

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

ADRIANO FADANNI

**AQUISIÇÃO DE SOBRESSALENTES NUM DEPARTAMENTO DE
MANUTENÇÃO: Aplicação de uma metodologia de priorização**

SÃO LEOPOLDO

2016

Adriano Fadanni

**AQUISIÇÃO DE SOBRESSALENTES NUM DEPARTAMENTO DE
MANUTENÇÃO: Aplicação de uma metodologia de priorização**

Artigo apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Manutenção Industrial, pelo Curso de Especialização em Gestão da Manutenção Industrial da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof^o Sidnei Lopes

São Leopoldo

2016

RESUMO

Problemas pela ausência de uma política de aquisição de sobressalentes tem causado perdas para as empresas, principalmente pela indisponibilidade dos equipamentos e pelos elevados custos com aquisições emergenciais ou estoques dimensionados de forma incorreta. Neste trabalho, foram analisados critérios que fazem parte da definição de aquisição de sobressalentes numa planta industrial. Com base no conceito de matrizes de priorização, foi desenvolvida e apresentada uma metodologia qualitativa considerando critérios que interferem na definição para aquisição de um sobressalente. Tais critérios possuem uma relação entre si e acabam de alguma forma influenciando nessa definição. O objetivo com a aplicação dessa metodologia é transformar a definição das aquisições dos sobressalentes que atualmente é feita de maneira totalmente subjetiva e generalista, num método científico e estruturado. E como isso, considerando todos os critérios envolvidos; estabelecer uma priorização para as aquisições de sobressalentes que garantam uma maior disponibilidade dos equipamentos a um menor investimento.

Palavras-chave: Manutenção, Sobressalentes, Priorização.

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia, a competitividade no setor produtivo em qualquer segmento, deixou de ocorrer no âmbito regional ou nacional, passando a ser no âmbito mundial. Hoje o concorrente pode estar em qualquer parte do planeta, e para a sobrevivência neste cenário, se faz necessário uma produção com altos padrões de qualidade e custos baixos.

Na observação do autor desse trabalho pela experiência em gestão de equipamentos, a área de Manutenção nas empresas veem sendo descobertas como uma fonte estratégica de melhoria da produtividade e qualidade desenvolvendo ações de melhorias junto ao setor produtivo. Atualmente, a mesma não é mais vista como um “mau necessário” ou “o fundo da fábrica” e sim como um departamento que gera lucratividade. Com o processo da modernização produtiva, ela vem ganhando papel fundamental nos resultados das empresas. Devido a esse processo de globalização, observa-se há algum tempo a necessidade da mesma reinventar suas operações e passar a enxergar além do que as suas próprias lentes costumavam a ver.

Neste cenário, do ponto de vista específico da manutenção, cada vez mais os equipamentos nas plantas industriais precisam ter maior disponibilidade e confiabilidade a um menor custo. E quando o assunto refere-se a custo e disponibilidade dos equipamentos, um contraditório e importante tópico surge, a questão das peças sobressalentes, visto que em casos extremos do ponto de vista da disponibilidade o ideal para a manutenção é que todo e qualquer componente esteja disponível em estoque. Já do ponto de vista da área de suprimentos o ideal é que não haja nenhum destes componentes em estoque, afinal componente sem giro gera desperdício para companhia.

O equilíbrio entre garantir o abastecimento dos clientes e ao mesmo tempo não comprometer o custo da manutenção com peças desnecessárias em estoque, talvez seja um dos maiores desafios da gestão da manutenção moderna. Diante desse contexto surge o seguinte questionamento: Como elaborar uma lista de peças sobressalentes que possa garantir a maior disponibilidade dos equipamentos?

Buscando responder tal questão, este trabalho tem como objetivo geral, propor um método qualitativo para priorização e recomendação dos sobressalentes para aquisição, partindo de uma lista devidamente montada por um departamento de manutenção.

Atualmente as aquisições de sobressalentes são feitas baseadas no “sentimento” dos integrantes da manutenção, na pressão exercida pela produção e na dificuldade do reparo. Claramente essa metodologia não é a melhor maneira de garantir o resultado de uma companhia. Buscando alcançar o objetivo principal que é propor um método qualitativo para priorização e recomendação dos sobressalentes para aquisição, também foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer critérios de avaliação para a tomada de decisão nas aquisições de sobressalentes;
- Analisar o impacto da falta de um sobressalente não no tempo de parada dos equipamentos, mas sim no resultado da companhia;
- Avaliar as estratégias de manutenção e estabelecer uma política de manutenção mais ampla e integrada com os objetivos da companhia.

Não serão considerados no objeto de estudo a definição de quantidades, bem como avaliar os critérios de definição dos sobressalentes. Cabe lembrar que um departamento de manutenção de qualidade precisa trabalhar na identificação e eliminação das causas de consumo.

Atualmente a análise dos sobressalentes é efetuada de maneira generalizada, com o mesmo grau de importância para todos os itens. Esta forma não traz resultados satisfatórios

sendo necessária uma análise mais profunda, o que não é uma atividade simples, devido, principalmente, ao grande número de itens. Os departamentos de manutenção dividem o assunto referente as peças de reposição em duas etapas:

A primeira etapa consiste em identificar e indicar os componentes necessários para a aquisição. Nesta fase a dificuldade fica mais focada na atividade em operacionalizar a construção dessa lista, essa dificuldade está diretamente relacionada ao número de equipamentos e a diversidade do parque de máquinas instalado.

Na segunda fase, os departamentos de manutenção buscam adquirir os componentes indicados, e definir o que realmente deva ser adquirido ou o que deverá ser adquirido em primeiro lugar, essa talvez seja a maior dificuldade enfrentada pelos departamentos. E o objetivo deste trabalho visa justamente propor uma ferramenta para auxiliar e facilitar essa decisão.

Tal ferramenta será baseada no conceito das matrizes de priorização, essas matrizes têm suas aplicações extremamente difundidas na definição das prioridades para execução de um conjunto de ações identificadas na solução de um determinado problema. Como exemplo mais conhecidos citamos a Matriz GUT. (Gravidade, Urgência e Tendência).

Esta metodologia apresentará critérios que um departamento de manutenção deve identificar e usar na elaboração de uma matriz de priorização para a definição de prioridades na aquisição de sobressalentes, e uma vez seguida essa diretriz para aquisição dos sobressalentes, poderá também ser verificado ganhos de confiabilidade no atendimento aos clientes devido ao aumento de disponibilidade dos ativos na planta industrial, o que refletirá em maior lucratividade e competitividade da empresa, visto também um custo de estoque mais otimizado com as demandas de manutenção da planta.

Na verdade, na opinião desse autor, um departamento de manutenção estruturado já trabalha em seus processos de manutenção preventiva, preditiva, corretiva, TPM (*Manutenção Produtiva Total*), entre outros, com ferramentas de qualidade e estatística. Hoje existem diversas fontes que acabam gerando uma demanda referente a geração ou indicação de sobressalentes.

Na aquisição dos novos equipamento os fabricantes já indicam uma série de sobressalentes, a aplicação de ferramentas de análise de falhas como FMEA (*Análise de Modo e Efeito de Falha*), 5 “Porquês” e etc geram demandas de sobressalentes, na Análise de Indicadores como MTTR (*Tempo Médio Para Reparo*) e disponibilidade as ações propostas muitas vezes são a inclusão de um novo componente como sobressalente.

Existem outros métodos e ferramentas a serem utilizados pelos departamentos de manutenção, como para os casos das padronizações de componentes, projeto de melhorias à serem aplicados no aumento da confiabilidade e na redução no consumo de componentes, análises de falhas para identificação e correção das causas raízes para o consumo de determinado sobressalente. Ou seja, um departamento de manutenção bem estruturado tem que ter em sua estratégia atividades direcionadas para a redução e otimização no consumo de sobressalentes, pois trabalhar somente na lista de sobressalentes nada mais é do que uma simples maneira de compensar a sua ineficiência.

Assim como existem ferramentas para identificação de sobressalentes, também existem modelos matemáticos e *softwares* que baseados nos consumos, prazos de entrega e outros fatores logísticos definem parâmetros de estoque como limite mínimo, máximo, quantidade de reposição, etc.

Outro aspecto importante na questão de sobressalentes são os itens que nesse estudo serão chamados de consumíveis ou de desgaste, são componentes utilizados basicamente em manutenção preventiva e os seus consumos estão relacionados diretamente a quantidade de horas trabalhadas, indicadas no plano de manutenção como exemplos podemos citar: filtros, pastilhas de freio e etc. Este tipo de sobressalente não será considerado no estudo.

Conforme já comentado, com a competitividade crescente as empresas devem trabalhar com altos níveis de confiabilidade e disponibilidade de seus processos com custos aceitáveis. De modo geral, a maioria das empresas são impactadas negativamente, pela falta de uma política e metodologia adequada na gestão de sobressalentes para a manutenção dos equipamentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma manutenção de qualidade não pode ter como sua única estratégia a gestão dos sobressalentes, deve também estabelecer ações de melhorias, padronizações e principalmente políticas de manutenção planejadas com foco na detecção antecipada das falhas, pois através dessas políticas poderá evitar a necessidade de indicação de um sobressalente. Antes de definir a aquisição de um sobressalente, vem a indicação de quais componentes um departamento de manutenção julga necessário indicar como tal. Para isso precisa-se entender a real definição do que é uma gestão de sobressalente, qual o papel e impacto dessa gestão no desempenho de equipamentos numa planta industrial.

Organizar um estoque de sobressalentes, que atenda as necessidades da produção garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, parece ser uma atividade simples, desde que não sejam consideradas outras variantes nesse processo, entre as principais o custo para aquisição desses sobressalentes.

A seguir são apresentados os principais assuntos que serviram de embasamento para o desenvolvimento desse trabalho.

2.1 ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO:

Para definição de uma estratégia de manutenção é importante que se tenha domínio dos tipos de manutenção existentes e que são largamente utilizados nas empresas. A situação ou a condição na qual uma manutenção é realizada nos equipamentos ou nos sistemas/instalações, caracteriza e define os tipos de manutenção existentes.

Segundo Tavares (1997) e Nascif (2001), algumas práticas básicas definem os tipos principais de manutenção que são:

- Manutenção corretiva não planejada
- Manutenção corretiva planejada
- Manutenção preventiva
- Manutenção preditiva
- Manutenção detectiva
- Engenharia de manutenção

Baseado na visão, na qual a manutenção existe para que não haja manutenção, complementando “não haja a manutenção corretiva não planejada”, percebe-se que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido, onde, cada vez mais, os colaboradores da área precisam estar qualificados e equipados para evitar falhas e não para corrigi-las tão rápido quanto possível. Mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada. Essa mesma visão deve ser considerada no assunto referente as peças de reposição. Assim as áreas de manutenção devem priorizar em suas estratégias de manutenção, os tipos de manutenção que evitem a falha de um componente ou garantam a sua confiabilidade, sem a necessidade da inclusão deste na lista das peças de reposição.

Dos tipos de manutenção antes indicados, os que mais se identificam com esta visão.

2.1.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA:

A manutenção preventiva é realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. A manutenção preventiva procura evitar a ocorrência de falhas (prevenir).

De acordo com Kardec e Nascif (2001), manutenção preventiva, é a atuação realizada para reduzirem falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo.

Nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de manutenção preventiva, além das condições operacionais e ambientais influírem na expectativa de degradação dos equipamentos, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada para cada instalação ou no máximo plantas similares operando em condições também similares (KARDEC; NASCIF, 2001)

Alguns fatores devem ser avaliados para a adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a aplicação de técnicas preditivas;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam necessária a intervenção;
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua.

Ainda conforme Kardec e Nacif (2001), a aplicação da manutenção preventiva será tanto mais conveniente, quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais prejudicarem a produção e quanto maiores forem às implicações das falhas na segurança pessoal e operacional.

Porém, se a manutenção preventiva proporciona um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, como o consumo de materiais e sobressalentes, por outro promove, via de regra, a retirada de equipamento ou sistema de operação para a execução dos serviços programados podendo também acarretar na introdução de defeitos não existentes devido a:

- Falha humana.
- Falha de sobressalente.
- Contaminações introduzidas.

- Danos durante partidas e paradas.
- Falhas dos procedimentos de Manutenção

Porém o maior ressalva com relação a manutenção preventiva refere-se a vida útil do componente substituído. Quanto tempo a mais tal componente poderia ser utilizado sem comprometer a confiabilidade do equipamento evitando assim custos desnecessários?

Considerando as questões envolvendo a substituição de sobressalentes o planejamento fica um pouco mais tranquilo, tendo em vista existir a elaboração prévia de uma lista de peças que serão substituídas de acordo a uma periodicidade pré estabelecida pelo fabricante ou por histórico de intervenções. No próximo tópico é apresentado alguns aspectos envolvendo a manutenção preditiva.

2.1.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA:

As ressalvas feitas à manutenção preventiva, que são a retirada dos equipamentos de operação para intervenção, a possibilidade de introdução de uma falha pela intervenção e o custo de troca de componentes talvez desnecessárias, tornam-se os principais pilares para a aplicação da manutenção preditiva.

A manutenção preditiva, também conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento, pode ser definida da seguinte forma: manutenção preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática (MIRSHAWAKA, 1991).

Seu objetivo é prevenir as falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de grandezas diversas, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade o termo associado à manutenção preditiva é o de avaliar as condições dos equipamentos. Ou seja, ela privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Quando o risco da falha se aproxima ou atinge o limite de tolerância previamente estabelecido, ai então é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção.

Ainda para Mirshawaka (1991), as condições básicas para se adotar a manutenção preditiva são as seguintes:

- Os equipamentos, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição.
- O equipamento, sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos.
- As falhas devem ser oriundas de causa que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.

É fundamental que a mão de obra responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada. Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos. Embora isto possa parecer óbvio é comum encontrar-se, em algumas empresas, sistema de coleta e registro de informações de acompanhamento de manutenção preditiva que não produzem ação de intervenção com qualidade equivalente aos dados registrados.

Dentre os principais tipos de manutenção preditiva podemos destacar:

- Análise de vibração para monitorar os desgastes de rolamentos e sistemas de transmissão;
- Análise de óleos para monitorar desgastes em caixas, bombas hidráulicas e outros componentes dos sistemas hidráulicos;
- Análise termográfica com câmeras de termo imagem para a identificação de pontos quentes em sistemas elétricos e outros sistemas onde a geração de calor indica sinais de futuras falhas.

A manutenção preditiva torna-se uma evolução da manutenção preventiva, porém limitações surgem à medida que nem todos os processos sujeitos a falhas podem ser monitorados. Dependem na maioria das vezes de ferramentas especial cujo custo de aquisição são relativamente altos e de pessoal qualificado para a análise dos dados mapeados. Porém é um tipo de manutenção que quando bem aplicado traz excelentes resultados de disponibilidade e custo para a manutenção.

2.1.3 MANUTENÇÃO DETECTIVA:

A manutenção detectiva pode ser definida como a manutenção aplicada em detectar falhas nos sistemas de proteção e segurança que geralmente estão fora de funcionamento, ocultas ou não perceptíveis durante a operação normal de algum equipamento ou sistema. Em resumo, tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção/segurança ainda está pronto a operar.

De acordo com Nascif e Kardec (2003), a manutenção detectiva, é aplicada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectarem falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra. À medida que aumenta a utilização de sistemas automatizados nas operações, o mais importante e mais utilizado será, garantindo a confiabilidade dos sistemas.

Conforme Xenos (1999), é cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. Sistema de *shut-down ou trip (bloqueio e parada dos equipamentos)* garante a segurança de um processo quando esse sai da sua faixa de operação segura. Equipamentos eletrônicos programáveis estão sendo utilizados para essas aplicações.

Os sistemas de *trip ou shut-down* fazem a função de retaguarda entre a integridade e a falha. Graças a estes sistemas de proteção as máquinas, equipamentos, instalações e até mesmas plantas inteiras estão protegidos contra falhas e suas potenciais consequências menores, maiores ou catastróficas.

Grande parte dos elementos que compõe esses sistemas ou malha de intertravamento tem alto índice de confiabilidade, mas essa característica sofre distorção com o tempo, devido ao desgaste natural, vibração etc., provocando um aumento de probabilidade de falha ao longo do tempo. Nessa situação aplica-se a manutenção detectiva, pois nela, especialistas fazem verificações desses sistemas de retaguarda e proteção, sem tirá-lo de operação, sendo capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente corrigindo a situação, mantendo o sistema operando e garantindo a proteção dos componentes.

A manutenção detectiva, assim como as demais já citadas, acaba sempre direcionando suas ações no objetivo de evitar ou minimizar as paradas não programadas. Seu foco está em ações que consigam antever e garantir a não quebra de um componente, seja na sua troca programada ou atuando em fatores que possa comprometer a sua vida útil.

Enfim pode-se afirmar que a aplicação deste tipo de Manutenção é destinada a mudança da condição atual, onde a Manutenção passa a ter o domínio da situação, garantindo o controle sobre possíveis desvios que possam vir a comprometer a integridade dos equipamentos, da segurança e ao meio ambiente.

2.1.4 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO:

Muitas vezes a aplicação de todos os tipos de manutenção sozinhos ou associados não garantem uma manutenção de qualidade, visto que a quebra de um equipamento pode estar vinculada ao seu projeto de fabricação ou na aplicação do processo produtivo a este.

Para Mirshawaka (1993), engenharia de manutenção significa perseguir *benchmarks* (*as melhores práticas*), aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do primeiro mundo. Entretanto, quando se muda de preventiva para preditiva, ocorre um salto positivo nos resultados, em função de uma quebra de paradigma. Um salto ainda mais significativo ocorre quando se adota a engenharia de manutenção.

No momento em que a estrutura de manutenção estiver utilizando para análises, estudos e proposição de melhorias, todos os dados que o sistema de preditiva e preventiva colhem e armazenam, esta praticando engenharia de manutenção, para então entrar num ciclo de melhorar sempre, ou na linguagem mais difundida melhoria contínua.

Ainda para Mirshawaka (1993), ficar consertando continuamente não pode ser a única ação da manutenção, esta também deve procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a mantabilidade, dar *feedback* (*realimentar ou dar retorno*) ao projeto, interferir tecnicamente nas compras, isso chama-se de engenharia de manutenção.

Porém a aplicação de todas as políticas de manutenção já mencionadas não garantem a disponibilidade total dos equipamentos, visto que existem outras variáveis a serem consideradas durante o processo produtivo, como erros operacionais, falhas de componentes, processos produtivos mal dimensionados e etc, os quais poderão gerar falhas entre as intervenções programadas. Para essas falhas faz-se necessário então o reparo via manutenção corretiva não programada, sendo necessária muitas vezes a utilização de peças de reposição para o reparo as quais devem fazer parte da lista de sobressalentes.

2.2 GESTÃO DE SOBRESSALENTES:

A administração de estoques já é explorada há muitos anos, entretanto para a gestão de sobressalentes da manutenção não é dada a mesma importância que aos estoques produtivos. Mas atualmente, devido a alta competitividade, as empresas estão se conscientizando na importância da manutenção com relação a redução de seus custos de fabricação, principalmente em função da disponibilidade dos equipamentos.

O foco deste trabalho não está direcionado na gestão em si dos sobressalentes para manutenção. Porém em função do conteúdo exposto vale lembrar que a gestão deste tipo de estoque possui diferenças consideráveis aos tradicionais estoques.

A primeira grande diferença está no número de itens que deverão ser armazenados, já que geralmente esses estoques são constituídos por muitos itens diferentes, isso em função das plantas industriais que possuem vários modelos e tipos de equipamentos.

Outro aspecto é o baixo giro no consumo de um item por um longo período de controle, exceção feita a equipamentos onde hajam problemas de baixa confiabilidade. E por último a complexidade de alguns sobressalentes que acabam impactando no custo, bem como no prazo de fornecimento.

Na questão referente a gestão de sobressalentes na manutenção dos ativos, alguns trabalhos já foram apresentados e dentre esses podemos citar os seguintes autores:

Chiavenato (1991), que ressalta a importância da assertividade no dimensionamento dos sobressalentes, estoques elevados geram custos elevados de estocagem e estoques baixos podem não garantir a demanda gerando custos com compras emergenciais além do custo do ativo parado.

Moubrey (1991), apresenta o processo da manutenção centrada na confiabilidade e vincula a redução do impacto das falhas aos estoques estratégicos de sobressalentes, principalmente os de prazo de entrega mais longos.

Niebel (1994), apresenta uma maneira de realizar um gerenciamento da manutenção, sendo uma das ferramentas estipular custos de estoques e definição de diretrizes para uma boa administração de estoques.

Com relativa frequência as empresas deparam-se com o dilema de aprovar (ou não) a aquisição de um conjunto de peças para sobressalentes. Porém em função dos custos para estocagem, tais componentes não são adquiridos, isso porque, nesse momento, somente o custo da aquisição é considerado, esquecendo-se dos custos do ativo parado e dos gerados por transtornos causados pela falha do equipamento.

Um tópico muitas vezes ignorado mas de muita relevância refere-se ao ágio cobrado pelos fornecedores no momento da compra emergencial, onde o comprador fica totalmente refém do fornecedor diminuindo seu poder de negociação, visto que o poder de barganha fica nulo quando o equipamento encontra-se parado.

Kardec e Nascif (2001), mostram a importância e o impacto de uma manutenção de qualidade para que as empresas sejam competitivas em seus processos com alta disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

Castro (2006), descreve as perdas geradas pela falta de uma gestão de sobressalentes, em resumo, as perdas operacionais elevadas por falta de materiais *versus* excedentes nos estoques produtivos.

Viana (2002), cita que a melhor forma para chegar-se a uma lista de sobressalentes ideal é utilizar o histórico de consumo, enquanto não existir um histórico confiável deve-se definir uma quantidade mínima. Afirma ainda que o ideal seria não existir estoques, sendo os usuários atendidos conforme a demanda., mas como isso geralmente não é possível sugere que os materiais sejam, classificados como itens em estoque de acordo com o grau de importância e o grau de dificuldade de aquisição.

Em resumo, empresas onde os departamentos de manutenção possuam devidamente dimensionados, organizados e documentados seus estoques de reposição, conseguirão adiar para as vésperas de uma intervenção preventiva (sistemática ou condicionada) a aquisição das peças necessárias, sem comprometer a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

Ainda conforme Viana (2002), por sua vez, a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos são variáveis importantes no dimensionamento dos estoques produtivos necessários para absorverem as ineficiências da cadeia produtiva. A gestão de sobressalentes tem impacto direto no dimensionamento dos estoques produtivos, má gestão de sobressalentes gera necessidade de altos estoques produtivos, boa gestão de sobressalentes pequenos estoques produtivos.

Todos os trabalhos ressaltam aspectos relativos a importância de sobressalentes, na disponibilidade dos ativos e nos aspectos logísticos como, custos de estoques, histórico de consumo, prazos de entrega, ponto de encomenda, administração dos estoques e etc.

Porém, por melhor que seja a gestão de sobressalentes sempre acontecerá que algumas destas peças falharão antes de intervenções planejadas, devido a modos de falha casuais – a maior parte das vezes originadas por erros de operação ou manutenção, O que gera a necessidade de definir alguns itens como obrigatórios para reposição O fato é o que, como e quando adquirir um determinado componente? Qual a melhor maneira de tomar essa decisão?

Para Ikhwan e Burney (1994), um fator que aumenta o impacto das faltas de sobressalentes é o grande *lead time* (*tempo de provisionamento*) para o fornecimento e que caracteriza boa parte desses materiais. A realização da aquisição apenas quando eles se fazem necessários pode deixar sistemas produtivos por muito tempo fora de operação. Muitas vezes a falta de sobressalentes ou a dificuldade de obtê-los pode ser um dos maiores problemas para a gerência de manutenção.

Segundo, Huiskonen (2001), a relação entre a importância de um sobressalente para a confiabilidade e disponibilidade dos sistemas produtivos, e o tempo pelo qual se pode esperar pelo seu fornecimento, dá o nível de criticidade do item. Os sobressalentes podem ter criticidades diferentes, necessitando que os níveis de serviço sejam determinados individualmente.

2.3 TOMADA DE DECISÃO E O PROCESSO DECISÓRIO:

A tomada de decisão muitas vezes é um processo simples como um abrir e fechar de olhos, em outros momentos é um processo complexo. Definem escolhas com base em propósitos, orientadas para um determinado objetivo e o alcance deste determina a eficiência na tomada de decisão. Grande parte das decisões definem o percurso de nossas carreiras profissionais assim como o nosso bem-estar e dos que nos rodeiam. A tomada de decisão deve ser tratada como um processo, onde temos de analisar diversos parâmetros, uma infinidade de agentes externos e internos.

De acordo com Oliveira (2003), toda e qualquer decisão tomada, pode interferir negativa ou positivamente num fluxo de rotinas de uma empresa, de um setor ou até mesmo em nossa vida pessoal. Daí a necessidade de avaliar bem este ato, pois as consequências dele irão se refletir no sucesso ou fracasso de nossas escolhas.

É preciso analisar, avaliar e utilizar todas as ferramentas possíveis e disponíveis, buscando sempre encontrar a melhor opção, entre simples ou complexas, específicas ou estratégicas, etc. Nesta linha de raciocínio, as consequências de uma decisão podem ser imediatas, a curto ou longo prazos ou combinar todas as formas apresentadas. Decidir implica o processo de coleta de informações, avaliar a importância destas e buscar alternativas para solução (OLIVEIRA, 2003).

No processo decisório, deve-se levantar quais serão os critérios envolvidos e imprescindíveis para que o resultado final seja de acordo com o previsto. Num processo decisório as nossas ações podem tornar-se mais complexas do que em decisões de cunho pessoal, considerando que o número de critérios (variáveis) a considerar pode ser maior, e que a decisão escolhida terá uma abrangência e repercussão coletiva.

De acordo com Oliveira (2003), analisar, decidir e escolher entre alternativas, tomar uma decisão é o mesmo que dar uma opinião, uma sentença, uma solução, optar.

Oliveira (2003) ressalta que a tomada de decisão num ambiente complexo caracteriza-se pela presença de alguns aspectos, relacionados a seguir:

- Os critérios de análise do problema não são únicos, na verdade em número de, pelo menos dois e conflitam entre si;
- Os critérios de análise e as alternativas para solução podem estar interligados, de tal forma que um dado critério parece refletir-se parcialmente num outro, ao passo que a eficácia da escolha de uma dada alternativa depende de outra ter sido ou não escolhida, no caso;
- A solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma com o seu próprio ponto de vista;
- As restrições do problema não são bem definidas, podendo mesmo haver alguma dúvida a respeito do que é um critério e do que é uma restrição;
- Alguns dos critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são através de julgamentos de valor, efetuados sobre uma escala;

Ainda de acordo com Oliveira (2003), o homem soluciona problemas a partir de dois elementos essenciais: a *informação*, que permite conhecer uma determinada situação que requer sua atuação, e a *concepção intelectual* do problema, ou seja, suas variáveis e como elas se interagem.

O que pode-se observar é que a teoria procura formalizar e tornar mais objetiva a solução do problema da escolha de uma entre muitas alternativas em um ambiente de incerteza, não existe uma fórmula mágica para a escolha das melhores decisões, pois a decisão final apoia-se, em grande parte, no conceito de valor ou preferência do tomador da decisão.

Nesse processo decisório é preciso buscar a garantia da coerência, eficácia e eficiência nas decisões tomadas em função das informações disponíveis. Portanto, é necessária uma análise de mais critérios, ou seja, multicritérios, que balizem uma decisão, tornando o processo coerente, eficaz, transparente e assim auxiliar o tomador da decisão em optar pela alternativa mais viável.

A tomada de decisão, independente da natureza do problema, leva em consideração alguns critérios, definidos previamente, objetivando a melhor decisão a ser tomada. Ao optar por esta ou aquela decisão o tomador de decisão busca dentre as opções, encontrar aquela que mais se adapte ao seu objetivo seja particular, de seu setor, empresa ou instituição a que

pertence. Parece uma decisão fácil, entre o sim e o não, entre o melhor ou pior, e dentro deste contexto, o tomador de decisão escolhe a alternativa que melhor lhe parece.

Enfim conclui-se que se faz necessário o uso de um recurso de apoio ao tomador da decisão, que o auxilie no processo decisório para a tomada de decisão na opção mais coerente, eficiente e eficaz na solução do problema. Esse recurso chama-se matriz de priorização.

2.4 MATRIZES DE PRIORIZAÇÃO:

A grande questão em estudo, é qual o sobressalente adquirir primeiro, o importante ou o urgente? Na maioria das empresas, os departamentos de manutenção, compram seus sobressalentes sem um devido planejamento, sem uma análise mais aprofundada, tratam a maioria dos sobressalentes da mesma maneira. Passam horas e horas resolvendo questões delicadas, apagando incêndios, sem ter tempo para ações mais estratégicas e que de fato possam melhorar o resultado, inclusive diminuindo o surgimento de problemas.

Existem hoje, diversas formas de analisar e definir a prioridade do que deve ser feito numa empresa. A análise vai muito além do problema ou solução em si. A ferramenta utilizada para essas análises das priorizações chama-se matriz de priorização.

Conforme Vincke (1989), dificilmente existem situações a serem tratadas sob um único enfoque, normalmente vários aspectos, ou critérios, devem ser simultaneamente considerados, objetivando a identificação da melhor, ou das melhores opções. Analisando do ponto de vista dos sobressalentes, geralmente as listas elaboradas pelos departamentos de manutenção possuem, dependendo do tamanho da empresa, centenas, milhares ou até dezenas de milhares de itens, e fica muito claro que a aquisição completa destas listas torna-se algo inviável, sendo necessária a definição de priorização para aquisição destes.

A matriz de priorização é uma ferramenta matemática na qual a análise de um problema é feita baseada em critérios pré definidos, atribuindo-se notas (pesos) de acordo com o seu impacto a cada critério. Após essa atribuição de notas, é feito o produto dessas e o resultado final que apresentar o maior escore será definido como prioritário.

Segundo Meireles (2001), a GUT(*Gravidade, Urgência e Tendência*) é exemplo de uma matriz de priorização dadas diversas alternativas, levando em conta a Gravidade, a Urgência e a Tendência. A mesma não será aplicada na solução proposta, mas a descreveremos somente para o entendimento da ferramenta.

2.4.1 – MATRIZ G.U.T

A matriz de priorização, conhecida por GUT, é uma ferramenta útil quando precisa-se estabelecer prioridade para execução de atividades importantes.

Ainda segundo Meireles (2001), a GUT é uma ferramenta usada para definir prioridades dadas diversas alternativas de ação, levando em consideração a: Gravidade, Urgência e Tendência do fenômeno.

- Por gravidade deve-se considerar a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuarem sobre ele;
- Por urgência deve-se considerar o tempo para a eclosão dos danos se não se atuar sobre o problema;
- Por tendência deve-se considerar o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

Para cada um desses critérios de comparação, os problemas e/ou ações devem ser analisados e receber um escores conforme descrição a seguir:

- Grau de Gravidade:

A Gravidade representa o impacto do problema ou dano/prejuízo que a situação acarreta. Portanto deve-se atribuir o nível deste impacto (1 a 5) na avaliação.

- Grau de urgência:

A urgência representa o tempo de que se dispõe ou necessário para resolver a questão. Por tanto deve-se seguir o mesmo conceito de avaliação do item Gravidade e aplicar o método de avaliação.

- Grau de Tendência

A tendência representa o que poderá acontecer se nada for feito a respeito, neste caso responde pelos aspectos ou fatores mais desvantajosos da situação, seguindo os itens anteriores, também sua avaliação.

A técnica da Matriz GUT tem como principal vantagem sua facilidade de uso e rapidez na obtenção de um resultado. Como principal desvantagem é possível apontar a igualdade entre os critérios, não havendo flexibilidade para alterar a influência (peso) de um determinado critério de acordo com a necessidade da situação. Porém pode-se estabelecer critérios de avaliação mais específicos ao problema em questão, ou seja, personalizar a matriz de prioridades.

2.4.2 PERSONALIZAÇÃO (MULTICRITÉRIO)

Análises multicritérios vem sendo aplicadas na solução de problemas na tomada de decisão. Através da personalização de uma matriz de priorização, embasados em informações existentes, atribuímos critérios com respectivos valores com o objetivo de esclarecer ao decisor a possibilidade de escolhas mais assertivas com o objetivo foco.

Para Meireles e Sanches (2010), é uma ferramenta de gestão muito utilizada para priorizar alternativas ou fazer escolhas com critério mais rigoroso. É importante que se estabeleça um determinado foco e cada uma das alternativas é confrontada com as demais, porquanto se trata de uma tabela que permite a comparação de uma alternativa com todas as outras.

Segundo Vincke (1989), dificilmente existem situações a serem tratadas sob um único enfoque, normalmente vários aspectos, ou critérios, devem ser simultaneamente considerados, objetivando a identificação da melhor, ou das melhores opções.

Conforme Meireles e Sanches (2010), a matriz multicritério de apoio a decisão é uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisões em cenários complexos, nos quais há diversos critérios, algumas vezes até difíceis de quantificar, pois consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar organizações e pessoas a tomarem decisões sobre a influência de uma multiplicidade de critérios.

Os critérios que compõe a matriz de priorização são fatores ou variáveis quantitativas ou qualitativas consideradas na escolha da melhor alternativa de decisão (SHIMIZU, 2006).

A definição dos critérios é uma etapa fundamental de qualquer método que a utilize. De acordo com Hyde (2004), a frequente subjetividade, ambiguidade e natureza imprecisa das avaliações dos pesos dos critérios e performance das alternativas, revelam, em última instância, uma incerteza nos resultados da análise de decisão.

Estruturar uma matriz de priorização é derivar da Matriz GUT, onde pode-se desenvolver uma matriz de priorização, utilizando o mesmo conceito porém definindo os critérios de avaliação mais de acordo com o tema proposto.

Uma vez criados os critérios para análise da decisão, estes precisam ser pontuados de forma a serem mais ou menos importantes. Nos problemas multicritérios, por motivos diversos, alguns critérios podem ser mais relevantes que outros e isso varia obviamente em função da natureza de cada problema (OLIVEIRA, 2003).

Colocando os itens a serem analisados nas “linhas” e os critérios específicos nas colunas da matriz. Define-se os graus de importância (sendo o menor grau ao pouco

importante e o maior grau ao muito importante) para cada um dos critérios (colunas) (OLIVEIRA, 2003).

Em seguida, dá-se as notas para cada um dos itens a serem analisados (linhas), seguindo a mesma lógica das matrizes antes descritas. Por fim, multiplica-se as notas que cada dado recebeu pelo peso da característica. Este produto final, por linha, encontrará qual item deverá ser escolhido/priorizado.

De acordo com Oliveira (2003), a decisão multicritério ocorre sempre quando se tem um conjunto de alternativas ou ações, submetidas a avaliação. Numa família de critérios, pretende-se: determinar um conjunto de ações ou alternativas, que sejam consideradas as melhores para resolver um certo problema. A ideia central, a qual preserva a metodologia multicritério de decisão, e a de haver sempre a presença do elemento subjetividade no processo decisório.

3.PESQUISA EXPERIMENTAL:

Tomando como base uma planta industrial do segmento metal mecânico busca-se definir a prioridade de aquisições das peças de reposição da manutenção, visando garantir a maior disponibilidade dos equipamentos dessa planta.

Tal definição será feita através da utilização de uma Matriz de Priorização multicritério. Porém, para essa implementação precisa-se definir uma sequência lógica a fim de facilitar essa análise, baseando nisso define-se as principais etapas, sendo:

- Etapa 1: Definição dos critérios de análise;
- Etapa 2: Estabelecer os parâmetros de análise de cada critério;
- Etapa 3: Determinar os pontos/pesos de cada critério baseado nos parâmetros definidos na etapa 2;
- Etapa 4: Mapear junto aos equipamentos da planta a lista de sobressalentes;
- Etapa 5: Aplicar a metodologia de análise às peças de reposição segundo os critérios de avaliação conforme a pontuação estabelecida na parametrização dos critérios.

3.1 ETAPA 1: CRITÉRIOS PARA ANÁLISE

Como primeira etapa define-se a escolha dos critérios para a análise, o processo da matriz de priorização é basicamente qualitativo e a precisão de suas respostas esta diretamente

vinculada ao conhecimento e subjetividade daqueles que fazem a análise. Por isso a escolha dos critérios deve ser realizada com todo o cuidado para que esse fator de subjetividade seja minimizado ao máximo.

Conforme Shimizu, (2006), os critérios de análise de uma matriz de priorização são variáveis quantitativas ou qualitativas e são a base desta ferramenta. A definição destes são parte fundamental a fim de garantir uma maior precisão no resultado dessa análise.

Então quais devem ser os critérios considerados?

Quando ocorre o envolvimento na parada emergencial de algum equipamento numa planta industrial, com a necessidade de peças para reposição, alguns temas surgem, e dentre os principais pode-se citar:

- O defeito poderia ter sido evitado?
- A falha do componente põe em risco a segurança da operação?
- A falha do componente compromete a qualidade do produto?
- O equipamento parado possui algum equipamento alternativo na produção para evitar a parada total de produção e não comprometer o atendimento ao cliente?
- Qual o prazo de entrega do componente?
- O componente é perecível?
- Qual a frequência de falha desse componente?
- Existe algum outro equipamento que tenha o mesmo componente?

Enfim, pode-se elencar mais outras tantas questões, porém foi considerado nesse projeto apenas as acima mencionadas. Então, baseados nas questões acima foram definidos os critérios de nossa Matriz Multicritérios. São eles:

- Critério 1: Confiabilidade do Método de Detecção;
- Critério 2: Efeito da falta do componente (Segurança);
- Critério 3: Efeito da falta do componente (Qualidade);
- Critério 4: Prazo de entrega das peças de reposição;
- Critério 5: Efeito da falha do equipamento na produção;
- Critério 6: Utilização do item;
- Critério 7: Frequência de Troca;
- Critério 8: Prazo de Validade do componente.

3.2 ETAPA 2: ESTABELEECER OS PARÂMETROS PARA OS CRITÉRIOS

Estabelecidos os critérios que serão utilizados como apoio para a tomada de decisão, deve-se estabelecer referências de avaliação para cada um desses critérios, podendo ser definidos como padrão de importância. Não existe padrão certo ou errado, o necessário sim é o fato de que as referências estejam alinhadas com o objetivo da tomada da decisão.

Conforme já mencionado, segundo Hyde (2004), em função da subjetividade, ambiguidade e a natureza imprecisa das avaliações dos critérios, é preciso definir para cada critérios parâmetros de avaliação, buscando com isso delimitar essa imprecisão e subjetividade e assim diminuir as incertezas nos resultados da análise de decisão.

Pensando nisso para cada critério acima selecionado foram definidos os parâmetros de avaliação.

3.2.1 CONFIABILIDADE DO METODO DE DETECÇÃO:

Como primeiro critério para a avaliação de um componente em estoque, define-se um critério que avalia a possibilidade de detecção de falha evitando assim a necessidade de tê-lo em estoque. O fato é que cada tipo de manutenção tem suas características, seus pontos fortes e fracos, custo, aplicabilidade. A utilização de uma única dessas políticas como estratégia não é a solução mais adequada. Na verdade, é a combinação dessas que podem evitar ou antever a indisponibilidade de um equipamento.

Segundo Tavares(1997), existem diversas políticas de manutenção que podem ser aplicadas num Departamento. Como o objetivo do trabalho é evitar as paradas dos equipamentos pela falta de sobressalentes, cita-se as principais políticas de caráter preventivo/planejado, sendo elas a manutenção preventiva, a manutenção preditiva, a manutenção detectiva e a Engenharia de manutenção.

Se a combinação dessas políticas de manutenção podem oferecer esse resultado, qual a real necessidade de manter determinado componente em estoque? Pensando nesse questionamento define-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- Os métodos de monitoração/inspeção não garantem a detecção da falha.
- Existem métodos de monitoração/inspeção que podem detectar possíveis falhas.
- Existem métodos de monitoração/inspeção que garantem a detecção de qualquer falha.

3.2.2 EFEITO DA FALTA DE COMPONENTE (SEGURANÇA):

Como segundo critério para a avaliação de um componente em estoque, define-se o impacto do mesmo na segurança da operação. Isso porque, esse é um aspecto que sempre deva ser considerado, ainda mais nas circunstâncias atuais, onde cada vez mais dispositivos de proteção vem sendo incorporados aos equipamentos.

O principal impacto devido a parada de equipamento pela falta de sobressalentes são, segundo Castro (2006), as perdas operacionais geradas. Porém, em resumo, consideramos as perdas operacionais elevadas como parada do equipamento, atrasos na entrega, excedentes nos estoques produtivos, Horas extras, etc.

Um aspecto operacional importante e muitas vezes não considerado, refere-se a segurança da operação. Qual o impacto na segurança da operação na falta de determinado componente? Pensando nesse questionamento definimos os seguintes parâmetros para esse critério:

- A falta do componente gera risco de acidente imediato.
- A falta do componente gera risco de acidente, mas existem dispositivos de controle.
- A falta do componente não gera nenhum risco de acidente.

3.2.3 EFEITO DA FALTA DE COMPONENTE (QUALIDADE):

Outro aspecto operacional, assim como a segurança, é a qualidade do produto, terceiro critério para avaliação de um componente em estoque. Repetindo o raciocínio, o questionamento que surge é qual o impacto na falta de determinado sobressalente na qualidade do produto? Pensando nesse questionamento define-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- A falta do componente pode gerar refugos que atinjam o cliente final.
- A falta do componente pode gerar reprocessamento do produto
- A falta do componente não gera refugos.

3.2.4 PRAZO DE ENTREGA:

Como quarto critério para avaliação de um componente em estoque define-se o prazo de entrega do mesmo. De todos os critérios definidos para a avaliação dos componentes, com certeza este seja o mais considerado pelos Departamentos de Manutenção, na verdade comumente esse critério é o único avaliado para definição dos estoques das peças de

reposição. Visto que o tempo de entrega do componente impacta diretamente no tempo de equipamento parado.

Segundo Moubray (1991), já vincula a redução do impacto das falhas aos estoques estratégicos de sobressalentes, principalmente os de prazo de entrega mais longos.

Com relação ao prazo de entrega qual o tempo de máquina parada as companhias podem tolerar, essa pergunta simples tem efeito gigantesco nos volumes de estoque de Manutenção. Afinal esse limite é quem determinará o prazo de entrega tolerável das peças de reposição.

Enfim, qual o prazo tolerável que um equipamento pode ficar parado? Pensando nesse questionamento definimos os seguintes limites com a direção da empresa:

- Prazo de Entrega Superior a 5 dias;
- Prazo de Entrega entre 5 e 2 dias;
- Prazo de Entrega inferior a 1 dia.

3.2.5 EFEITO DA FALHA NA PRODUÇÃO:

Como quinto critério de avaliação de um componente em estoque define-se o real impacto da parada de um equipamento na produção. Isso porque nem sempre a falha de um componente ou até a parada de um determinado equipamento, compromete a entrega dos produtos ao cliente final. E esse critério deve ser considerado quando um departamento estabelece o estoque de peças de reposição, ao menos deveria.

Afinal conforme ressaltado por Chiavenato (1991), a importância da assertividade no dimensionamento dos sobressalentes, estoques elevados geram custos elevados de estocagem, sendo assim porque manter um item em estoque se esse não compromete a disponibilidade do equipamento?

Pensando nesse questionamento define-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- Por causa da falha a produção para e não há meios de trabalho alternativo;
- Por causa da falha a produção fica lenta podendo gerar custos extras (mão de obra e/ou materiais);
- Por causa da falha a produção fica lenta sem gerar custos extras (mão de obra e/ou materiais).

3.2.6 UTILIZAÇÃO DO ÍTEM:

Como sexto critério para avaliação de um componente em estoque, define-se um aspecto pouco considerado, mas que em momentos do mapeamento das peças de reposição acaba gerando grande impacto, a padronização de componentes. Quanto mais padronizados forem os componentes dos equipamentos menos itens ou variedades desses serão necessários para implementar em estoque. Kardec e Nascif (2001), mostram a importância e o impacto de uma manutenção de qualidade para que as empresas sejam competitivas.

Já Castro (2006), descreve as perdas geradas pela falta de uma gestão de sobressalentes, em resumo, as perdas operacionais elevadas por falta de materiais versus excedentes nos estoques produtivos que impactam diretamente no resultado das companhias.

Claro que muitas são as limitações para essa padronização, visto a modernização/evolução dos componentes, as diferentes formas construtivas e aplicações entre outros. Mas é um aspecto que sempre deve ser avaliado durante a compra e especificação de um equipamento.

Quantos equipamentos pode-se atender com um mesmo componente? Pensando nesse questionamento define-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- O item pode ser utilizado em mais de dois equipamentos;
- O item pode ser utilizado em até dois equipamentos;
- O item pode ser usado em um único equipamento.

3.2.7 FREQUÊNCIA DE TROCA:

Como sétimo critério de avaliação de um componente em estoque, define-se um aspecto muito valorizado pela área de Suprimentos, mais precisamente Almoxarifado, o giro de estoque ou no vocabulário da manutenção a frequência de troca do componente.

Conforme Viana (2002), uma boa forma para chegar-se a uma lista de sobressalentes ideal é utilizando o histórico de consumo e de ocorrências de equipamentos.

Visto que comumente todos os equipamentos possuem suas falhas de projeto, ou então algum conjunto que fica mais sujeito a falha devido à sua aplicação no processo produtivo.

Muitas empresas consideram esse critério como sendo um segundo na definição das peças de reposição, o primeiro é prazo de entrega. Cabe lembrar que não está se falando de consumíveis ou itens de desgaste, pois esses afinal são itens que suas substituições são obrigatórias, logo essa avaliação não se pode aplicar.

Enfim qual a influência do histórico de ocorrências na definição do estoque de reposição? Pensando nesse questionamento definiu-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- A frequência de troca do item é inferior a um ano;
- A frequência de troca do item fica entre um e três anos;
- A frequência de troca do item é superior a 3 anos.

3.2.8 PRAZO DE VALIDADE:

O oitavo e último critério, não menos importante, e na maioria das vezes não considerado é o prazo de validade de um componente. É sabido que muitos componentes acabam-se danificando ou então comprometendo a sua vida útil mediante o tempo de estocagem, na grande maioria fora de condições adequadas.

Conforme Niebel (1994), uma maneira de realizar um gerenciamento da manutenção, é através da definição dos custos e diretrizes para uma boa administração de estoques, considerando todos aspectos envolvidos como por exemplo as características e condições de armazenamento dos componentes.

Fatores vinculados a temperatura, umidade e outros agentes físicos acabam comprometendo a validade dos componentes, dentre os principais componentes sujeitos a esta ação pode-se citar borrachas, correias, vedações, fluidos, rolamentos, materiais eletrônicos.

Qual a influência do prazo de validade de um componente na definição do estoque de reposição? Pensando nesse questionamento definiu-se os seguintes parâmetros para esse critério:

- Sem prazo de validade;
- Prazo de validade entre um e três anos;
- Prazo de validade de até um ano.

3.3 ETAPA 3: DETERMINAR OS PONTOS/PESOS DE CADA CRITÉRIO

Definidos os critérios de decisão e seus parâmetros de avaliações, precisa-se agora pontuar esses parâmetros a serem classificados mais ou menos importantes. Como em toda decisão multicritérios sempre algum desses acabam sendo mais relevante do que outro.

Cabe lembrar, segundo Oliveira (2003), uma vez criados os critérios para análise da decisão, estes precisam ser pontuados de forma a serem mais ou menos importantes.

Primeiramente, precisa-se relembrar o objetivo principal deste trabalho que é propor um método qualitativo para priorização e recomendação dos sobressalentes para aquisição, através do estabelecimento de critérios de avaliação para a tomada de decisão nas aquisições de sobressalentes, da análise do impacto da falta de um sobressalente não no tempo de parada dos equipamentos, mas sim no resultado da companhia e na avaliação de estratégias para manutenção e estabelecer uma política de manutenção mais ampla e integrada com os objetivos da companhia.

Baseando-se nesse objetivo principal, avaliam-se os oito critérios, a correlação de importância entre os mesmos, e define-se que:

- Os critérios de prazo de entrega e falha na produção serão os de maior grau de importância;
- O critério de confiabilidade de detecção e frequência de troca serão os de segundo maiores graus de importância;
- Os critérios de qualidade e segurança serão os de terceiros maiores grau de importância;
- Os critérios de utilização do item e prazo de validade serão os últimos em grau de importância.

Uma vez definido os critérios e seus respectivos graus de importância, cabe agora pontuar os parâmetros de cada critério respeitando essa classificação.

Segue Tabela 1 com valores:

CRITÉRIOS	PARÂMETROS	ESCORE
Confiabilidade de Detecção	Monitoração/inspeção não garantem a detecção da falha.	7
	Monitoração/inspeção podem detectar possíveis falhas.	5
	Monitoração/inspeção garantem a detecção de qualquer falha.	0
Efeito da Falta (Segurança)	A falta do componente gera risco de acidente imediato.	6
	A falta do componente gera risco mas existem dispositivos de prevenção;	4
	A falta do componente não gera nenhum risco de acidente.	1
Efeito da Falta (Qualidade)	A falta do componente pode gerar refugos que atinjam o cliente final.	6
	A falta do componente pode gerar reprocessamento do produto;	4
	A falta do componente não gera refugos.	1
	Prazo de Entrega Superior a 5 dias;	20

Prazo de Entrega	Prazo de Entrega entre 5 e 2 dias;	8
	Prazo de Entrega inferior a 1 dia.	1
Efeito da Falha (Produção)	Por causa da falha a produção para e não há outros meios de trabalho;	20
	Por causa da falha a produção fica lenta podendo gerar custos extras;	8
	Por causa da falha a produção fica lenta sem gerar custos extras	1
Utilização do Item	O item pode ser utilizado em mais de dois equipamentos;	5
	O item pode ser utilizado em até dois equipamentos;	3
	O item pode ser usado em um único equipamento	1
Frequência de Troca	A frequência de troca do item é inferior a um ano;	7
	A frequência de troca do item fica entre um e três anos;	5
	A frequência de troca do item é superior a três anos.	1
Prazo de Validade	Sem prazo de validade;	5
	Prazo de Validade entre um e três anos;	3
	Prazo de Validade de até um ano.	1

Tabela 1: Critérios com seus parâmetros e respectivos pesos definidos.

A atribuição dos escores aos critérios, é realizada de uma maneira subjetiva, logo não existem escores certo ou errado. Porém as prioridades antes definidas e alinhadas com o objetivo principal proposto pelo método, acabam auxiliando nesta definição. Assim sendo, os critérios de prazo de entrega, e o efeito da falha na produção devem receber os maiores escores.

Assim como no critério referente a detecção das falhas, a existência de métodos que garantam a detecção da falha, elimina a necessidade de termos um sobressalente em estoque por isso o seu escore é zero.

Os escores foram definidos de uma maneira a respeitar os graus de importância dados aos parâmetros. Uma maneira de validar os escores é comparar se o resultado obtido na aplicação do método está realmente alinhado com o objetivo pelo qual o mesmo está sendo aplicado.

Após essa etapa, tem-se os critérios e seus respectivos parâmetros pontuados.

3.4 ETAPA 4: MAPEAR NA PLANTA A LISTA DE SOBRESSALENTES

A próxima etapa a ser aplicada nesse estudo é a elaboração da lista de sobressalentes junto aos equipamentos. Não é o objetivo deste trabalho descrever métodos, critérios ou maneiras de realizar esse mapeamento. Na verdade, cada planta deve estabelecer seus métodos (critérios, responsabilidades, etc) para essa realização.

Para esse estudo foi realizada uma reunião entre a coordenação da manutenção e PCM com o objetivo de validar a metodologia de priorização. Foram estabelecidos alguns critérios para a realização desse mapeamento: como primeiro critério foi definida uma quantidade máxima de 24 peças para aplicação da metodologia; como segundo critério, a indicação das peças de reposição foi baseada no histórico das paradas de manutenção que geraram grande impacto pela sua falta no estoque de sobressalentes num período retroativo a 12 meses. Para a realização desse mapeamento, uma consulta no sistema corporativo da manutenção, através do PCM foi realizada, sendo que foram identificadas 18 ocorrências num período de 12 meses.

Uma vez mapeadas as peças para aplicação da metodologia, uma nova reunião entre as coordenações da manutenção ocorreu, com o objetivo de validá-la, bem como o de definir algum parâmetro de priorização dessas peças para que pudéssemos comparar com o resultado, aplicando a metodologia. O critério definido foi o tempo de máquina parada.

A fim de comparação e avaliação da metodologia proposta, foram listadas as peças de reposição em ordem de priorização para as aquisições segundo uma avaliação e análise baseada somente no critério do tempo de máquina parada como normalmente os departamentos de manutenção atuam.

3.5 ETAPA 5: APLICAR METODOLOGIA DE ANÁLISE

Em posse da lista com as peças de reposição ordenadas pelo critério do tempo de máquina parada, a coordenação da manutenção realizou uma nova reunião, desta vez com os analistas da manutenção responsáveis por tais equipamentos.

Numa primeira etapa da reunião, foi apresentada a metodologia sugerida, com a explicação dos critérios escolhidos e seus respectivos escores atribuídos. Numa segunda etapa, foi aplicada a metodologia propriamente dita, onde cada analista da manutenção dava o seu escore. Nos casos de divergência, um consenso era intermediado pelo coordenador com a equipe. Encerrada esta reunião, surge a Tabela 2, com a lista de peças de reposição e seus escores de acordo com a metodologia aplicada.

A Tabela 2 indica as seguintes legendas CD confiabilidade de detecção; SE impacto na segurança; QA impacto na qualidade; PE prazo de entrega; EF efeito da falha; UI utilização do item; FT fator de utilização e PV prazo de validade. Estando de posse desta lista de sobressalentes, foi aplicada a metodologia proposta e os resultados foram os seguintes:

ITEM	CD	SE	QA	PE	EF	UI	FT	PV	ESCORE
Bomba Hidráulica A2V500	5	1	1	20	20	1	5	5	5000
Inversor Vectrom 55kW	7	1	1	20	20	1	5	5	70000
Tiristor A5F100016H40	7	1	1	8	20	3	5	5	84000
Módulo SIEMENS I/O	7	1	1	8	8	5	1	5	11200
Acionamento Simodrive 63A	7	1	1	8	8	5	1	5	11200
ServoMotor Fanuc Centros de Usinagem	5	1	1	20	8	5	1	5	20000
Resistência elétrica modelo 165V	7	1	4	8	8	5	7	5	313600
Módulo de Disparo Therma 250A	7	1	1	20	8	5	1	5	28000
CCU Box Siemens	7	1	1	20	8	5	7	5	196000
Chave giratória trava pallet	7	4	4	8	8	5	5	5	896000
Pinça de Fixação cone HSK	7	1	4	8	8	5	5	5	224000
Jogo de Molas cone HSK	0								0
Fuso 5 entradas passo 200mm	5	6	1	20	8	1	5	5	120000
Motor trifásico 4 pólos 0,75kW (DTR)	5	1	1	1	8	3	1	5	600
Módulo de Disparo e Controle de Magnaflux	7	1	6	8	8	5	5	5	336000
Queimador a Gás Tamanho 12	5	1	4	8	20	5	5	5	400000
Rotor de Circulador de forno tipo T	5	1	1	8	8	5	5	5	40000
Relé de Segurança Bi-Manual	7	6	1	8	8	5	5	5	336000

Tabela 2: Aplicação da Metodologia a uma lista de sobressalentes ordenados sob critério do tempo de máquina parada

Aplicada a metodologia de priorização a esse conjunto de peças de reposição, a qual fará parte de uma lista de peças de reposição para uma planta industrial, cujos critérios foram definidos e descritos anteriormente neste projeto, obteve-se então a seguinte ordem de priorização para as aquisições.

ORDEM	ITEM	ESCORE
1	Chave Giratória trava Pallet	896000
2	Queimador a Gás Tamanho 12	400000
3	Módulo de Disparo e Controle de Magnaflux	336000
4	Relé de Segurança Bi-Manual	336000
5	Resistência Elétrica modelo 165V	313600
6	Pinça de Fixação cone HSK	224000

ORDEM	ITEM	ESCORE
7	CCU BOX Siemens	196000
8	Fuso 5 entradas passo 200mm	120000
9	Tiristor A5F100016H40	84000
10	Inversor Vectrom 55kW	70000
11	Bomba Hidráulica A2V500	50000
12	Rotor de Circulador de forno tipo T	40000
13	Módulo de Disparo Therma 250A	28000
14	Servo Motor Fanuc para Centros de Usinagem	20000
15	Módulo SIEMENS I/O	11200
16	Acionamento SIMODRIVE 63A	11200
17	Motor trifásico 4 póços 0,75kW (DTR)	600
18	Jogo de Molas cone HSK	0

Tabela 3: Lista de Sobressalentes em Prioridade após aplicação da Metodologia

Uma outra etapa não indicada e que deve ser realizada, refere se a uma análise crítica. Uma vez concluída a priorização, uma reunião entre os coordenadores da manutenção, PCM e a gerência foi realizada para a validação dos resultados obtidos. Dessa análise surgiram algumas observações

- no caso específico desta planta, os resultados demonstram algumas diferenças entre a primeira priorização, feita de uma maneira simplista, mostrada na Tabela 02, e a segunda priorização aplicando a metodologia, conforme Tabela 03. E a priorização segundo a metodologia proposta, demonstra estar de uma maneira geral, mais coerente com o histórico das ocorrências de indisponibilidade não só dos equipamentos avaliados mas com a de outros equipamentos similares;

- das diferenças encontradas pode-se discordar da Bomba A2V500, o inversor Vectrom e o tiristor A5F100016H40 visto que na análise baseada no tempo de equipamento parado, pesou o fato das dificuldades encontradas na época para a reposição desses itens.

Nos demais itens colocados com uma priorização maior ou menor, durante a análise simplista da manutenção, surgiu sempre a influência dos históricos de dificuldades nos reparos desses itens. Porém o fato é que, pela interferência de todos os critérios de avaliação propostos, acabou-se alterando essa ordem de priorização e o resultado da ordem de priorização de aquisição proposta para essas peças ficou racionalmente muito mais coerente.

Outro aspecto importante que o resultado apresentou é o fato relativo ao jogo de molas HSK, onde a invés de colocarmos mais um item em estoque, optou-se em implementar uma rotina de preditiva para antever a necessidade de compra do mesmo.

4. CONCLUSÃO:

A competitividade que hoje está sendo estabelecida no setor produtivo tem forçado as companhias a buscarem cada vez mais a redução de seus custos, principalmente, aumentando a eficiência de seus processos sejam os humanos, de materiais e dos equipamentos.

Nesse novo cenário as áreas de manutenção vem sendo englobadas, pelas companhias como departamentos estratégicos para melhoria de suas produtividades e qualidade, exercendo papel fundamental nos resultados. Por isso, a necessidade da manutenção reinventar suas operações e passar a enxergar além do que as suas lentes costumavam a ver, não é mais uma observação e sim uma obrigação para as companhias.

Na visão egocêntrica da manutenção, cada vez mais os equipamentos nas plantas industriais precisam ter maior disponibilidade e confiabilidade a um menor custo. Com isso, disponibilizar peças de reposição é condição básica, uma imposição, para o atingimento dessa exigência. Sendo assim, como elaborar uma lista de peças sobressalentes que possa garantir a maior disponibilidade dos equipamentos?

Buscando responder essa questão, foi objetivo desse trabalho propor um método qualitativo para priorização e recomendação dos sobressalentes para aquisição, partindo de uma lista devidamente montada por um departamento de manutenção. Através de uma técnica qualitativa estabelecer critérios para priorização e recomendação de aquisições desse sobressalentes, visto que atualmente isso é feito de maneira generalizada e não acaba trazendo resultados satisfatórios do ponto de vista da abrangência e dos custos à companhia.

Definir o que realmente deva ser adquirido ou a ordem de aquisição não é uma atividade simples. Através de uma ferramenta matemática, a Matriz de Priorização, com a utilização de critérios de decisão, buscou-se estabelecer um método para essa definição.

Aplicado o método proposto a um conjunto de sobressalentes, chegou-se a um resultado satisfatório, e a solução sugerida pelo método apresentou resultados coerentes ao histórico de Manutenção da planta, ou seja, do ponto de vista de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, a proposta de priorização dos sobressalentes convergiu ao objetivo.

Uma vez que os resultados foram satisfatório chegou-se a conclusão que o método proposto se mostra confiável. O sucesso dessa ferramenta matemática se deu pelo fato de que

os critérios propostos e os escores definidos a esses tinham foco neste objetivo. Logo, variações do modelo proposto podem ser aplicados, de acordo com o objetivo específico a ser definido, assim novos escores podem ser atribuídos como por exemplo ao critério segurança desde que o objetivo seja garantir reposição a todo sobressalente que traga riscos de segurança. Como também novos critérios podem ser utilizados como custo de aquisição, custo da prevenção, local para armazenagem, entre outros, desde que todos estejam vinculados a um objetivo proposto.

Aspecto importante que o modelo acabou confirmando é o fato de que existem muitos métodos e ferramentas a serem priorizados e utilizados pelos departamentos de manutenção, que podem definir ou não um sobressalente, como um plano de preventivas ou preditivas, padronizações de componentes, projeto de melhorias, análises de falhas. Ou seja, atividades direcionadas para a redução e otimização no consumo de sobressalentes. Nesses casos, uma questão a ser observada é qual o menor custo? O da prevenção ou da aquisição do sobressalente.

Porém, apesar de o resultado ter convergido à proposta de aumentar a disponibilidade da planta, uma avaliação mais profunda deve ser feita aos equipamentos sem *backup* (*sem substituto*) na planta. Devido a essa singularidade a conclusão que chega-se é que a tratativa a esses equipamentos deve ser dada sobre um outro enfoque (garantir a reposição de sobressalentes), pois tratá-los de uma maneira generalizada como os demais podem gerar potenciais riscos de entrega do produto final. Ou seja, o que garantirá o sucesso da implementação deste conceito, é a combinação do método proposto, com uma boa sistemática de Manutenções Planejadas e uma análise mais específica aos equipamentos sem *backup* de uma planta.

Na verdade, a Manutenção deve ampliar o seu horizonte de visão, garantir uma maior disponibilidade dos equipamentos talvez não seja a melhor estratégia a ser tomada. Conforme já comentado, é obrigação dos Departamentos de Manutenção se reinventarem frente a forte concorrência que hoje se enfrenta num mercado cada vez mais globalizado. O objetivo que um Departamento de Manutenção competente deve buscar é o equilíbrio entre garantir o abastecimento dos clientes e ao mesmo tempo não comprometer o custo da Manutenção com peças em estoque desnecessárias, deixar de olhar somente para os equipamentos e ter uma visão mais ampla de toda a cadeia.

Baseando-se nisso, como sugestão final à aplicação do método proposto, seria importante o envolvimento de todas as áreas no preenchimento de avaliação, um integrante da área de segurança para avaliar o critério segurança, assim como um da área da qualidade para

avaliar o critério qualidade e principalmente um integrante da parte produtiva, pois é nesse momento em conjunto com a produção que podemos pré definir estratégias de contingência frente a indisponibilidade de algum equipamento, sem a necessidade de incluir sobressalentes em estoque, pois é dessa maneira que teremos uma maior possibilidade de verificarmos ganhos de confiabilidade no atendimento aos clientes, devido ao aumento de disponibilidade dos ativos numa planta industrial que refletirá em maior lucratividade e competitividade da empresa, visto também um custo de estoque mais otimizado com as demandas de manutenção da planta.

De modo geral, a maioria das empresas são impactadas negativamente, não somente pela falta de uma política e metodologia adequada na gestão de sobressalentes mas sim por uma falta de integração de estratégias entre a Manutenção e os demais departamentos o que acaba refletindo em estoque muitas vezes desnecessários de sobressalentes.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pelas oportunidades e realizações que acontecem em minha vida. A minha esposa Raquel, sempre dedicada e compreensiva que cuidou sozinha com muito carinho durante o tempo em que estive ausente de nossos três filhos Bruna de dezoito anos, Miguel de doze anos e Pedro, o caçula, de seis anos. E também ao Profº Sidnei Lopes, pela orientação neste artigo e pelo aprendizado adquirido em sala de aula.

6. REFERÊNCIAS:

OLIVEIRA, S.T. J e MORAES, L. F. R. de, **Avaliação Multicritério de Projetos de Produção da Indústria de Petróleo no Brasil: uma análise comparativa dos métodos PROMETHEE e TODIM**, Mestrado, Eng. De Produção, UFF, 2003.

KARDEC, ALAN e NASCIF, JÚLIO. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MIRSHAWAKA, VICTOR, OLMEDO, NAPOLEÃO LUPES. **Combate aos custos da não-eficácia – a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books, 1993.

MIRSHAWAKA, VICTOR. **Manutenção Preditiva (Caminho para Zero Defeitos)**. Ed. Makron Books Ltda, 1991.

XENOS, HARILAUS G. **Gerenciamento da Manutenção Produtiva**. Ed. DG Editora, 1999.

TAVARES, LOURIVAL. **Excelência na Manutenção**. Ed. Casa da Qualidade Editora, 1997.

VIANA, H. R. G. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção**, Rio de Janeiro Qualitymarky, 2002.

MOUBRAY J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**, Tradução: Kleber Siqueira. 1. ed. Lutterwort, Inglaterra: Aladon Ltd, 1991

CASTRO, D. **Gestão de peças sobressalentes – Quantos milhões sua empresa esta perdendo**. Revista Manutenção, Rio de Janeiro, edição 111, set/out. 2006

NIEBEL, B. W. **Engineering Maintenance Management**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 1994.

CHIAVENATO, I. **Iniciação à administração de materiais**. São Paulo: Makron, 1991.

MUHAMMAD A.H. IKHWAN, FARHAT A. BURNEY. "Maintenance in Saudi Industry", **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 14 Iss: 7, pp.70 – 80, MCB UP Ltd, Saudi Arabia, 1994.

HYDE, K.M.; MAIER, H.R.; COLBY, C.B. **Reability based approach to Multicriteria Decision Analysis for water resources**. **Journal of Water Resources Planning and Management**, Dordrecht, v.130, n.6, p.429-438, 2004.

VINCKE, P. **L'Aide Multicritere a la Decision**. Editions de l'Universite Libre Bruxelles ,

Bélgica, 1989.

HUISKONEN J. **Maintenance Spare Parts Logistics: Special Characteristics and Strategic Choices.** International Journal of Production Economics, Vol. 71, ED 1, P, 125-133, 2001.

MEIRELLES M. **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas Organizações com foco no cliente,** Série: Excelência Empresarial Volume 2 Primeira Edição, 2001.

MEIRELES, M; SANCHES, C. **STODA Strategic TradeOff Decision Analysis** □ São Paulo: FACCAMP, 2010.

SHIMIZU T. e SALOMON V. **Performance of three different methods of multiple criteria decision making applied to the supplier selection.** 18th International Conference on MCDM, 2006.

ABSTRACT

Problems by a lack of spare parts purchasing policy has caused losses for businesses, especially the unavailability of equipment and the high costs of emergency purchases or rated stocks incorrectly. This work, criteria were discussed which are part of the definition of spare parts acquisition of an industrial plant. Based on the concept of prioritization matrices, a qualitative methodology was developed and presented considering criteria that affect the setting for the purchase of a spare parts. These criteria have a relationship with each other and end up somehow influencing this definition. The aim of the application of this methodology is to change the definition of purchases of spare parts which is currently made of totally subjective and general manner, in a scientific and structured method. And like that, considering all the criteria involved; establish a priority for procurement of spare parts to ensure greater availability of equipment at a lower investment.

Keywords: Maintenance, spare parts, prioritization.