativa à demanda ou se irá se antecipar a ela. Essa decisão engloba diversos fatores que são apresentados a seguir.

Inicialmente, é importante enfatizar que a distribuição dos consumos de uma peça de reposição não segue uma distribuição normal. Com isso, a previsão de demanda se torna bastante complexa e, dessa forma, políticas de estoques e metodologias tradicionais de previsão de demanda se tornam ineficazes, pois tratam a normalidade dos dados analisado como premissas da análise.

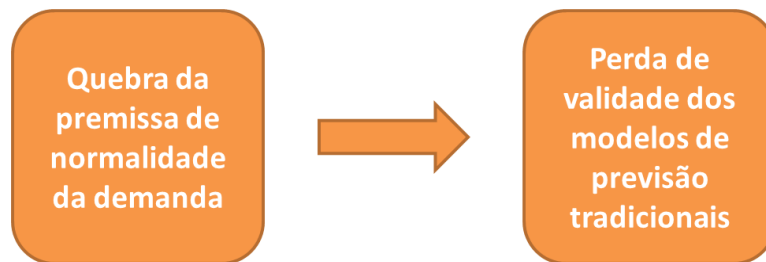


Figura 6: Fim da normalidade da demanda (Fonte: Os autores)

Lara e Rodrigues (2012) fazem uma comparação entre a evolução dos estoques de produtos acabados e de peças de reposição, caracterizando um demanda intermitente e muitas vezes influenciada por sazonalidades.

O comportamento apresentado se deve ao fato de haver consumo esporádico e eventos independentes, que podem ser influenciados pelos planos de manutenções preventivas e corretivas. O plano de manutenção preventiva, portanto, acaba por aumentar a previsibilidade da demanda e facilitar em parte o planejamento.

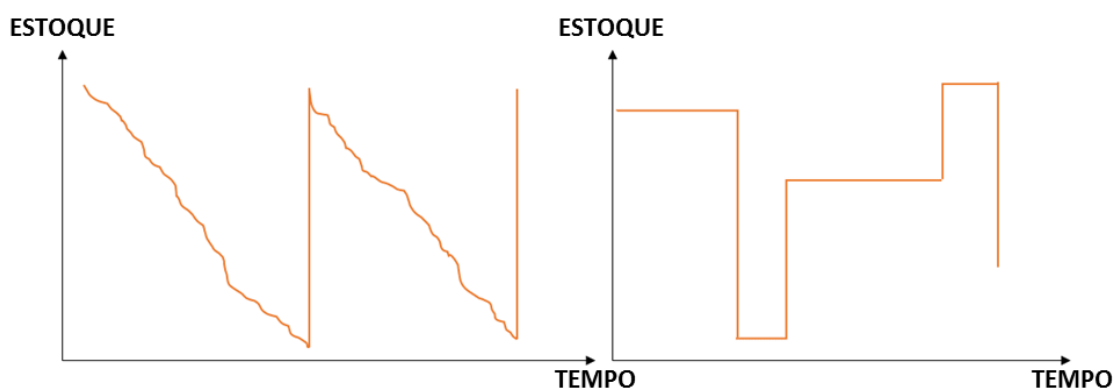


Gráfico 3: Comportamento do estoque de Produtos Acabados X Comportamento de estoque MRO (Fonte: Adaptado de Lara e Rodrigues, 2012)

Wanke (2011) diz que existem fatores chaves para a reposição de estoques que servem de base para a decisão de se reagir ou se antecipar a demanda. Os fatores são resumidos na figura 7.

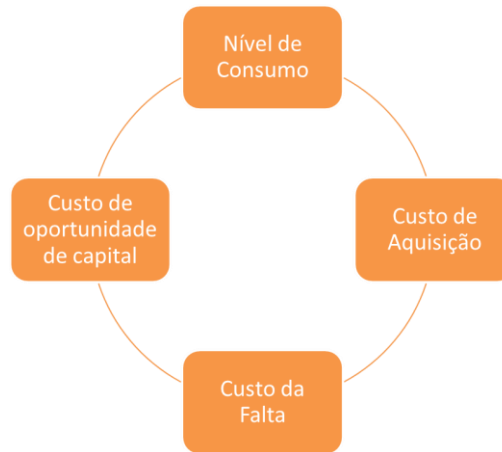


Figura 7: Fatores decisivos para análise de política de estoques (Fonte: Adaptado de Wanke, 2011)

Assim sendo, a análise de classificação de do nível de consumo é dividida em dois blocos:

- Baixíssimo consumo: consumo do material inferior a uma unidade por ano em média
- Baixo consumo: consumo de 2 a 300 peças por ano

A ideia básica para o primeiro caso é realizar uma análise econômica avaliando o *trade off* entre manter uma peça em estoque ou adquirir a peça reagindo à eventual demanda, considerando para a política de não manter estoques, os custos de indisponibilidade e penalidade.

2.5.1 Modelos probabilísticos

Para as peças de baixo consumo, Wanke (2011) indica a utilização da análise por distribuição Poisson por ela pressupor independência entre os eventos, ter a variância do consumo igual ao consumo médio em determinado período e ser discreta, possibilitando calcular a probabilidade de ocorrência de um determinado nível de consumo com base na sua média histórica. Para peças de baixo giro, são apresentados ainda métodos baseados em heurística e processos estocásticos de cadeias de Markov.

| Nome | Descrição | Políticas de gestão de estoque | |
|---------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| | | Antecipativa à demanda | Reativa à demanda |
| Baixíssimo consumo | <1 unidade por ano | Manter uma unidade em estoque | Adquirir quando surgir a necessidade |
| Baixo consumo | 2 a 300 unidades por ano | Análise por distribuição de Poisson: independência entre eventos, discreta | |

Tabela 1: Políticas de gestão de estoque para baixíssimo e baixo consumo (Fonte: Os autores)

Entretanto, Saggioro, Martin e Lara (2008) levantam a limitação da abordagem simples de Poisson para este tipo de análise. Uma vez que sua utilidade é limitada a casos de consumo de pequenos volumes e raros, não sendo aderente a casos de baixa frequência, mas com picos de consumos de maiores que três unidades. Além disso, manutenções preventivas geram consumos pré-programados tornando o modelo pouco aplicável.

Em virtude desses fatores despadronizados, Saggioro, Martin e Lara (2008) propõem a utilização de modelos combinados compostos com outros métodos tais como Bernoulli, Normal, Exponencial e Gama, para análise em conjunto da ocorrência de consumos e do montante consumido. Além disso, tratam políticas de reposições com frequentes revisões dos níveis (máximo e mínimo) fundamentais para o sucesso do planejamento e da gestão. A justificativa para utilização desta frente é que tal modelo é facilmente entendido e adaptável aos softwares de ERP (*Enterprise Resource Planning* – Sistema integrado de gestão empresarial).

A decisão dos modelos matemáticos a serem utilizados varia de acordo com os autores. Por exemplo, Wanke (2011) julga que a distribuição Gama é específica para produtos de consumo de massa com elevado coeficiente de variação da demanda no tempo de resposta. Isso demonstra o alto grau de especificidade das soluções, não existindo um único modelo consolidado para o ambiente de MRO.

2.5.2 Modelo VMI

Disney e Towill (2003) tratam do modelo de VMI (*Vendor Managed Inventory* – estoque gerido pelo fornecedor) no qual o momento de reposição é determinado pelo fornecedor, que detém informações precisas sobre o consumo e pode ajustar sua produção mais facilmente. O que, em tese, requer um relacionamento próximo da empresa com o fornecedor, pois estoque controlaria a variação do seu estoque.

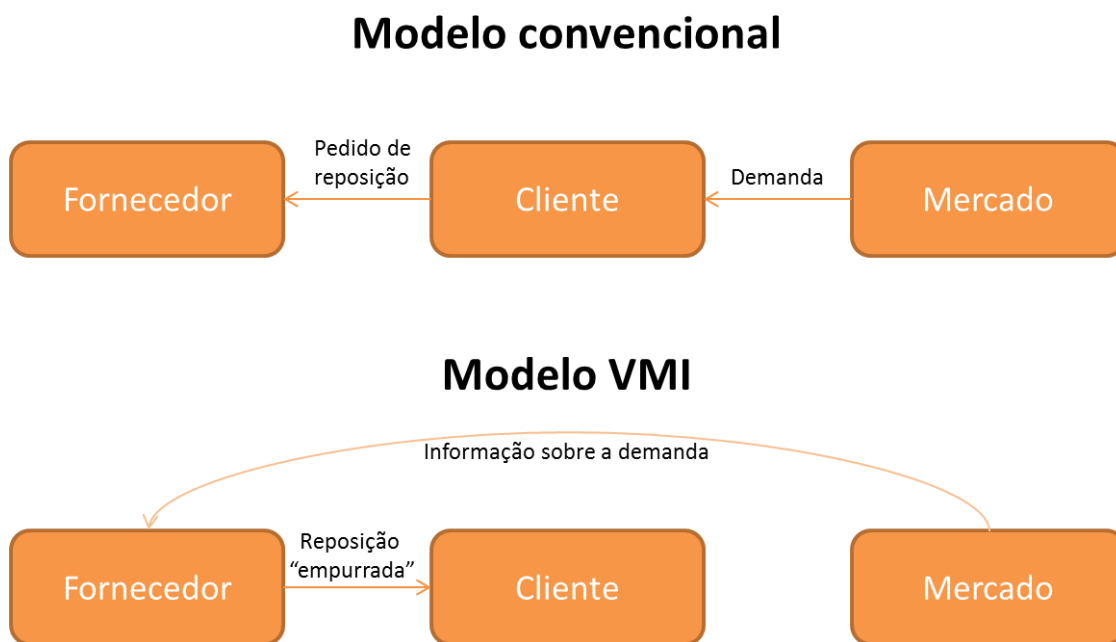


Figura 8: Modelo convencional de reposição vs VMI (Fonte: Os autores)

Tal modelo vai ao encontro das abordagens de Willeiman, Smart e Schwarz (2004, p. 375) que ressaltam que o problema da previsão para estoques de reposição também assola não somente as empresas consumidoras dessas peças, como também as produtoras e que de modo geral, pode-se dizer então que a dificuldade de previsibilidade é um problema da cadeia como um todo, não sendo exclusivo aos consumidores.

A comparação e escolha entre os métodos é complexa e varia de acordo com a política da empresa. Todos os autores citados nesta seção sugerem, de modo geral, a escolha da metodologia a ser aplicada a partir da análise do caso e características dos estoques e comparando as metodologias, fazendo poucas prescrições objetivas e alterando o modelo e premissa de acordo com a percepção dos envolvidos.

2.6 PROBLEMÁTICA DO ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança tem a função de compensar variações do tempo de atendimento (tempo de ressuprimento), as variações da demanda e os desvios da previsão em relação à demanda. Com o suprimento da demanda pelos estoques, busca-se anular qualquer problema que surgir durante o tempo de ressuprimento que poderia comprometer algum prazo de entrega aos clientes (STAUDT, 2011).

Garcia, Lacerda e Arozo (2001, p. 36) dizem que os estoques de segurança buscam lidar com incertezas como “[...] erros de previsão de demanda, atrasos no ressuprimento de materiais e rendimento da produção abaixo do esperado.”.

O tamanho do estoque de segurança é o grande desafio para as empresas. Deve-se buscar de alguma forma quantificar suas incertezas e variabilidade, atribuindo-lhes pesos, de modo a estimar valores baseados em análises probabilísticas que suprem possíveis flutuações na demanda ou irregularidades no ressuprimento, seja por parte das empresas ou do fornecedor.

Mais uma vez, chega-se ao problema da normalidade das variações e dados para tratar a mensuração do estoque de segurança (WANKE, 2011). E a normalidade no consumo de peças de reposição quase sempre não existe.

Para análise e mensuração do estoque de segurança, é importante lembrar que o custo da falta e do excesso devem ser levados em considerações e balanceados. Fleury et al. (2000, p.193) diz que:

“Para produtos de alto valor agregado, com elevada taxa de obsolescência ou alto grau de perecibilidade, o risco associado à manutenção de estoques de segurança é considerável [...]. Nesse caso, os estoques de segurança devem ser subdimensionados.”

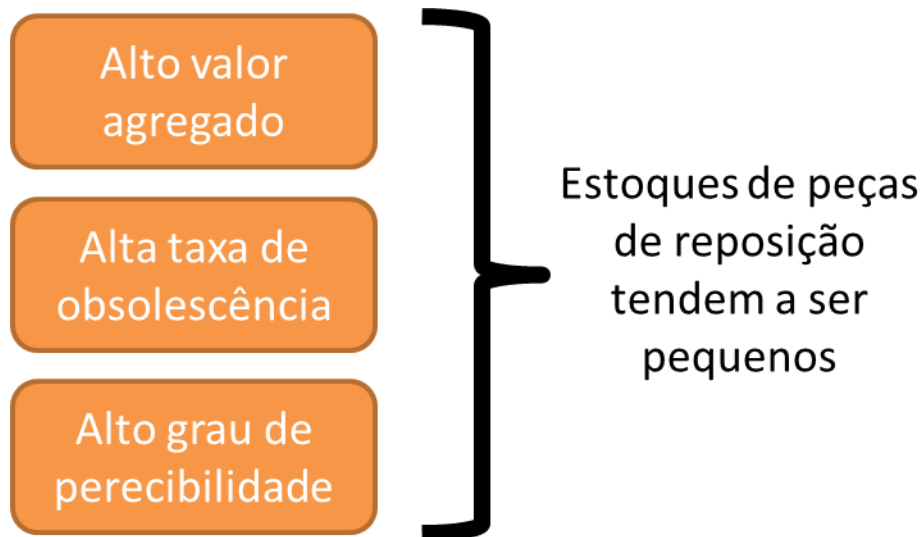


Figura 9: Fatores de dimensionamento do estoque (Fonte: Adaptado de Fleury et al., 2000, p. 193)

Outros fatores que devem ser relevados para esse cálculo é o custo do equipamento parado e obsolescência de materiais (KENNEDY et al., 2002), que afetam diretamente no tamanho do estoque de segurança.

Fleury et al. (2000, p. 193) sugere um modelo de mensuração do risco associado à manutenção de estoques de segurança onde há uma relação entre custo da falta e custo de excesso que é representada por:

$$Risco = 1 - \frac{Custo_{falta}}{Custo_{falta} - Custo_{excesso}}$$

Equação 3: Risco associado à manutenção de estoques de segurança
Fonte: FLEURY et al. (2000, p. 193)

Analisando a fórmula 3, conclui-se que quanto maior a diferença entre custo de excesso e custo da falta, menor será o risco a associado e maior poderá ser o estoque de segurança sem comprometer grande quantidade de capital.

Como características comuns entre os autores, são percebidas coincidências com as de peças de reposição em relação ao alto valor unitário. Quanto ao risco de obsolescência e perecibilidade, os graus podem ser considerados altos, devido ao baixo giro e rápidas transformações tecnológicas.

De maneira geral, para a medição do estoque de segurança, deve ser feita uma análise minuciosa ponderando custo da falta, que pode influenciar

diretamente no nível de serviço, e o custo do excesso, que pode elevar o custo de oportunidade empregado.

2.7 CUSTOS RELEVANTES PARA A GESTÃO DE ESTOQUES PARA MRO

Dando continuidade à discussão anterior, são apresentados a seguir os custos relevantes para peças de reposição. De forma geral três tipos de custos que são relevantes:

- Custo de Manutenção de Estoques;
- Custo de Colocação de Pedidos e;
- Custa da Falta.



Figura 10: Custos relevantes na gestão de estoques para MRO (Fonte: Adaptado de Saggiaro, Martin e Lara, 2008)

O desafio da gestão de estoques é a redução do custo global dos estoques, relevando todos esses pontos (SAGGIORO, MARTIN e LARA, 2008).

O primeiro deles, o custo de manutenção de estoques, é composto por custos financeiros, de seguro, armazenagem, manuseio, obsolescência, depreciação, perdas e danos. Desses custos, destaque especial para a importância dos seguros, pois se tratam de materiais, em geral, com alto custo unitário e acidentes poderiam acarretar num rombo nas finanças da empresa.

Em relação ao custo da colocação de pedidos, Fleury (2000) trata das possibilidades entre integração entres os elos da cadeia de suprimentos, ideia

essa representada no Jogo da Cerveja, desenvolvido pelo MIT Sloan School of Management. A formação de lotes econômicos de compra, equilibrando custos de transporte, custos de aquisição e custo de oportunidade do capital aplicado são fatores relevantes para esta análise.

Saggiaro, Martin e Lara (2008) e Kennedy, Patterson e Fredendall (2002) tratam do custo da falta dando ênfase em preocupação com ruptura de estoques de peças de reposição. Além de fatores econômicos, há também:

- Parada na produção, causando perdas de qualidade e produtividade;
- Reprogramação de atividades e uso de planos de contingência;
- Aumento do risco físico para o pessoal devido ao desgaste de peças;
- Perda de vendas e market share;
- Pagamento de multas por não cumprimento de níveis de serviço estabelecidos;
- Deterioração da imagem da empresa.

Percebe-se então que, apesar de se ter ciência dos fatores que envolvem o custo da falta, é difícil de medir o mesmo, pois tratam, além de fatores econômicos e financeiros, condições características e consequências no mercado.

Ainda, as questões ligadas a marketing e política de segurança do trabalho e impactos na gestão de pessoas têm caráter subjetivo, mas são de suma importância para qualquer empresa. Assim, as prescrições com alto teor de modelos matemáticos e metodologias representadas (MARTEL e VIEIRA, 2010; FLEURY et al., 2000; WANKE, 2011) podem ser questionadas.

De maneira geral, os três custos apresentados são de extrema relevância para empresa e esta deve analisar o *tradeoff*, visando redução geral de custos e buscando seus interesses.

2.8 REDE LOGÍSTICA: LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES E ESTOQUES

O estudo de localização de instalações é um problema de alta complexidade de decisão (FLEURY et al., 2000), uma vez que impacta

diretamente nos custos logísticos e devem-se considerar os *tradeoffs* entre localização, transporte e estoque, de modo a regular o ponto de melhor equilíbrio. Nesse contexto, a tecnologia de informação assume papel importantíssimo uma vez que qualquer análise de rede logística depende de pesada massa de dados para que possa se embasar em métodos matemáticos e determinísticos as decisões de localização.

Existem questões estratégicas subjetivas à política da empresa, que podem influenciar diretamente na decisão sobre localização de instalações. Existem diversos livros sobre o tema, como Moore e Muther, porém uma abordagem mais simplista é dada por Martel e Vieira (2010), que sugerem a análise dos seguintes pontos:

- Localização de fornecedores
- Tipo de produtos a serem distribuídos
- Grau de tecnologia de Informação empregada
- Capacidade do Armazém
- Quantidade de Armazéns que se quer instalar
- Priorização de produtos e/ou mercados



Figura 11: Critérios de decisão sobre localização (Fonte: Adaptado de Martel e Vieira, 2010)

Decisões de centralização de estoques devem ser consideradas, pois podem gerar uma redução de custos de armazenagem. Cabe ao gestor analisar se essa redução de custos é maior do que o aumento dos custos de fretes e

transportes. Carvalho e Silva (2006) propõem um modelo onde produtos com maior valor agregado e menor giro de estoques – características típicas de peças de reposição – devem seguir uma política de centralização de estoques.

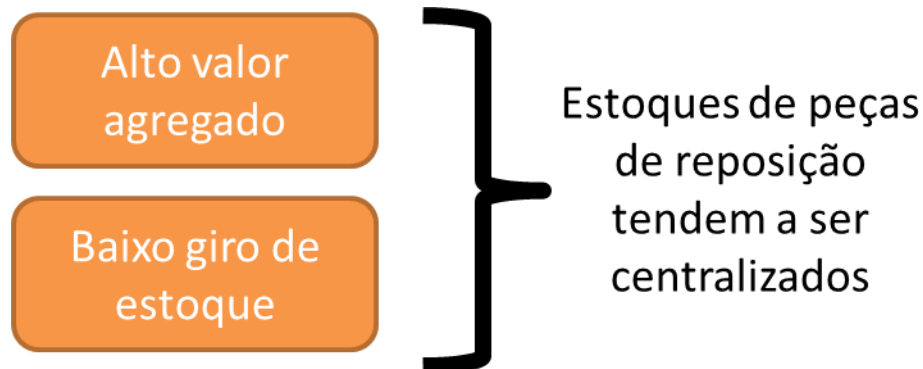


Figura 12: Fatores de centralização do estoque (Fonte: Adaptado de Carvalho e Silva, 2006)

Para finalizar, vale ressaltar alguns pontos que Ballou (2003) considera relevante para a estruturação de uma rede logística:

- Potencial para expansão
- Disponibilidade, salários, ambiente e produtividade da mão-de-obra local;
- Taxas relativas ao local e à operação do armazém
- Atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito
- Segurança do local (fogo, furto, inundação etc.);
- Taxas de seguro e disponibilidade de financiamento.

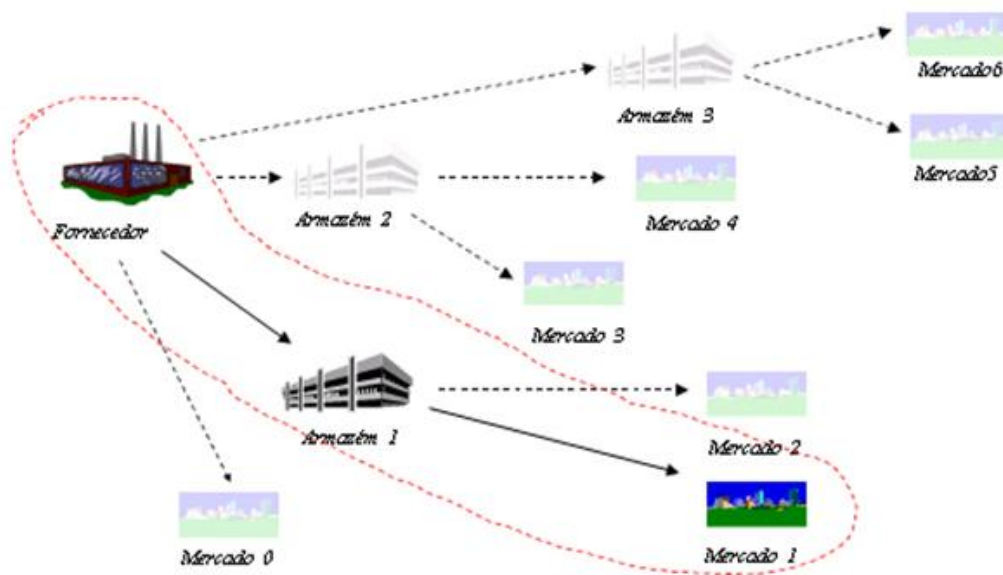


Figura 13: Ramificação de uma rede de instalações
Fonte: Ilos

2.9 CONTROLE DE ESTOQUES

O controle efetivo dos estoques é um requisito para o bom andamento dos processos operacionais, para isso os dados dos estoques devem ser confiáveis (Drohomeretsky, 2009). Por isso, o uso de um bom ERP se mostra de grande importância para armazenagem de histórico e consulta de informações.

Ao pensar-se nos casos de gestão de estoques para MRO percebe-se necessária uma análise mais minuciosa, pois os tempos de resposta são mais altos. Dessa forma, um controle de inventário se mostra muito necessário, pois divergências podem impactar vertiginosamente no planejamento de estoques e nas operações da empresa, com paradas imprevistas, reprogramações de manutenção de e, principalmente, grandes impactos no nível de serviço oferecido ao cliente.

As aplicações de mecanismos de controle são, portanto, essenciais nesse sentido, e a evolução das tecnologias de informação tem colaborado significativamente. Assim, percebe-se a importância da implementação de software WMS (Warehouse Management Systems) no apoio ao controle de estoques. Dentre suas facilidades, Veríssimo e Musetti (2003) destacam:

- Redução de estoques

- Maior segurança e acurácia de informações e de estoques – evitando-se o erro humano
- Facilidade de acesso à informação
- Disponibilidade de rastreamento em tempo real.

Pode-se ainda representar de maneira geral e detalhada os componentes e as funções do WMS na tabela 2:

| FUNÇÕES DO WMS | ASPECTOS ANALISADOS PARA A PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO |
|--|---|
| Planejamento e alocação de recursos | O planejamento dos recursos necessários para movimentação de materiais ou resíduos de pós-consumo e pós-venda deve ser realizado como ocorre com as mercadorias usuais. Desta forma cada material ou componente pode ser encaminhado ao destino apropriado (retroprocessadores, transferência entre armazéns, devolução ao fornecedor, descarte final). |
| Portaria | Os veículos das empresas retroprocessadoras (responsáveis pelo encaminhamento dos materiais de pós-consumo e pós-venda para revenda, acondicionamento, retorno ao fornecedor, reciclagem ou descarte final) devem ser direcionados aos locais de despacho e recebimento destes materiais, visando a otimização do fluxo. |
| Recebimento | Os materiais ou resíduos de pós-venda devem ser recebidos, identificados, ter os motivos de retorno, procedência e quantidades confirmados, possibilitando sua estocagem em quarentena até a inspeção e controle de qualidade. |
| Inspeção e controle de qualidade | Alguns materiais ou resíduos de pós-consumo (embalagens, paletes, berços, etc.) podem ser reutilizados na atividade de armazenagem e os materiais ou resíduos de pós-venda (mercadorias devolvidas por defeitos, avarias, etc.) podem ser reciclados, acondicionados, retornados ao fornecedor ou revendidos. Para tanto devem ser inspecionados e avaliados para verificação de suas condições e posterior destinação aos locais de estocagem provisória. |
| Estocagem | Os materiais ou resíduos de pós-consumo e pós-venda, embora constituam menor volume se comparados às mercadorias usuais, devem ser estocados de forma organizada, possibilitando a obtenção de informações sobre seu volume, realização de inventários e localização, além de necessitarem de recursos e equipamentos para serem movimentados adequadamente. |
| Transferências | Através de dados obtidos na estocagem e inventário de mercadorias, existe a possibilidade de verificação de excesso de alguns itens, bem como de avarias, expiração de prazo ou defeitos nos itens estocados. Estes itens devem ser transferidos para outros armazéns que necessitem de tais itens ou para retroprocessadores, revendas ou retorno ao fornecedor. O fluxo de transferência entre armazéns ou demais empresas envolvidas deve ser gerenciado. |
| Expedição | Os materiais ou resíduos de pós-consumo e pós-venda precisam ser expedidos para os locais destinados a agregar-lhes valor ou encarregados de realizar seu descarte: retroprocessadores, fornecedores, revendas ou descarte final seguro. Esta expedição deve ser devidamente documentada, roteirizada e organizada pelo armazém. |
| Inventários | Como ocorre com as mercadorias usuais da empresa, os materiais ou resíduos de pós-consumo e pós-venda precisam ter seu volume e especificações conhecidos, bem como por vezes necessitam de acertos de inventário e auditorias internas sem bloquear sua movimentação. Estes materiais também necessitam de informações claras sobre suas quantidades e não devem ser simplesmente "ocultados" pela empresa, pois constituem retorno econômico considerável. |
| Controle de contenedores | Existem contenedores (paletes, racks, berços, cestos aramados, caixas plásticas, fitas de arquear aço e plástico, papelão, entre outros) que são utilizados diversas vezes no processo logístico direto. Estes materiais, quando no final de sua vida útil, não podem ser simplesmente descartados, pois, algumas vezes, podem ser reciclados, revendidos, acondicionados, de forma a estender sua vida útil e possibilitar economia para a empresa. Para isso é necessário seu controle, como ocorre com os materiais novos. |
| Relatórios | Assim como ocorre com todos os processos realizados na logística direta, os materiais ou resíduos movimentados pela logística reversa, constituem fonte de informações para os administradores da empresa, para que se necessário sejam colocadas em prática ações que visem otimizar este processo e reduzir custos. Para isso, são necessários relatórios com todas as informações úteis para os usuários. |

Tabela 2: Funções do WMS (Fonte: Guarnieri et al: Warehouse Management System (WMS): adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa, 2006)



Figura 14: Componentes do WMS (Fonte: Os autores)

Além disso, Kang (2004) ainda afirma que com os processos inventariais é possível reduzir as perdas de estoques por roubos, evitar erros de transação nos processos de recebimento e expedição e reduzir não atendimentos de demandas por produtos em estoque com endereçamento incorreto. Por outro lado, Ching (1999) ressalta que a própria redução de estoques já gera economia no custo de manutenção do inventário e de armazenagem.

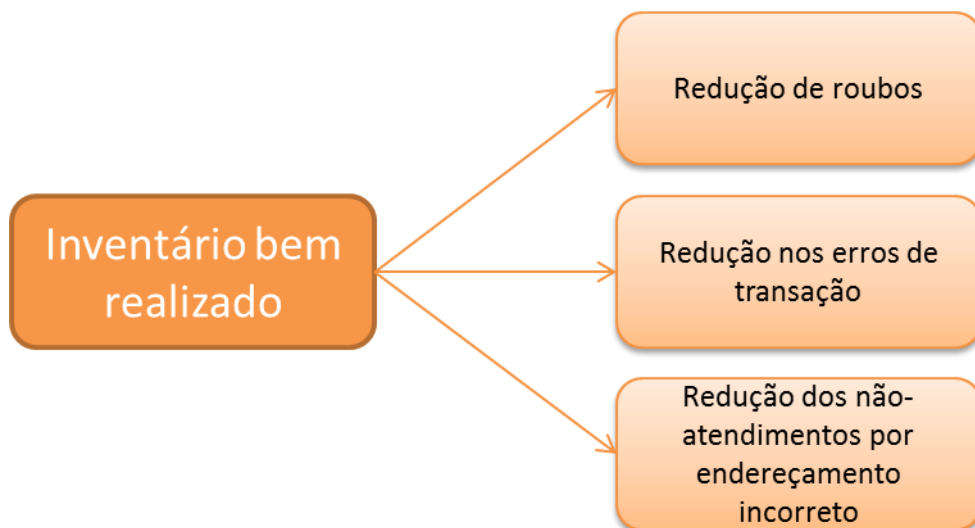


Figura 15: Benefícios de um bom inventário (Fonte: Adaptado de Kang, 2004)

Com a utilização de indicadores de acurácia ainda é possível identificar os erros nos processos e atuar corretivamente sobre eles. Sendo assim, pode-se medir basicamente a acurácia como:

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Número de itens com registros corretos}}{\text{Número total de Itens}}$$

Equação 4: Indicador de acurácia (Fonte: Os autores)

Pode-se ainda segmentar a informação por produtos valores e almoxarifados, facilitando a visualização de desvios (MARTINS e ALT, 2006).

Visando um controle mais refinado de estoques, Drohomeretsky (2009) aborda a execução de inventários rotativos que são executados em períodos menores que os físicos totais, geralmente diário ou semanal, focando na classificação ABC dos itens em relação ao giro e/ou valor para realizar a contagem periódica das classes mais importantes com uma amostragem maior, já que são mais propícios e impactantes no processo. Esse tipo de inventário reduz significativamente as divergências inventariais como será apresentado a seguir no estudo de caso, porém demanda alto comprometimento por parte dos operadores e funcionários do armazém, que devem realizar a conta física no período estipulado.

Outro ponto a ser relevado é a aderência no valor contábil e financeiro real dos ativos em estoques, garantindo transparência aos gerentes e acionistas, possibilitando uma melhor análise do retorno do capital investido nos estoques.

2.10 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES

O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM – Supply Chain Magement) é a fase de integração plena, estratégica e flexível ao longo de toda a cadeia (Novaes, 2001). A ideia é que exista integração entre as empresas de modo que os “limites geográficos e burocráticos” delas se rompam e formem interseções entre elas, gerando valor para o processo, com redução de custo e aumento de eficiência.

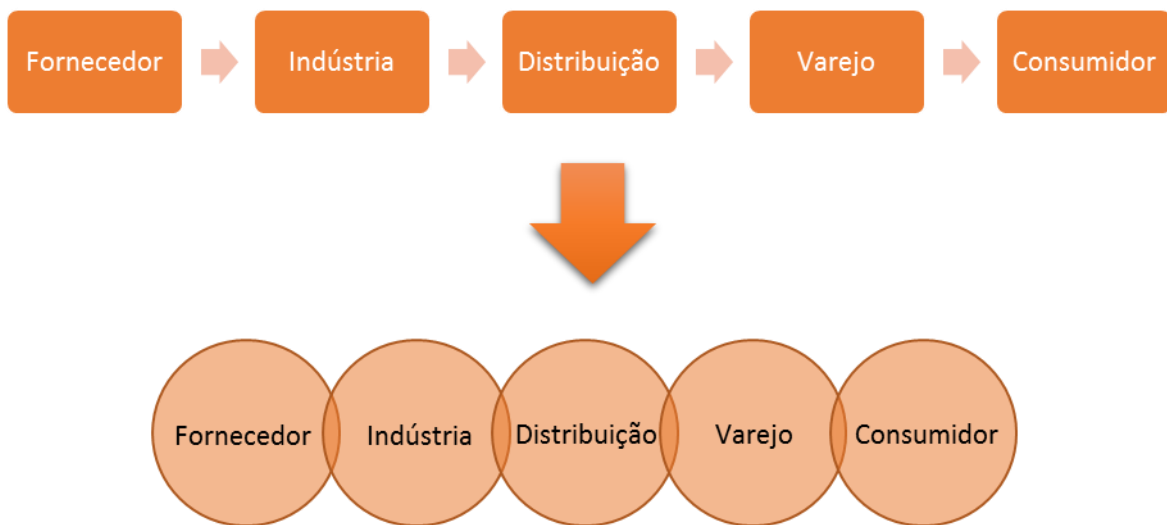


Figura 16: Lógica do gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (Fonte: Adaptado de Novaes, 2001)

Fleury et al. (2000) definem que o SCM “representa o esforço de integração dos diversos participantes do canal de distribuição por meio da administração compartilhada dos processos-chave de negócios que interligam as diversas unidades organizacionais e membros do canal, desde o consumidor final até o fornecedor inicial de matérias-primas.”

Deve-se lembrar ainda da lógica do fluxo de informações ao longo da cadeia, que se desloca a partir do consumidor até o fornecedor. Esse fluxo, inverso ao fluxo dos materiais, proporciona flexibilidade e aumento da previsibilidade, à medida que se conhece o perfil e a regularidade da demanda. Com isso, permite resposta rápida ao longo da cadeia na proporção que esse fluxo de informações aumenta.

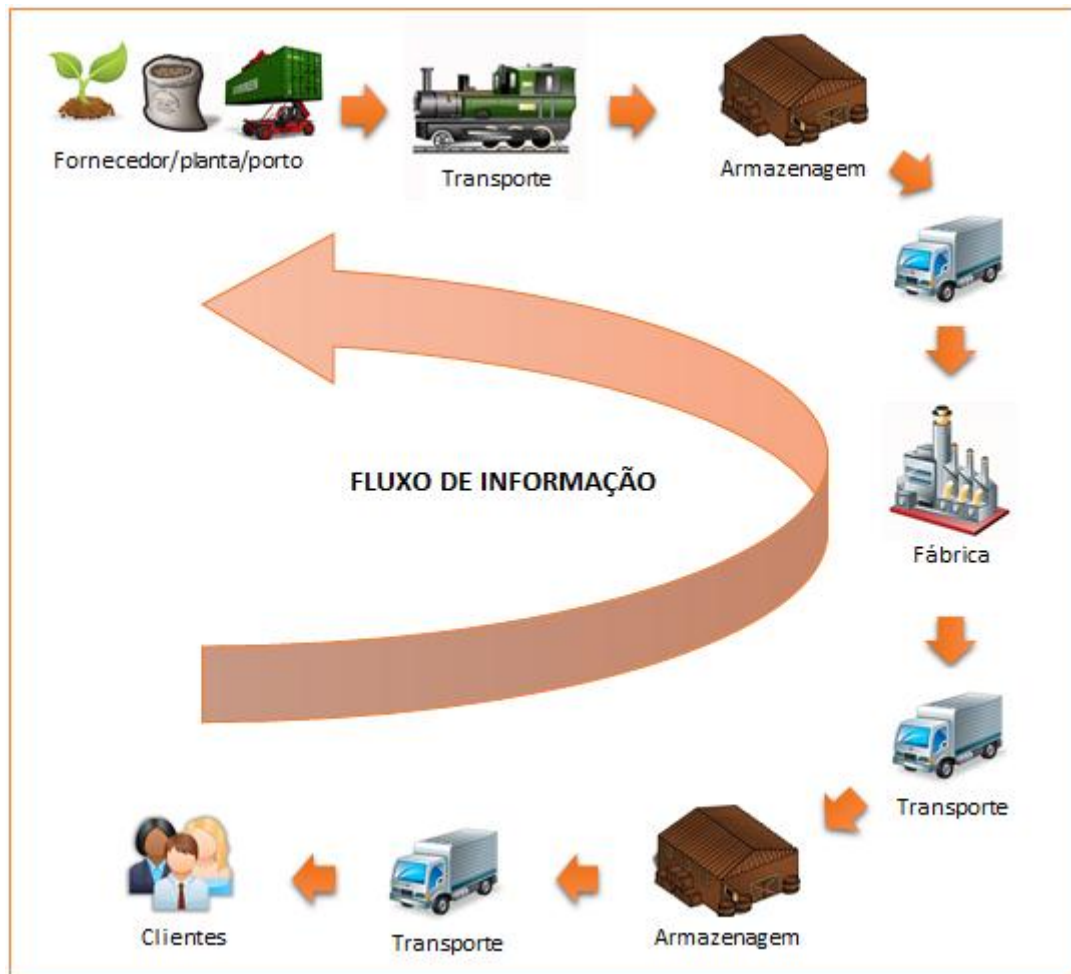


Figura 17: Fluxo de materiais e fluxo de informação (Fonte: Adaptado de Ballou, 1993)

A lógica representada anteriormente só é permitida em virtude dos avanços da tecnologia da informação associados à capacidade de estruturação de dados, comunicação e processamento dos envolvidos. Porém, esse aspecto depende da qualificação dos fornecedores e o estabelecimento de parcerias sinérgicas.

Mintzberg (2001) relata a importância da visão processual em detrimento da visão funcional, onde apesar desta proporcionar uma maior especialização do serviço, a primeira permite uma melhora total do processo de negócio da empresa, não se restringindo a apenas uma função ou etapa. Pode-se fazer analogia a isso, com a teoria de Fleury et al. (2000), que se baseia na sinergia interna na empresa, rompendo as barreiras funcionais, priorizando objetivos coletivos a individuais entre as áreas envolvidas no processo logístico.

Dessa forma, o bom relacionamento com os fornecedores se torna um fator crítico no sucesso da gestão de estoques da empresa, principalmente quando se trata de peças de reposição. O não cumprimento do *lead time* acordado ou previsto para estas peças pode acarretar na redução no nível de serviço e, mais do que isso, acarretar em ociosidades de máquinas e equipamentos, em virtude da falta de disponibilidade do material. É importante deixar claro que o *lead time* desses produtos é maior que a média de outras cadeias, com giro maior e/ou menos complexas e a disponibilidade de fornecedores capacitados e aptos ser bastante limitada.

Portanto, os fornecedores devem ser analisados quanto ao seu valor estratégico para a empresa a partir do modelo de risco de suprimentos para a operação, sendo assim analisados e geridos de modo diferenciado de acordo com a criticidade de obtenção do material.

Numa outra visão, Kraljic (1983) aborda os aspectos relevantes:

- Risco de escassez de suprimentos
- Complexidade
- Custos logísticos
- Monopólios
- Oligopólios
- Avanços tecnológicos
- Materiais substitutos
- Barreiras de entrada

Além dos mencionados, deve-se lembrar de fatores como burocracia (principalmente para empresas públicas ou de capital-misto), requisitos, complicações aduaneiras e fiscais, qualidade e nível de serviço adequados nesses aspectos.

Baseando-se nas ideias de Kraljic, o CEL/Coppead (2008) segmenta os fornecedores em quatro grupos distintos, relacionando o risco de fornecimento com o valor anual comprado, facilitando estratégias de ação e relacionamento com os fornecedores.



Gráfico 4: Relação entre risco de fornecimento e valor anual comprado (Fonte: Adaptado de CEL/Coppead 2008)

Zsidisin (2001) propõe segmentação das possíveis falhas de suprimentos em riscos de fornecedor e riscos de mercado. O primeiro seria referente à possibilidade de ocorrência de eventos adversos, os quais impactariam em uma fonte de suprimento. O segundo abrangeria a possibilidade de todo o mercado fornecedor ser atingido por fatores adversos, sendo este então mais crítico.

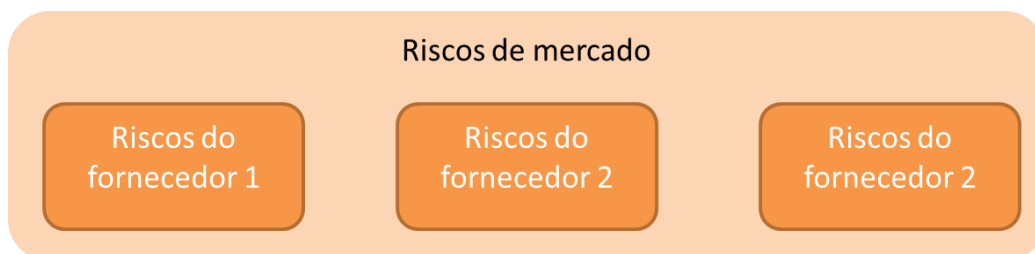


Figura 18: Alcance dos riscos de mercado e dos fornecedores (Fonte: Os autores)

Adicionalmente, a aplicação de indicadores de desempenho dos fornecedores é também um método positivo na gestão do relacionamento com os fornecedores (CHING, 1999), criando parâmetros e padrões que gerem redução de estoques, eliminação de desperdícios, prevenção de defeitos e melhor qualidade. Um indicador muito comum para medição de fornecedor é o OTIF (*On time in full*), que mede se a entrega foi realizada no prazo estipulado e na quantidade requisitada.

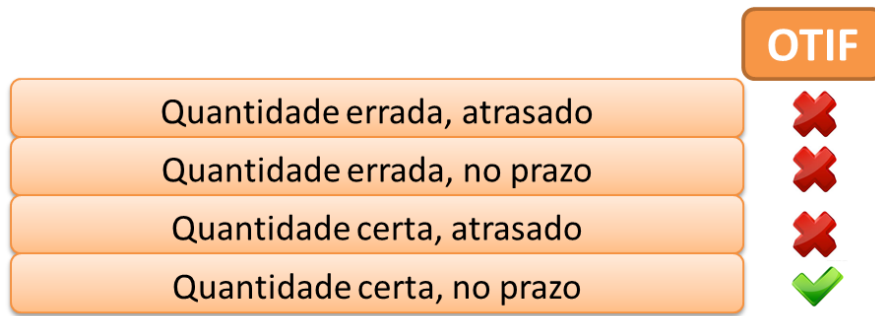


Figura 19: Funcionamento do indicador OTIF (Fonte: Os autores)

Novaes (2001, p. 194) destaca ainda a importância da integração da empresa com o fornecedor: “economias de custos observadas nos elos da cadeia de suprimento são potencialmente elevadas, justificando uma atuação conjunta, com o objetivo de aumentar a competitividade global do sistema.”. Dessa forma, conclui-se que práticas e decisões aproximadas e conjuntas com o fornecedor são benéficas para o resultado da empresa.

Portanto, estruturação de uma metodologia de análise para desenvolvimento de forma de relacionamento diferenciada para cada grupo de fornecedores é importante para a redução das incertezas no processo, diminuição do grau de dependência com alguns fornecedores, reduzindo riscos ou criando alternativas para lidar com eles.

A utilização de softwares especializados, como o EDI (*Electronic Data Interchange* – Intercâmbio eletrônico de dados) e de novos métodos como o VMI (*Vendor Managed Inventory* – estoque gerido pelos fornecedores) proporcionam troca de informações entre clientes e fornecedores de maneira mais ágil, possibilitando um melhor planejamento da produção e expedição por parte dos fornecedores, além de compressão do ciclo de pedido, influenciando na redução do *lead time* total.

A partir das ideias supracitadas, conclui-se que o relacionamento, desenvolvimento e gestão dos fornecedores, normalmente concebidos pelo elo mais forte da cadeia, são fundamentais para o sucesso das empresas nela envolvidas, gerando ganhos integrativos.

2.11 IMPLEMENTAÇÃO DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA MRO

Saggiaro, Martin e Lara (2008) e Lara e Rodrigues (2012) tratam da do problema de gestão de estoques de peças de reposição especificamente com uma solução holística do problema. Segundo eles, existem questões gerenciais que envolvem uma metodologia de implementação de gestão de peças de reposição, que vem como adicional às políticas de reposição, previsões de consumos e modelos determinísticos de definição de níveis. A metodologia proposta segue cinco etapas:

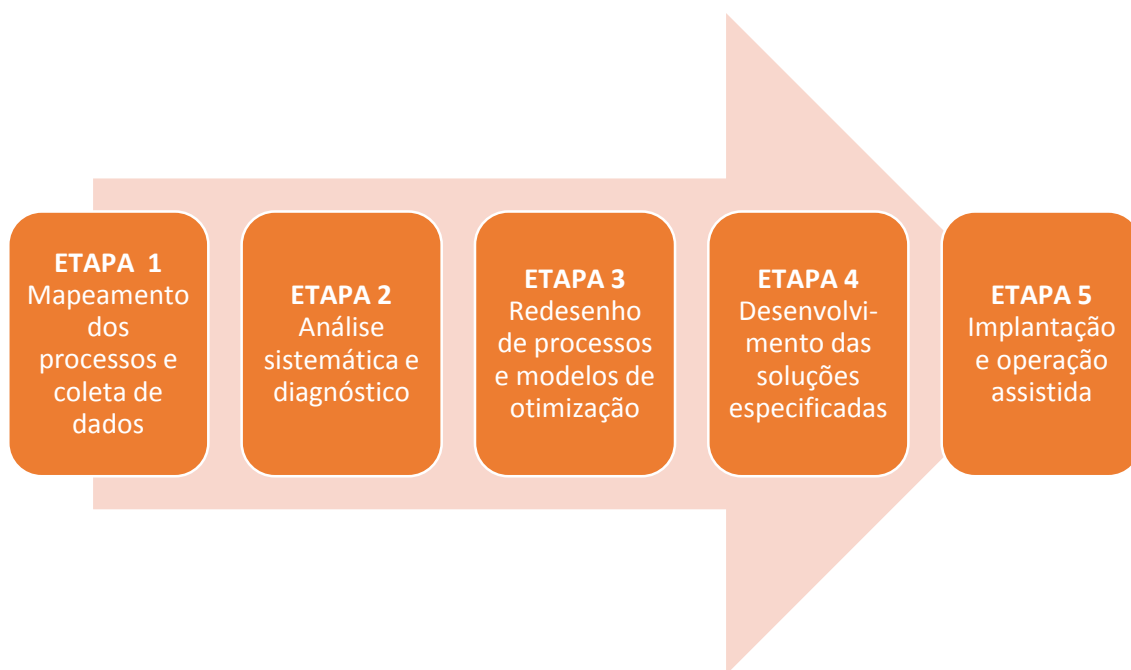


Gráfico 5: Metodologia de Implementação de Gestão de Estoques para MRO
(Fonte: Adaptado de Saggiaro, Martin e Lara, 2008)

2.11.1 Etapa 1 - Mapeamento de processos e coleta de dados

Nesta etapa, ocorre mapeamento dos processos de negócios relacionados à gestão de estoques da organização. Podem ser citados:

- Previsão de demanda
- Cadastramento de itens
- Emissão de requisições
- Compras
- Transporte
- Recebimento físico/fiscal
- Armazenagem

- Atendimento às áreas de manutenção

São mapeados aspectos como estrutura organizacional, procedimentos/métodos de trabalho, sistemas/tecnologias, indicadores de desempenho e metas. Também são coletados dados relacionados aos processos para análise na etapa seguinte.

Nessa etapa, percebe-se a importância e a necessidade de um ERP eficiente de maneira a fornecer dados confiáveis para análises iniciais e estabelecimento de parâmetros para implementação da gestão de estoques.

2.11.2 Etapa 2 - Análise sistemática e diagnóstico

Nesta etapa são realizadas análises dos processos mapeados e dos dados coletados, visando identificar pontos críticos e gargalos que afetem a otimização de estoques.

Os processos de gestão de estoques e características dos SKUs são analisados em detalhes, com base nos critérios:

- Valor unitário
- Frequência de consumo
- Volume consumido
- Criticidade do ressurgimento
- Criticidade da Falta
- Nível de Serviço

Esses critérios têm como principal função mapear os gaps entre a situação vigente e a ideal. O diagnóstico é formulado com base em análises de causa-efeito e correlações que identifiquem as causas-raiz dos pontos críticos e gaps mapeados.

2.11.3 Etapa 3 - Redesenho de processos e especificação de modelos de otimização

Na etapa 2 realizaram-se análises as quais devem servir de base para o redesenho dos processos, de maneira que estes agora apresentem melhorias,

quando comparados ao processo usual, em aspectos como organização, métodos/procedimentos, sistemas/tecnologias e indicadores de desempenho.

Nesta etapa são especificados os modelos de otimização de estoques para MRO, customizados para o contexto da organização e das peculiaridades das peças de reposição.

2.11.4 Etapa 4 - Desenvolvimento das soluções especificadas

Nesta etapa, as soluções especificadas são desenvolvidas, tanto em termos de implementação de sistemas/tecnologias quanto na geração de documentação referente a regulamentos/procedimentos de trabalho e manuais de treinamento. A capacitação das equipes envolvidas também ocorre nesta etapa de maneira a estar alinhadas com as soluções especificadas.

2.11.5 Implantação e operação assistida

As soluções desenvolvidas são implantadas com a entrada em operação dos novos sistemas/tecnologias, procedimentos e equipes capacitadas. Há acompanhamento inicial da operação pela equipe de projeto até que o novo processo esteja estável e autossustentável.

Seguindo essa metodologia, na Vale, empresa de dimensões mundiais, Saggiaro, Martin e Lara (2008), integrando ações gerenciais com políticas de estoque e análises específicas para peças de reposição, apresentaram um aumento no nível de serviço de 73% para 93% e ainda redução o estoque total em 15%, ressaltando a efetividade do modelo na empresa.

Entretanto, é interessante ressaltar que apesar da relevância do estudo, não é possível generalizar a eficiência da metodologia para todas as organizações, pois as informações são provenientes de um estudo de caso único e dados que representam a situação de uma empresa específica.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 ACORDO DE NÃO DIVULGAÇÃO

O presente estudo de caso é referente a uma empresa operadora logística ferroviária que visa reduzir drasticamente o capital empregado em peças e subcomponentes para MRO, valor o qual atingiu cerca de R\$ 202 milhões em Dezembro de 2011. Por motivos de sigilo de informações e proteção da posição no mercado da empresa analisada, não será apresentado o nome da empresa e a mesma será referida como Empresa Z.

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atrasos significativos em TI e gestão de processos são bastante comuns em virtude da falta sistemática de investimentos na área da logística da empresa Z. Com isso, os controles de movimentações de materiais e gerenciamentos dos almoxarifados são altamente afetados.

Nessa direção, outro problema comumente verificado na empresa Z é a falta de precisão do estoque presente nos seus almoxarifados e depósitos, ou seja, o ERP não continha informação confiável – o estoque físico era diferente do “virtual” – de modo a suportar uma gestão e um planejamento efetivo e garantir um nível de serviço. Para mensurar essa defasagem, foi realizado um inventário geral – contagem física de todos os materiais em todos os depósitos da empresa Z – em Janeiro de 2012 que concluiu que existam R\$34 milhões de estoque em divergência, ou seja, mais de 16% do estoque presente no sistema ERP utilizado não existia no físico.

Verificou-se que a empresa Z não apresentava adoção de métodos de gestão de estoques específicos para peças de reposição e, mais do que isso, não seguia abordagens de gestões logísticas tradicionais.

Outro ponto a ser destacado é a deficiência no rastreamento, identificação e destinação de itens obsoletos e de descarte que foram gerados ao longo da operação da empresa Z. Esse fator está diretamente relacionado à redução de custos de armazenagem e questões ambientais cada vez mais requisitadas.

Nesse panorama, a empresa Z decidiu pela terceirização da gestão de seus almoxarifados e planejamento de estoques para peças e subcomponentes para MRO. Contratou-se uma empresa com inteligência específica nesse tipo de operação, com uma equipe especializada em consultoria e planejamento, visando solucionar os problemas apresentados, reduzindo os custos totais da empresa. Caso este que é apresentado a seguir.

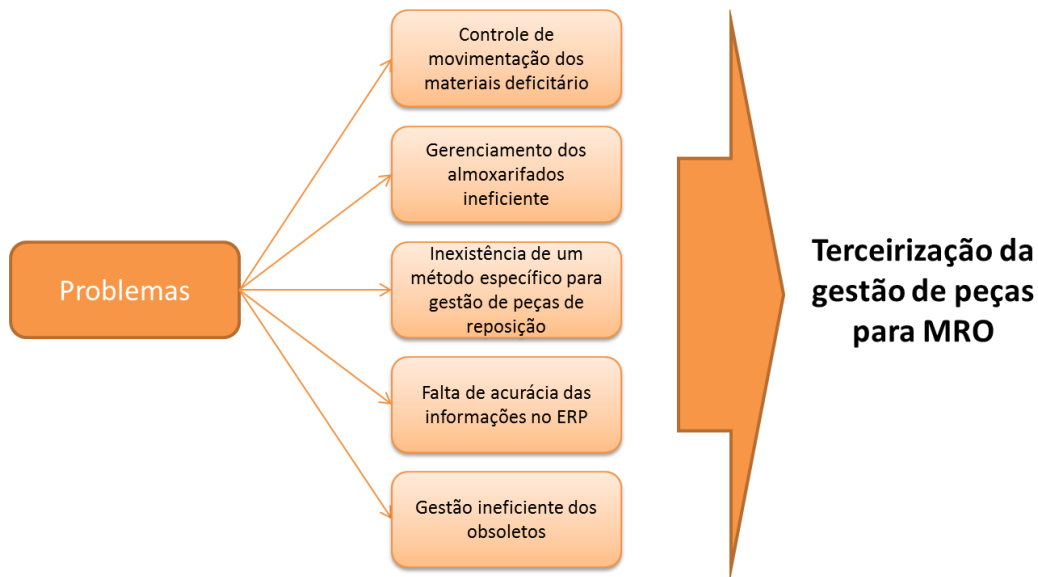


Figura 20: Problemas na empresa Z (Fonte: Os autores)

3.3 METODOLOGIA DE PESQUISA EMPREGADA

Segundo Minayo (1993, p.23), a pesquisa como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

O estudo de caso é uma metodologia de investigação particularmente apropriada quando se procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos fatores (YIN, 1993). Esse método é adequado quando se pretende definir os tópicos de investigação de forma abrangente e quando se deseja considerar a influência do contexto de ocorrência do fenômeno em estudo.

Em relação às peças de reposição, fato a ser relevado é que existem poucos estudos relativos ao tema, o que aumenta a atratividade do presente trabalho e o torna bastante revelador de um cenário ainda pouco explorado.

Com tema e o objetivo bem definidos e as premissas bem alinhadas, são utilizados dados qualitativos e dados primários para analisar e compreender a gestão de estoques empregada num contexto real, sob condições de sigilo entre ambas as partes envolvidas na operação.

3.4 OBJETO DE ESTUDO

A empresa Z em questão a ser analisada é uma grande empresa de capital aberto, atuante no mercado brasileiro com foco em operações ferroviárias para transporte de commodities. Atualmente, está presente em seis estados brasileiros, totalizando cerca de 13 mil quilômetros de ferrovias. Sua frota ferroviária está estimada em cerca de mil locomotivas e 27 mil vagões.

O estudo a ser apresentado constitui-se da intervenção de um operador logístico especializado que foi terceirizado da empresa principal, e desde meados de 2011 é responsável pela gestão de operações dos armazéns centrais e satélites. Além disso, fornece suporte por meio de consultoria na revisão dos processos que influenciam os resultados de gestão e planejamento de estoque, criação de políticas de ressuprimento e parametrização de níveis de reabastecimento.

Após a implementação da nova maneira de gestão, com acompanhamento contínuo da empresa contratada, a empresa Z vem obtendo resultados positivos, com redução do estoque médio, redução de custos e aumento do nível de serviço.

3.5 AVALIAÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Este tópico contempla a descrição da situação real estudada aplicada aos conceitos teóricos até o momento apresentados. Em algumas situações, não será possível caracterizar exatamente e informar valores, visando preservar o sigilo de informações da empresa Z e da empresa terceirizada.

3.5.1 Gestão inicial e implementação

O processo inicial de análise e diagnóstico, proposta de soluções, implantação de soluções e absorção completa da armazenagem pelas equipes terceirizadas durou cerca de seis meses. Tempo este que foi julgado necessário e acordado entre as partes de modo permitir o conhecimento do processo e análise preliminares. Com isso, a gestão e planejamento de estoques teve início 6 meses após o início das operações de armazém, que ocorreu em Janeiro de 2012.

Apesar de se tratar de um processo crítico, o retorno do investimento não é imediato e a estabilidade do processo e os resultados da gestão são demorados. Uma vez que o processo é cíclico, a ideia é seguir a implantação assistida de gestão de estoques, baseado em melhoria contínua, que é pautado na eliminação de desperdícios, melhoria dos pontos falhos, aumento da produtividade, bem como no uso de soluções que se apoiem e motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar as práticas do processo (GUIMARÃES ET AL, 2013).

A ideia por trás da espera de 6 meses é que, segundo Nunes (2013), para que o negócio seja bem sucedido, “(...) as empresas devem aprimorar seus sistemas de informações gerenciais, através da busca por modelos que sejam capazes de identificar falhas em seu processo, visando otimização de seus recursos evitando distorções, retrabalhos e perda de competitividade”. Porém, é necessário aguardar um tempo para que implementação do projeto já seja efetiva, de modo que este esteja maduro o suficiente para que seja seguido um processo de forma sistemática, possibilitando assim a identificação de *gaps* e de oportunidades. Pode-se perceber ainda que o modelo de processo implementado é bastante similar ao proposto por Saggiaro et al. (2008), seguindo a mesma linha de raciocínio.

Já os processos de melhoria contínua e definição da estratégia seguem a linha de Porter (1999), que alerta para a diferença entre a eficácia operacional e a estratégia organizacional. A busca pela produtividade, qualidade e rapidez dos processos fez emergir várias técnicas e ferramentas gerenciais que foram confundidas como estratégia organizacional (SILVA, 2008). Ambas são importantes, porém, e tem papel diferente dentro da empresa. A eficácia operacional proporciona à empresa processos com crescente qualidade,

flexibilidade, rapidez e custos reduzidos, enquanto a estratégia caracteriza um diferencial competitivo. A combinação de ambos proporciona bases para a vantagem competitiva (HAYES ET AL, 2004).

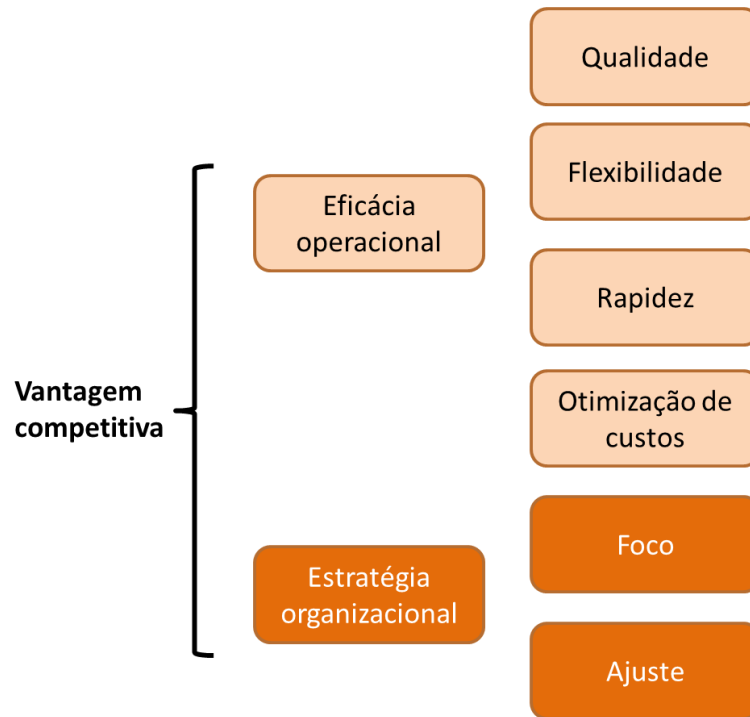


Figura 21: Bases da vantagem competitiva (Fonte: Adaptado de Hayes et al, 2004)

Deve-se ressaltar que apesar da implementação do projeto buscar a melhora de todo o processo, houve retaliações por áreas que tiveram atividades finalizadas, transferidas ou alteradas. O exemplo mais claro disso está representado na área de compras, que necessitou ter o processo completamente revisado e reestruturado de modo a suprir novas demandas da empresa contratada.

Nesse contexto de melhoria do processo com um todo, em busca do ótimo global em detrimento dos ótimos locais, deve-se destacar que o estreitamento de relações entre os colaboradores da Empresa Z entre si e com os colaboradores da empresa contratada é suma importância. O bom relacionamento entre eles permite a boa interlocução entre as áreas financeiras, engenharia e manutenção e compras, áreas que tendem a gerar pontos de tensão e discussão. A primeira visando redução de custos e despesas, a segunda cobrando resultados, níveis de serviços e disponibilidade ligeira de peças e o terceiro que passou a ser cobrado por indicadores de desempenho

após a revisão dos procedimentos e são mais cobrados pelo nível de serviço dos fornecedores contratados e aceleração do tratamento das requisições de compras abertas.

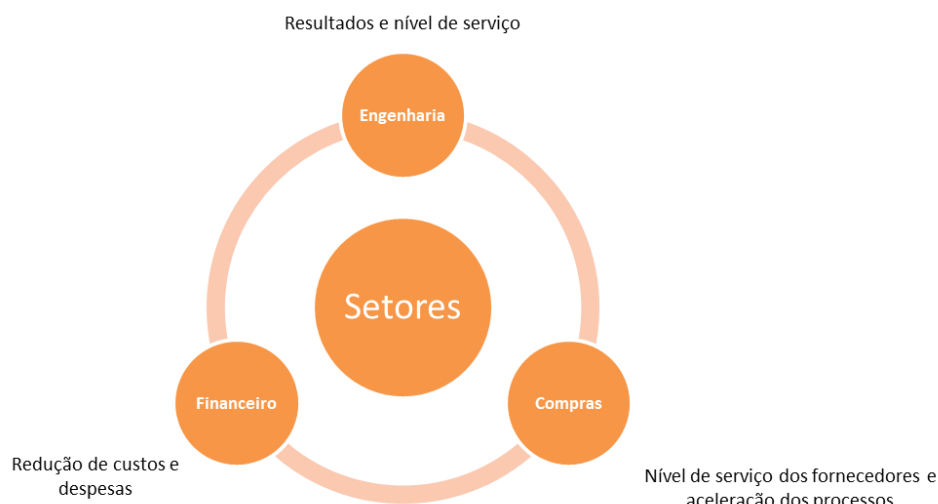


Figura 22: Relação entre setores e seus indicadores de desempenho (Fonte: Os autores)

3.5.2 Panorama inicial do estoque

Por se tratar de uma operação sem tratamento logístico adequado, o detalhamento da situação inicial do estoque é importante para a compreensão posterior do tamanho da defasagem na gestão de estoques. A metodologia seguida antes da gestão era completamente aleatória e muito influenciada por previsões de demanda ineficazes e decisões do comprador, oriundas de contratos e uma falsa redução de custos em virtude de lotes de compras e consolidação de cargas realizadas de modo ineficientes, que acabavam por aumentar o custo logístico total.

Primeiramente, analisando o valor dos itens em estoques, pode-se perceber que itens de alto preço unitário representam uma parcela significativa do valor total de estoque de itens novos – característica das peças de reposição. Nesta análise estão sendo comparados apenas itens novos, desconsiderando itens que já foram utilizados e retornaram para o almoxarifado, sejam por não serem mais necessários – itens usados – ou por terem sido consertados e disponibilizados para uso – itens recuperados.

Considerando apenas os SKUs ativos, os itens novos representavam mais R\$113 milhões do valor total de estoque de R\$202 milhões em Dezembro de 2011. Desses R\$113 milhões, R\$64 milhões correspondiam a estoque de itens com preço unitário maior que R\$500,00. É importante lembrar que este preço unitário considerado é médio, isto é, é calculado pela fórmula:

$$PMU = \frac{VALOR\ TOTAL\ EM\ ESTOQUE\ DO\ MATERIAL}{QUANTIDADE\ TOTAL\ EM\ ESTOQUE\ DO\ MATERIAL}$$

Equação 5: Cálculo do preço médio unitário

Fonte: Os autores

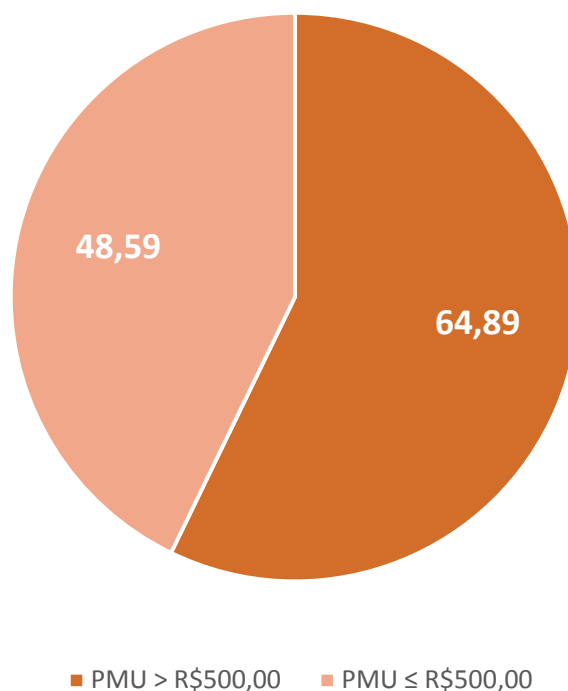


Gráfico 6: Valor em estoque (em milhões) por PMU (Fonte: Dados primários da Empresa Z)

Pode-se perceber a alta proporção de itens com preço médio unitário acima de R\$ 500,00. Porém, ao analisar-se a quantidade de SKUs, percebe-se que mais de 80% dos SKUs tem PMU menor que R\$500,00

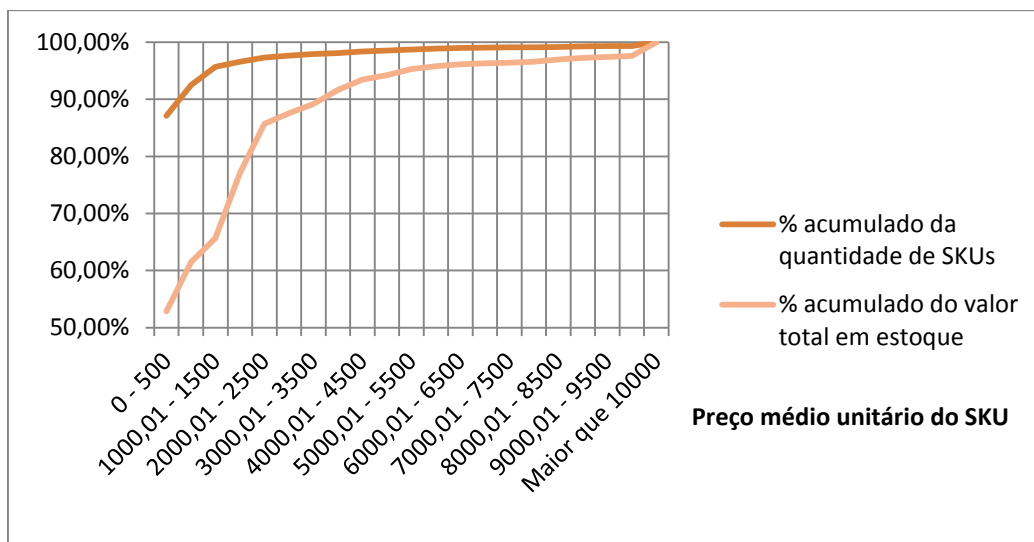


Gráfico 7: Percentuais acumulados de SKU em quantidade e valor (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

| Faixa de PMU | Quantidade de SKUs | % do total [Quantidade de SKUs] | Valor em estoque (x1000) | % do total [Estoque] |
|-----------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 0 - 500 | 12.341 | 87,10% | R\$ 59.998,34 | 52,83% |
| 500,01 - 1000 | 762 | 5,38% | R\$ 9.801,13 | 8,63% |
| 1000,01 - 1500 | 452 | 3,19% | R\$ 4.823,00 | 4,25% |
| 1500,01 - 2000 | 129 | 0,91% | R\$ 12.980,03 | 11,43% |
| 2000,01 - 2500 | 101 | 0,71% | R\$ 9.683,97 | 8,53% |
| 2500,01 - 3000 | 45 | 0,32% | R\$ 2.100,61 | 1,85% |
| 3000,01 - 3500 | 42 | 0,30% | R\$ 1.873,09 | 1,65% |
| 3500,01 - 4000 | 23 | 0,16% | R\$ 2.829,34 | 2,49% |
| 4000,01 - 4500 | 38 | 0,27% | R\$ 1.982,37 | 1,75% |
| 4500,01 - 5000 | 29 | 0,20% | R\$ 904,04 | 0,80% |
| 5000,01 - 5500 | 24 | 0,17% | R\$ 1.239,23 | 1,09% |
| 5500,01 - 6000 | 18 | 0,13% | R\$ 543,93 | 0,48% |
| 6000,01 - 6500 | 17 | 0,12% | R\$ 401,45 | 0,35% |
| 6500,01 - 7000 | 10 | 0,07% | R\$ 198,95 | 0,18% |
| 7000,01 - 7500 | 5 | 0,04% | R\$ 97,34 | 0,09% |
| 7500,01 - 8000 | 6 | 0,04% | R\$ 198,91 | 0,18% |
| 8000,01 - 8500 | 8 | 0,06% | R\$ 398,61 | 0,35% |
| 8500,01 - 9000 | 10 | 0,07% | R\$ 341,49 | 0,30% |
| 9000,01 - 9500 | 7 | 0,05% | R\$ 213,98 | 0,19% |
| 9500,01 - 10000 | 4 | 0,03% | R\$ 168,34 | 0,15% |
| Maior que 10000 | 98 | 0,69% | R\$ 2.783,28 | 2,45% |
| TOTAL | 14169 | 100% | R\$ 113.561,43 | 100,00% |

Tabela 3: Divisão dos SKUs por preço médio unitário (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

É importante notar que as categorias com PMU maior que R\$500,00 representam 12,90% da quantidade total de SKUs, com um valor de cerca de R\$53 milhões, o que representa quase 48% do total em estoque de itens novos.

Outro ponto importante na análise é a frequência do consumo dos materiais nos últimos doze meses. Isso é importante para se avaliar o quão constante é o consumo dos materiais, possibilitando visualização de picos se comparados ao consumo médio mensal.

De forma a delimitar as categorias, foram avaliados os meses que tiveram consumo dos materiais nos últimos 12 meses. Dessa maneira, os materiais que apresentaram mais de 9 meses inclusive com eventos de consumo foram considerados como alta frequência, entre 4 e 8 meses inclusive com eventos de consumo foram considerados média frequência e menos que 3 inclusive foram considerado com baixa frequência.

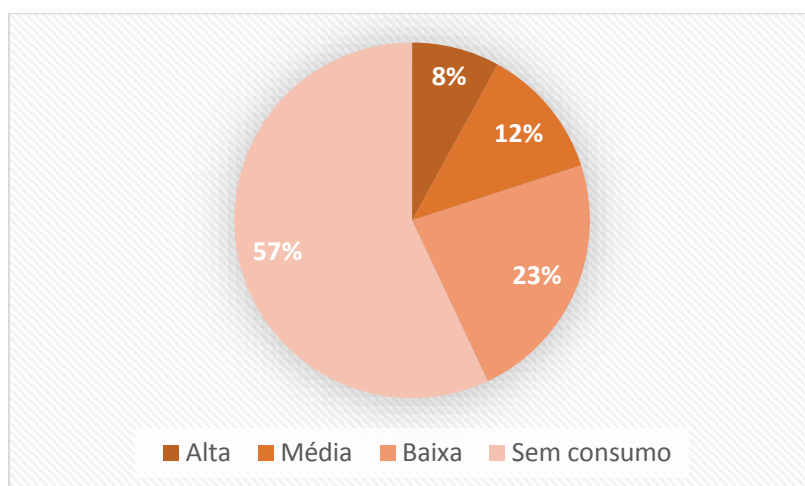


Gráfico 8: Frequência de consumo de SKUs em 2011(Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Pelo gráfico 8, se percebe que 80% dos SKUs representam itens sem consumo ou com baixíssimo consumo. Ao analisar-se pela perspectiva de Wanke (2011) esse número é ainda maior. Wanke (2011) propõe uma segmentação por número de peças consumidas, onde o baixíssimo consumo representa nenhuma ou uma peça por ano, o baixo consumo, de 2 até 300 peças e outras segmentações para consumo superiores a 300 peças. Na presente análise foram considerados apenas os consumo menores.

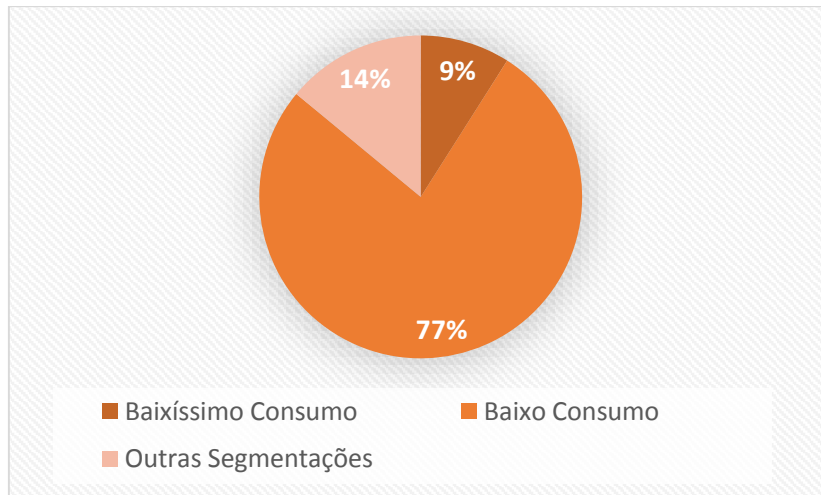


Gráfico 9: Frequência de consumo em 2010 e 2011 de acordo com Wanke
(Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Pensando-se em uma segregação de acordo com a criticidade, foram considerados apenas os itens do MRP no início do projeto, isto é, os itens com níveis cadastrados no ERP utilizado. Verificou-se a concentração de materiais na categoria de criticidade A e decrescendo gradativamente, possibilitando uma estratégia de foco mais concentrada nas categorias superiores, que propositalmente agregam menos itens. Os fatores que mais pesaram para a classificação dos itens A foram o valor do SKU, a possibilidade de parada do equipamento em caso de falta e os altos *lead times*.

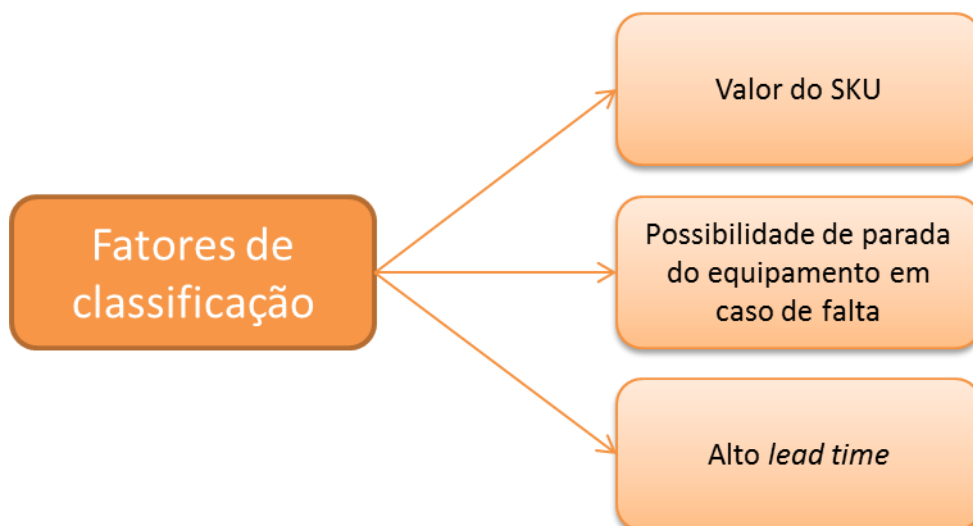


Figura 23: Fatores de classificação da criticidade das peças de reposição
(Fonte: Dados primário da Empresa Z)

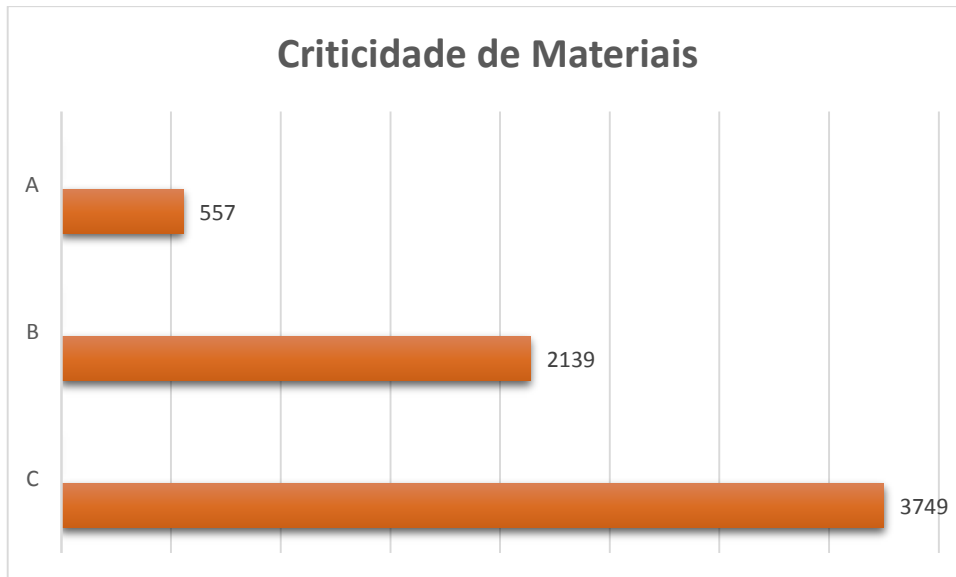


Gráfico 10: Criticidade dos materiais em termos de SKUs (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Outro fator percebido, mas que se mostra pouco tangível do ponto de vista da gestão de estoques, é o baixíssimo indicador de OTIF – *On time in full* - do fornecedor, ou seja, entregas eram efetuadas fora do prazo e muitas vezes não cumpriam a quantidade comprada. O problema concentra-se primeiramente no fato do comprador não acordar um prazo com o fornecedor, utilizando apenas estimativas históricas e tácitas, não analisando possíveis limitações impostas. Outro fator de caráter mais sigiloso é o fato de a empresa Z demorar a cumprir com as obrigações financeiras na compra com o fornecedor.

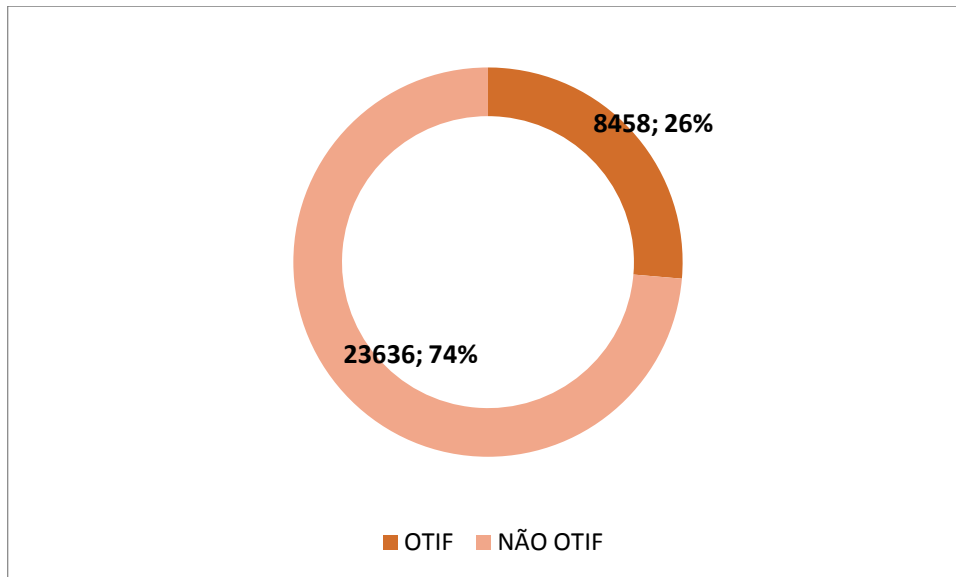


Gráfico 11: Indicador OTIF das entregas dos fornecedores (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Percebe-se que apenas 26% dos pedidos ao fornecedor são entregues dentro do prazo, cumprindo a quantidade solicitada. Esta acaba sendo mais uma dificuldade ao planejamento de estoques, pois torna imprevisível o suprimento solicitado.

3.5.3 Política de estoques

Infelizmente, a empresa contratada para a gestão de operações e planejamento de estoques da empresa Z não divulgou o método específico de gestão, por motivos de sigilo e proteção de diferencial competitivo. Entretanto, sabe-se que uma política de estoques bem definida e que contemple os mais variados cenários possíveis é vital para a gestão. Dessa forma, concluiu-se que a empresa contratada utiliza um sistema próprio desenvolvido internamente capaz de projetar cenários baseados em métodos determinísticos, com bases matemáticas e estatísticas, de modo a avaliar cada opção.

Sabe-se também que esse sistema é utilizado para tratar dados do ERP, que, associado à análise própria da empresa contratada, suporta decisões de estocar ou não determinados materiais, isto é, conclui se é válido manter o material em estoque ou comprar sob demanda. Além disso, esse sistema identifica e sugere os materiais que devem ser incluídos no MRP, assim como seus níveis (min-máx).

Com isso, conclui-se que as compras e ressuprimentos são planejadas baseadas no estabelecimento de níveis mínimos e máximos identificados pelo sistema.

Não foi possível identificar nenhum caso de políticas de VMI entre a Empresa Z e seus fornecedores, propondo uma integração fraca entre os elos, como comentado anteriormente. Tal ponto será retomado posteriormente.

3.5.4 Depósitos e armazéns

A operação da empresa Z está presente em 31 cidades e 6 estados brasileiros, o que torna o planejamento bastante complexo. A rede de armazéns da empresa Z conta com 6 armazéns centrais de estoque de peças de reposição, 7 centros de manutenção grande porte e outros 54 almoxarifados satélites segregados no atendimento de locomotivas, vagões, postos de abastecimento e manutenção da via férrea.

É importante destacar que a grande maioria das compras é efetuada para os armazéns centrais e posteriormente redistribuída entre os outros armazéns, com exceção de alguns poucos materiais específicos.

Carvalho e Silva (2006) defendem a centralização de estoques como oportunidade de redução de estoques de peças de baixo giro e alto valor agregado. Porém, isso pode acarretar em perda de níveis de serviço. Dessa forma, é necessário analisar qual a melhor situação a se empregar avaliando o *tradeoff* distribuição-armazenagem-estoques, considerando os custos de estoque, armazenagem, frete, transporte, oportunidade, etc. Lembrando que uma decisão de descentralização pode reduzir o estoque dos armazéns centrais e aumentar o estoque dos satélites.

Apesar disso, a empresa Z é beneficiada por estar presente em estados adjacentes, o que permite que relativa redução de armazéns satélites.

Para as situações de operação com estoques de baixo giro e distribuição pouco frequente, baseada em 1 a 4 abastecimentos mensais, existe a possibilidade de redução do número de armazéns como alternativa de redução de custos de armazenagem e estoque. Além disso, aumenta também o controle e fornece facilidade nas comunicações, sendo assim uma alternativa a ser avaliada.

3.5.5 Indicadores de desempenho

Com a contratação da consultoria, houve implementação de diversos indicadores de desempenho periódicos – diários, semanais, mensais e *spot* – para diversas áreas e fatores envolvidos no processo de gestão e planejamento de peças para MRO. Esses indicadores facilitam o conhecimento da empresa Z da sua própria operação e, mais do que isso, permite a empresa Z perceber a influência e gestão empregada pela empresa contratada.

Anteriormente, não havia indicadores periódicos bem definidos, com premissas estabelecidas e de conhecimento de todos, o que raramente retratava a real situação analisada.

3.5.6 Análise de relacionamento com os fornecedores

O relacionamento com os fornecedores não foi abordado pela consultoria, por não estar no escopo do contrato inicialmente. Apesar disso, foi necessário avaliar tal relacionamento, pois ele impacta diretamente no planejamento dos estoques.

Como apresentado anteriormente, o OTIF do fornecedor é bem abaixo da média de mercado (informações sigilosas da consultoria), onde existe uma fraca performance dos fornecedores da empresa em estudo, evidenciando uma fraca integração e um ambiente de alta imprevisibilidade.

A empresa Z conta com 337 fornecedores, onde 68 são responsáveis por 90% do valor comprado, 101 fornecedores por 8,5% do valor comprado e 168 responsáveis por apenas 1,5%. Não é evidenciado, mas é sugerido e suspeito pela consultoria que o elevado número de fornecedores é em virtude da fraca relação com os mesmos, o que sugere diversas relações de modo a avaliar a mais lucrativa no momento.

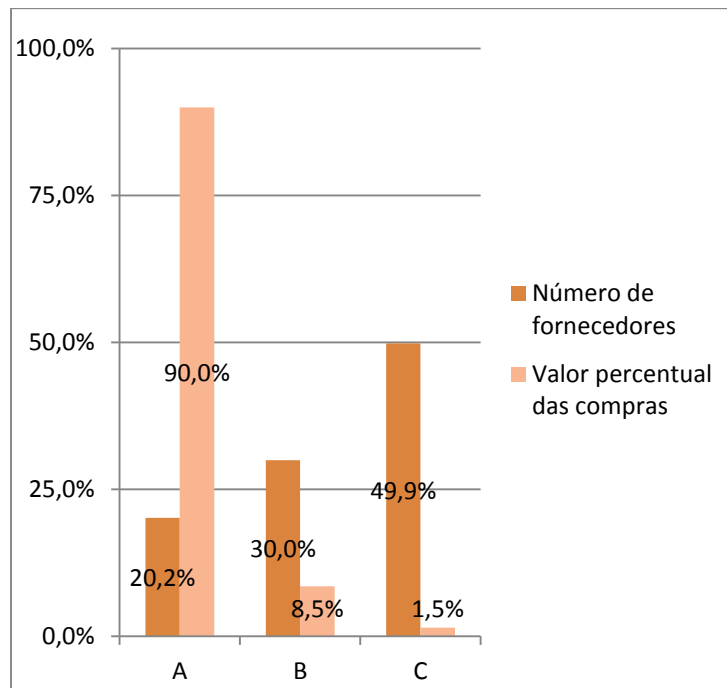


Gráfico 12: Classificação ABC dos fornecedores (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Ao se analisar o indicador OTIF, já apresentado, porém segregado por trimestre, e comparado com a classificação dos fornecedores quanto ao valor comprado, percebe-se que os resultados variam sem uma clara direção.

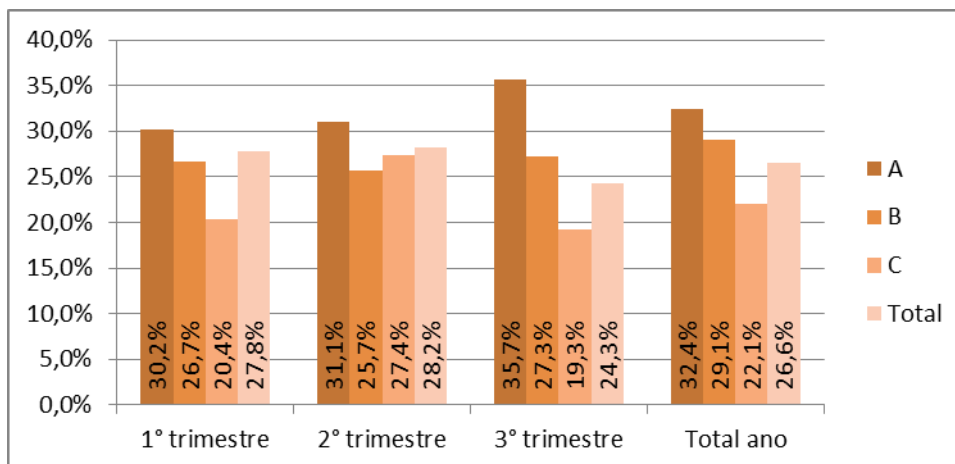


Gráfico 13: Classificação ABC dos fornecedores com o indicador OTIF (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Para avaliar a fraca relação com os fornecedores estratégicos, a consultoria disponibilizou uma análise de correlação do valor comprado por fornecedor com o percentual de entregas OTIF. O valor do coeficiente de

correlação foi 0,0872, o que confirma a hipótese de fraca relação entre os indicadores analisados e concluindo fraca relacionamento com os fornecedores.

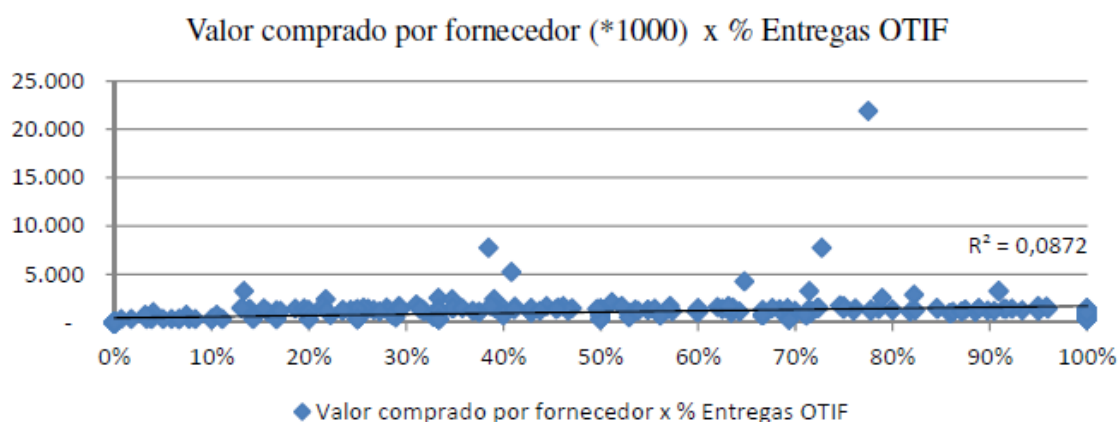


Gráfico 14: Relação entre valor comprado por fornecedor e % Entregas OTIF (Fonte: Estudo realizado pela empresa contratada)

3.5.7 Padronização, revisão de cadastros e procedimentos de registro

A revisão dos procedimentos de cadastro de materiais e de seus históricos de movimentação é outro ponto relevante. Esse fator é crítico, já que o histórico correto dos consumos e recebimentos de compra é essencial para uma elaborar previsão confiável e que gere resultados positivos na redução de estoques.

Os métodos usuais utilizados de controle precisaram ser revistos, já que a empresa não é detentora de um sistema de WMS com algum mecanismo específico de controle de entradas ou saídas do estoque, tais como códigos de barras ou RFID (*Radio Frequency Identification* – identificação por rádio frequência).

Dessa forma, a consultoria mapeou todos os procedimentos de operações no ERP de modo a detalhar o processo. Com o procedimento estruturado e validado pela empresa Z, a consultoria promoveu treinamento para os funcionários de modo a garantir o cumprimento do procedimento correto.

Assim, rígidos controles foram implementados para a retirada dos materiais pelos demandantes e também na entrada dos materiais e seu processamento de cadastro de nota fiscal após a chegada física, tornando-os disponíveis para utilização.

O fato da operação dos armazéns agora ser terceirizada ao operador logístico facilitou o processo, já que eles são especializados na área e os funcionários do operador não permitirem mais operações por fora do sistema.

O aumento do controle foi extremamente positivo, já que assim os indicadores de tempo de atendimento e tempo de disponibilização dos materiais após o recebimento físico foram reduzidos.

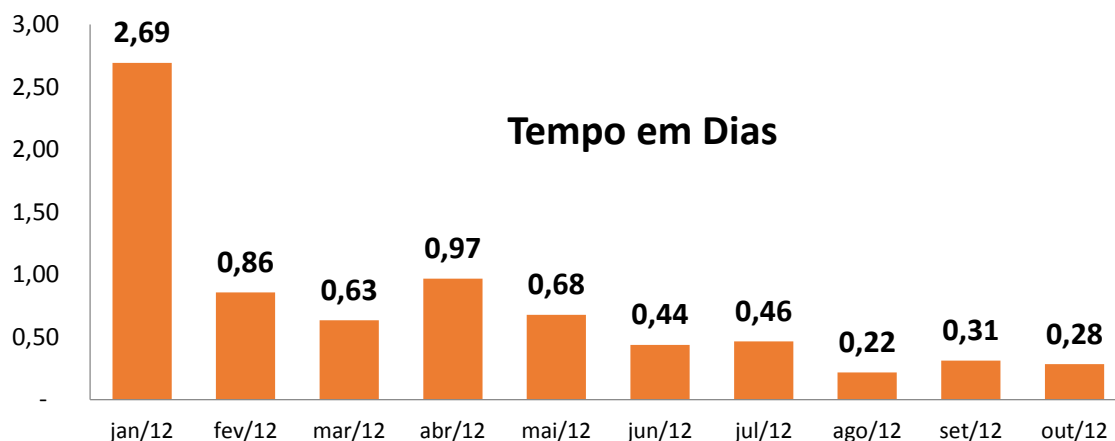


Gráfico 15: Tempo médio de atendimento de reserva (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Pelo gráfico 15, pode-se perceber que com a implementação dos procedimentos em Fevereiro de 2012, o tempo levado para o atendimento de reservas caiu significativamente. A redução continua posteriormente e atinge melhores números após 6 meses, bem abaixo da meta de 1 dia, caracterizando o “aprendendo a fazer”, proposto por Hayes et al. (2004), onde o conhecimento tácito atingido é de grande relevância.

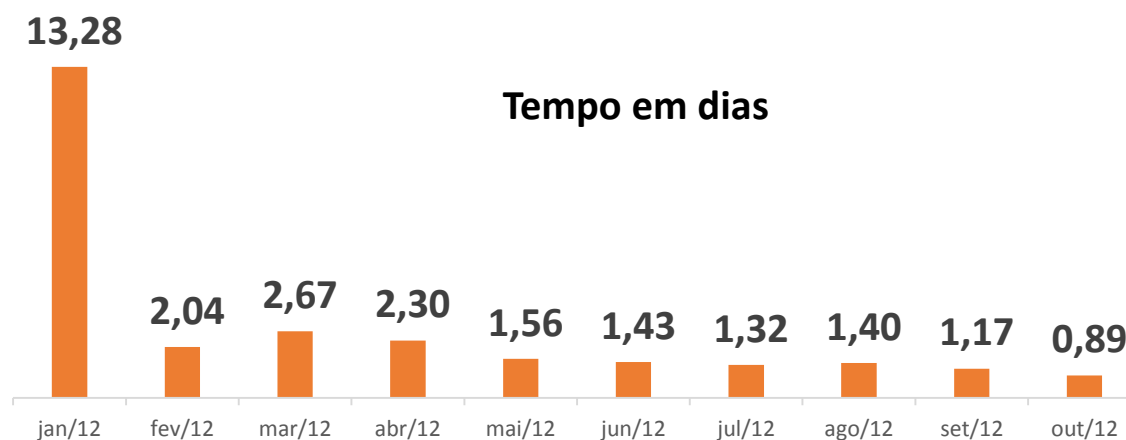


Gráfico 16: Tempo médio de cadastro de notas fiscais (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Analogamente, o tempo médio de cadastro de notas fiscais, referente ao recebimento físico de materiais, também reduziu vertiginosamente, ficando abaixo da meta de 1,5 dias.

Em virtude problemas presentes em inúmeros SKUs, como registros duplicados, unidade de medida de consumo divergentes das unidades de estocagem, entre outras, foi realizada uma revisão no cadastro de materiais do ERP, visando sanar esses problemas.

Parte dos problemas supracitados, que eram de fácil resolução e que não interferiam na integridade do banco de dados ou em desenvolvimento de novas aplicações de TI, foi solucionada. Entretanto, ainda existem claramente diversos potenciais de melhoria a se desenvolver. Porém, a necessidade de investimentos significativos por parte da empresa Z ainda bloqueia esse avanço.

3.5.8 Inventários realizados

Como informado anteriormente, R\$68 milhões de estoque eram os denominados “furo de estoque” – divergência –, ou seja, mais de 32% do estoque presente no ERP simplesmente não existia.

No início da operação, o que chamou atenção da consultoria foi o longo intervalo desde o último inventário, que havia ocorrido 12 anos antes, fato este muito incomum para qualquer armazém. Dessa forma, a baixíssima acurácia do estoque foi notável. Foi verificado almoxarifado com incríveis 89% de divergência.

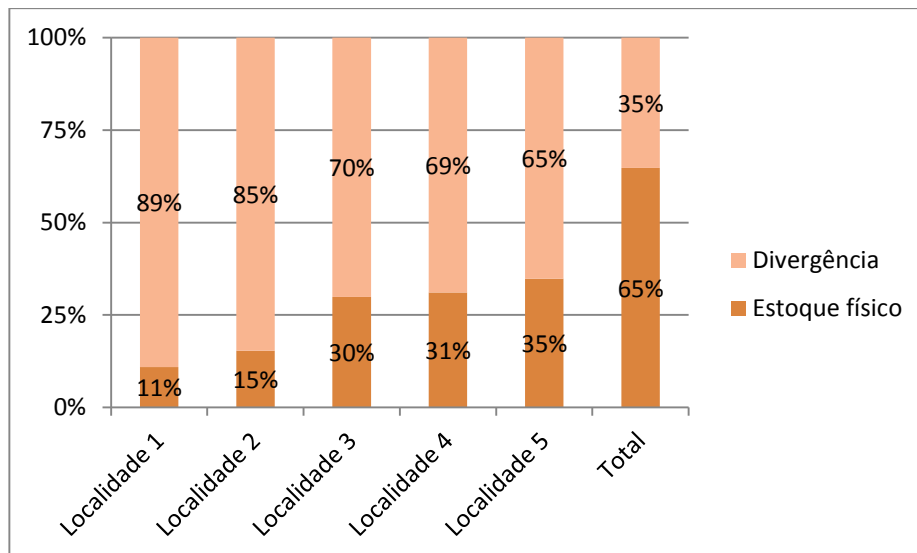


Gráfico 17: Divergência no estoque físico e do ERP nas 5 piores localidades
(Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Observando o gráfico 17, percebe-se ainda claramente a concentração das divergências em algumas localidades com números negativamente expressivos. Como já mostrado, a acurácia no total da empresa também foi baixa, gerando impacto nos planejamentos de estoque iniciais. Não foram obtidos indicadores de *benchmark* para serem realizadas comparações expressivas.

A distância verificada entre as operações e o armazém central foi identificada como principal motivo para esse indicador de acurácia negativamente elevado. Isso ocorre em virtude dessas localidades não terem acesso a sistemas básicos de informação e comunicação. Entretanto, atualmente tais tecnologias já são mais difundidas e acessíveis, tornando mais fácil a padronização dos processos em toda a empresa.

Outro ponto relevante identificado foi a existência de uma parcela significativa de divergências positivas, ou seja, ao invés do produto constar nos sistemas de informação e não existirem fisicamente, as peças existiam fisicamente, mas não estavam presentes no sistema.

A realização do inventário gerou ainda outro resultado: a revisão dos endereços dos materiais dentro do armazém e depósitos. No início da operação, pouquíssimos padrões eram seguidos, o que dificultava a busca do material dentro do almoxarifado, e, conseqüentemente, aumentava o tempo de

armazenagem e de atendimento de reservas. Além disso, muitas vezes o material não tinha endereço cadastrado no ERP.

Foi possível identificar no processo peças que foram tecnicamente rejeitadas pelo controle técnico de qualidade e não tiveram tratamento de devolução ou reparo.

Por fim, foi possível identificar visualmente as sucatas e também os materiais obsoletos já classificados, separando-os juntamente com os rejeitados, para realizar o tratamento necessário de análise e sendo o caso, realizar venda ou descarte.

Tal possibilidade não foi identificada objetivamente por nenhum dos autores pesquisados, que tem o discurso focado principalmente na identificação de perdas e roubos durante a realização dos inventários.

Portanto, com a contagem física de todos os armazéns e depósitos e acertados no sistema de todas as divergências, o planejamento do estoque foi impactado significativamente, aumentando o grau de confiabilidade e precisão das reposições. Assim, foi possível evitar rupturas de estoque inesperadas e compras de peças já existentes fisicamente.

3.5.9 Gestão de resíduos, descartes e obsoletos

As operações com peças de reposição geram uma quantidade considerável de resíduos, itens a serem descartados e materiais obsoletos. Observando o atual momento em que questões de sustentabilidade estão em grande evidência, a gestão correta desses materiais pode gerar valor para a marca da empresa, poupar o meio-ambiente e ainda recuperação de parte do valor aplicado nos estoques.

Sendo assim, a consultoria realizou uma análise de redução ou interrupção histórica do consumo com horizontes de 30 meses passados, para identificar materiais que devem ser descartados ou que estão se tornando obsoletos ao longo do tempo.

Outro aspecto em que se teve atuação foi a inclusão de itens que pela cobertura de estoque apresentavam excessos absurdos, que quando projetadas as demandas para diversos períodos posteriores, tinham uma probabilidade ínfima de serem consumidos e a longo prazo também se tornariam obsoletos.

É importante lembrar que a velocidade da identificação e tratamento desses materiais pode ajudar significativamente na recuperação do valor investido neles, já que o mercado ainda estará demandando-os.

O trabalho de identificação desses itens exigiu uma grande interação com outras áreas da empresa, principalmente a de manutenção técnica, que conhece a fundo a aplicabilidade dos materiais e suas respectivas criticidades e evoluções tecnológicas. Portanto, foi deles a avaliação final da real situação de obsolescência desses itens.

Depois de identificados e segregados tais materiais, a consultoria vem tentando realizar transações de venda de diversos materiais que consideram ter valor superior ao resto vendido como sucata normal, apesar de ainda não ter obtido sucesso nesse tipo de operação.

Com a realização dos inventários, foram identificados aproximadamente R\$ 1,2 milhões de reais empregados em peças de sucata e rejeitadas.

Como já citado, além da própria destinação, a gestão desses materiais colabora com a redução dos custos de armazenagem, já que eles deixam de ocupar armazéns em operação e são transferidos para outros segregados e menos custosos até a destinação final.

3.6 RESULTADOS OBTIDOS

Existem diversos pontos que podem ser evidenciados como resultados. Como não foi possível o acesso a valores particulares, serão usadas como base e comparadas a evolução de estoques e do nível de serviço.

Analisando o valor em estoque, foram verificados resultados bastante satisfatórios, com uma redução maior que R\$50 milhões ao longo de 2012, representando 29,2% de redução no capital imobilizado.

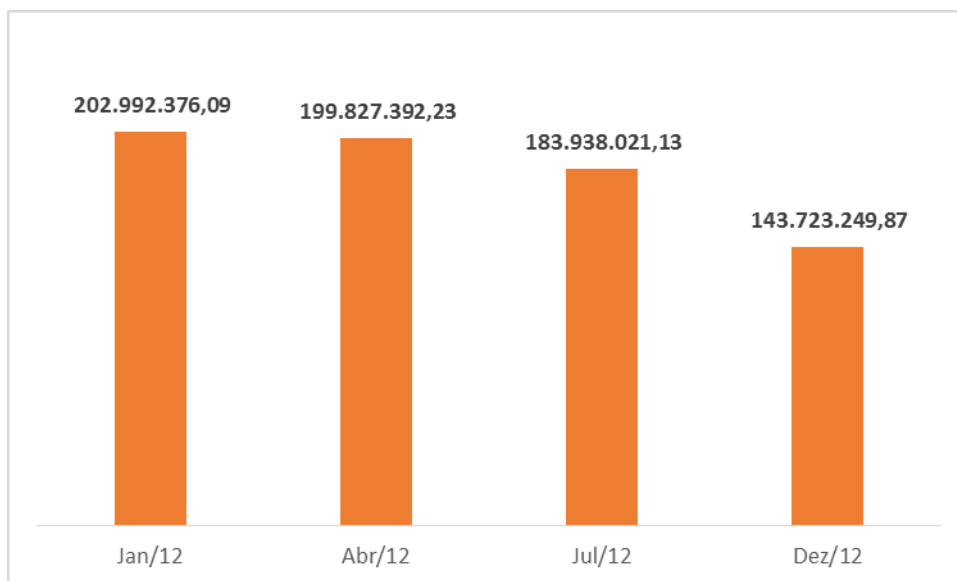


Gráfico 18: Evolução do capital imobilizado em estoques (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

Uma redução de estoques tão marcante sugere uma queda na disponibilidade do material e, conseqüentemente, aumento do custo gerado pela falta do material. Apesar disso, os resultados apresentados mostram o contrário.

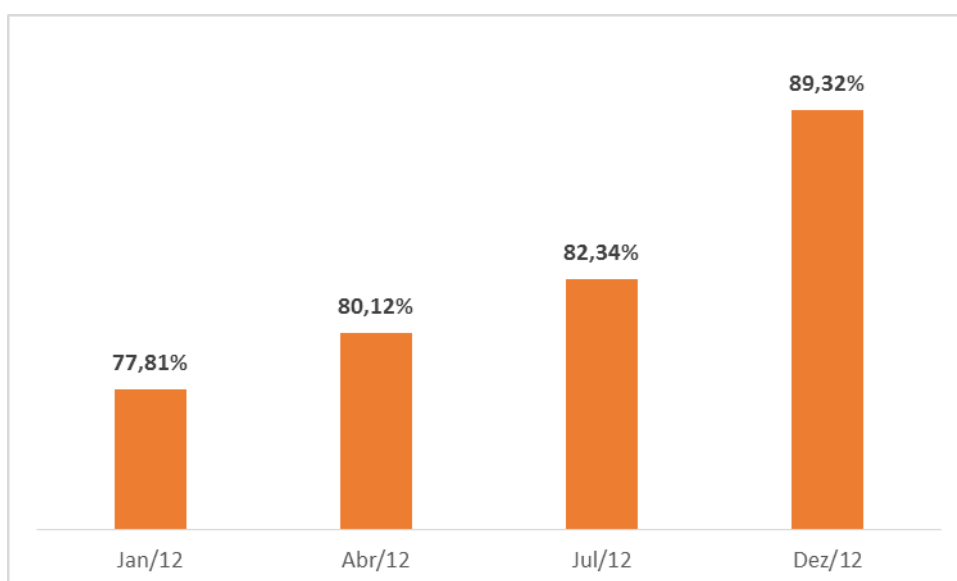


Gráfico 19: Evolução no nível de serviço em 2012 (Fonte: Dados primário da Empresa Z)

No gráfico 19 observa-se o nível de serviço a partir do indicador de reservas atendidas dentro do prazo. Percebe-se uma significativa melhora, representando que a redução de estoques não gerou impactos na disponibilidade do material e, mais do que isso, nos custos da falta.

Pode-se, então, concluir que para o caso apresentado, a gestão de estoque envolvendo o planejamento diferenciado para estoque de peças para MRO com implantação de instrumentos de gestão logística tradicional, adaptados às particularidades do MRO, trouxe consequências positivas para a empresa Z, beneficiando seus desempenhos.

4 CONCLUSÃO

A partir da análise do estudo de caso pode-se verificar, então, que a gestão de peças e subcomponentes para MRO pode proporcionar ganhos efetivos para empresas intensivas em capitais. A metodologia de gestão a ser seguida deve combinar os valores presentes na logística tradicional com métodos específicos para planejamento diferenciado deste tipo de peças, em virtude das peculiaridades aqui demonstradas.

A partir da revisão literária percebe-se a relevância dos custos excessivos de estoques para empresas que fazem uso deste tipo de materiais. Para o caso de empresas brasileiras, os custos são agravados pelas altas taxas de juros vigentes no país, o que torna a gestão e planejamento para MRO extremamente importante de modo a minimizar o impacto no custo total. No estudo de caso apresentado e nas referências bibliográficas utilizadas, percebe-se a existência de empresas com um grande valor empregado em estoques de peças e subcomponentes para MRO, corroborando a importância de debruçar esforços na gestão específica deles. A importância da classificação e segmentação das peças de reposição por características particulares desse tipo de estoque se demonstrou essencial nas tomadas de decisão.

Analisando as teorias sobre planejamento de peças para MRO, é possível perceber que existem diversos modelos propostos, aderentes a diversos tipos de utilização para cada conjunto de características de estoque de reposição, fazendo uso de métodos matemáticos, estatísticos e determinísticos, que podem variar para cada empresa e tipo de negócio. Entretanto, a aplicação de muitos deles é bastante complexa e necessita de aplicações de TI custosas que, sobretudo, não permitem projeções de diversos cenários para análise da melhor alternativa. Isso impacta diretamente na política de estoque estratégica a ser seguida.

É importante ressaltar que com a segmentação dos materiais, de acordo com características específicas, o planejamento e a diretriz a serem seguidos para cada segmento se tornam mais claros, permitindo um melhor desempenho global da gestão. Com isso, a aplicação de uma série variada de estratégias para cada grupo de peças com as mesmas características se mostra um metodologia eficiente de gestão. Completa-se comprovando que as teorias apresentadas de

planejamento e políticas de estoques específicas para peças reposição são essenciais para as decisões de como, quando e quanto suprir, já que os métodos de previsões tradicionais não se adequam para tais peças.

Aliada ao planejamento de estoques, a rede de armazéns e depósitos assume papel relevante nos custos de manutenção de estoque. Porém, a análise desse ponto envolve muitas variáveis, tais como proximidade de fornecedores e clientes, disponibilidade de armazéns e mão-de-obra, infraestrutura de transporte e tecnologia, entre outros. Sendo assim, a análise deve ser cautelosa e estruturada. Tratando especificamente das peças de reposição, com características de baixo consumo e alto custo unitário, foram identificadas pesquisas que indicam predominância de decisão para centralização e redução de armazéns nesses casos.

Em relação à precisão dos estoques, foi percebida uma grande oportunidade na gestão de estoques para MRO, já que a otimização do planejamento tem uma dependência forte com esse ponto. Logo, a veracidade das informações presentes no ERP é o ponto de partida para qualquer embasamento analítico a ser realizado. Lembrando ainda que aplicações de WMS podem ser ferramentas de identificação e controle capazes de gerar retornos significativos para empresas com movimentações expressivas.

Ainda nesse ponto, os graus de divergências nos estoques podem levar a decisões equivocadas e promessas de níveis de serviço impossíveis de serem cumpridos, gerando prejuízos. Os almoxarifados de peças e subcomponentes para MRO devem ter, portanto, políticas de controle de inventário fortes. Com um panorama para peças de reposição de tempos de resposta elevados e peças com alta criticidade para as operações das empresas, faltas não planejadas de peças de reposição podem ser substancialmente prejudiciais para os negócios da empresa.

Sobre o relacionamento e gestão dos fornecedores, sugere-se que o controle seja efetuado por meio de indicadores e a aproximação por troca de informações e criação de decisões integradas. A redução da variabilidade do processo se mostra fundamental para que se aumente a efetividade do planejamento de estoques empregado. Ainda, os modernos adventos de comunicação e TI permitem o estreitamento e relacionamento de maneira mais prática e pouco dispendiosa. Para peças MRO, a necessidade de fornecedores

específicos e qualificados pode muitas vezes restringir a utilização de substitutos, ratificando a importância do relacionamento e gestão dos fornecedores.

É igualmente válido ressaltar que como os custos de manutenção de estoque são mais facilmente medidos e representáveis financeiramente, pode existir uma preferência por estratégias com focos reducionistas radicais que aparentem gerar maior valor em curto prazo, refletindo de maneira direta e rápida nos indicadores financeiros da organização. Isso, porém, impacta ferozmente os custos da falta e de aquisição. Pontos estes pouco explorados em nossa análise, que seriam de suma importância para analisar o *tradeoff* entre a decisão estocar ou não e quanto estocar. Esses custos não são revelados pela empresa Z, que foi estudada em nosso estudo de caso, em virtude principalmente da dificuldade de estimação da mesma, dada a “poluição” dos dados presentes no ERP no início do projeto. Mas um estudo baseado em simulações de Monte Carlo se mostra interessante para se estimar tal custo e aprimorar a gestão, de modo que o ERP já se encontra confiável para tal. Deixa-se isso como propostas para trabalhos futuros.

O processo de uma gestão para planejamento de estoques para MRO não apresenta uma metodologia de implantação bem definida, pois varia muito entre as situações e particularidades das peças e subcomponentes para MRO. Situações estas que irão oscilar de acordo com as conclusões que se alcançaram a partir de informações presentes no ERP. A partir desse levantamento de dados, será avaliado o panorama atual, as medidas a serem tomadas, a diretriz e política de estoques a se seguir e a meta a ser buscada.

Por fim, é válido ressaltar que, apesar do estudo de caso retratar uma situação de sucesso de gestão para MRO, não se pode generalizar situações ou uma metodologia a se seguir, conforme já comentado. Sendo assim, são necessários mais estudos na área para aprofundamento do tema e maior compreensão. Entretanto, através da referência teórica analisada e os resultados obtidos no estudo de caso, é possível perceber indícios de que o modelo pode ser adotado em outras empresas intensivas em capitais.

5 BIBLIOGRAFIA

BACEN: Banco Central do Brasil - Histórico da taxa de juros. Disponível em <<http://www.bcb.gov.br/?COPOMJUROS>>. Acesso em: 04 Julho 2013.

BALLOU, R. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento, 1 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CARVALHO, R. V.; Silva, M. V. Determinação do grau de centralização de estoques em um desenho de uma rede de distribuição física: uma abordagem quantitativa. In: XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza. Anais eletrônicos. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450302_7616.pdf. Acessado em: 05 Julho 2013.

CESAR, A. M. R. V. C. Método do Estudo de Caso (Case Studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)? Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração.

REMAC: Revista Eletrônica Mackenzie de Casos, São Paulo, v.1, n.1, 2005. Disponível em: http://www4.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/CCSA/remac/jul_dez_05/06.pdf Acessado em 02 de agosto de 2013.

CEL/COPPEAD – Centro de estudos em logística. Panorama Logístico – Gestão de compras e suprimentos nas empresas industriais brasileiras. Rio de Janeiro, 2007.

CHING, Y. H. Gestão de estoques na cadeia de logística integrada. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1999

CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

DEVORE, J. L. Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

DISNEY, S. M.; TOWILL, D.R. The effect of vendor managed inventory (VMI) dynamics on the Bullwhip Effect in supply chains. International Journal of Production Economics V. 85, Issue 2, p. 199-215, 2003.

DROHOMERETSKI, E. Um estudo do impacto das formas de controle de inventário na acuracidade de estoque. Curitiba, 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Centro de ciências exatas e de tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/EvertonDrohomeretski.pdf> . Acesso em 03 Abril 2013.

FEDERAL RESERVE: Política monetária americana. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/openmarket.htm>. Acesso em: 10 Março 2013.

- FIGUEIREDO, E. D.; NETTO, M. A. C. Modelo de centralização de estoques para a logística de suprimento da exploração e produção da Petrobras. *Pesquisa Operacional*, v. 21, n.2, p.137-158, julho a dezembro de 2001
- FLEURY et al.. *Logística Empresarial: a perspectiva brasileira*. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2000.
- GARCIA, E.; LACERDA, L.; AROZO, R. Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. *Revista Tecnológica*, v. 63, p. 36-42, 2001.
- GUIMARÃES, J.; SEVERO, E.; PEREIRA, A.; DORION, E.; OLEAC, P. Inovação no Processo e Melhoria Contínua em uma Indústria de Plásticos do Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha, *Revista Eletrônica Sistema e Gestão* v.8, p. 34-43, 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/sg/index.php/sg/article/view/V8N1A3/V8N1A3>>. Acessado em 03 Agosto 2013.
- INSTITUTO ILOS. *Panorama de custos logísticos no Brasil*. Rio de Janeiro, p. 23, 2010.
- JUNIOR, A. M. Análise de métodos de previsão de demanda baseados em séries temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos. 2007. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUC, Curitiba, 2007.
- KANG, Y. Information inaccuracy in inventory systems. Massachusetts, 2004. 129 f. Tese (Phd in Mechanical Engineering) - Dept. of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2004. Disponível em: <<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/36193>>. Acessado em 12 de Abril de 2013.
- KENNEDY, W.; PATTERSON, J.; FREDENDALL, L. An overview of recent literature on spare parts inventories. *International Journal of Production Economics*, v. 76, p. 201-215, 2002.
- KRALJIC, P. Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, v. 61, n. 5, 1983.
- LARA, M.; RODRIGUES, C. Descrição para a criação da área de planejamento de estoques de peças MRO. *Revista Tecnológica*, p.82-88. Março, 2012.
- MARTEL, A.; VIEIRA, D. R. Análise e projeto de redes logísticas. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- MARTINS, P. ALT, P. *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. 2 ed. São Paulo, 2006.
- MINAYO, M. *O desafio do conhecimento*. São Paulo, 1993.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. O processo da estratégia. Porto Alegre, p.74-98, 2001.

NOVAES, A. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. São Paulo: Atlas, 2001.

NUNES, M. A importância do total cost of ownership no gerenciamento de suprimentos, Porto Alegre, 2013. Disponível em:
<<https://www.repositorioceme.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/70025/000874514.pdf?sequence=1>>. Acessado em 02 Agosto 2013.

REGO, J.; MESQUITA, M. Controle de estoque de peças de reposição em local único: uma revisão da literatura. Prod., São Paulo, 2011. Disponível em
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132011005000002&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 1 de Abril de 2013.

SAGGIORO, E.; MARTIN, A.; LARA, M. Gestão de estoques MRO: otimizando a logística de peças de reposição. Revista Mundo Logística. São Paulo, v.1, n.04, p. 6-10, 2008

SANTORO, M. C.; FREIRE, G. Análise comparativa entre modelos de estoque. Produção, v. 18, n.1, p.089-098, janeiro a abril de 2008.

SILVA, A. O Seis Sigma com o apoio da Estratégia Organizacional. Disponível em:
<http://fgh.escoladenegocios.info/revistaalumni/artigos/ed04/Ed04%20_Art_07_Estrategias_De_Operacao.pdf>. Acessado em 07 Agosto 2013.

SCHWITZKY, M. Acuracidade dos métodos de previsão e a sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabados. Florianópolis, 2001. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2007.

VERÍSSIMO, N.; MUSETTI, M. A tecnologia de informação na gestão de armazenagem. In: Encontro Nac. de Eng. de Produção, 23., 2003, Ouro Preto, 2003. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0112_0767.pdf>. Acessado em 2 de Agosto de 2013.

WANKE, P. Gestão de estoques na cadeia de suprimentos: Decisões e modelos quantitativos. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

_____. Metodologia para gestão de estoques de peças de reposição: um estudo de caso em uma empresa brasileira. Revista Tecnológica, v. 121, p. 60-65, 2005.

WILLEIMAIN, T. R.; SMART, C. N.; SCHWARZ, H. F. A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories, International Journal of Forecasting, V. 20, v1issue 3, p. 373-387, 2004.

YIN, R. Applications of case study research. Beverly Hills, CA, 1993.

ZSIDISIN, G. An Investigation of Supply Risk Perceptions and Management.
Tempe, 2001.