

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – LEPROD

**LUCAS SOUTO CARNEIRO**

**IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS E PROPOSIÇÃO DE  
MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES EM UMA  
UNIDADE DE MANUTENÇÃO EM TURBOMÁQUINAS**

Campos dos Goytacazes – RJ

Setembro de 2008

LUCAS SOUTO CARNEIRO

**IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS E PROPOSIÇÃO DE  
MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES EM UMA  
UNIDADE DE MANUTENÇÃO EM TURBOMÁQUINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Sebastião Décio Coimbra de Souza, D.Sc.

Campos dos Goytacazes – RJ

Setembro de 2008

LUCAS SOUTO CARNEIRO

**IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS E PROPOSIÇÃO DE  
MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES EM UMA  
UNIDADE DE MANUTENÇÃO EM TURBOMÁQUINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em 10 de setembro de 2008.

Comissão Examinadora:

---

Sebastião Décio Coimbra de Souza, D.Sc. (Orientador)  
UENF – CCT – LEPROD

---

Carlos Leonardo Ramos Póvoa, D.Sc.  
UENF – CCT – LEPROD

---

Jacqueline Magalhães Rangel Cortes, D.Sc.  
UENF – CCT – LEPROD

Campos dos Goytacazes – RJ

Setembro de 2008

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por até aqui ter me ajudado e sustentado, a Ele toda honra e toda glória.

Aos meus pais e minha família pelo imensurável amor e dedicação, sou infinitamente grato por toda confiança depositada em mim.

A todos meus eternos amigos e colegas pelo companheirismo, apoio, e por me proporcionarem momentos inesquecíveis.

A todo corpo docente e funcionários do Laboratório de Engenharia de Produção por serem facilitadores dessa minha conquista, e em especial ao meu orientador, professor Décio, por acreditar em meu potencial.

Aos amigos da unidade de manutenção estudada por todo apoio e disponibilidade em compartilhar de seus conhecimentos que tanto me fez crescer profissionalmente, além do companheirismo e exemplo profissional.

## RESUMO

CARNEIRO, Lucas S. **Identificação de Fatores Críticos e Proposição de Melhorias no Gerenciamento de Estoques em uma Unidade de Manutenção em Turbomáquinas**. Monografia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

O eficiente gerenciamento de estoques é um fator essencial para a estratégia de uma organização. A definição de uma política adequada para cada agrupamento de itens controlados é uma atividade complexa na gestão de estoques que aumenta proporcionalmente ao número de itens, aos diferentes padrões de demanda e às características específicas.

Neste sentido, este trabalho aborda um estudo de caso em uma unidade de manutenção de turbomáquinas que inclui a identificação dos fatores críticos do estoque, considerando itens com baixo giro, alto custo de aquisição e longos tempos de reabastecimento; e propostas de melhoria, em que uma metodologia de classificação ABC com critérios é apresentada, e um plano de ação é traçado de acordo com os resultados identificados.

Palavras chave: Logística, Suprimentos, Gerenciamento de Estoques, Classificação ABC.

## **ABSTRACT**

The efficient management of supplies is an essential factor for the strategy of an organization. The definition of an adjusted politic for each grouping of controlled item is a complex activity in the management of supplies that increases proportionally to the number of item, the standards different of demand and the specific characteristics.

That way, this work approaches a study of case in a unit of maintenance of turbomachines that includes the identification of the critical factors of the supply, considering item with low turn, high cost of acquisition and long times of restocking; and e improvement proposals, where a methodology of ABC classification with criteria is presented, and an action plan is traced in accordance with the identified results.

Words key: Logistic, Suppliments, Management of Supplies, ABC Classification.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	7
1.1.Objetivos.....	9
1.1.1. <i>Objetivo Geral</i> .....	9
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	9
1.2.Justificativa .....	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1.Estoques.....	11
2.1.1. <i>Objetivos do estoque</i> .....	12
2.1.2. <i>Custos de Estoque</i> .....	15
2.1.3. <i>Classificação de estoques</i> .....	16
2.2.Controle de Estoques .....	18
2.2.1. <i>Modelo do Ponto de Pedido</i> .....	19
2.2.2. <i>Modelo de Revisão Periódica</i> .....	21
2.2.3. <i>Estoque para a demanda</i> .....	22
3. METODOLOGIA DA PESQUISA .....	23
3.1.Estudo de Caso .....	24
3.1.1. <i>Indicador de Evolução do Estoque (IEE)</i> .....	28
3.1.2. <i>Política de Reposição</i> .....	31
3.2.Método ABC com Critérios .....	33
3.3.Plano de ações .....	35
3.4.Análise de Resultados .....	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

# 1. INTRODUÇÃO

A sobrevivência e o sucesso de uma empresa depende, em grande parte, da forma como seus bens e serviços são produzidos, sendo o custo do produto determinado, sobretudo, pela eficiência do seu sistema produtivo. À medida que as empresas tornam-se focalizadas num conjunto restrito e bem definido de tarefas, comprando cada vez mais materiais e serviços de fornecedores especialistas, a contribuição da função de compras e suprimentos tem aumentado de importância. Pequenos descuidos no planejamento, programação ou no controle de estoques podem levar à diminuição do lucro de uma companhia.

O crescimento do volume das necessidades de material e as mudanças no processo produtivo que incluem ciclos curtos e variedades de produtos afetam o comportamento gerencial, que, em curto prazo, devem tomar decisões que mantenham em níveis economicamente satisfatórios as necessidades de materiais na organização, para isso, torna-se necessário o estudo da gestão de estoques. (RIBEIRO, 2003).

O eficiente gerenciamento de estoques é um fator essencial para a estratégia operacional de uma organização, pois impacta direta ou indiretamente no controle dos custos totais, no fluxo e agilidade dos processos internos e também na eficácia nas operações e serviços oferecidos aos clientes. A definição de uma política adequada, para cada agrupamento de itens em estoque controlados em cada empresa é uma atividade complexa na gestão de estoques, visto que tal política busca o equilíbrio entre o custo da falta de estoque e o custo de manter estoque.

A complexidade na administração de materiais aumenta proporcionalmente ao número de itens, aos diferentes padrões de demanda e às características específicas. A maioria dos gerentes tem posições diferentes sobre o assunto, pois se por um lado o custo do estoque é alto, significando capital parado, por outro proporcionam segurança em caso de imprevisto ocorrido na produção.

O estoque de mercadorias pode ser problemático, principalmente quando a quantidade ultrapassa o necessário, e compromete assim, outras áreas da organização. As causas de uma má aplicação em estoques podem ser a ineficiente política de controle de estoque ou a falta dela; a inexistência de pessoal qualificado; compras indevidas (especulação); desconhecimento das reais necessidades de consumo; armazenagem inadequada; dependência de um único fornecedor; falta de inspeção rigorosa no recebimento de materiais, entre outras.

Considerando assim as características gerais no gerenciamento de estoques, e específicas para uma unidade de manutenção em turbomáquinas (Turbinas a Gás e Compressores Centrifugos que transformam em potência a energia dos gases que escoam através da turbina para objetivos específicos) de uma grande companhia nacional do setor de energia.

Nessa unidade de manutenção, os custos do estoque de peças contribuem significativamente para o custo total da empresa e os itens em estoque apresentam intervalos entre retiradas do estoque superiores aos tempos de ressuprimento que já são altos. Este trabalho aborda o desafio enfrentado pela unidade em questão de alinhar suas atividades de gestão às diretrizes estratégicas da Companhia em que ela está inserida. Esse desafio consiste em estabelecer uma política de gerenciamento de estoques, que até então não existia segundo uma metodologia adequada, minimizando o alto valor em estoque em um curto prazo, propondo uma abordagem alternativa para identificação da importância relativa dos itens e traçar um plano de ação de acordo com as falhas identificadas.

Este trabalho está apresentado em duas etapas, na primeira é realizada uma fundamentação teórica do tema abordado, apresentando conceitos e políticas de estoques. A segunda parte aborda a metodologia do Estudo de Caso, descrevendo a situação em que a unidade se encontrava e as medidas gerenciais tomadas, propondo também uma abordagem alternativa de atribuição de importância aos itens e apresentando os resultados identificados e o plano de ação elaborado. As considerações finais serão apresentadas ao final do trabalho, juntamente com as referências bibliográficas.

As limitações para este trabalho são decorrentes do próprio tipo de pesquisa realizada, pois a metodologia de estudo de caso utilizada neste trabalho somente permite que os resultados e conclusões se apliquem na unidade de manutenção estudada. E como o assunto abordado, gerenciamento de estoques, é extenso, procurou-se abordar apenas a questão gerencial.

## **1.1. Objetivos**

### ***1.1.1. Objetivo Geral***

Este trabalho tem como objetivo principal: analisar, avaliar e propor melhorias na gestão de materiais em um estudo de caso de uma unidade específica de manutenção de turbomáquinas de uma grande Companhia nacional. Desta forma, pode-se aproximar a teoria estudada com a prática empresarial.

### ***1.1.2. Objetivos Específicos***

- Descrever o método de gerenciamento organizado pela unidade de manutenção;
- Identificar a importância relativa dos itens armazenados em estoque através de classificação com critérios;
- Elaborar um plano de ação para melhoria no gerenciamento de estoques a partir dos resultados obtidos no estudo de caso;
- Apontar oportunidades de melhoria no controle de estoques de acordo com referencial teórico.

## **1.2. Justificativa**

O presente trabalho se justifica pela abrangência do tema, importância e impacto do desempenho do gerenciamento de estoques nos lucros e produtividade das companhias. A preocupação com a abordagem gerencial dos estoques é citada em planos de negócios, como novos projetos estratégicos que focam em desafios de disciplina de capital, visando assegurar o retorno adequado do capital empregado nos vários segmentos de negócios da companhia.

Este estudo contribui também como referência para futuros estudos na área de gestão de estoques, reunindo dados e informações para auxiliar e melhorar o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento de estoques.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A primeira questão a ser analisada pela gestão de estoques será identificar a importância relativa dos itens que compõem o estoque, depois definir o tamanho do lote de reposição dos itens de compra ou fabricação e logo em seguida estabelecer um sistema de controle de estoques que permita a reposição dos itens dentro deste tamanho de lote. Mas antes, precisamos entender tópicos relevantes que serão abordados a seguir, tais como os conceitos de estoques, os objetivos, custos relevantes e métodos de classificação e controle de estoques.

### 2.1. Estoques

A gestão de estoques tornou-se fundamental para os resultados financeiros e competitivos da organização. Por envolver várias áreas como vendas, produção, compras e contabilidade essa atividade é bastante complexa devido à dificuldade de coordenação. Na maioria das empresas, os estoques são o principal foco de problemas por isso se torna necessário o seu estudo.

Para Slack *et al.* (2002), o estoque pode ser definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação, no entanto, o termo “estoque” se refere aos materiais utilizados nas operações produtivas, alguns materiais são de extrema importância e de naturezas variadas, dependendo das operações a que se destinam.

Ballou (2006) define estoques como acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas. Esses acúmulos, segundo Corrêa *et al.* (2007), que se encontram entre fases específicas do processo de transformação, proporcionam independência às fases dos processos de transformação entre as quais se encontram. Quanto maiores os

estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes entre si essas fases são, no sentido de que interrupções de uma não acarretam interrupção na outra.

Corrêa *et al.* (2007) define estoques de matérias-primas como reguladores de diferentes taxas de suprimento – pelo fornecedor – e demanda – pelo processo de transformação; estoques de material semi-acabado como reguladores de possíveis taxas de produção entre dois equipamentos subseqüentes, seja por questão de especificação (os equipamentos têm velocidades diferentes) ou por questões temporárias (um deles pode ter sofrido quebra); e estoques de produtos acabados como reguladores das diferenças entre as taxas de produção do processo produtivo (suprimento) e de demanda do mercado.

### **2.1.1. Objetivos do estoque**

A armazenagem de mercadorias prevendo seu uso futuro exige investimento por parte da organização. O ideal seria a perfeita sincronização entre a oferta e demanda, de maneira a tornar a manutenção de estoques desnecessária. Entretanto, como é impossível conhecer exatamente a demanda futura e como nem sempre os suprimentos estão disponíveis a qualquer momento, deve-se acumular estoque para assegurar a disponibilidade de mercadorias e minimizar os custos totais de produção e distribuição (BALLOU, 1993).

Os estoques proporcionam uma série de benefícios, como:

- melhorar o nível de serviço;
- incentivar economias na produção;
- permitir economias de escala nas compras e no transporte;
- agir como proteção contra aumentos de preços;
- proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento; e
- servir como segurança contra contingências.

A seguir apresenta-se uma discussão de cada um destes benefícios segundo Ballou (1993):

- Melhorar o nível de serviço oferecido

Estoques auxiliam a função de *marketing* a vender os produtos da empresa. Estes podem ser localizados mais próximos aos pontos de vendas e com quantidades mais adequadas. Isto é vantajoso para clientes que precisam de disponibilidade imediata ou tempos de ressuprimento pequenos. Para a firma fornecedora, isto significa vantagem competitiva e menores custos de vendas perdidas, especialmente para produtos particularmente elásticos quanto ao nível de serviço, ou seja, na probabilidade de atendimento do pedido com um produto do estoque atual. Para apenas um item, o nível de serviço pode ser definido como:

$$\text{Nível de Serviço} = 1 - \frac{\text{Número esperado de unidades faltantes anualmente}}{\text{Demanda anual total}} \quad (\text{Eq. 2.1.})$$

O *marketing* também pode beneficiar-se da disponibilidade constante do produto, mesmo quando a oferta é sazonal.

- Incentivar economias na produção

O mínimo custo unitário de produção geralmente ocorre para grandes lotes de fabricação com o mesmo tamanho. Estoques agem como amortecedores entre oferta e demanda, possibilitando uma produção mais constante, que não oscila com as flutuações de vendas. A força de trabalho pode ser mantida em níveis estáveis e os custos de preparação de lotes podem ser diminuídos.

- Permitir economias de escala nas compras e no transporte

Muitas vezes, pequenos lotes de compra são gerados para satisfazer necessidades de produção ou para abastecer diretamente clientes a partir da manufatura. Isto implica maiores custos de frete, pois não há volume suficiente para

obter os descontos oferecidos aos lotes maiores. Entretanto, uma das finalidades do estoque é possibilitar descontos no transporte pelo emprego de grandes lotes equivalentes à capacidade dos veículos e gerar, portanto, fretes unitários menores. De modo similar, menores preços podem ser obtidos na compra de mercadorias com o uso de lotes maiores que as demandas imediatas.

- Proteção contra alteração nos preços

Bens comprados em mercados abertos têm seus preços ditados pelas curvas de oferta e demanda. Minérios, produtos agrícolas e petróleo são bons exemplos. Compras podem ser antecipadas em função de aumentos previstos nos preços isto acaba criando estoques que, de alguma forma, o pessoal de logística deve administrar.

- Proteções contra oscilações na demanda ou no tempo de ressuprimento

Na maioria das ocasiões, não é possível conhecer com certeza as demandas de produtos ou os tempos de ressuprimento no sistema logístico. Para garantir disponibilidade de produto, deve-se manter um estoque adicional (estoque de segurança). Estoques de segurança são adicionados aos estoques regulares para atender as necessidades de produção ou do mercado.

- Proteção contra contingências

Greves, incêndios e inundações são apenas algumas das contingências que podem atingir uma empresa. Manter estoques de reserva é uma maneira de garantir o fornecimento normal nessas ocasiões.

Parece claro que manter estoques oferece inúmeros benefícios, mas seus custos são elevados e têm subido dramaticamente com as taxas de juros. O desafio consiste em minimizar o investimento em estoques ao mesmo tempo que balanceia a eficiência da produção e da logística com as necessidades de *marketing*.

### 2.1.2. Custos de Estoque

Apesar dos benefícios proporcionados, manter estoques acarreta a custos que devem ser considerados ao estabelecer um nível eficaz de estoques. Segundo Chase *et al.* (2006), o investimento em estoque não é o único custo associado ao gerenciamento de estoques, embora possa ser o mais visível. Aqui serão abordados os custos de manutenção, custos de *setup* (ou mudança de produção), custos de pedido e custos de falta de estoque.

Os custos de manutenção incluem os custos para as instalações de armazenagem, manuseio, seguro, furto, quebras, obsolescência, depreciação, impostos e o custo de oportunidade do capital. Obviamente, os altos custos de manutenção favorecem os níveis baixos de estoque e o reabastecimento freqüente.

Fabricar cada produto diferente envolve a obtenção dos materiais necessários, organização dos *setups* específicos dos equipamentos, preenchimento dos formulários necessários, tempo de carga apropriado e materiais e a retirada do estoque anterior de materiais.

Se não houvesse custos ou perda de tempo na mudança de um produto para outro, muitos lotes pequenos seriam produzidos. Isso reduziria o nível dos estoques, com economias resultantes nos custos. Um desafio atual consiste em tentar reduzir esses custos de *setups* para permitir tamanhos de lotes menores.

Custos de pedido se referem aos custos administrativos e de escritórios para preparar o pedido de compra ou a ordem de produção. Os custos de pedido incluem todos os detalhes, como a contagem dos itens e o cálculo das quantidades dos pedidos. Os custos associados com a manutenção do sistema necessário para rastrear os pedidos também estão incluídos nestes custos.

Quando se esgota o estoque de um item, para se expedir novo pedido, deve-se aguardar até que o estoque seja reabastecido ou cancelado. Existe um *trade-off* (custo de oportunidade) entre o estoque de manutenção para satisfazer a demanda e os custos resultantes da falta de estoque. Este equilíbrio é algumas vezes difícil de

obter, porque pode não ser possível estimar os lucros perdidos, os efeitos dos clientes perdidos ou as penalidades por atrasos. Frequentemente, o custo presumido de falta de estoque é pouco mais do que uma estimativa, embora geralmente seja possível especificar uma gama destes custos.

Ballou (2006) considera os custos de pedido, de manutenção e de falta de estoques importantes para a determinação da política de estoque. Segundo o autor, os custos estão permanentemente em conflito, ou em compensação entre si. Com o objetivo de determinar a quantidade do pedido para reposição de um item no estoque, essa relevante compensação de custos é mostrada na Figura 1.

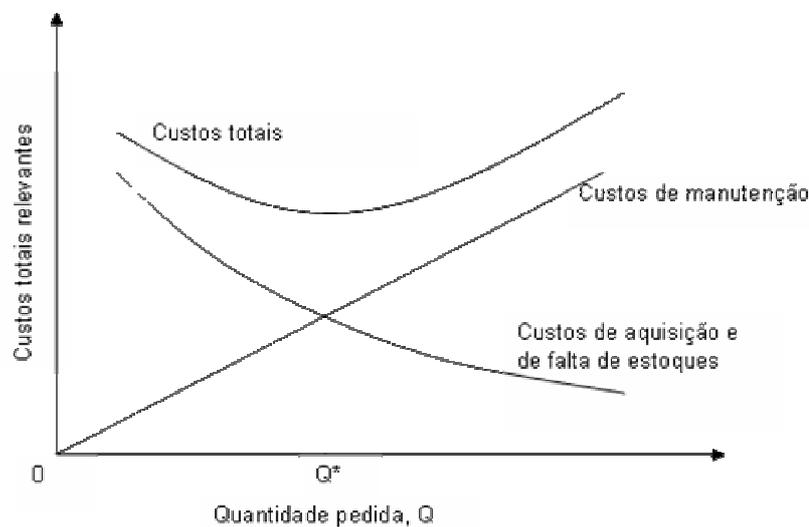


Figura 1 - Compensação dos custos relevantes com a quantidade pedida (Fonte: BALLOU, 2006, p.279)

### 2.1.3. Classificação de estoques

Qualquer sistema de estoque deve especificar quando um pedido é feito e quantas unidades pedir. A maioria das situações de controle do estoque envolve tantos itens que não é prático modelar e dar um tratamento completo a cada item.

Uma prática comum no controle de estoques é diferenciar produtos em um número limitado de categorias e depois aplicar uma política de controle de estoques separada a cada uma dessas categorias. Isto faz sentido uma vez que nem todos os

produtos têm importância igual para a empresa em termos de vendas, margem de lucros, fatia de mercado ou competitividade. Aplicando-se de maneira seletiva uma política de estoques a esses diferentes grupos, torna-se possível atingir metas de serviço com níveis de estoque menores do que com uma política única aplicada conjuntamente a todos os produtos (BALLOU, 2006).

Para resolver esse problema, o esquema da classificação ABC divide os itens do estoque em três grupos: volume monetário alto (A), volume monetário moderado (B) e volume monetário baixo (C). O volume monetário é uma medida de importância; um item baixo em custo, mas alto em volume pode ser mais importante do que um item com custo alto e volume baixo.

A abordagem ABC divide os itens listados de acordo com o volume monetário em três grupos por valor: os itens A constituem aproximadamente os principais 15% dos itens, os itens B os próximos 35% e os itens C os últimos 50% (figura 2), segundo Chase *et al.* (2006).

Segundo Ballou (2006), o conceito é formalizado a partir do fato de que a parte maior das vendas é gerada por um conjunto de relativamente poucos produtos das respectivas linhas e a partir do princípio conhecido como a Lei de Pareto<sup>1</sup>.

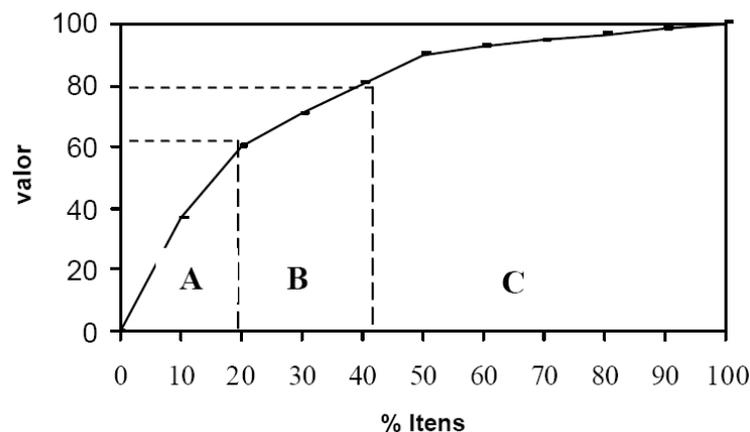


Figura 2 - Classificação ABC dos estoques

Às vezes, um item pode ser essencial para um sistema se a sua ausência criar uma perda de bom tamanho. Neste caso, independentemente da classificação

<sup>1</sup> A curva 80-20 foi observada pela primeira vez por Vilfredo Pareto em 1897. Ele chegou à conclusão de que uma grande porcentagem da renda total estava concentrada nas mãos de uma pequena porcentagem da população, na proporção de quase 80% e 20% respectivamente. (BALLOU, 2006)

do item, estoques suficientemente grandes devem ser mantidos disponíveis para evitar a falta de estoque. Uma forma de garantir um controle mais próximo é designar este item como sendo A ou B, forçando-o na categoria, mesmo que o seu volume monetário não assegure essa inclusão.

A análise ABC fornece uma ferramenta para identificar os itens que têm um grande impacto no desempenho do custo geral de estoque da firma quando as melhorias nos procedimentos de controle de estoques são implementadas. Um sistema de estoque perpétuo, melhorias nos procedimentos de previsão, ou uma análise cuidadosa das decisões do lote e prazo do pedido para itens A fornecerão uma maior melhoria no desempenho do custo do estoque do que aconteceria com esforços similares nos itens C. Por isso, a análise ABC é freqüentemente um primeiro passo útil na melhoria do desempenho do estoque (VOLLMANN, 2006).

## 2.2. Controle de Estoques

As principais definições para a gestão de estoques de determinado item referem-se a quando e quanto ressuprir este item, à medida que ele vai sendo consumido pela demanda. Ou seja, é preciso definir o momento do ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida, para que o estoque possa atender às necessidades da demanda. Deve-se considerar antes a natureza desta demanda (figura 3), seja ela dependente ou independente.

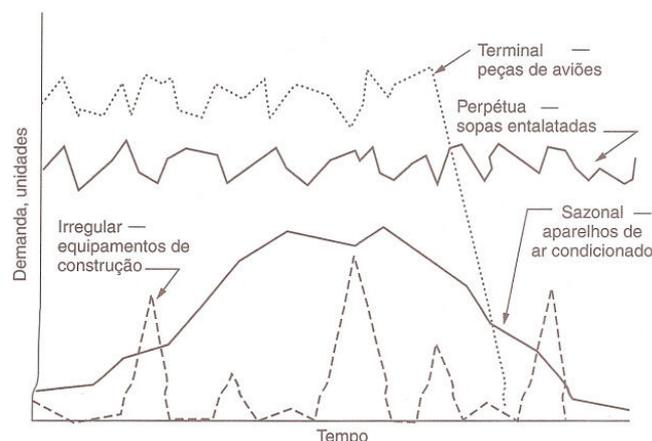


Figura 3 - Exemplos de padrões comuns de demanda de produtos. (Fonte: BALLOU, 2006, p.275)

A demanda independente é aquela que não se relaciona com a demanda de outros itens, como por exemplo, os produtos acabados, assim ela pode ser projetada através de técnicas específicas de previsões. Por outro lado, a demanda é considerada dependente quando está relacionada diretamente ou faz parte da demanda de outros itens.

A forma de determinação do momento do ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida são o que de fato diferencia os diversos sistemas de gestão de estoques disponíveis. A seguir, baseado nos conceitos abordados por Ballou (2006), serão tratados os modelos de ponto de pedido, revisão periódica e estoque para a demanda como referencial teórico para este trabalho.

### ***2.2.1. Modelo do Ponto de Pedido***

O controle de estoque do ponto de pedido presume que a demanda é perpétua e age continuamente sobre o estoque para reduzir seu nível. Quando o estoque é reduzido ao ponto em que sua quantidade se mostra igual ou menor do que um nível chamado de ponto de pedido, uma quantidade econômica de pedido  $Q^*$  é lançada na fonte de suprimento para repor o estoque. O nível eficaz do estoque em um determinado ponto no tempo é a quantidade disponível mais a quantidade pedida, menos quaisquer comprometimentos do estoque, tais como pedidos em carteira ou alocações à produção ou a clientes. A quantidade  $Q^*$  chega num tempo retardado pelo prazo de entrega. Entre o momento que se faz o pedido de reposição no ponto de pedido e o momento que ele chega no estoque existe um risco de que a demanda venha a exceder o estoque restante. A probabilidade de que isso venha a ocorrer é controlada mediante um aumento ou redução do ponto de pedido e pelo ajuste de  $Q^*$ .

A demanda durante o prazo de entrega, nesse modelo, é conhecida por uma probabilidade de distribuição normal. Esta distribuição durante o prazo de entrega tem uma média de  $X'$  e um desvio padrão de  $s_d'$ .

Encontrar  $Q^*$  e o ponto de reposição (ROP) é um tanto complexo matematicamente, contudo pode-se utilizar as fórmulas separadamente.

$$\text{ROP} = d \times \text{LT} + z (s_d') \quad (\text{Eq. 2.2})$$

onde,

ROP = ponto de reposição, em unidades;

$d$  = taxa de demanda, em unidades de tempo;

LT = (*Lead Time*) prazo médio de entrega, em unidades de tempo;

$s_d'$  = desvio padrão da demanda durante o prazo de entrega;

$z$  = número de desvios-padrão da média da distribuição durante o prazo de entrega.<sup>2</sup>

É comum que a quantidade do ponto de pedido exceda a quantidade do pedido, isso ocorre quando os prazos de entrega são prolongados, ou quando a demanda é grande. Quando  $\text{ROP} > Q^*$ , emite-se um segundo pedido antes que o primeiro chegue ao estoque.

- Nível Médio de Estoque:

É definido pelo total do estoque normal mais o estoque de segurança, ou seja:

$$\text{EM} = Q / 2 + z (s_d') \quad (\text{Eq. 2.3})$$

Estoque médio = Estoque Regular + Estoque de Segurança

- Custo Relevante Total:

É utilizado para efeitos comparativos entre políticas alternativas de estoque ou na determinação do impacto dos desvios das políticas ótimas. O custo total pode ser expresso da seguinte forma:

---

<sup>2</sup> O valor de  $z$  é encontrado numa tabela de distribuição normal para a área sob a curva de probabilidade de presença em estoque durante o período do prazo de entrega.

$$TC = \frac{D}{Q} S + IC \frac{Q}{2} + ICz s_d' + \frac{D}{Q} k s_d' E_{(z)} \quad (\text{Eq. 2.4})$$

onde,

$I$  = custo de manutenção;

$C$  = valor do item;

$k$  = é o custo unitário da falta de estoque;

$s_d' E_{(z)}$  = representa o número previsto de unidades da falta de estoque durante um ciclo de pedidos;

$\frac{D}{Q}$  = é o número de ciclos de pedidos por período de tempo, normalmente ele representa um ano.

- Nível de Serviço:

Também denominado índice de atendimento do item, foi definido previamente na Equação 2.1 de forma literal, utilizando os símbolos, tem-se:

$$SL = 1 - \frac{s_d'(E_{(z)})}{Q} \quad (\text{Eq. 2.5})$$

### **2.2.2. Modelo de Revisão Periódica**

Uma alternativa ao método de controle do ponto de pedido é o método da revisão periódica. Embora o primeiro ofereça controle preciso sobre cada item em estoque e, por isso mesmo, o menor custo relevante total, não deixa de apresentar algumas desvantagens econômicas. Administrativamente, o controle do ponto de pedido exige constante monitoramento dos níveis de estoque. Alternativamente, sob o controle de revisão periódica, os níveis de estoques para múltiplos itens podem ser revisados ao mesmo tempo para serem encomendados ao mesmo tempo, com isso

concretizando economias de produção, transporte ou aquisição. O controle de revisão periódica exige um estoque ligeiramente maior, sendo porém os custos adicionais de manutenção mais do que compensados pela redução dos custos administrativos, menores preços ou custos reduzidos de aquisição.

O modelo basicamente funciona da seguinte forma: o nível de estoque de um item é auditado a intervalos predeterminados. A quantidade a ser colocada em um pedido é a diferença entre uma quantidade máxima e o total disponível no momento da revisão. Assim, o estoque é controlado mediante o estabelecimento do intervalo de revisão e o ponto de nível máximo.

### ***2.2.3. Estoque para a demanda***

Há empresas que preferem métodos de entendimento inerentemente simples e implementação facilitada. No geral, esses métodos conseguem proporcionar melhor controle quando são aplicados diligentemente, em comparação com métodos estatísticos mais sofisticados. O método de estoque para demanda é uma dessas abordagens mais práticas do gerenciamento de estoques com inexatidão da demanda e de prazos de entrega (estoque puxado).

O método de estoque para demanda pode ser resumido da seguinte forma. Em uma época específica, faz-se a previsão da taxa de demanda do item. Multiplica-se a previsão por um fator que represente o intervalo de revisão, o prazo de entrega de reabastecimento e um acréscimo de tempo representando a incerteza na previsão da demanda e no tempo de abastecimento para obter uma quantidade-alvo. A quantidade em mãos é anotada no momento de previsão e se emite um pedido correspondente à diferença entre a quantidade-alvo e a quantidade em mãos. O controle de estoque para demanda é um tipo de sistema de revisão periódica.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa está baseada no estudo de caso a ser apresentado. A descrição da empresa pesquisada aborda sua estrutura, o departamento de Planejamento e Controle da Produção e o sistema de controle de estoque utilizado comparando-o com aporte teórico elaborado neste trabalho, destacando as dificuldades de seu atual gerenciamento.

As etapas a seguir especificam a metodologia adotada:

- Descrição do estudo de caso, em que se especifica o processo de definição de uma rotina de acompanhamento da evolução do estoque, reavaliação da política de reposição dos itens e resultados obtidos pela unidade de manutenção;
- Análise dos procedimentos de classificação dos itens adotados na unidade, classificação ABC pelo método gráfico;
- Proposta de um procedimento alternativo mais consistente para a classificação dos itens em estoque (Método ABC com critérios);
- Comparação entre os métodos de classificação ABC para identificar a importância relativa dos itens;
- Elaborar um plano de ação para melhoria no gerenciamento de estoques baseado nos problemas identificados pela unidade de manutenção e que resulte em melhorias a curto prazo;
- Identificação das falhas no gerenciamento do estoque, proposições de melhorias para revisão da política de reposição, e formulação de conclusões.

### 3.1. Estudo de Caso

O objeto de estudo para esse trabalho, uma unidade específica de manutenção de turbomáquinas de uma grande Companhia nacional, é responsável pela manutenção de Turbinas a Gás e Compressores Centrífugos; reparo de componentes e periféricos mecânicos; e análise e diagnóstico de vibração em turbomáquinas. Atua também com serviços complementares como fabricação de componentes aplicados a turbinas a gás e compressores centrífugos em situações de emergência; guarda de *skids* (estrutura para suporte de turbomáquinas), *containers* e ferramentas comuns e especiais para as turbomáquinas dos clientes e empréstimo controlado dos mesmos; inspeção especializada de turbinas revisadas na unidade; e análise de falha de componentes. Seus clientes são internos à Companhia, ou seja, os serviços prestados pela unidade de manutenção são definidos como serviços de apoio e suporte à produção da Companhia. A unidade em questão conta com 110 empregados (próprios e contratados diretos) e um orçamento anual de US\$ 4.700.000,00.

Como os serviços se aplicam a componentes chave na produção da Companhia, a unidade possui um nível médio anual de atendimento aos clientes superior aos 90%. Parte desse fato se deve ao alto nível de estoque da unidade, oferecendo assim um elevado nível de serviço, porém custoso à Companhia.

O desempenho da programação da produção está relacionado às atividades do departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da unidade. Basicamente, o sistema de PCP é uma área de decisão que objetiva planejar e controlar os recursos alocados ao processo produtivo visando atender a demanda dos clientes, recursos esses que incluem também os itens em estoque.

Atualmente, o planejamento, programação, execução e controle dos serviços na unidade é realizado através do sistema ERP da Companhia (*Enterprise Resource Planning* - Sistema Integrado de Gestão Empresarial). O sistema integra informações, automatiza processos, interliga as áreas de negócio e otimiza o processo decisório. O planejamento, programação, execução e controle dos serviços ocorre, simplificada, da seguinte forma:

- O cliente emite uma nota de manutenção;
- O grupo ou setor de planejamento da unidade (PCP) recebe a nota de manutenção;
- O Setor de Recebimento & Expedição da unidade recebe o equipamento, confere os dados e comunica ao planejador do PCP;
- O planejador do PCP analisa a nota de manutenção e cria uma ordem de manutenção principal (como por exemplo Operação a Executar de: Triagem & Cadastro, Desmontagem, Montagem Final, etc), direcionando-a para o centro de trabalho responsável;
- O configurador do centro de trabalho recebe a ordem de manutenção principal gerada, planeja as operações e libera para a execução no equipamento e nos sub-equipamentos;
- O configurador cria, planeja e libera para execução uma ou mais sub-ordem(s) que sejam necessárias para cada parte do equipamento ou sub-equipamento em desmontagem;
- O configurador, no ato do planejamento da ordem ou sub-ordem, gera a(s) reserva(s) de saída do estoque dos materiais que serão necessários, por exemplo, para a operação de Montagem (Ex: Materiais de troca obrigatória);
- O centro de trabalho de desmontagem e montagem executa a(s) operação(ões) de desmontagem;
- Cada sub-ordem possui, por exemplo, as seguintes operações: Desmontagem, Limpeza, Inspeção e Montagem;
- O configurador direciona cada sub-ordem gerada a partir da ordem principal para o Planejador do Suporte Operacional;
- O Planejador do Suporte Operacional planeja e programa cada operação da sub-ordem, respeitando a seqüência dos processos;
- O Planejador do Suporte Operacional libera cada sub-ordem para os centros de trabalho de, por exemplo, limpeza, inspeção, inspeção tridimensional, usinagem e balanceamento;
- Os centros de trabalho acima executa(m) a(s) operação(ões) das sub-ordens;

- Caso o equipamento ou sub-equipamento, após a inspeção inicial, receba o “*status*” de não conforme, o inspetor de equipamentos cria uma nota de reparo (Ou recomendação de reparo), com as respectivas Medidas para que seja executado o(s) serviço(s) de manutenção, para que se retorne o equipamento à condição original e operacional de Conforme. Este serviço de Manutenção pode ser realizado internamente através de criação, planejamento e liberação de uma ordem manutenção para um centro de trabalho interno (Ex. Centro de trabalho de Usinagem, Soldagem, etc.) ou ainda a criação, planejamento e liberação de uma ordem de manutenção para contratação de serviços a serem realizadas em empresas externas a Companhia (Empresas terceiras ou contratadas);
- Caso o serviço de manutenção a ser executado tenha que ser realizado por uma empresa externa conforme descrito acima, o Planejador do centro de trabalho de reparo, após a criação da ordem de reparo, planeja a contratação do serviço e libera a ordem para posterior envio do equipamento a empresa externa para a execução;
- Quando o equipamento reparado retorna à unidade, o planejador do centro de trabalho de reparo comunica ao Planejador do Suporte operacional, e este programa novamente a sub-ordem para o centro de trabalho de inspeção para a realização da inspeção final (Ou inspeção de recebimento) do equipamento reparado;
- O inspetor executa a operação de inspeção final e caso, o equipamento esteja novamente não conforme, este emite nova(s) medida(s) na nota de reparo (medidas de retrabalho), se necessário;
- Caso o equipamento após a inspeção final esteja com status conforme, o profissional habilitado (Ou aprovador de inspeção), que é um engenheiro, concede a decisão de utilização para o equipamento (Aprovado, Aprovado com Restrição ou Reprovado);
- Com os equipamentos/sub-equipamentos após a inspeção/reparo estando todos com decisão de utilização Aprovado ou Aprovado com restrição e com o recebimento dos materiais solicitados de estoque (reservas de saída) o configurador planeja a operação de montagem parcial ou final destes;

- O centro de trabalho de desmontagem e montagem executa a(s) operação(ões) de montagem parcial ou final do equipamento;
- O configurador encerra as sub-ordens e a ordem principal, após o término da montagem e de todos os serviços no equipamento;
- O planejador comunica o encerramento da ordem principal para o cliente, disponibiliza o equipamento mantido no Setor de Recebimento & Expedição da unidade e aguarda que o cliente colete o equipamento e encerre a nota de manutenção e avalie o(s) serviço(s) executado(s).

Como observado, é através deste fluxo que os materiais em estoques são reservados e retirados conforme a demanda por serviços. Os materiais reservados inicialmente são apenas os que possuem troca obrigatória, ou seja, aqueles que são obrigatoriamente substituídos a cada revisão planejada, independente de suas condições de operação, conforme as especificações dos fabricantes das turbomáquinas. A troca de itens classificados como não obrigatória e emissão de suas respectivas reservas de saída de estoque será definida pela avaliação da inspeção e do profissional habilitado (Decisão de utilização – Reprovado), conforme características identificadas (desgaste da peça, inconformidade, etc).

Devido às características de demanda incerta para alguns itens (troca não obrigatória), itens com demanda prevista (troca obrigatória), dentre outras características gerenciais; a política adotada pela unidade se baseia no modelo de ponto de pedido (seção 2.2.1). Para a unidade de manutenção, os pontos de pedido para os itens foram estipulados anteriormente de forma arbitrária, ou seja, sem se basear em nenhum estudo ou análise. Através do sistema ERP, o tamanho dos lotes de reposição são definidos item a item, e a quantidade repostada será feita apenas na quantidade líquida necessária do item a se nivelar ao ponto de pedido estipulado, e se inicia o processo de reposição a partir do momento em que nível de estoque para determinado item está abaixo de seu ponto de ressuprimento.

Com o objetivo de acompanhar a evolução de fatores relevantes, índices são adotados na unidade de manutenção, alinhados com a postura estratégica da Companhia, determinando os principais indicadores e acompanhando resultados a fim de demonstrar o desempenho do gerenciamento das atividades e processos na unidade, pode-se citar, dentre eles, o Índice de Atendimento de Serviços em

Turbomáquinas, Índice de Atendimento de Revisão em Turbina e o Índice de Serviços Avulso. Porém a unidade não adota um indicador para acompanhar a evolução de seu estoque.

Como solução à falta de controle e ao alto valor do estoque na unidade, as medidas descritas a seguir foram tomadas como forma de identificar fatores críticos e estabelecer critérios para alcançar resultados em um curto prazo.

### **3.1.1. Indicador de Evolução do Estoque (IEE)**

A Companhia cita em seu plano de negócios, disponível em sua página na *internet*, dentre os desafios de gestão, novos projetos estratégicos que focam em desafios de disciplina de capital, visando assegurar o retorno adequado do capital empregado nos vários segmentos de negócios da Companhia. A Gestão de Estoques é citada como um desses desafios, partindo desse princípio de alinhamento estratégico, e tendo como dado o alto custo financeiro imobilizado em estoque, profissionais do departamento de PCP da unidade estabeleceram o acompanhamento do Indicador de Evolução do Estoque (IEE) para início de uma metodologia de gerenciamento.

Para definir a importância relativa dos itens em estoque, foi aplicada a metodologia ABC de classificação dos itens, por valor em estoque. Os relatórios utilizados como base de dados dos itens em estoque são exportados do painel gerencial de controle do sistema ERP. Estes relatórios contêm dados dos itens de todo o setor de serviços de apoio em que a unidade de manutenção está inserida, sendo assim, para se refinar os dados é realizado um cruzamento dos relatórios com o aqui denominado, de Mapa de Sobressalentes, sistema informatizado desenvolvido com o software *Microsoft*<sup>®</sup> Access, que contém todos os itens pertencentes a gerência da unidade de manutenção ou seu centro, como visualizado pela Companhia. Como resultado, geram-se apenas os itens referentes à gestão da unidade.

A princípio, o painel gerencial já gera os itens com a classificação ABC por valor, porém os gestores da unidade julgavam mais conveniente e preciso classificá-los pelo método gráfico de determinação da classificação ABC, que, segundo Limmer (1997), foi desenvolvido pelo Engenheiro Wilson N. Rodrigues.

O método ABC Gráfico consiste do seguinte procedimento a partir do gráfico dos itens ordenados por maior valor em estoque (LIMMER, 1997):

- traçar dois eixos ortogonais de mesma escala;
- traçar a curva de valor acumulado;
- unir, por uma reta, os pontos extremos da curva (reta de fechamento);
- traçar uma tangente à curva, paralela à reta de fechamento, obtendo seu ponto de interseção com o eixo das ordenadas e o seu ponto de interseção com a horizontal que passa pela extremidade superior da curva ABC;
- a partir desses pontos traçar as bissetrizes dos ângulos que a tangente à curva forma com o eixo das ordenadas e com a horizontal que passa pela extremidade superior da curva;
- marcar a separação de classes nos pontos onde as bissetrizes encontram a curva ABC.

Pode-se observar a classificação ABC pelo processo gráfico de um certo período de tempo da unidade de manutenção em questão no gráfico 1. A tabela 1 apresenta os resultados da classificação ABC pelo valor em estoque e pelo método Gráfico, apresentando a classificação por quantidade e por valor em estoque e as porcentagens correspondentes a cada classificação.

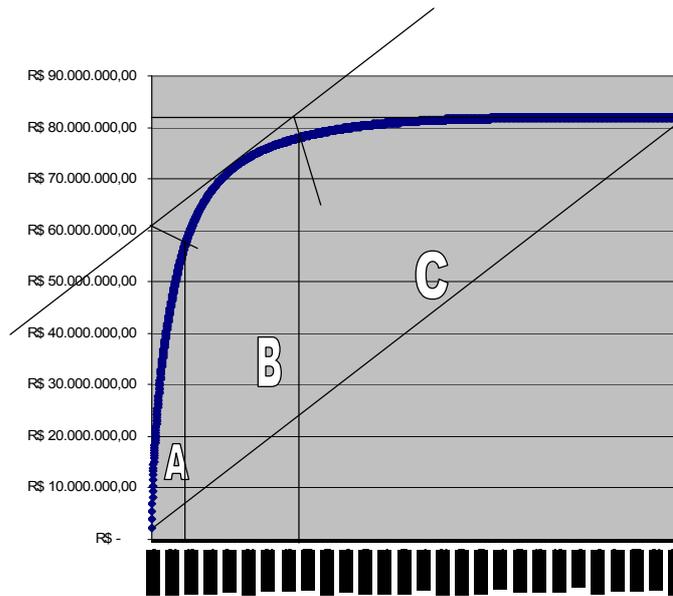


Gráfico 1 - Método ABC Gráfico - itens da unidade de manutenção em estoque

		Total ABC Gráfico	%	Total ABC Valor	%
Quant.	A	198	6%	348	11%
	B	686	22%	757	24%
	C	2303	72%	2082	65%
	TOTAL	3187	100%	3187	100%
		Total ABC Gráfico	%	Total ABC Valor	%
Valor	A	R\$ 57.050.543,26	70%	R\$ 67.192.395,40	82%
	B	R\$ 20.940.051,33	26%	R\$ 12.336.599,85	15%
	C	R\$ 3.892.721,85	5%	R\$ 2.354.321,19	3%
	TOTAL	R\$ 81.883.316,44	100%	R\$ 81.883.316,44	100%

Tabela 1 - Resultados dos Métodos da Curva ABC: Valor X Gráfico

Observa-se que a classificação ABC por valor classifica com importância mais significativa um número maior de itens em comparação com a classificação ABC pelo processo gráfico, analogamente, o mesmo ocorre com a classificação para o valor em estoque.

Depois de definidos os itens com suas respectivas classificações, o IEE foi formado a partir de um período de tempo, assim estabeleceu-se um acompanhamento da dinâmica do estoque. Através dessa ferramenta para auxílio no gerenciamento tornou-se possível efetuar um maior controle da evolução do estoque pela gerência, o que antes não existia. A Figura 4 ilustra esse indicador com maiores detalhes.

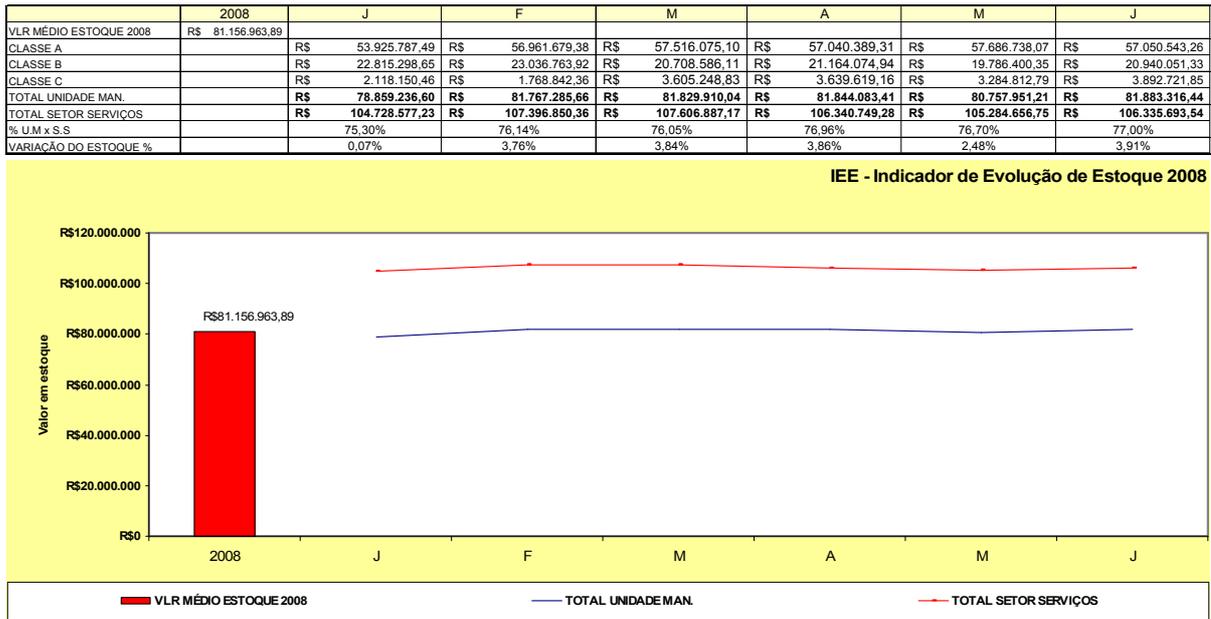


Figura 4 - Indicador de Evolução do Estoque 2008 - Unidade de Manutenção

Através do IEE a gerência da unidade de manutenção em turbomáquinas constatou que o valor médio de uma quantidade superior a três mil itens em estoque da unidade é superior a R\$ 80.000.000,00 correspondendo a cerca de 76% do valor em estoque total do setor de serviços de apoio da Companhia em que a unidade de manutenção está inserida. Toda essa análise é realizada mensalmente, o que demonstra também um estoque bastante dinâmico em relação a seu valor, quantidade e, conseqüentemente, a classificação dos itens.

### 3.1.2. Política de Reposição

Como citado anteriormente, o estoque da unidade representa uma significativa parcela para o setor de serviços, o que despertou a atenção da gerência a propor em um curto prazo soluções para reduzir esse valor sem prejudicar o processo de manutenção. A primeira iniciativa adotada foi revisar os pontos de ressurgimento dos itens classificados com maior importância, que implicam em um maior impacto no valor em estoque.

Foram definidos então os 200 primeiros itens na classificação (classificação A), representando mais de 70% do valor em estoque. Para esses itens foram identificados, um a um, a aplicabilidade de cada item, isto é, em quais turbomáquinas são aplicados para então definir as quantidades que são utilizadas em cada turbomáquina identificada. Classificaram-se os itens em troca obrigatória e não obrigatória. Devido à necessidade de realização das manutenções preventivas nas turbomáquinas, há planos de manutenção previstos para todas as turbomáquinas atendidas na unidade. Baseado nesses planos de manutenção, foi estipulada a previsão de demanda para o ano corrente. Sendo assim, o ponto de ressuprimento estabelecido para cada item de troca obrigatória foi definido como a quantidade instalada vezes a demanda de revisão para cada turbomáquina. Para itens de troca não obrigatória, o ponto de ressuprimento foi definido por uma análise empírica do item (experiência dos técnicos de manutenção e criticidade da falta dos itens), e como forma de assegurar manutenções corretivas considerou-se uma revisão a mais para cada máquina, baseada também em análise empírica. O método para determinar o ponto de ressuprimento se justifica pois são itens de alto valor e baixo giro, e um *lead time* (tempo de ressuprimento) baixo em relação ao tempo entre retiradas dos itens no estoque, devido ao grande espaço de tempo entre as revisões gerais realizadas nas máquinas.

Nessa etapa foram identificados itens em estoque a serem alienados ou transferidos para outras unidades, dentre eles ocorreram casos como itens que não são mais utilizados em manutenções de turbomáquinas na unidade, porém continuam em estoque; e itens com um alto ponto de ressuprimento, e desnecessário, visto que correspondem a itens que, diferente da maioria que provém de fornecedores internacionais, possuem reparo nacional, o que possibilitou diminuir o alto ponto de ressuprimento, evitando obsolescências.

### 3.2. Método ABC com Critérios

Segundo Martins & Alt (2004), a análise ABC tradicional pode trazer distorções perigosas para a empresa, uma vez que não considera a importância do item em relação à operação do sistema como um todo. Deixam claro que a falta de um item crítico pode influenciar negativamente a imagem da empresa para o cliente, a facilidade de substituição deste item por outro e na velocidade de obsolescência.

O Método ABC com critérios é uma variante que objetiva solucionar a deficiência do método tradicional através da análise de critérios do item, ou seja, ela não apenas considera um critério na classificação, como por exemplo, participação do item na receita, mas também incorpora critérios que, de acordo com a postura estratégica da empresa, sejam relevantes na gerência dos materiais.

A fim de propor um melhor método para identificar a importância dos itens da unidade de manutenção, realizou-se a classificação ABC com critérios comparando com a classificação ABC por valor em estoque, a fim de avaliar os resultados encontrados.

Para realizar o estudo, retirou-se uma amostra determinística de 30 itens dos 200 que foram foco no trabalho de saneamento da unidade. Os critérios adotados, sugeridos pela gerência da unidade, foram: “*lead time*” (em dias), “consumo médio anual” e “valor em estoque”. Para padronizar os valores mensurados em cada critério, realizou-se a normalização dos dados (para cada critério, os valores são divididos pelo maior valor dado no critério em questão) e, em seguida, calcula-se o Índice de Classificação com Critérios (ICC) determinado como o somatório dos valores normalizados de cada critério para cada item. Atribuiu-se peso 2 ao critério “valor em estoque” por este ser o mais relevante em se priorizar, seguindo a diretriz da gerência da unidade. Ordenaram-se os itens de acordo com os ICCs, que consistia em um intervalo entre 0 e 4; os itens A constituíram os itens entre o intervalo de 2 a 4 no somatório, os itens B no intervalo entre 1 e 2, e os itens C os últimos para classificação ABC com critérios. A seguir, são apresentadas as tabelas para a classificação ABC por valor em estoque e com critérios (Tabela 2), e os dados mensurados e normalizados (Tabela 3).

<b>Método ABC com Critérios</b>				
Classificação	Quantidade	%	Valor em estoque	%
A	6	20%	R\$ 9.221.069,66	56%
B	8	27%	R\$ 4.998.260,07	30%
C	16	53%	R\$ 2.380.861,32	14%
Total	30	100%	R\$ 16.600.191,05	100%
<b>Método ABC por Valor em Estoque</b>				
Classificação	Quantidade	%	Valor em estoque	%
A	10	33%	R\$ 13.634.083,59	82%
B	12	40%	R\$ 2.157.805,30	13%
C	8	27%	R\$ 808.302,16	5%
Total	30	100%	R\$ 16.600.191,05	100%

Tabela 2 – Classificação ABC: por valor e com critérios

Valor em estoque	A - Valor normalizado	Lead Time	B - Valor normalizado	Consumo médio	C - Valor normalizado	A*2 + B + C	
R\$ 1.687.472,45	0,919	217	0,463	92,67	0,717	3,017	A
R\$ 1.427.640,35	0,777	184	0,392	129,33	1,000	2,947	
R\$ 1.836.343,95	1,000	274	0,584	4,33	0,034	2,618	
R\$ 1.277.174,27	0,695	137	0,292	109,33	0,845	2,528	
R\$ 1.666.747,15	0,908	164	0,350	15,00	0,116	2,281	
R\$ 1.325.691,49	0,722	197	0,420	35,00	0,271	2,135	
R\$ 1.177.327,56	0,641	268	0,571	0,67	0,005	1,859	B
R\$ 1.091.372,70	0,594	287	0,612	1,33	0,010	1,811	
R\$ 1.058.239,15	0,576	216	0,461	19,67	0,152	1,765	
R\$ 1.086.074,52	0,591	217	0,463	0,67	0,005	1,651	
R\$ 193.280,01	0,105	337	0,719	88,00	0,680	1,609	
R\$ 189.604,13	0,103	325	0,693	71,67	0,554	1,454	
R\$ 106.573,46	0,058	282	0,601	88,00	0,680	1,398	C
R\$ 95.788,54	0,052	469	1,000	10,00	0,077	1,182	
R\$ 192.739,58	0,105	177	0,377	39,67	0,307	0,894	
R\$ 197.027,50	0,107	253	0,539	2,67	0,021	0,775	
R\$ 188.496,74	0,103	212	0,452	15,00	0,116	0,773	
R\$ 200.776,52	0,109	193	0,412	8,67	0,067	0,697	
R\$ 199.090,76	0,108	217	0,463	0,67	0,005	0,685	
R\$ 186.926,40	0,102	161	0,343	9,00	0,070	0,616	
R\$ 106.951,43	0,058	187	0,399	12,67	0,098	0,613	
R\$ 106.947,72	0,058	224	0,478	2,33	0,018	0,612	
R\$ 200.697,52	0,109	170	0,362	2,00	0,015	0,597	
R\$ 101.169,88	0,055	218	0,465	0,33	0,003	0,578	
R\$ 101.835,76	0,055	155	0,330	11,00	0,085	0,526	
R\$ 195.266,99	0,106	123	0,262	5,00	0,039	0,514	
R\$ 104.801,25	0,057	177	0,377	0,67	0,005	0,497	
R\$ 96.405,68	0,052	168	0,358	0,33	0,003	0,466	
R\$ 98.324,47	0,054	100	0,213	8,33	0,064	0,385	
R\$ 103.403,12	0,056	104	0,222	0,67	0,005	0,340	

Tabela 3 – Itens ordenados segundo normalização dos critérios

### **3.3. Plano de ações**

Definidos os pontos de ressuprimento e realizadas as análises gerenciais junto aos profissionais pertinentes da unidade de manutenção, as propostas apresentadas pelo gerenciamento descrito no estudo de caso visam proporcionar um melhoramento no nível de estoque para o ano em questão. Deve-se ressaltar que tal medida está vinculada a resultados de curto prazo a serem apresentados pelo departamento do PCP à gerência.

As ações propostas, adequadas às diretrizes estratégicas da unidade, e que refletem em resultados a curto prazo, foram traçadas através de um plano de ações. Para isso, itens obsoletos identificados devem ser alienados, negociar as transferências dos itens que não pertencem à unidade de manutenção para seus gestores respectivos, e redefinir os pontos de ressuprimento dos itens e valores discrepantes junto a base de dados do sistema ERP da Companhia. A seguir apresenta-se um plano de ação traçado para a melhoria no gerenciamento de estoques da unidade de manutenção de turbomáquinas (Figura 5):

Tarefa	Descrição
1	<b>Saneamento do estoque - Unidade de Manutenção</b>
2	<b>1.Materiais a Alienar</b>
3	Envio da lista de itens obsoletos a alienação
4	Envio da lista de itens excedentes para alienação
5	Transferência dos materiais aos depósitos de alienação
6	<b>2.Transferência de material</b>
7	Negociação com as gerências da transferências de materias da unidade de manutenção para as respectivas gerências
8	<b>2.1.Transferência entre os Centros de Custo</b>
9	Envio da lista para transferência entre os centros
10	Transferência dos materiais aos centros corretos
11	<b>2.2.Alienação dos itens não aceitos pelas gerências</b>
12	Envio da lista de materiais não aceitos pela gerência
13	Transferência dos materiais não aceitos pela gerência aos depósitos de alienação no sistema
14	<b>3.Revisão dos parâmetros de ressurgimento no ERP</b>
15	Envio os dados (Ponto de Ressurgimento) a serem modificados no ERP
16	Alteração dos parâmetros de ressurgimento
17	<b>4.Correção de custos no ERP</b>
18	Reunião da Unidade de Manutenção com o Centro de Compras e Armazenagem para apresentação de planilha com os itens com valor discrepante no sistema
19	<b>5.Identificação dos materiais não identificados no manual de Revisão Geral das turbomáquinas</b>
20	Verificação em estoque físico dos itens não identificados no manual de Revisão Geral das turbomáquinas.
21	<b>5.1.Alienação de itens obsoletos e não identificados no prazo.</b>
22	Envio da lista de materiais identificados como obsoletos a alienação
23	Transferência dos materiais identificados como obsoletos aos depósitos de alienação
24	<b>5.2.Materiais identificados como dos clientes</b>
25	Negociação com os clientes da transferências de materias identificados (centro da unidade de manutenção para o centro dos clientes).
26	<b>5.2.1.Transferência dos materiais aceitos pelos clientes</b>
27	Envio ao Centro de Compras da lista de materiais aceitos pelos clientes
28	Transferência dos materiais ao centro dos clientes
29	<b>5.2.2.Alienação dos materiais não aceitos pelos Clientes</b>
30	Envio ao Centro de Compras da lista de materiais não aceitos pelos clientes
31	Efetuar transferência dos materiais não aceitos pelo ativo aos depósitos de alienação no sistema
32	<b>5.3.Ajuste do ponto de ressurgimento dos materiais identificados como gestão da Unidade de Manutenção</b>
33	Envio os dados (Ponto de Ressurgimento) ao Centro de Compras para modificação no ERP
34	Alteração dos parâmetros de ressurgimento solicitados

Figura 5 – Plano de ações para melhoria no gerenciamento de estoques – Unidade de Manutenção

### 3.4. Análise de Resultados

A unidade em questão enfrenta um desafio para reduzir o valor em estoque em um curto prazo. A prática adotada, com o IEE, é necessária, visto que se implanta assim uma rotina de controle e avaliação do estoque, até então não realizada, analisando os pontos de ressurgimento, a fim de se evitar prejuízos financeiros e os riscos de obsolescência de itens superdimensionados em estoque.

O método de classificação para o indicador, o método ABC Gráfico, justifica-se, pois ele atribui uma maior importância aos itens que realmente contribuem para o alto valor em estoque e que necessitam de uma análise rigorosa, identificados na

parte em que a curva de valor acumulado apresenta uma elevada inclinação. Porém esse método falha quando se define as limitações entre uma classificação e outra englobando grandes quantidades de itens, visto que itens com alto valor em estoque podem não ser considerados muito importantes. Adicionalmente, o método não considera critérios relevantes e estratégicos no processo, como os definidos no método ABC com Critérios.

Através da análise dos 30 itens utilizados na classificação pelo método ABC com critérios, pode-se analisar que o método atribuiu maior importância a um número menor de itens em relação à classificação ABC por valor em estoque. Além disso, apresentou porcentagens que se equiparam a regra de Pareto em que o método ABC se baseia, assim como o valor em estoque dos itens classificados com maior importância, que é menor que na classificação por valor. Ressalta-se que o método ABC com critérios atribui maior importância a itens críticos, relacionando fatores que são relevantes para a gerência. Como o método ABC Gráfico de classificação possui desvios quando limita os itens quanto às classes, este método não foi utilizado.

O estudo de caso apresentado demonstrou um bom desempenho em relação aos resultados apresentados no curto prazo, já que até então não havia uma rotina de acompanhamento nem análises criteriosas das políticas de estoque adotadas. O valor em estoque era alto e o método para solucionar o problema foi válido e apresentou resultados consistentes.

Dentre os resultados e falhas identificadas no gerenciamento de estoques podem-se listar os seguintes:

- Falta de contratos com fornecedores definindo parâmetros de entrega, o que ocasionava insegurança nos tempos de espera e superdimensionamento dos itens em estoque para suprir eventuais atrasos;
- Discrepância no sistema ERP quanto ao lote de compra fornecido a cada pedido, superior à quantidade necessária e econômica para as necessidades da unidade de manutenção;

- Itens obsoletos em estoque a alienar (R\$ 728.389,76), provindos de serem desconsiderados quando máquinas dos clientes internos foram substituídas;
- Itens excedentes em estoque a alienar (R\$ 2.348.795,15), resultantes de motivos identificados como pedido de retirada da peça em estoque sendo que não seria necessário, visto que a peça a ser trocada poderia ser reparada ocasionando em peça devolvida ao estoque e pedido de compra efetuado;
- Itens pertencentes a outras unidades da Companhia (R\$ 667.300,01), porém apontados no centro de custo da unidade de manutenção, com causa não identificada;
- Parâmetros de ressuprimento e custos discrepantes no sistema ERP causando prejuízos causando obsolescência de itens e superdimensionamento;
- Itens em estoque aparentemente não utilizados pela unidade de manutenção (R\$ 1.661.404,68) necessitando identificar fisicamente o item no estoque para definir suas origens e tomar as medidas cabíveis.

Definidos os resultados e traçado o plano de ação de acordo com os prazos informados pela gerência; através do software *Microsoft® Project 2000* o gráfico de Gantt para as tarefas foi desenhado (figura 6), sendo previsto para esse plano 60 dias úteis para sua conclusão.

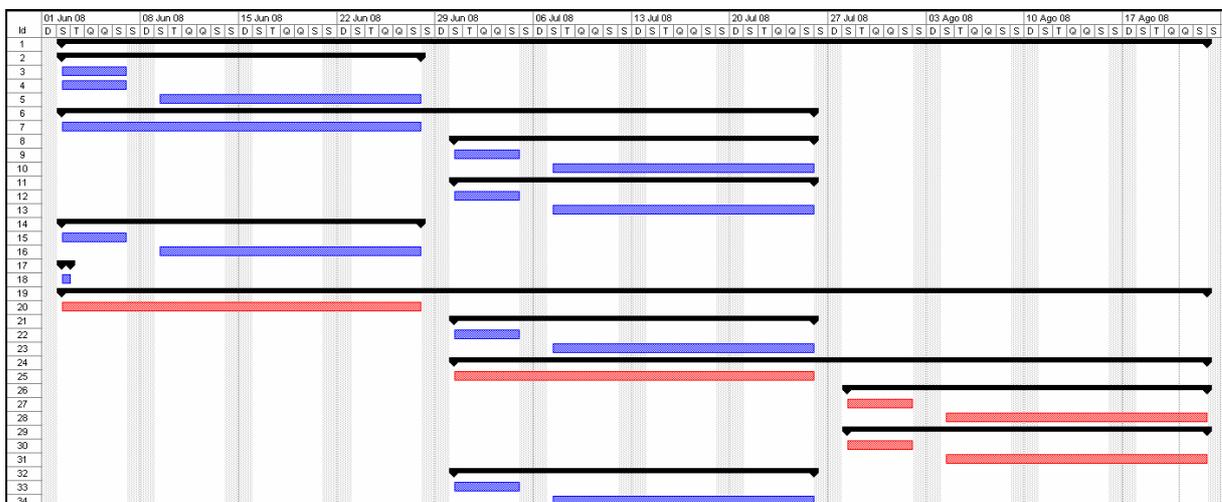


Figura 6 - Gráfico de Gantt para as atividades do plano de ação

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi proposto no objetivo geral desse trabalho a metodologia utilizada gerou informações que possibilitaram a identificação e análise de fatores críticos no gerenciamento de estoques da unidade de manutenção de turbomáquinas estudada. Isto irá contribuir para o enriquecimento do acervo bibliográfico da UENF. Acredita-se que ele servirá de base para estudos futuros sobre a temática tratada nesse trabalho, destacando a importância da gestão de estoques, focada na prática empresarial. Pode-se observar, de acordo com as teorias apresentadas neste estudo a importância de um controle eficiente de estoques, que representam grande parte do capital investido na Companhia.

O método de gerenciamento organizado pela unidade de manutenção, descrito através do Estudo de Caso, abordou pontos relevantes em um gerenciamento de estoques, alinhando às diretrizes estratégicas da Companhia. Os métodos de classificação foram abordados e as comparações relatadas, onde se propôs, após as análises, o método de classificação ABC com critérios.

Na unidade estudada, nota-se a preocupação com um controle mais eficaz de seu estoque, o gerenciamento utilizado é válido, porém existem fatores a serem revistos para evitar futuro superdimensionamento do estoque, tais como ponto de ressuprimento para itens com demanda imprevista e lote econômico de compra.

É necessário destacar que existe uma elevada heterogeneidade dos itens em estoque apresentados na unidade pesquisada, o que é um dos problemas que dificulta a elaboração de um sistema de controle de estoques que seja igualmente eficiente para todos os itens em estoque, portanto torna-se inevitável a sua classificação de acordo com os critérios citados nesta pesquisa.

Alerta-se que a falta de parametrização do sistema ERP adotado pela empresa e a carência de contratos firmados com fornecedores podem ser fatores cruciais para o superdimensionamento dos estoques. Outro alerta bastante relevante refere-se a eventuais negligências quanto a possíveis restrições e características da

realidade da unidade de manutenção tais como: valores e *lead time* do sistema maior que o real. Tudo isso, contribui para o erro de dimensionamento.

Propõe-se como futuros trabalhos que sejam revisados os pontos de ressuprimento, alinhando à fundamentação teórica proposta neste trabalho, em que sejam formulados fatores como o lote econômico de compra e uma distribuição probabilística dos itens que apresentam incerteza na demanda (troca não obrigatória) para determinar os pontos de ressuprimento.

Todo desenvolvimento deste trabalho foi concluído no sentido de contribuir para a sistematização do assunto, ou seja, torná-lo mais simples e operacionalmente possível, para tanto sugere-se a continuação do mesmo para a formação de um banco de dados completo que sirva de base para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHOPRA, Sunil; MEINDL Peter. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Estratégia, Planejamento e Operação**. revisão técnica Paulo Roberto Leite. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção. MRP II / ERP - Conceitos, Uso e Implantação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MARTINS, P. G., ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

RIBEIRO, Silvana N. **O Sistema de Controle de Estoques em uma Empresa do Setor de Autopeças**. Monografia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VOLLMANN, Thomas E.; BERRY, William L.; WHYBARK, D. Clay; JACOBS, F. Robert. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. tradução Sandra Oliveira. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.