

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO – FEC
LABORATÓRIO DE APRENDIZAGEM EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES –
LALT

WILLIAM ALVES DA SILVA

GESTÃO DOS ESTOQUES DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA MANUTENÇÃO
(MRO)

Campinas / SP
2017

GESTÃO DOS ESTOQUES DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA MANUTENÇÃO (MRO)

William Alves Da Silva

Orientador: Lars Meyer Sanches

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO – FEC
LABORATÓRIO DE APRENDIZAGEM EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES – LALT

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar os desafios no gerenciamento e a busca por um nível adequado em estoque dos materiais de Manutenção, Reparo e Operações (MRO). Os estoques são constituídos, em sua grande maioria, de baixo consumo e de consumos irregulares, porém no momento de necessidade é de extrema importância que os materiais estocados estejam disponíveis para atendimento na manutenção preventiva e ou corretiva das máquinas e equipamentos. Reduzir a falta de material na linha de produção e ao mesmo tempo diminuir o nível de estoque, através da revisão do método de planejamento e programação de materiais, é um dos principais desafios. O trabalho adquiriu forma a partir de uma revisão bibliográfica dos sistemas de planejamento de materiais, combinada com a teoria de distribuição de probabilidades.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate the challenges in the management and the search for an adequate inventory level of Maintenance, Repair and Operations (MRO) materials. Most of the stocks are of low consumption and irregular consumption, but at the moment of need it is of the utmost importance that stockpiled materials are available for service in the preventive and / or corrective maintenance of machinery and equipment. Reducing the shortage of material in the production line and at the same time lowering the inventory level by reviewing the material planning and scheduling method is one of the main challenges. The work took shape from a literature review of materials planning systems, combined with the theory of probability distribution.

1 INTRODUÇÃO

Em meio a várias mudanças no cenário econômico, somado a velocidade com que as informações são trocadas, as empresas encontram-se inseridas em um ambiente, no qual as mudanças ocorrem continua e rapidamente. Acompanhando estas mudanças verifica-se claramente que o setor empresarial foi o que mais sofreu, pois as empresas são pressionadas pelo aumento da concorrência em escala mundial. Esse aumento de concorrência causado pela globalização dos mercados obriga as empresas a melhorar seus produtos e produzir a um custo mais baixo.

A política de negócios que a empresa vivencia atualmente requer um total controle sobre os estoques de manutenção, é grande o impacto de manter quantidades desnecessárias, sem cuidados específicos, ou até mesmo não saber o que possui em estoque, afetando diretamente o custo final dos produtos. Ter estoques nestas condições proporciona um obstáculo adicional em manter um preço de venda acessível, somado a grande oportunidade financeira e fluxo de caixa que as empresas deixam de movimentar a favor da produção de seus produtos para trocar por estoques.

Outro dado importante é a falta de cuidados adequados com o estoque, que deve ser levado em conta, não somente relacionado aos insumos e peças obsoletas ou excedentes, mas igualmente sobre o material que falta nos momentos de necessidade da produção, uma vez que, a máquina apresenta avarias, a equipe de manutenção precisa e o almoxarifado não tem a peça reserva, ocorre atraso na produção ou até mesmo parada de máquinas aguardando reposição da peça. Aplicando métodos de gerenciamento de estoque adequados este problema poderia ser evitado.

1.1 O objetivo

O objetivo deste trabalho é definir o nível de estoque de peças de reposição para manutenção de equipamentos para produção contínua. Esta condição promove um cenário bastante particular, pois possui característica de baixíssima previsibilidade associada às manutenções preventivas e corretivas com menor tempo de reação, mas que precisa de uma estratégia para estabilizar os níveis de estoque.

1.2 Problemas e oportunidades

Atualmente, a empresa tem parâmetros considerados inadequados para realidade do planejamento de reposição dos estoques de materiais de manutenção. Os estoques possuem diversos tipos de comportamentos, no entanto a política atual pode ser aplicada a todos os materiais sem distinção. Essa deficiência é observada pela dificuldade em atingir o nível de serviço. Diversos monitoramentos são necessários, e partir destes as ações extras ao planejamento de materiais são necessárias para minimizar os impactos, tais como processos de urgência/emergência que geram custos adicionais com transportes especiais.

1.3 Justificativa

O fator disponibilidade de equipamento não é uma particularidade do segmento estudado, aplicando-se a todo e qualquer segmento, visto que uma máquina inoperante por falta de peças de reposição gera prejuízo deixando de produzir e consequentemente reduzindo o estoque de acabados, prejudicando o nível de serviço de faturamento/expedição. Esta condição pode ser medida pelo volume de produção e valor que deixou de ser faturado, em contra partida as condições intangíveis como reclamações dos clientes e falta de credibilidade no departamento de almoxarifado são substancialmente elevadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de estoque

Todo material, que não está relacionado diretamente ao serviço ou produto final oferecido aos clientes, é responsável em manter o funcionamento da indústria, sendo caracterizados como manutenção, reparo e operações (MRO).

O gerenciamento de estoque parte do princípio de qual a melhor diretriz deve ser seguida, em linhas gerais esta diretriz é garantir o funcionamento dos equipamentos com menor custo em estoque, este segmento de materiais varia de baixo e alto valor agregado, grande volume e consumos específicos, desta forma são elegíveis competências necessárias para alcançar os objetivos.

No entanto, existem inúmeras barreiras para tornar essa condição aderente ao comportamento que esta linha de materiais exige, a complexidade existente em gerenciar a demanda intermitente ou irregular, o elevado número de peças administradas, os riscos de estocagem acima da real necessidade, somados ao elevado custo com a obsolescência. Segundo Aurélio (1993) otimizar o investimento em estoque aumenta o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido.

Manter os materiais em um nível saudável, ou seja, parâmetros atualizados e algoritmos estatísticos adequados é um desafio, uma vez que, este segmento ainda pouco explorado possui como objetivo a disponibilidade de materiais, sem comprometer o desempenho produtivo, com gerenciamento das quantidades e datas para atendimento. Corrêa, Gianesi e Caon (2014) deixam claro que não devemos ter um grama a mais dos estoques do que a quantidade estritamente necessária e estratégica.

Outra condição não menos importante é o monitoramento que se faz necessário para medir possíveis eventualidades que possam sair do planejado possibilitando imediata correção. Os indicadores de performance são um termômetro da qualidade de como a gestão esta sendo desempenhada, e a forma como esta sendo aplicada. Seja no departamento, no negócio ou segmento, é imprescindível que o valor de estoque, nível de atendimento, giro do estoque e o nível de cobertura façam parte destes indicadores para prover de combustível na busca pela melhoria, se por ventura alguns destes não estiverem de acordo com a meta estabelecida compromete o resultado. Segundo Ballou (2006), o monitoramento das variações dos indicadores, devem ser realizadas em antecipação suficiente, para permitir que se adotem ações corretivas de maneira a realinhar o desempenho real com o desempenho planejado.

2.2 Reposição de estoques de peças de MRO

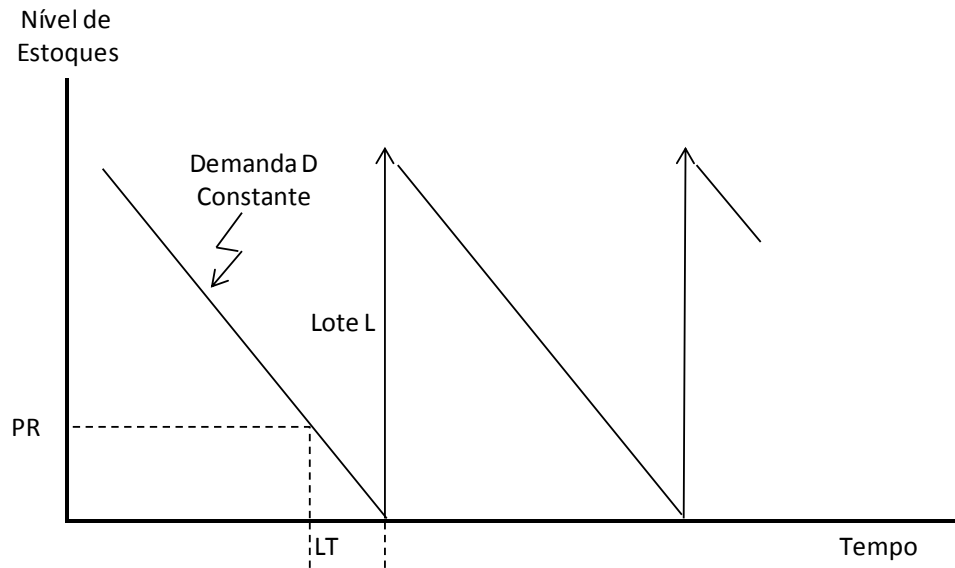
Uma vez definida a política de estoque de materiais de manutenção, o fator indispensável para uma boa administração dos mesmos é regulamentar o funcionamento na etapa de reposição dos estoques.

Fator muito importante a ser definido é quando pedir, esta etapa está ligada diretamente ao tempo de fabricar internamente, ou adquirir no mercado através de compra, portanto o prazo de entrega é indispensável na elaboração da quantidade a ser assumido como parâmetro, porém devem ser levadas em conta as variações existentes. Segundo Wanke (2003), dependendo dos custos de manutenção de estoques e dos gastos com o ressurgimento, pode ser economicamente viável solicitar revisão no tamanho do lote, ou seja, tendo uma visão financeira a reposição do estoque pode sofrer uma postergação, com entrega próximo ao ponto de consumo.

O consumo das peças é gerado pelos usuários técnicos, em decorrência de suas atividades de colocar o equipamento em funcionamento, seja por uma intervenção de manutenção preditiva, preventiva e ou corretiva, mas que necessitam das peças disponíveis para retirada.

Portanto a reposição para abastecimento do estoque está diretamente relacionada ao tempo e à demanda gerada pela área técnica usuária. Sendo esta condição contemplada com o modelo de ponto de reposição, conforme ilustração da figura 1:

Figura 1: Modelagem para determinação dos parâmetros do sistema de ponto de reposição.



Fonte: Planejamento, Programação e controle da Produção (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2014, p. 38).

2.3 Estoque de segurança

A definição do ponto de reabastecimento (PR) depende exclusivamente das demandas geradas somado ao fator prazo de entrega. Estas combinações exercem um direcionamento claro do ponto ideal de iniciar o processo de compra e ou fabricação. Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2014), na medida que os consumos são gerados em determinado período, estabelece um intervalo de análise (3, 6, 12 meses), portanto define-se a média de consumo, em seguida este dado é multiplicado pelo prazo de entrega ($PR = D \times LT$).

Ainda não existe uma garantia, quanto ao nível de serviço que se espera, complementando o cálculo de ponto de reabastecimento, segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2014), esta demanda não é totalmente estável, podendo em uma destas variações para maior, desta forma permanece durante o período do prazo de entrega, sem aquele volume que historicamente foi definido, do qual na verdade é claramente caracterizado o desabastecimento do estoque. Levando em conta o risco de rompimento no nível de serviço e o claro potencial de paralisação de uma linha produtiva por falta de material é necessário comumente definir um estoque de segurança (ES), para cobertura das variações na demanda.

Para que esteja claro qual será o nível de estoque de segurança, que deverá ser mantido, é necessário conhecer as variações existente na demanda no período analisado, e qual o nível de serviço que será oferecido. Estes desvios após concluídos, acrescido ao fator de segurança os mesmos serão adicionados ao cálculo de PR, é factível dizer que, avaliando e exercendo análise sobre estas variáveis, os rompimentos que reduzem o nível de atendimento serão substancialmente mitigados. Portanto, para que isso possa se tornar uma realidade, é necessário aplicar o cálculo de segurança.

O cálculo do Ponto de Ressuprimento é realizado pela equação 1.

$$PR = D \times LT + Eseg$$

Onde:

PR = Ponto de Ressuprimento

D = Demanda

LT = Lead Time

Eseg = Estoque de Segurança

O estoque de segurança deve ser estabelecido criteriosamente, somado a necessidade de mensurar o aumento no volume de estoque, dependendo do nível de serviço à ser oferecido. Para que esta análise possa ser contemplada é normativo que se estabeleça qual fator de segurança será aplicado.

O cálculo do Estoque de segurança é realizado pela equação 2:

$$E_{seg} = FS \times \alpha \times \sqrt{\frac{LP}{PP}}$$

Onde:

Eseg = Estoque de Segurança

FS = Fator de Serviço, que é uma função do nível de serviço que pretende

α = Desvio Padrão estimado para demanda futura

LT = Lead time de ressuprimento

PP = Periodicidade à qual se refere o desvio-padrão

O FS é definido pelo nível de serviço desejado, conforme o Quadro abaixo.

Figura 2: Fator de Serviço em relação ao nível de serviço desejado.

Nível de serviço	Fator de serviço
50	0
60	0,254
70	0,525
80	0,842
85	1,037
90	1,282
95	1,645
96	1,751
97	1,880
98	2,055
99	3,325
99,9	3,100
99,99	3,620

2.4 Distribuição estatística de Poisson

A distribuição de Poisson tem como principal objetivo contribuir para que os estoques com demandas irregulares e de baixo giro tenham suas quantidades em estoques adequadas ao nível de serviço proposto.

Existe a necessidade de classificar os estoques de baixo giro para estabelecer o parâmetro adequado.

As empresas e os acadêmicos, de maneira geral, referem-se as peças de reposição como itens de baixo ou de baixíssimo consumo. Os itens de baixíssimo consumo são aqueles que apresentam consumo médio histórico inferior a uma unidade por ano (WANKE, 2003, p. 171).

Para isso será utilizado a equação 3:

$$P_x(t) = \frac{(\lambda * t)^x e^{-(\lambda * t)}}{x!}$$

Onde:

X = Consumo de peças de reposição por intervalo de tempo cuja probabilidade se deseja estimar

t = Intervalo de tempo considerado

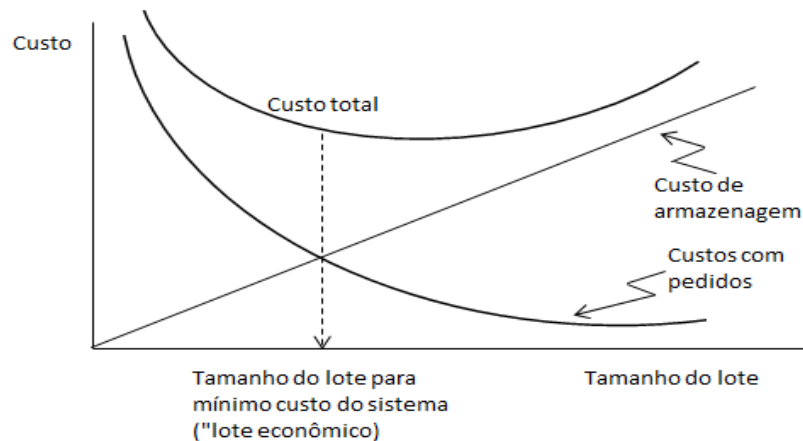
λ = Taxa de consumo histórico das peças de reposição por unidade de tempo

$P_x(t)$ = Probabilidade de haver x solicitações por peças de reposição durante o intervalo de tempo t.

2.5 Lote econômico de compras (LEC)

O modelo do Lote Econômico de Compras (LEC) é um dos mais aplicados para auxiliar o planejador na definição de uma política de estoques. O LEC minimiza os custos através do balanceamento entre aquisição e manutenção dos estoques. As premissas do modelo são: demanda conhecida e considerada constante, tempos de reposição e de obtenção dos lotes conhecidos e considerados constantes, custos de manutenção de estoques calculados em função dos estoques médios e análise pontual de cada item (FENSTERSEIFER; HOPPEN, 1985). A Figura abaixo demonstra o LEC, como ponto de equilíbrio entre Custos de Armazenagem e Custos do Pedido:

Figura 3: Lote Econômico de Compras.



Fonte: Planejamento, Programação e controle da Produção Corrêa/Gianesi/Caon (2014, p. 41).

O lote econômico de compras é essencial para empresas que buscam minimizar custos e reinvestir o capital em outras áreas da empresa, que necessitem de maior investimento ou para aproveitar oportunidades do mercado (PEREIRA; COSTA; GUARDIA, 2010).

Segundo CORRÊA, GIANESI e CAON (2014) lote econômico é dado pela equação 4:

$$L_E = \frac{\sqrt{2 \times DA \times C_f}}{C_e}$$

C_f = Custo fixo de fazer um pedido.

C_e = Custo unitário anual de estocagem. É o custo anual de armazenagem de uma unidade do item.

DA = Demanda anual do item.

Para calcular o custo de armazenagem de determinado material, pode ser utilizada a seguinte expressão:

$$\text{Custo de Armazenagem} = Q/2 \times T \times P \times I$$

Sendo:

Q = quantidade de material em estoque no tempo considerado

P = preço unitário

I = taxa de armazenamento

T = tempo considerado de armazenagem

O valor de I é obtido através da soma de diversas parcelas: taxa de retorno de capital; taxa de armazenamento físico; taxa de seguro; taxa de transporte, manuseio e distribuição; taxa de obsolescência; e outras taxas (como água, luz, etc.). (CARLAMAGNO, 2006).

O custo anual de fazer um pedido pode ser calculado através da expressão:

$$\text{Custo anual de fazer um pedido} = B \times N$$

Sendo:

B = despesas com mão de obra para emissão/ processamento da compra, material ou sistema utilizado para confecção do pedido e custos indiretos como telefone, energia, etc.

N = número de pedidos efetuados durante um ano (CARLAMAGNO, 2006).

3 MÉTODO

De maneira a buscar um entendimento sobre as formas de gerenciamento, tendo sido fundamentado o estudo de caso exploratório, do qual os dados serão extraídos do sistema e submetidos a diversas simulações, para fornecer condições classificatórias dos dados e possibilitando a obtenção de um possível retorno positivo.

Devendo ressaltar que, dentre as possibilidades, um dos pontos que chamou atenção é quanto a utilização de uma metodologia para manter o nível de estoque e serviço contratado em uma condição estável.

Para que as variações possam ser medidas, serão utilizadas as informações dos parâmetros da atual política de estoque da empresa em estudo, e a partir das novas abordagens, estruturadas utilizando a modelagem de distribuição de Poisson, será possível comparar os dois modelos e medir a eficiência em uma possível redução no valor de estoque armazenado.

Deste modo, utilizando os dados extraídos do ERP/SAP, uma base com os últimos 18 meses de consumo, entre outros dados necessários para composição da avaliação. Utilizando o Microsoft Excel, grande facilitador na manipulação dos dados e na melhor tomada de decisão, a figura abaixo demonstra o caminho percorrido para estabelecer o modelo mais adequado a ser utilizado:

Figura 4: Método exploratório



Fonte: Autor.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Perfil da empresa

A empresa é reconhecida no mercado nacional e internacional, dispondo de recursos próprios; maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, tendo uma linha de produtos líder na produção de papéis e cartões para embalagens, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais, além de madeira em toras para o segmento moveleiro e construção civil.

Autossuficiente em madeira, totalizam 351 mil hectares de terra, incluindo 186 mil hectares de florestas plantadas, e 123 mil hectares de matas nativas preservadas.

A unidade exposta aos nossos estudos, esta situada no estado de Minas Gerais e possui como principal linha de fabricação caixas de papelão ondulado.

4.2 Perfil dos produtos e serviços

Embalagem (caixa) de papelão ondulado, produto capaz de manter a integridade dos inúmeros produtos comercializados por seus clientes (alimentos, bebidas, produtos de higiene e limpeza, eletroeletrônicos, sementes, farinha de trigo, produtos químicos, entre outros).

4.3 Situação atual

O processo de gestão de estoques na companhia nos últimos anos, passou por grandes transformações, tanto na parte conceitual quanto no monitoramento periódico dos conceitos estabelecidos, e vem alcançando importantes marcos junto a diversas frentes que atuou, como por exemplo: nível de atendimento, valor de estoque, classificação dos estoques e obsolescência de materiais.

Dentro de todas as ações uma que tem grande destaque é a classificação dos estoques. A fim de obter um alto nível na base de dados, as análises estão sendo realizadas em conjunto com usuários técnicos. Esta classificação oferece dinamismo na tomada de decisão pela equipe planejamento de materiais. Mas essa distribuição trabalhada isoladamente não oferece garantia quanto ao nível de serviço, visto que o fator volume armazenado pode de certa forma distorcer o resultado.

A classificação utilizada atualmente está relacionada à particularidade dos negócios, e quanto de dedicação cada profissional da área de planejamento esta exercendo sobre as ocorrências, na realização do planejamento das necessidades de materiais (MRP no ERP/SAP). Neste momento o único recurso extra ao ERP/SAP utilizado pela empresa são planilhas em Excel, que apoiam nas tomadas de decisões.

Figura 5: Quadro exploratório com todas operacionais relacionadas.

320 Milhões Estoque	100 mil itens (SKU's) de Manutenção	3 mil processos de urgência
	20 mil itens (SKU's) de Insumos	50 mil requisições de compra liberadas em 2016
		25 centros sob Gestão

Fonte: Autor.

A partir do quadro exploratório, podemos reforçar o quanto da classificação do estoque pode ser utilizada em benefício no gerenciamento das peças de reposição para manutenção:

- Prazo de entrega (LT);
- Ponto de reabastecimento (PR);
- Classificação A,B,C.
- Estoque máximo (EM);
- Criticidade do material;
- Com base na avaliação técnica defini-se o grau de criticidade dos materiais nos equipamentos, sendo estas definidas em criticidade baixa, média, alta e máxima;
- Características dos materiais (família de materiais);
- Tipo de MRP (automático, manual, com acompanhamento técnico).

Neste caso, utilizando todos os dados é realizado um combinado com todas estas referências e as tomadas de decisões quanto aos níveis a serem mantidos em estoques. Portanto temos:

4.3.1 Prazo de Entrega (LT)

O prazo de entrega (LT *lead time*) é mais uma condição necessária e fundamental para definir bem os parâmetros de estoque. Atualmente o mesmo é definido por dados fixos e variáveis, ou seja:

Fixo = 5 dias para o departamento de almoxarifado;

Fixo = 7 dias para o departamento de compras;

Variável= Dias para o transporte, este vai variar de acordo com o local onde a unidade esta instalada;

Variável= Prazo do fornecedor, tempo que o mesmo tem para fabricar, embalar e disponibilizar na transportadora.

Exemplo:

A fábrica em Minas (unidade em estudo) precisa do material X, para esta unidade é considerado 5 dias, condição necessária para formar volume/carga e viabilizar o transporte. Uma vez que, o fornecedor exige 25 dias para fabricar o suposto material (X), após fechado acordo comercial, temos $5 + 7 + 5 + 25 = 42$ dias.

4.3.2 Ponto de Reabastecimento (PR)

Para termos os dados sobre o ponto de reabastecimento, é multiplicada a demanda pelo prazo de entrega parametrizado dividido por 30 (referência mês).

$$\mathbf{PR = CM \times (LT/30)}$$

CM = Consumo médio dos últimos 3, 6 ou 12 meses

LT = Prazo de entrega (*lead time*)

4.3.3 Classificação ABC

A classificação é realizada pelo valor total em estoque e não pelo valor do consumo, condição habitual nas classificações literárias. Neste caso temos uma classificação 70 | 20 | 10, onde 70% do valor armazenado é classificado como “A”, 20% é classificado como “B” e os 10% restantes, são classificados por “C”. Com esta classificação temos poucos itens representando 70%, de todo o valor em estoque armazenado (A), e uma grande massa de itens que possui baixa representatividade financeira (B e C). Segue exemplo:

Figura 6: Classificação ABC pelo valor financeiro armazenado.

Material	Descrição breve do material	Quantidade	Valor unitário	Valor Estoque	Acumulado	Percentual	Curva
30881	COMPUTADOR ONDUL	3	13.000	39.000,00	39.000,00	29%	A
31631	ROLAMENTO AUT ROLO 23288 CAK/C3W33	3	5.670	17.010,00	56.010,00	42%	A
298472	ENGRENAGEM CIL RET 76,20 MM 920,75 MM 12	3	4.900	14.700,00	70.710,00	53%	A
31520	AMPLIFICADOR ONDUL WHF9011-01 60G M.BAST	1	12.000	12.000,00	82.710,00	62%	A
31449	COMPUTADOR ONDUL	6	1.660	9.960,00	92.670,00	70%	A
31032	TRANSMISSOR FACA O ONDULADEIRA MARQUIP II	49	200	9.800,00	102.470,00	77%	B
383380	ENGRENAGEM CIL RET 101,6 MM 971,55 MM 12	1	6.000	6.000,00	108.470,00	82%	B
199667	FUSO PORTA BOBINA MARQUIP 39247-7810	20	300	6.000,00	114.470,00	86%	B
28041	PARAFUSO IMP FLEX ZLM KLABIN 21038	1.000	4	4.300,00	118.770,00	89%	B
383381	DRIVE CONVERSOR FACA O/GUILHOTINA MARQUIP	1	3.000	3.000,00	121.770,00	92%	B
342261	MOTOR REDUTOR MAQUINA CORTE/VINCO 15000	1	2.300	2.300,00	124.070,00	93%	C
306548	MODULO ELETRONICO VME PROFILER MARQUIP F	2	1.100	2.200,00	126.270,00	95%	C
456189	FUSO TRANSMISSAO VINCADEIRA MARQUIP MODE	1	1.500	1.500,00	127.770,00	96%	C
30260	PARAFUSO IMP FLEX ZLM KLABIN 21043 1	300	5	1.500,00	129.270,00	97%	C
30380	MODULO SLC 5/05	1	1.300	1.300,00	130.570,00	98%	C
48132	ENGRENAGEM INT IMP 13000 13310	1	600	600,00	131.170,00	99%	C
157448	BOTINA SEGUR VAQUETA PT TAM 37	22	22	484,00	131.654,00	99%	C
157449	BOTINA SEGUR VAQUETA PT TAM 38	22	22	484,00	132.138,00	99%	C
29924	PARAFUSO MAD SEXT ACO 5/16"X 70MM	3.000	0	360,00	132.498,00	100%	C
26727	RODA PIC/DESC SHREDDER 58" BLOAPCO BWGD3	1	300	300,00	132.798,00	100%	C
157445	BOTINA SEGUR USO GERAL VAQUETA PT TAM 34	12	22	264,00	133.062,00	100%	C
TOTAL				133.062,00			

Poucos itens com uma representatividade financeira grande.

Muitos itens com uma representatividade financeira pequena.

Fonte: Autor.

4.3.4 Estoque Máximo (EM)

Estoque Máximo (EM) é definido a partir do PR. Para que a curva possa ser traçada o estoque é submetido a uma análise de Pareto ABC (conforme ilustrado no tópico anterior), esta classificação irá auxiliar, determinando o volume a ser mantido, ou seja, cada curva possui uma importância de valores, que por consequência define impacto financeiro na companhia, portanto os itens terão coberturas diferentes umas das outras, a partir do consumo efetivo, desta forma temos:

- A compra para 1 mês de consumo;
- B compra para 2 meses de consumo;
- C compra para 4 meses de consumo.

$$EM = PR + (CM * LC)$$

PR = Ponto de reabastecimento

CM = Consumo médio

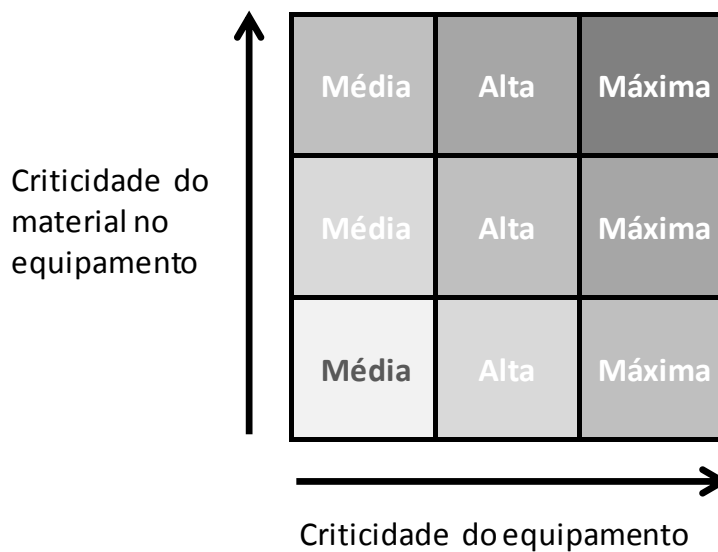
LC = Lote de compra ABC

4.3.5 Criticidade do Material

A criticidade do material é definida a partir de dados externos, e para viabilizar o cadastro a área técnica é submetida a realizar análise em todos os materiais, dadas as proporções, o conhecimento técnico da aplicação do material, cabe a área técnica e não a equipe de almoxarifado.

Existe uma metodologia elaborada internamente, que combina a aplicação do material e sua importância no equipamento. A partir de uma determinada pontuação matemática, os materiais são classificados como Baixa, Média, Alta e Máxima.

Figura 7: Quadrante de criticidade do material versus equipamento.



Fonte: Autor.

4.3.6 Tipo de MRP

Assim como todas as demais classificações, a decisão de conversão da ordem planejada em uma requisição de compra (RC documento eletrônico disponibilizado para início dos trabalhos em compras) fica sob análise do planejador de materiais, e é baseada pelo tipo de MRP parametrizado no sistema, ou seja:

“ND” – São materiais que a gestão é realizada *in loco*, e não existe necessidade de avaliação pelo sistema de MRP;

“PD” – Estes são materiais que sua aquisição é somente com autorização da área técnica;

“V1” – Maior concentração de materiais, aproximadamente 90% dos itens, geração automática de reposição;

“VB/VE” – Administração dos itens com necessidade do questionário de criticidade, VB liberação do sistema SAP e VE, quando eletronicamente o material está na área técnica, e aguarda o retorno da análise realizada pelo usuário técnico.

Figura 8: Guia de decisões no MRP.

ND	Itens sem Gestão de MRP
PD	Compa somente com reserva
V1	Itens com gestão de MRP
VB	Itens em processo de solicitação de questionários de Criticidade
VE	Questionário de Criticidade solicitado, aguardando resposta

Fonte: Autor.

4.3.7 Indicadores de performance

Para garantir um adequado nível de estoque e boa acuracidade sobre os materiais armazenados é fundamental um nível de controle assegurando que o método utilizado está sendo eficiente. Para isso é imprescindível uma gestão de performance sobre os dados, monitorando, criando alternativas, modificando e tomando as decisões necessárias para que o objetivo seja alcançado.

Atualmente é monitorado as seguintes características do estoque:

- Nível de estoque de manutenção (MRO);
- Nível de atendimento, sendo 98% a meta;
- Urgência/emergência;
- Estoque de cobertura.

Para ambos indicadores, recebem anualmente uma revisão em seus índices com o objetivo de estarem alinhados as características do estoque de MRO, ou seja, um ativo que não é estático e precisam desta periodicidade definida a fim de manter os dados atualizados de acordo com a realidade.

4.4 Situação futura

Apresentar novas possibilidades de avaliação e aprimorar a política de estoque atual, trazendo para um cenário de realidade mundial, no qual o estoque deve passar por constantes validações para que possa cumprir com seu papel, que é estar disponível para retirada na data e na quantidade desejada.

Analisando pela ótica do material para estar na data e na quantidade ideal, o estoque deverá ser submetido a modelagem específica para os estoques, com características de demanda irregular e intermitente com a finalidade de validar a realidade da empresa, e se possível trazer retorno financeiro e operacional para o departamento de almoxarifado responsável pelo gerenciamento destes valores.

Como forma de proposta e a partir dos estudos, é possível classificar algumas modelagens para gerenciamento das peças de reposição para manutenção (MRO), para isso a opção de avaliação terá apenas peças de maior relevância, portanto a partir da classificação ABC, foram selecionados e analisados vinte (20) materiais que contaram com o modelo escolhido, por ser o mais aderente as características do estoque, para tal será utilizada a distribuição estatística de Poisson.

Já para os indicadores de performance e a periodicidade com que os dados sofrerão atualização os mesmos se mantêm inalterados, podendo ser levando em conta que a forma como os dados estão sendo processados, expostos e as cobranças quanto aos resultados, estão adequadas, ou seja, atendem as principais funções no gerenciamento de estoque atual e proposto da unidade em estudo.

4.5 Discussão e análise dos resultados

A partir dos dados exploratório, foi possível identificar que para definição dos atuais volumes em estoque, foram adaptadas diversas fórmulas de cálculo para a elaboração dos parâmetros de estoque, ou seja, os algoritmos de estoque eram utilizados de forma padronizada e única, porém não é coerente considerar que a movimentação de estoques de MRO seja estática, desta forma a proposta foi classificar os itens de baixo giro e inserir conceitos específicos para materiais de consumo irregular e de baixíssimo giro.

O ponto de reabastecimento (PR), antes definido a partir da média simples de consumo dos últimos 3, 6 e 12 meses, multiplicando pelo prazo de entrega, dividindo por trinta (30). Na proposta além do prazo de entrega, está sendo utilizado fator de serviço (98%), somado a inserção dos conceitos de Poisson, para definição do estoque de segurança.

O estoque máximo, parâmetro elaborado por uma política interna, era definido a partir da análise de Pareto ABC versus o custo do estoque armazenado, com isso obtem-se a cobertura de consumo, onde; A cobertura de um (1) mês, B cobertura de 2 meses e C cobertura de 4 meses. A proposta é parametrizar o estoque máximo, utilizando o conceito do lote econômico de compras (LEC).

Portanto a proposta é estabelecer um padrão com conceitos específicos para materiais de comportamentos específicos, como por exemplo, os materiais de baixo consumo que serão avaliados utilizando os conceitos de Poisson. A tabela abaixo possui vinte (20) itens que serão submetidos análises específicas, dentre eles materiais com baixíssimo giro de consumo e de consumos regulares.

Figura 9: Tabela com os materiais que serão submetidos a análise.

Material	Descrição Material	Unidade de medida	Prazo de entrega	Quantidade Estoque	Custo Médio	Ponto de reabastecimento	Estoque máximo	GIRO
347639	TRANSDUTOR ALIMENTACAO ONDUL BHS AF-P	CDA	64	1	R\$ 32.734,34	1	1	1
108291	ROLAMENTO AUT ROLO	CDA	60	3	R\$ 10.109,33	2	3	1
105084	RODA GIRAT ONDUL LANGSTON 28872	CDA	30	1	R\$ 5.625,61	1	1	0
205034	CORREIA AMARRAD U-ATRI	CDA	30	2	R\$ 4.586,29	2	2	1
189187	TRANSDUTOR EMENDADOR MARQUIP 5997212	CDA	30	4	R\$ 5.320,11	1	1	2
27607	CONTRA FACA CORTE MARQUIP POS 9626450	CDA	30	2	R\$ 4.997,49	4	4	1
108293	ROLAMENTO AUT ROLO TS3 - R2515 CS2 80PX2	CDA	60	3	R\$ 8.323,94	2	2	3
82401	RESOLVER ELETRONICO GUILHOTINA MARQUIP P	CDA	30	1	R\$ 8.044,77	1	1	1
196271	RESOLVER FACA MARQUIP III 22612-1000	CDA	30	1	R\$ 7.397,17	1	1	1
296754	CORREIA TRANSP 4,0X 600,0X 6090 MM	CDA	50	1	R\$ 6.106,54	1	1	1
6993	ROLAMENTO RIG ESF 6305-2ZR	CDA	45	5	R\$ 107,01	4	6	1
4444	REATOR LAMP FLUOR 220V 2X 40W	CDA	30	7	R\$ 253,43	5	10	2
27607	CONTRA FACA CORTE MARQUIP POS 9626450	CDA	30	2	R\$ 9.994,97	4	4	1
106557	ANEL VED ONDUL MARQUIP	CDA	30	6	R\$ 4.040,86	6	8	1
112231	FACA CIRCULAR BIPART KLABIN 55.002	CDA	65	8	R\$ 2.642,90	7	10	1
28807	CONTATOR TRIPOLAR AC-3 25A 1NA+1NF	CDA	34	4	R\$ 490,41	3	4	1
33385	VALVULA ESF A216WCB ROS 150# 1 "	CDA	50	3	R\$ 441,90	3	7	0
35231	REATOR LAMP FLUOR 220V 2X 20W	CDA	30	6	R\$ 219,14	3	6	2
35253	ROLAMENTO RIG ESF 6210-2ZRN 6210-2ZN	CDA	35	6	R\$ 253,29	3	6	2
35791	MANGUEIRA VACUO AR 2.1/2 "	M	30	5	R\$ 138,03	3	6	1
TOTAL					R\$ 111.827,53			

Fonte: Autor.

Com o objetivo de apurar a classificação proposta, abaixo será representado o racional dos cálculos:

Para realização foi utilizado os recursos do MS Excel, para melhor auxílio na elaboração. Portanto:

Exemplo: Material 112231 FACA CIRCULAR BIPART KLABIN 55.002

Figura 10: Tabela de dados material 112231.

Histórico	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	Resultados	
CONSUMO	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	Média	0,67
													Desvio Padrão	1,56
													Prazo de entrega	2,20
													Fator de serviço	0,98
													Custo de armazenagem	396,44
													Custo de pedido	50,68

Fonte: Autor.

Trazendo conceito do método de Poisson para realidade do estoque da empresa em estudo, foi adaptada respeitando os conceitos estatísticos do método, garantindo assim uma aplicabilidade e oferecendo mais um recurso de cobertura das necessidades de consumo. Onde:

$px(t)$ - Probabilidade de haver uma determinada quantidade de solicitações por peças de reposição durante o intervalo de tempo (t).

X - é representado pela média de consumo;

T - Lead time parametrizado no sistema;

λ - a taxa é representada pelo nível de serviço esperado.

- Estoque de Segurança (ES):

Fator de serviço: 0,98;

Prazo de entrega: 2,20;

Média de consumo: 0,67;

∴ ES $Poissoninv(0,98;2,20) * 0,67 = 6,50$.

- Ponto de reabastecimento (PR):

Prazo de entrega: 2,20;

Média consumo mensal: 0,67;

Estoque de Segurança: 6,50;

∴ PR $(2,20 * 0,67) + 6,50 = 7,9$.

- Estoque Máximo (EM):

Ponto de reabastecimento: 7,9;

Consumo anual: 8;

Custo de pedido: 50,68;

Custo de armazenagem: 396,44;

∴ EM $7,94 + Raiz(2 * 8) * 50,68 / 396,44 = 8,1$.

Nesta simulação, aplicando a todos os demais itens selecionados (20 itens), foi possível obter uma redução de 8,9% nos valores em estoque.

Deve ser observado, uma concentração maior nos materiais com giro de consumo um (1), o que reforça a necessidade de aplicar o correto método na definição dos parâmetros nos materiais de manutenção (MRO). Abaixo quadro comparativo:

Figura 11: Resultado entre os parâmetros atuais versus proposta.

Material	Consumo médio anual	Estoque de segurança (Poisson)	Novo ponto de pedido (PR)	Estoque Máximo (EM) LEC	ATUAL		PROPOSTO		Financeiro	
					PR	EM	PR Poisson	EM Poisson	Status	Variação de Valores
347639	0,18	2,13	2,31	2,40	1	1	1	1	Sem alteração	R\$ -
108291	0,50	4,00	4,50	4,60	2	3	4	5	Aumento	R\$ 3.369,78
105084	0,33	2,00	2,33	2,40	1	1	2	2	Aumento	R\$ 5.625,61
205034	0,25	2,00	2,25	2,30	2	2	2	2	Sem alteração	R\$ -
189187	0,17	1,00	1,17	1,20	1	1	1	1	Sem alteração	R\$ -
27607	0,17	1,00	1,17	1,20	4	4	1	1	Redução	-R\$ 7.496,24
108293	0,17	2,00	2,17	2,20	2	2	2	2	Sem alteração	R\$ -
82401	0,08	1,00	1,08	1,10	1	1	1	1	Sem alteração	R\$ -
196271	0,08	1,00	1,08	1,10	1	1	1	1	Sem alteração	R\$ -
296754	0,14	1,67	1,81	1,90	1	1	1	1	Sem alteração	R\$ -
6993	0,88	4,50	5,38	7,10	4	6	5	6	Aumento PR	R\$ -
4444	0,25	2,00	2,25	2,80	5	10	2	3	Redução	-R\$ 253,43
27607	0,17	1,00	1,17	1,20	4	4	1	1	Redução	-R\$ 7.496,24
106557	0,75	3,00	3,75	3,80	6	8	4	4	Redução	-R\$ 2.693,91
112231	1,44	6,50	7,94	8,10	7	10	8	8	Redução	-R\$ 660,73
28807	0,57	2,27	2,83	3,20	3	4	3	3	Redução	-R\$ 122,60
33385	1,25	5,00	6,25	6,80	3	7	6	7	Sem alteração	R\$ -
35231	0,25	2,00	2,25	2,80	3	6	2	3	Redução	-R\$ 109,57
35253	0,29	2,33	2,63	3,10	3	6	3	3	Redução	-R\$ 126,65
35791	0,42	2,00	2,42	3,60	3	6	2	4	Redução	-R\$ 55,21
									Redução	-R\$ 19.014,56
									Aumento	R\$ 8.995,39
									Custo evitado	R\$ 10.019,17
									Variação	8,96%

Fonte: Autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstra o grau de complexidade que existe entre o gerenciamento dos materiais de manutenção comparado aos materiais em processo, matéria prima e ou de produto acabado. Os controles precisam de uma periodicidade previamente definida, e os critérios precisam ser bem definidos, desta forma o propósito em buscar uma melhoria, na forma de classificar e apurar resultados nos estoques de manutenção. Este trabalho teve como principal objetivo, fazer comparações dos modelos adotados pela empresa, com os modelos explorados pelos estudiosos sobre o tema.

Esta pesquisa fundamentada em análise gera valor a cadeia produtiva, uma vez que, os recursos estão todos voltados para mitigar riscos de rupturas, elevar o nível de atendimento, eliminar fadiga entre a área de planejamento de materiais versus o departamento usuário, e com um viés totalmente voltado para o lucro, condição primordial no atual cenário econômico mundial.

Ainda nessa linha de exploração de conceitos, em específico sobre os custos, relacionados a paralisação de equipamentos por falha no gerenciamento dos estoques, condição que requer muita dedicação e envolvimento das demais áreas relacionadas, produção, manutenção, planejamento, devem apoiar e colocar valor nessa análise, o departamento de planejamento materiais via de regra, não possui o conhecimento técnico necessário sobre os equipamentos, torna-se praticamente impossível propor reduções de estoques de materiais, com características de demandas irregulares e de consumos imprevisíveis, sem o envolvimento e os dados específicos do comportamento dos materiais na linha produtiva.

Dada as devidas proporções e os custos incorridos nesse processo, seja pelo valor de um equipamento inoperante, ou pelo valor em estoque armazenado, fica evidente a necessidade de se colocar esforços, seja na contratação de profissionais qualificados e ou *software* específicos, para pesquisas e desenvolvimentos sobre a forma de conduzir e definir parâmetros de atendimento, dos materiais de manutenção.

Utilizando dos recursos de *benchmarking* e da própria empresa em estudo, é possível constatar um baixíssimo nível de envolvimento da alta direção que tem conhecimento quanto ao resultado e ou as condições com que os estoques de MRO estão sendo submetidos, pois faz parte do ativo, mas são poucas as ações de investimento em tecnologias e em formas de melhorar os recursos do almoxarifado. Há quem diga que este é um departamento classificado por muitas empresas como um depósito, uma área que gera despesas, com profissionais de baixo nível de instrução, um departamento com pouca visibilidade até que se apresente uma ocorrência de falta de material ou equipamento esteja inoperante.

Quanto ao processo de classificação do estoque é necessário estar o mais claro possível a finalidade de cada recurso e o que cada gestor precisa entregar. A estruturação do plano mestre de MRP precisa ser pensada, discutida, compartilhada e por fim implementada, possibilitando o manuseio e alcance dos objetivos, mas ressalto que todos precisam enxergar valor neste trabalho de classificação, do presidente ao nível mais baixo de colaboradores envolvidos no processo, realizando as ações de base mantendo os recursos vivos em uma cadeia complexa como a produtiva.

O processo de mudança proposto, é reconhecido que a maioria dos seres humanos tem consigo que mudança não é bom, seja pelo comodismo, medo de errar ou simplesmente não querer mudar. Observou-se que o processo estabelecido internamente está em uma condição adequada, se comparado com outras empresas, está em nível muito acima. É imprescindível que as possibilidades de melhora sejam levadas em consideração; ler e ouvir novas formas de trabalho podem melhorar muito a forma de produzir, sendo de extrema necessidade estar livre de conceitos pré estabelecidos e munido de humildade e sabedoria no momento de escutar novas propostas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIAS

AURELIO, P. Dias Marco. **Administração de Matérias Uma Abordagem Logística**: Editora Atlas, São Paulo, SP. 1993.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**, Editora Bookman, Porto Alegre, RS. 2006.

CORRÊA, Luiz Henrique; Giansi, Irineu G. Nogueira; Caon, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**, 5ª ed. Editora Atlas, São Paulo, SP. 2014.

WANKE, Peter. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos**, Editora Atlas, São Paulo, SP. 2003.

CARLAMAGNO, S. F. **Uma Abordagem de Custos na Formação de Estoques**. – Paraná: Universidade Estadual de Maringá, 2006.

FENSTERSEIFER, E. J.; HOPPEN, N. **Sobre alguns modelos de Lote Econômico de Compras**. Rio de Janeiro: Revista de Administração de Empresas, 1985.