

3. Estudo de Caso

3.1. Cenário de oficinas de manutenção de motores aeronáuticos

As oficinas que realizam manutenção, reparo e inspeção (MRO) nos motores aeronáuticos apresentam algumas particularidades que tornam suas operações ainda mais complexa, são elas:

- Variação do volume e do tipo de trabalho;
- Processo operacional de manutenção recebe grande influência dos clientes; A informação sobre o nível de manutenção necessária só é completamente conhecida quando é realizada a inspeção.
- Exigências de diferentes órgãos reguladores da aviação civil de cada país ou região (Exemplos: Agencia Nacional de Aviação Civil – ANAC, Brasil; European Aviation Safety Agency – EASA, Europa; Federal Aviation Administration – FAA, EUA)

De acordo com Ghobbar e Friend (2003), a indústria aeronáutica acredita que sua particularidade no mercado seja decorrente da combinação de quatro fatores, são eles: ampla necessidade de peças, demanda imprevisível, rastreamento de peças por razões de segurança e alto custo por falta de peça (AOG – Aircraft on the ground, termo usado quando o avião está na parada na pista por algum problema técnico).

Porém, o que mais impacta negativamente a eficiência do MRO é o inadequado gerenciamento de inventário das peças, erros humanos e processo de verificações, de acordo com Ngai et al. (2014)

Como as empresas reparadoras não têm acesso às informações em antecedência das companhias aéreas sobre a quantidade de ciclos que cada motor efetuou e efetuará no futuro, a previsão de peça se torna muitas vezes um desafio.

Ainda de acordo com Ghobbar and Friend (2003), a demanda dos transportes aéreos varia de acordo com o tempo, assim como para outros

serviços/produtos. A demanda ocasionada pelas férias escolares, por exemplo, resulta em picos nestas épocas. Com o mercado competitivo, as linhas aéreas necessitam estar com a máxima disponibilidade de seus serviços para atender esta demanda.

3.2. Caracterização da empresa:

Na empresa foco desse estudo de caso, o baixo custo, a alta qualidade e o tempo necessário para realizar a manutenção dos motores são fatores que a tornam competitiva no mercado em relação às demais oficinas que realizam o mesmo nível de serviço. Porém, como os principais clientes são do mercado externo, e conseqüentemente localizados próximos aos competidores, são necessários de 8 a 12 dias para serem efetuados os processos de exportação e importação dos motores.

Para aumentar a sua competitividade a empresa necessita manter os níveis de qualidade, o baixo custo e principalmente estudar continuamente formas de reduzir a duração da manutenção para diluir o tempo gasto pelo transporte entre os países.

Para tal redução, foram percebidas oportunidades na área de gestão de estoque, conforme descritas nos parágrafos 1.2 – Objetivo do trabalho e 1.3 - Delimitação do escopo da dissertação, subdivididos em três categorias: aquisição de materiais, gestão da área de armazenagem e distribuição de materiais.

A empresa estoca cerca de 9000 SKUs e conta com quatro almoxarifados espalhados por sua unidade. O almoxarifado que fica próximo à montagem final do motor armazena peças de médio e de grande porte, ou seja, peças que são de difícil manuseio e que serão utilizadas somente para esta fase final. O que estoca consumíveis, como por exemplo, arames de solda, pó de plasma, selantes entre outros itens e peças menores, fica próximo à área de reparo para facilitar o atendimento à oficina no momento necessário. A área que realiza reparo, inspeção e manutenção dos acessórios do motor e da caixa de engrenagens também conta com um almoxarifado exclusivo. Além destes há mais um almoxarifado que estoca combustíveis, e outros produtos inflamáveis e óleos, utilizados para o teste

final do motor, para a limpeza química e para a preservação de peças. Vide figura 5.



Figura 5: Disposição de Almoxarifados de acordo com as áreas de utilização
Fonte: Autora

Quando o motor de destino das peças que foram reparadas está próximo a ser montado, as mesmas são encaminhadas para a área de acumulação, designada para aquela turbina específica onde se juntarão aos demais itens do mesmo motor e então todas elas são encaminhadas para a área destinada à montagem.

Esse trabalho irá realizar uma análise pontual no almoxarifado de peças de acessórios que foi identificado como o que há as maiores oportunidades para uma maior eficiência do processo. Um atraso na produção ocasionado por problemas de pagamento de material do estoque para a oficina impacta diretamente na entrega do motor. Além disso, esta é a área onde houveram os maiores índices de reclamações referentes às oportunidades apontadas.

Este estoque tem uma função semelhante ao estoque de reparo e de montagem, nele são armazenadas peças para substituição, consumíveis e itens comerciais, como parafusos, arruelas, porcas entre outros, que serão utilizados exclusivamente para esta área.

Como as peças que são reparadas na área de Acessórios são as últimas a serem montadas no motor, pois são peças da parte externa, qualquer atraso pode impactar na saída da turbina para fora da empresa.

O fato do estoque ter um grande volume de peças, considerando a maioria das peças com *lead time* elevado e itens vendidos em lotes, contribui para a dificuldade de segregar os itens.

Quando um item é recebido, é realizada a conferência do seu número de série, sua documentação e também uma inspeção física simples. Estando tudo de acordo com o pedido, é confeccionada uma etiqueta com código de barras e detalhes da peça, que será afixada ao item, e é, então, iniciada a busca de espaço disponível para armazenagem do item nas prateleiras do estoque. Essa busca é realizada visualmente pelo operador de estoque. Após identificar um lugar para a armazenagem, e efetuada a alocação do item, é anotada sua localização e logo após adicionada ao sistema manualmente. Atualmente, o sistema utilizado é o de localização randômica. Este cenário é o mesmo em todos os estoques de peças da empresa.

Será utilizado como exemplo durante este estudo de caso a caixa de engrenagens que tem em média 150 itens (dependendo do modelo do motor) montados nelas. Estes itens também podem ser conjuntos de peças ou apenas um componente.

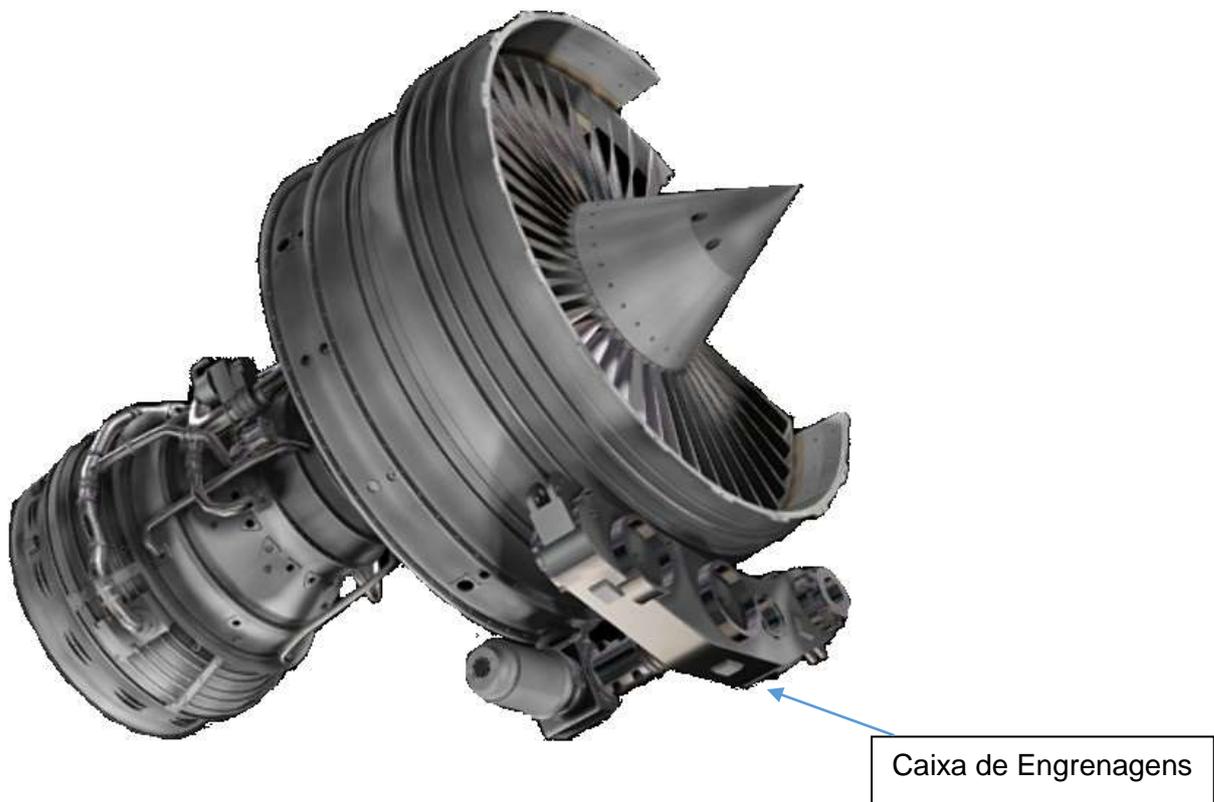


Figura 6: Desenho gráfico de um motor de aeronave com a localização da caixa de engrenagens.
Fonte: www.turbosquid.com Acesso 25/03/2014

A caixa de engrenagens (Figura 6), após ser desacoplada do motor é enviada para a área de acessórios, sendo lá desmontada e seus itens inspecionados.

As peças que precisam ser compradas são requisitadas, as peças boas para uso são armazenadas na seção produtiva e as reparáveis são enviadas para o reparo. Vide Figura 7.

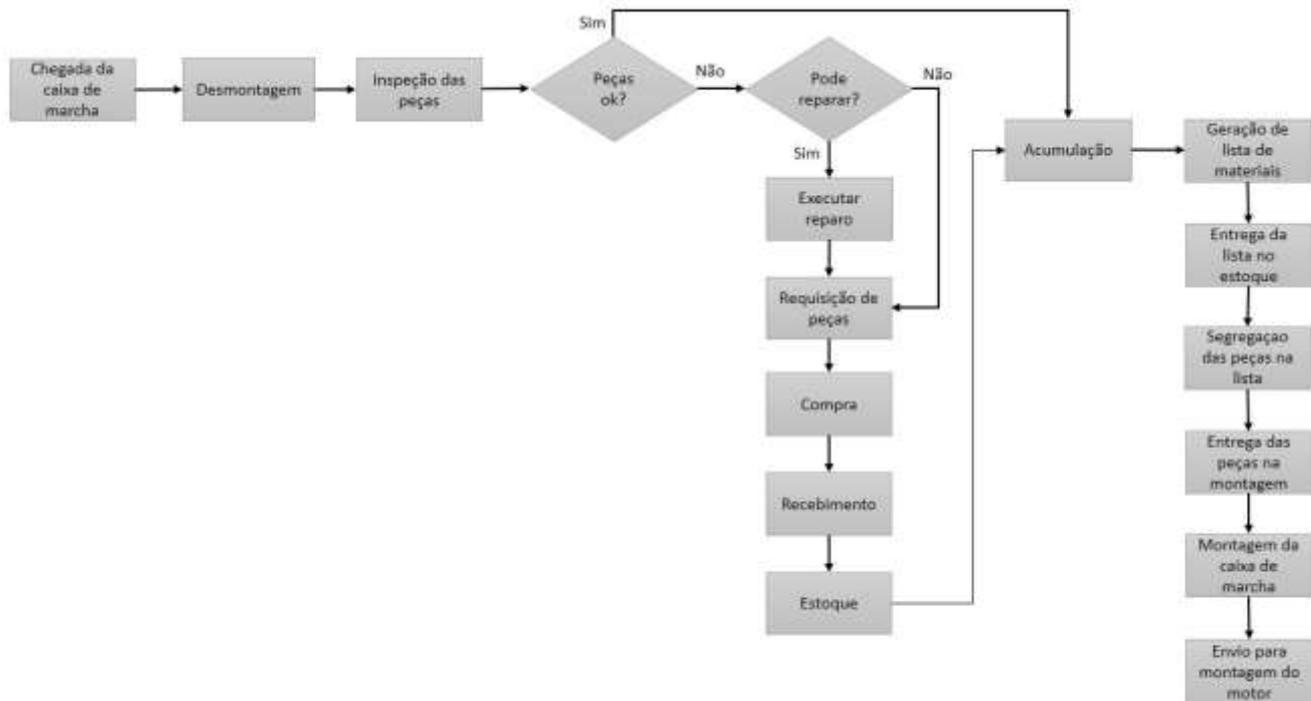


Figura 7: Mapa de processo de reparo das caixas de engrenagens
Fonte: Autora

3.3. Análise das oportunidades e sugestões

Os gerentes das áreas em estudo e alguns de seus funcionários foram entrevistados, em conjunto, e a eles foi requisitado que identificassem problemas e oportunidades de melhorias e que os priorizassem de acordo com a importância para o negócio. No total, foram seis entrevistados para a definição desses aspectos e de seus níveis de criticidade, conforme o quadro 4:

Aspectos Relevantes	
<p>Maior</p> <p>Importância</p>  <p>Menor</p> <p>Importância</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Carência de priorização sobre qual material deve ser entregue primeiramente a produção; • Organização e subutilização de espaços; • Lista de materiais enviadas tardiamente; • Endereço de itens errados; • Listas de materiais necessários para a produção que não são entregues ao almoxarifado; • Endereço de peças anotado manualmente e depois transcrito para o sistema de estoque; • Fornecedor sem acesso ao nível de estoque e a necessidade de itens de reposição constante; • “Busca” de espaços disponíveis para armazenagem de itens; • Áreas extensas com o mesmo endereço; • Falta de sistema de TI integrado com a produção

Quadro 4: Classificação de importância dos aspectos relevantes.

Definidos os aspectos relevantes para o sucesso, foi discutida a forma de medição para cada item. Por similaridade de medição e gestão, os mesmos foram subdivididos em três categorias: aquisição de materiais, gestão da área de armazenagem e distribuição de materiais, de acordo com a quadro 5. Além disso, foram efetuadas entrevistas com os operadores das funções relacionadas para a obtenção do tempo médio desperdiçado em cada operação de acordo com os aspectos e seus critérios de medições.

<u>Grupo</u>	<u>Aspecto</u>	<u>Medição</u>	<u>Tempo Médio Desperdiçado (h/mês)</u>
Aquisição de Materiais	Fornecedor sem acesso ao nível de estoque e a necessidade de itens de reposição constante;	Tempo gasto pelo funcionário para requisitar esse material	16
Gestão da Área de Armazenagem	Organização e subutilização de espaços;	Tempo de armazenamento / tempo de busca de materiais	10
	“Busca” de espaços disponíveis para armazenagem de itens;	Tempo de armazenamento	5
	Áreas extensas com o mesmo endereço;	Tempo de busca de materiais	5
	Endereço de peças anotado manualmente e depois transcrito para o sistema de estoque;	Tempo de armazenamento	20
	Endereço de itens errados;	Tempo de busca de materiais	2
Distribuição de Materiais	Carência de priorização sobre qual material deve ser entregue primeiramente a produção;	Tempo de espera do operador para iniciar o trabalho / nível de atraso da entrega de materiais / retrabalho no estoque	4
	Listas de materiais necessários para a produção que não são entregues ao almoxarifado;	Tempo de espera do operador para iniciar o trabalho / nível de atraso da entrega de materiais / reorganização da produção	4
	Lista de materiais enviadas tardiamente;	Tempo de espera do operador para iniciar o trabalho / nível de atraso da entrega de materiais / reorganização da produção	2

Quadro 5: Medições dos aspectos críticos

Considerando que o valor da hora da empresa é em torno de R\$ 150,00 calculou-se que esses aspectos geram um desperdício de R\$ 10.200,00 mês.

Com base no exposto as sugestões de melhorias para os aspectos apresentados acima, que contribuem para a redução do tempo das operações e consequentemente a redução de custo, estão listadas nos itens 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3 a seguir.

3.3.1. Aquisição de Materiais

Dentro do processo de aquisição de materiais, a principal oportunidade apontada foi a implementação do sistema VMI, possibilitando assim que o fornecedor tenha acesso ao nível de estoque, sendo o responsável por gerenciá-lo.

Desta forma, além de reduzir o tempo gasto com a requisição de itens de reposição constante e de baixo valor, a empresa terá oportunidade de concentrar a mão de obra dos planejadores de materiais nas peças que são críticas e que necessitam de atenção especial. As peças consideradas pela classificação ABC como A, são as mais críticas da empresa e as que demandam muita atenção, já que além de serem de alto custo e de grande importância para a montagem do motor, também são de difícil aquisição e de *lead time* elevado em relação as outras.

Outra vantagem do VMI é a disponibilidade do produto exatamente no momento em que o mesmo é necessário para a utilização (JIT), ou seja, os riscos de ruptura de estoque são praticamente eliminados. A falta de qualquer item durante os processos de reparo e montagem dos conjuntos ou do motor, gera atrasos que podem impactar na data de entrega final do motor.

Além dessas vantagens, com a empresa fidelizada pelo fornecedor e este tendo acesso a sua demanda, é possível realizar melhores negociações de preços e contratos.

Com a implementação do VMI estima-se que seja eliminado o desperdício de tempo em relação as aquisições de materiais, o que geraria uma redução de 2400 reais nos custos mensais. O sistema VMI ainda não foi adquirido pela empresa porém o custo de implementação se sua tecnologia é baixo.

3.3.2. Gestão da Área de Armazenagem

Na categoria de gestão da área de armazenagem, diversos itens foram apontados como impactantes no tempo das operações da empresa.

A ineficiência dessa área engloba problemas como a perda de tempo na busca das peças necessárias para a produção, que pode ser ocasionada pelo grande volume de itens, o que dificulta a busca, pela organização de estoque estar precária, materiais cadastrados no local errado (erro durante a anotação do endereço da peça) e grandes áreas com o mesmo endereço (cerca de 2 metros de extensão de prateleiras com o mesmo endereço). Além disso, ainda são observadas oportunidades no processo de estocagem da peça, como subutilização dos espaços, o que causam excessos em outros lugares, busca visual dos espaços disponíveis para a armazenagem, anotação do endereço das peças efetuada manualmente, o que pode gerar erros devido à grande interferência humana.

Conforme já citado na revisão bibliográfica, algumas considerações são importantes para a definição do local ideal para cada item e também qual o melhor sistema de localização. Como esse trabalho é sobre o mercado aeronáutico, as dimensões e formas dos produtos são bastante variáveis; em um mesmo estoque são armazenadas peças de 260 cm (H) x 75 cm (L) e outras 1 cm (H) x 0.5 cm (L). Assim como as dimensões e as geometrias, os pesos também são bastante variáveis.

Itens de grande porte e/ou de peso elevado, devem ser alocados próximos ao chão, para evitar acidentes e facilitar a utilização das prateleiras disponíveis. A forma do item também deve ser considerada para que haja o melhor aproveitamento possível dos espaços. O método de estocagem é um dos itens mais críticos, pois há materiais que necessitam de refrigeração, por exemplo, e a manutenção deste item em temperatura inadequada torna o produto inutilizável. Além disso, a sobreposição das peças pode causar danos ou quedas, tornando-as inutilizáveis.

No estoque das caixas de engrenagens, os itens são menores o que facilita a reorganização. Como a empresa lida com motores de modelos diferentes o ideal

é realizar a segregação do estoque de acordo com os tipos. Além disso, selecionar os itens que são utilizados com mais frequência e que não são destinados exclusivamente para um determinado motor, e realocá-los de forma que fiquem de fácil acesso.

De acordo com o que foi descrito no Capítulo 2, a empresa segue o modelo de localização combinado, ou seja, alguns itens têm sua localização fixa e outros são alocados randomicamente.

Os de localização fixa são os itens de dimensões menores e que não são destinados para um motor exclusivamente, como exemplo pode-se citar parafuso, arruelas, porcas, que são utilizadas em grandes quantidades nos motores. Esses são armazenados em gavetas específicas para cada tipo de item, ou seja, qualquer item daquela gaveta é idêntico aos demais.

Já as peças maiores e que são adquiridas exclusivamente para um determinado motor tem sua localização escolhida de forma randômica, ou seja, é buscado no estoque um lugar vazio em alguma prateleira. O problema da localização randômica é que quando as peças são utilizadas, é necessário recorrer ao sistema onde sua localização foi anotada e fazer a busca da peça. As peças para um mesmo motor não são armazenadas no mesmo local, mas sim pela ordem em que chegam no estoque, o que aumenta o tempo de busca.

Segregar as peças de acordo com o motor onde ela será montada gera uma maior subutilização do espaço disponível. Essa subutilização ocorrerá devido à particularidade de reparo de cada caixa de engrenagem. Algumas precisam de dez peças novas, por exemplo, outras de quinze. Isso significa que o estoque teria que separar espaços para o máximo volume de peças de substituição, até mesmo para caixas de engrenagens que realizaram apenas a troca de poucos itens.

A reorganização do estoque deve ser iniciada pelo redimensionamento das prateleiras. Essa são todas largas, propiciando que itens sejam armazenados uns atrás dos outros, dificultando ainda mais a busca no momento de sua utilização. Outra característica das prateleiras é a distância entre elas, que é fixa, ou seja, mesmo as mais altas que são apenas acessadas com o uso de escadas, têm cerca de

30 cm de altura. Para facilitar, a altura das prateleiras deveria ser variável, uma vez que itens de grande porte não são armazenados em prateleiras altas, até mesmo por uma questão de segurança. Sobre a largura, poderia também ser variável, ou seja, em um corredor, poderiam haver à direita prateleiras mais largas e à esquerda mais estreitas. Desta forma, o espaço físico seria mais bem aproveitado, os corredores ficariam mais amplos e conseqüentemente a movimentação dentro do almoxarifado seria facilitada.

Outra oportunidade de melhoria ainda nas prateleiras do estoque é relacionada ao amplo espaço com o mesmo endereçamento. Cerca de dois metros de distância na prateleira, é considerado um único endereço. Quando itens menores estão armazenados na mesma prateleira, muito tempo é gasto para identificar a localização do item requerido.

Ainda há o problema de referência incorreta sobre a localização da peça decorrente de grande interferência humana. Nas prateleiras há uma etiqueta de papel com um código de barras que representa o seu endereço, esta identificação além de ser pequena, por ficar fixada no local, fica danificada com frequência o que acaba dificultando a anotação correta da localização das peças e conseqüentemente afetando a busca de um item. A anotação manual do local onde a peça se encontra também possibilita diversos erros causados por grande interferência humana, já que o endereço é anotado em um papel e depois transcrito para o sistema.

Como citado anteriormente, a empresa estoca cerca de 9000 SKUs, anotar manualmente a localização de cada item e depois encontrá-lo em meio de outras milhares de peças é sempre uma tarefa complexa e demorada.

O volume de itens estocados no almoxarifado hoje não pode ser reduzido uma vez que as peças são necessárias para todas as áreas localizadas no prédio onde ocorre o reparo de acessórios. Além disso, alguns itens são comprados em lotes para a obtenção de desconto na compra. Os itens são classificados de acordo com a curva ABC. Como já esperado, muitos itens armazenados são classificados como C, uma vez que os mesmos, em sua maioria, têm um *lead time* elevado, são vendidos em lotes e têm um baixo custo. Como hoje os itens chegam e são

estocados no espaço que está disponível, é comum encontrar várias unidades do mesmo item armazenadas em lugares diferentes.

Algumas medidas podem ser tomadas para a solução destes últimos problemas. Dividir as prateleiras em mais partes, facilitaria o processo de procura de peças no estoque uma vez que a localização levaria ao operador exatamente onde a peça se encontra. Um dispositivo de leitura de códigos de barras atrelado diretamente com o sistema de localização das peças reduziria o tempo de estocagem e ainda minimizaria as chances de erro de localização. Outra solução, porém requisitando um investimento mais robusto, seria a aplicação de tecnologias como RFID para auxílio de busca e endereçamento das peças. Acredita-se que o tempo de busca dos itens cairia mais de 50% uma vez que as peças seriam facilmente localizadas, o erro no endereçamento de peças também reduziria. Além disso, o recebimento e o processo de armazenagem do item seriam mais ágeis e com menos interferência humana reduzindo assim o índice de erro. Essas melhorias supracitadas ainda poderiam contribuir com a acurácia do inventário do estoque, evitando assim o custo de compra de peças não encontradas.

Outra sugestão de melhoria é a segregação do estoque, setorizando-o e agrupando-o por SKU. As peças contidas neste estoque são destinadas às caixas de engrenagens, mas também aos demais acessórios do motor, como cabeamento elétrico, braçadeiras, tubos entre outros. Logo, a divisão entre as peças da caixa de engrenagens e as da parte externa do motor, colaboraria para a organização do estoque e facilitaria o manuseio das peças.

A acurácia do almoxarifado impacta diretamente na eficiência das operações de estoque, o que afeta a produção como um todo e todas as alternativas apresentadas acima poderiam contribuir para a solução dos problemas citados até aqui.

Estima-se que com as melhorias citadas, em média 50% do tempo desperdiçado na armazenagem seria reduzido. Com isso espera-se uma redução de custo da ordem de R\$ 3.150,00 por mês.

3.3.3. Distribuição de Materiais

No momento da distribuição de materiais várias melhorias foram identificadas no processo. Essas oportunidades são relacionadas basicamente com o gerenciamento das listas de materiais.

As listas são enviadas tardiamente para a equipe de estoque, algumas vezes não são entregues no local, são priorizadas erroneamente e ainda há o agravante da grande quantidade delas. Cada lista é específica de cada motor e ela contém os itens que serão necessários para a montagem de um conjunto específico.

A empresa em questão processa em média um motor por dia, ou seja, todos os dias itens devem ser segregados para a montagem de algum motor futuramente. É fundamental que os funcionários do estoque selecionem os materiais necessários à produção conforme a prioridade dos motores.

A entrega das listas de materiais é responsabilidade da equipe de planejamento e controle da produção (PCP). Estes recebem informações dos planejadores de materiais e do gerente da produção. Esses dados são enviados algumas vezes tardiamente para os planejadores, além disso, ocorre algumas vezes a alteração no planejamento e as datas de entrega dos motores são alteradas. Por conta desses atrasos foram estabelecidas datas limite para a entrega das listas no almoxarifado.

Para a caixa de engrenagens, a lista deve ser entregue até três dias antes da montagem do conjunto. Como nem sempre o PCP tem essa informação com tamanha antecedência as listas chegam atrasadas ao estoque, o que impacta diretamente na entrega das peças na produção.

Apesar da equipe do PCP possuir o planejamento dos motores com as datas que os mesmos serão montados, as listas de materiais são entregues na área de estoque de acordo com a disponibilidade de informações. É função dos operadores de estoque segregar os itens de acordo com a programação dos

motores, porém muitas vezes os itens são separados de acordo com a ordem de chegada das listas.

O erro de priorização acontece quando o funcionário do estoque segrega os itens de uma lista sem verificar qual é a data para a montagem da caixa de engrenagens que está descrita naquela lista. Este problema pode ser motivado pela inexperiência, distração, pressão sofrida pelo funcionário para aumentar a produtividade ou até mesmo falta de entendimento do porquê da necessidade de pagar os materiais na ordem de montagem. Por causa dessa conduta, ou as peças são enviadas para a produção e lá ficam esperando serem montadas, ou ficam segregadas na área de estoque, tumultuando-a, ou são realocadas nas prateleiras, causando retrabalho. Além dos transtornos causados pelas peças que foram segregadas no momento incorreto, as que não foram segregadas e deveriam ter sido, são entregues tardiamente à área de montagem e geram atrasos significativos na entrega final do motor. Esses atrasos podem gerar multas e/ou horas extras de trabalho tanto da equipe de montagem da caixa de engrenagens como da que realiza a finalização do motor.

Por causa desses atrasos, a equipe de estoque, juntamente com a gerência de produção, determinaram que sete dias antes da montagem final do motor a equipe de PCP deve entregar a lista de materiais necessários para a montagem da caixa de engrenagens. Logo, os funcionários do estoque têm três dias para segregar as peças e a os mecânicos responsáveis pela montagem desse conjunto, têm mais quatro dias.

Com a implementação das melhorias descritas para a gestão da área de armazenagem, haveria um progresso na eficiência do estoque e conseqüentemente as listas de materiais poderiam ser entregues com menos antecedência. A estimativa é que o tempo de operação reduzido para cada lista proporcionaria a oportunidade das listas serem entregues pelo PCP ao estoque com apenas um dia de antecedência.

Como o volume de motores da empresa tende a aumentar, a quantidade das listas também irá crescer proporcionalmente, então a organização da entrega e priorização correta das mesmas se tornará cada vez mais imprescindível.

Poderiam ser instaladas prateleiras para o recebimento das listas e o PCP poderia já colocá-las disponíveis para o estoque de acordo com a programação do motor. Outra solução ainda bem simples seria a instalação de um monitor onde fosse visível a todos do estoque a ordem de montagem dos motores.

O uso de sistemas para informatizar este processo também geraria grandes vantagens ao processo. Se as listas fossem geradas em um sistema e ele contivesse a ordem de finalização dos motores, as mesmas poderiam aparecer já em ordem de prioridade nos monitores instalados no estoque. A automatização e diversos sistemas diferentes contribuiriam para a redução de erros de priorização e minimizaria os atrasos de entrega de itens a produção. Estes assuntos serão objeto de estudos futuros.

Com as listas disponíveis na ordem de produção, no momento em que as mesmas são necessárias e ainda com as melhorias de armazenagem dos itens, acredita-se que 80% do tempo desperdiçado seria reduzido. Isso traria uma economia de R\$ 1.200,00 a cada mês.

Conforme já foi explicado, os processos dentro do cenário de oficinas do tipo MRO são complexos e, conseqüentemente, de grande consumo de tempo. Por essa razão, eles devem ser gerenciados de forma organizada e estruturada. Logo, além das oportunidades supracitadas, um sistema de suporte à gestão de estoque traria grandes benefícios para a organização. Um exemplo seria o próprio sistema que já se encontra em fase de implementação, o ERP. Como esse sistema tem um sistema de planejamento de necessidade de materiais integrado e engloba as atividades da empresa em geral, a utilização do mesmo irá colaborar com a organização do estoque, a visualização do programa de produção e ainda evitará o desperdício de materiais e de tempo, gerado tanto pelo retrabalho em alguns processos, quanto pela improdutividade de outras áreas, por falta de informação correta quanto a produção.