

HERMÉS ALVES BATISTA

**O IMPACTO DA COMPOSIÇÃO E DA REPOSIÇÃO DO ESTOQUE
DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO NA CONFIABILIDADE FABRIL**

**São Paulo
2012**

HERMÉS ALVES BATISTA

**O IMPACTO DA COMPOSIÇÃO E DA REPOSIÇÃO DO ESTOQUE
DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO NA CONFIABILIDADE FABRIL**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do certificado de
Especialista em Engenharia e Gestão de
Manufatura e Manutenção – MBA / USP

Orientador:

Prof. Dr. Gilberto Francisco M. de Souza

São Paulo

2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, que antes de qualquer um, foi meu professor e protetor e me ajudou desde o primeiro momento da minha vida até agora.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a algumas pessoas que foram muito importantes e contribuíram decisivamente para a execução e conclusão deste trabalho.

Agradeço inicialmente aos meus pais por me amparar quando era totalmente incapaz, me educar com todo tempo, carinho e amor para hoje ser o que sou.

Agradeço aos professores que durante todo o caminho do meu aprendizado me guiaram pelo caminho da cultura e do aprimoramento do conhecimento para que a cada dia possamos ser um pouco melhor e assim transformar o mundo ao nosso redor para melhor.

Agradeço a USP pela oportunidade de fazer parte do Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica, aprender e estar ao lado do que há de melhor e mais apurado do que diz respeito a cultura, tecnologia, informação e potencial intelectual desse país.

Agradeço aos colegas de curso pela ajuda, amparo, conselhos e trocas de experiências vividas.

E agradeço a Deus por tudo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma de apresentação da proposta do trabalho.....	18
Figura 2.1 - Sistema de Revisão Periódica “P” Gonçalves (2010) p.157.	26
Figura 2.2 - Sistema de Revisão Contínua “Q” Gonçalves (2010) p.151	28
Figura 2.3 – Curva ABC BALLOU (2006) p. 78.....	30
Figura 3.1 - Sopradora HDL de 30L.....	37
Figura 3.2 - Esquema do processo de sopro por acumulação – BLASS (1988) p. 274	39
Figura 3.3 – Ilustração lateral de uma sopradora HDL – Pavan Zanetti (2004) p. 5	41
Figura 3.4 – Ilustração frontal de uma sopradora HDL – Pavan Zanetti (2004) p. 5	41
Figura 3.5 – Configuração Básica de uma Extrusora - SHACKELFORD (2007) p. 308	42
Figura 3.6 – Vista simplificada de um cabeçote acumulador - Pavan Zanetti (2004) p. 29	43
Figura 3.7 – Vista em corte de um cabeçote acumulador e indicação de seus elementos de vedação- Pavan Zanetti (2004) p. 32.....	44
Figura 3.8 – Diagrama de um circuito hidráulico de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 40	45
Figura 3.9 – Diagrama de um circuito pneumático de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 37	47
Figura 3.10 – Aparência externa de um modelo de IHM de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 21	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 – Gráfico de Pareto da distribuição do numero de ocorrências	53
Gráfico 3.2 – Gráfico de Pareto da distribuição do tempo de parada	54
Gráfico 4.1 – Projeção do custo por falha em R\$ por hora de operação	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Comparação dos índices de ocorrência e tempo de parada.....	55
Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Acompanhamento das falhas da sopradora N. 09	49
Tabela 3.2 – Distribuição dos modos de falha em relação ao numero de ocorrências.....	53
Tabela 3.3 – Distribuição dos modos de falha em relação ao tempo de parada..	54

LISTA DE ABREVIATURAS

PCP – Programação e controle da produção;

MTBF – Mean Time Between Failure, tempo médio entre falhas;

MTTR – Mean Time to Repair, tempo médio de reparo;

LEC – Lote Econômico de Compra

IHM – Interface homem máquina

ERP – “Enterprise Resource Planning”, Sistema Integrado de Gestão Empresarial

RESUMO

Este trabalho propõe avaliar, bem como, quantificar as consequências a que esta sujeita uma organização industrial de médio porte que adota uma filosofia de composição de estoque de peças de reposição de manutenção sem se basear em nenhum parâmetro tradicionalmente utilizado para essa finalidade, como, modelos de previsão, médias de consumo ou de tempo de reposição, sazonalidade, determinação de lote econômico de compra, determinação de estoque mínimo de segurança ou de algum sistema de revisão, mas baseada no entendimento pessoal de um único responsável por determinar o que, e qual quantidade será mantida em estoque. As consequências negativas de tal filosofia ao longo de alguns meses de observação sobre os indicadores de confiabilidade e/ou disponibilidade de um grupo específico de equipamentos instalados em uma mesma planta, trabalhando em regime e em condições similares entre si são apresentadas e norteiam o objetivo desse trabalho que o de mostrar como a composição de uma seleção de peças de reposição para manutenção, bem como, podem melhorar a disponibilidade dos equipamentos e, por conseguinte, a confiabilidade fabril. Um método para seleção dos itens críticos a serem mantidos em estoque baseado na importância funcional do item é apresentado bem como a sua quantidade mínima, custos de aquisição e um exemplo de custo de não disponibilidade. Os resultados verificados apontam para uma melhora nos indicadores de confiabilidade e redução dos custos operacionais indicando um resultado positivo da aplicação do método proposto.

Palavras-chave: Manutenção, itens de reposição, método de revisão, método de seleção.

ABSTRACT

This study proposes to evaluate and to quantify the impact that this subject an industrial organization midsize adopting a philosophy of composition of stock of spare parts for maintenance without relying on any parameters traditionally used for this purpose, as models forecast, average consumer or spare time, seasonality, determination of economic lot purchase, determining minimum stock or any security system review, but based on personal understanding of a single responsible for determining what, and what amount will be kept in stock. The negative consequences of this philosophy over a few months of observation on indicators of reliability and / or availability of a specific group of equipment installed in the same plant, and working under conditions similar to each other are presented and the aim of this guide work showing that the composition of a selection of spare parts for maintenance and may improve the availability of equipment and therefore manufacturing reliability. A method for selection of critical items to be kept in stock based on the functional importance of the item is displayed as well as their minimum amount, acquisition costs and an example of non-availability of cost. The verified results indicate an improvement in indicators of reliability and reducing operating costs indicating a positive result from the application of the proposed method.

Keywords: Maintenance, spare parts, review method, selection method.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO DO TRABALHO	15
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 ESTOQUES	19
2.2 PREVISÕES.....	21
2.3 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA	22
2.4 DETERMINAÇÃO DE ESTOQUE MÍNIMO DE SEGURANÇA	24
2.5 SISTEMAS DE REVISÃO	26
2.5.1 REVISÃO PERIÓDICA	26
2.5.2 REVISÃO CONTÍNUA	27
2.6 CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS.....	29
2.6.1 CLASSIFICAÇÃO ABC	29
2.6.2 CLASSIFICAÇÃO XYZ.....	30
2.7 CONCEITOS DOS INDICADORES.....	31
2.7.1 Confiabilidade	31
2.7.2 Disponibilidade.....	33
2.7.3 Manutenibilidade.....	34
3 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL	36
3.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	36
3.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	37
3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	38
3.4 PRINCIPAIS CONJUNTOS	41
3.4.1 Extrusora.....	42

3.4.2 Cabeçote Acumulador	43
3.4.3 Unidade Hidráulica.....	45
3.4.4 Acionamentos Pneumáticos.....	46
3.4.5 IHM (Interface Homem Máquina).....	48
3.5 MODOS DE FALHAS	49
3.6 MTBF e MTTR.....	50
3.7 ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DAS FALHAS COM MAIS RELEVANCIA E POR TEMPO DE PARADA.....	52
3.8 CUSTO IMOBILIZADO EM ESTOQUE	55
3.9 DEFINIÇÃO SOBRE OS SISTEMAS DE REVISÃO E CLASSIFICAÇÃO .	56
3.9.1 DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA DE REVISÃO.....	56
3.9.2 DEFINIÇÃO SOBRE A CLASSIFICAÇÃO	56
4 PROPOSTA DE TRABALHO	57
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS DE REPOSIÇÃO	61
4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTOS.....	68
4.2.1 CUSTO DE OBTENÇÃO	68
4.2.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO DE ESTOQUE.....	69
4.2.3 CUSTO DE FALTA DE ESTOQUE.....	69
4.3 RESULTADOS	71
5 CONCLUSÕES.....	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76
APÊNDICE A – Relação das ocorrências corretivas na Sopradora 09 entre Out 2010 e Out 2012.....	78
APÊNDICE B – Relação do itens de reposição para sopradoras atualmente disponíveis.	81

1 INTRODUÇÃO

É situação corriqueira e em até certo ponto habitual, para profissionais da área de manutenção, se deparar em situações onde, após identificar que a causa de uma falha em um equipamento ou instalação é devida a uma parte ou peça que tem de ser substituída, se perguntar: Há partes sobressalentes para substituir a defeituosa?

A administração de materiais procura estabelecer a melhor situação possível às organizações de modo a manter certa quantidade de materiais, partes ou peças armazenadas em uma quantidade capaz de suprir a necessidade desses sem interferir nas operações. Tradicionalmente a administração de materiais tem o objetivo de conciliar os interesses entre as necessidades de suprimentos e a otimização dos recursos financeiros operacionais das empresas (GONÇALVES, 2010).

Ainda hoje, muitas organizações não adotam estratégias que priorizem o desenvolvimento de uma boa campanha produtiva devido as condições do equipamento garantidas por uma atuação das intervenções de manutenção, confiabilidade, mas sim, estratégias que carregam ao máximo os equipamentos durante todo o tempo disponível, renegando à manutenção poucos intervalos de máquina disponível para a intervenção, geralmente quando ocorre alguma falha e a operação torna-se ineficiente. Esse é o momento que a manutenção pode fazer o seu trabalho, e com algum planejamento nesse sentido, pode-se obter um resultado ate certo ponto satisfatório.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é de demonstrar como é possível que uma organização de médio porte, do setor transformação de termoplásticos, desenvolva um método de classificação de materiais de reposição para um grupo específico de equipamentos e, com a implantação do uso desse método a organização torne-se

capaz de garantir a confiabilidade de seu plano de produção mesmo sem destinar parte do tempo disponível para intervenções preventivas.

O método de classificação será baseado no princípio da Classificação de Pareto. Porém, diferentemente desse, o critério de classificação não será o valor das peças avaliadas, mas sim, a importância para funcionamento correto do equipamento em relação a incidência de falhas geradas por aquela parte historicamente.

Para que o método funcione adequadamente, no sentido de garantir que as partes que mais falham estejam disponíveis para substituição quando forem solicitadas será necessário determinar um estoque de segurança de materiais para cada um dos itens classificados. Esse estoque de segurança será determinado em função do grau de serviço que se desejar atender, o tempo médio de reposição, o tempo médio de consumo e o montante financeiro disponível para aquisição dessas partes e outras despesas relacionadas a manutenção dos ativos da empresa.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será dividido em 06 capítulos divididos da seguinte maneira:

Capítulo 1 – Introdução, breve apresentação do caso que delimitará a abrangência do trabalho, o objetivo, a motivação e a expectativa de resultados.

Capítulo 2 – Fundamentação teórica, apresentação dos modelos clássicos de estoques, previsão por média de consumo ou de tempo de reposição, sazonalidade, determinação de lote econômico de compra, determinação de estoque mínimo de segurança, sistemas de revisão e de classificação de materiais e conceitos dos indicadores, apresentação teórica sobre a fundamentação dos indicadores de confiabilidade, disponibilidade e MTTR, como são compostos e intenção em utilizá-los nesse trabalho parâmetros dos resultados.

Capítulo 3 – Análise da situação atual, apresentação e contextualização do caso alvo do estudo expondo as principais características administrativas da organização

em relação as tratativas de programação de manutenção e composição do estoque de peças de reposição para manutenção e o resultado ao qual a organização foi conduzida por ter adotado tal metodologia.

Capítulo 4 – É proposta de trabalho, uma metodologia para administração dos materiais de reposição de um grupo específico de equipamentos que representam o gargalo produtivo da organização na atual situação do mercado em que está inserida, incluindo a classificação dos materiais e peças de acordo com a sua importância (custo, qualidade e segurança), a determinação do estoque mínimo desses itens e um mecanismo de alerta e reposição automática. Bem como considerações sobre custos, onde é apresentada uma justificativa para a adoção de tal metodologia, citada no capítulo anterior, baseando-se na comparação dos custos oriundos da compra e armazenamento dos materiais e peças de reposição com os custos gerados pelas interrupções das campanhas produtivas verificadas no grupo de equipamentos estudados ao longo de alguns meses de verificação. E por último os resultados são apresentados, onde espera-se evidenciar que tal metodologia foi capaz de propor uma diretriz mais eficiente para a aplicação de recursos financeiros, melhorar a disponibilidade dos equipamentos e tornar o sistema de administração de materiais e peças de reposição facilmente operável, dispensando a figura centralizadora do gestor de manutenção que detém todo o conhecimento a respeito dos itens de reposição, fornecedores e estoques de segurança sem interferir no método administrativo adotado pela organização mas se apresentando como diferencial estratégico.

Capítulo 5 – Conclusões, São relacionadas as expectativas relacionadas aos objetivos iniciais em relação a formulação do método, sua aplicação e os resultados a serem alcançados a término da implantação do método, tentando responder a problemática proposta pelo Caso.

Capítulo 6 – Referencias bibliográficas,

A apresentação da proposta deste trabalho segue o seguinte fluxo:

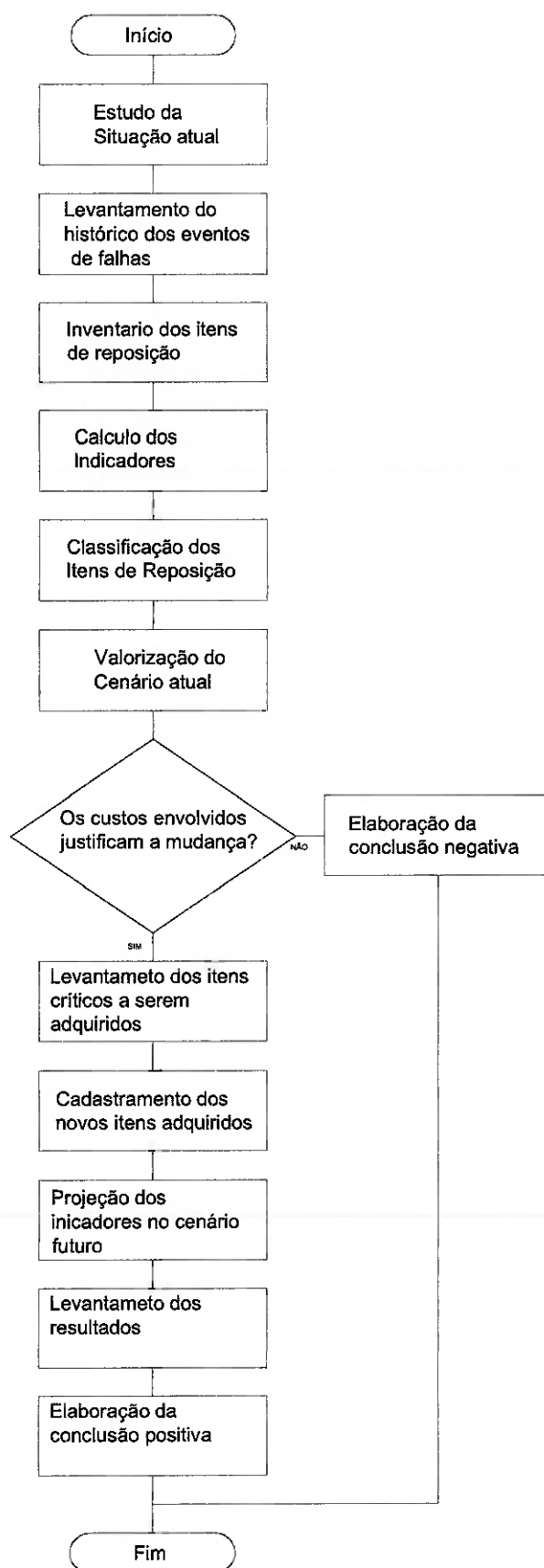


Figura 1.1 – Fluxograma de apresentação da proposta do trabalho

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tratará dos conceitos básicos, difundidos na literatura, que serão abordados como fundamentos para elaboração do método de classificação e estabelecimento das criticidades de cada item bem como a determinação da necessidade imobilizada de cada item.

2.1 ESTOQUES

Segundo Gonçalves (2010) apenas se conhecêssemos todos os fatores que influenciam a demanda de produtos e se esses fatores pudessem ser representados por uma função matemática, mesmo a mais complexa delas, seria possível fazer previsões da demanda com exatidão, porém, na prática isso não é possível.

Não sendo possível prever exatamente quando haverá demanda para certo item ou material, faz-se necessário o provisionamento desses itens e/ou materiais, estes itens serão armazenados para que estejam disponíveis quando houver solicitação, recebendo a denominação de estoque. Segundo Ballou (2006) estoque é todo recurso ocioso que possui valor econômico e se presta a regular o fluxo de entrada de materiais, e atender a demanda de forma adequada.

Ballou (2006) afirma que o bom funcionamento dos estoques, bem como sua gestão, busca o equilíbrio entre a disponibilidade do item, ora chamada de nível de serviço, e os custos de fornecimento para um determinado nível de serviço.

Ballou (2006) classifica os estoques em categorias:

1. *Estoques no canal* – São estoques em trânsito entre os pontos de estocagem ou de produção, já que os materiais levam certo tempo para ir de um lugar a outro.
2. *Estoques mantidos por especulação* – Esses estoques são mantidos para tentar antecipar e se precaver de variações nos preços de compra de produtos e matérias-primas.

3. *Estoques regulares ou cíclicos* – São necessários para atender a demanda de um período de tempo entre reabastecimentos sucessivos. Esses estoques dependem dos tamanhos dos lotes de compra.

4. *Estoques de segurança* – São mantidos para a proteção da variabilidade na demanda e do tempo de abastecimento. Estes estoques são determinados por procedimentos estatísticos que tratam da natureza aleatória do comportamento da demanda.

Hax e Candea (1983) fazem uma classificação dos estoques que leva em conta suas funções:

1. *Estoque em processo* – Consiste em materiais que estão em processo de produção. Este estoque ocorre porque a produção e o transporte não são realizados de imediato. Deste modo, durante o período de produção ou transporte, o material fica obrigatoriamente em estoque;
2. *Estoque cíclico* – Em muitas indústrias, a produção é realizada em lotes devido à economia de escala proporcionada e por imposição de requisitos tecnológicos (em algumas empresas químicas, por exemplo, um determinado produto não pode ser elaborado fora de um tamanho de lote específico, pois é tecnicamente inviável). Estes estoques apresentam um comportamento tipicamente cíclico: atinge-se um pico no nível de estoque quando um lote é entregue e vai caindo até que se atinja um nível mínimo, quando é requisitado mais um lote do produto. Quando esse lote é entregue, tem-se novamente um pico nos níveis de estoque. O estoque cíclico também é formado pelas economias de escala advindas do transporte em lotes.
3. *Estoque de segurança* – Estoques podem ser mantidos para se precaver contra incertezas na demanda. As demandas são estimadas por meio de previsões, porém, estas sempre apresentam certa margem de erro. Se essas incertezas não forem levadas em consideração podem ocorrer faltas de produtos caso a demanda efetiva exceda a previsão. Deste modo, este tipo de estoque tem a função de evitar as faltas de produtos que podem ser provocadas por essas variações.

4. *Estoques por outras razões* – Também podem ser mantidos estoques para desassociar etapas de produção, de forma que falhas em uma determinada operação não afetem outras operações subsequentes. Além disso, pode-se manter estoques por razões especulativas como frente a expectativas de alteração de preços de materiais.

No caso particular deste estudo e tomando por base as definições apresentadas, a classificação mais adequada ao modelo que será proposto é o de Estoque de Segurança, pois, tentaremos definir uma lista de materiais que devem estar disponíveis à organização de modo a antecipar a sua demanda, ou seja, a falha no equipamento devido a perda de função dos itens listados, permitindo o reparo, troca do item danificado, e restabelecimento das condições normais de operação do equipamento no menor tempo possível.

2.2 PREVISÕES

Para que o gestor possa atender as premissas das funções reguladoras do estoque, esse deve adotar um modelo de previsão de abastecimento ou ressurgimento de materiais de acordo com as características do comportamento da sua organização e o nível de serviço em que se deseja operar. De acordo com Rego (2006) por poderem ser utilizados em procedimentos computacionais simples, reduzindo a necessidade do julgamento humano ou de obtenção de modelos explicativos complexos, e pela grande complexidade existente entre as peças de reposição, os métodos mais adequados à gestão de materiais nesse nível operacional são os de séries temporais.

Os principais modelos de previsões por séries temporais apontados na literatura (MAKRIDAKIS et al, 1998, SILVER et al, 1998; CHASE et al, 2001; CHOPRA E MEINDL, 2003) são.

1. Previsão por média móvel;

Utiliza a média das últimas “n” observações como estimativa da nova demanda, atribuindo valor idêntico a todas as “n” observações;

2. Previsão por suavização exponencial simples;
Atribui valor maior para a última observação e valores exponencialmente decrescentes para as demais;
3. Previsão por suavização exponencial com tendência
Semelhante a suavização simples, mas permite estimativa da influência de tendências;
4. Previsão por suavização exponencial com tendência e sazonalidade;
Semelhante ao método da suavização exponencial com tendência permitindo a estimativa por sazonalidade;
5. Previsão por regressão linear;
Faz previsões com base na estimativa dada pelo ajuste de uma reta sobre os dados, utilizando o método dos mínimos quadrados;

2.3 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA

Uma maneira bastante usual de atender aos interesses financeiros da organização, que não é provida de recursos ilimitados, e de garantir um bom nível de atendimento às áreas produtivas é a determinação de um lote econômico de compra (LEC).

A determinação do LEC é um método bastante eficaz para aumentar a eficiência dos recursos financeiros empregados à compra materiais de reposição ou produtivos quando o custo envolvido na compra, transporte, armazenamento, movimentação interna, conservação e não disponibilidade são significativos a operação da organização.

Segundo Gonçalves (2010) o LEC tem por finalidade determinar a quantidade a ser comprada, tendo como objetivo a minimização dos custos totais que atingem os estoques.

A determinação do LEC tem de levar em consideração algumas características e informações a respeito do item que está sendo adquirido e das condições sob as quais essa transação está se dando, tais como:

- Demanda anual;

A quantidade média histórica e/ou projetada que se consome ou que se faz necessária de um determinado item que faz parte da seleção de itens a serem mantidos como itens de reposição.

- Custo da posse;

A área destinada a estocagem e a própria manutenção de determinados itens que requerem condições especiais de armazenamento como controle de temperatura, umidade ambiente, luminosidade, troca de posicionamento periódico ou prazo de validade podem incorrer em custos adicionais para assegurar que esses itens estejam em condições adequadas de uso quando forem solicitados.

- Custo da reposição;

Sempre que se faz necessária a aquisição de um item um processo de compra tem de ser executado, esse, normalmente é dividido entre a seleção dos possíveis fornecedores, tomada de preços e condições de fornecimento, geração do pedido, transporte e entrega. Existindo uma estrutura permanente responsável por executar esse processo dentro da organização os custos de reposição são rateados entre todos os demais processos de compras bem como o transporte, que não havendo necessidades específicas ou urgência os itens podem ser transportados juntamente com outros itens destinados às demais áreas.

Conhecendo essas informações é possível determinar o LEC utilizando uma equação simples, Gonçalves (2010).

$$Q = \sqrt{\frac{2xDxCr}{Cp}} \quad (2.1)$$

Onde:

Q = LEC;

D = Demanda Anual;

Cr = Custo da Reposição;

Cp = Custo de Posse;

2.4 DETERMINAÇÃO DE ESTOQUE MÍNIMO DE SEGURANÇA

Apesar de podermos lançar mão de vários métodos de previsão de demanda para orientar o planejamento de compras e composição de estoques, não é incomum que a demanda por um determinado item ou material seja sensivelmente alterada por fatores que fogem ao nosso controle como clima, economia, políticas governamentais, tendências de modas, e outros tantos.

Para tentar garantir um nível de serviço adequado, se faz necessário lançar mão de um estoque adicional que sirva como defesa contra esses fatores imprevisíveis a que as organizações podem estar sujeitas.

Gonçalves (2010) condiciona a determinação da quantidade que deverá ser incorporada ao estoque a título de segurança à definição do grau de serviço, que pode ser definida através da avaliação do nível de atendimento ao cliente representada pela parcela da demanda total que efetivamente foi atendida.

Os indicadores de gestão de estoque podem ser examinados sob aspectos distintos segundo Gonçalves (2010):

- Sob a ótica do consumo, mais relacionada com o ponto de vista do cliente, permite indicar qual o percentual de pedidos atendidos totalmente com disponibilidade total em relação ao volume de pedido demandados
- Sob a ótica do produto, mais relacionado aos indicadores de disponibilidade, determinando qual parcela de cada produto foi atendida em um determinado intervalo de tempo e com que frequência esse produto ficou indisponível para consumo, gerando falta de estoque.

Adotaremos como critério para a determinação do grau de serviço pela relação entre o volume de faltas de um determinado item em um dado período e a demanda total solicitada no mesmo período conforme equação 2.2.

$$GS = 1 - \frac{\text{Unidades faltantes em } t}{\text{Demanda total em } t} \quad (2.2)$$

Para que se possa justificar a aquisição de materiais a fim de formar estoques desses, alguns critérios têm de ser atendidos segundo Tavares e Almeida (1983).

1. A demanda ocorre segundo uma distribuição de Poisson (parâmetro λ), ou seja, a demanda é independente entre diferentes intervalos de tempo e proporcional ao tamanho do intervalo de tempo;
2. Quando há necessidade de um item ou material que não está no estoque, um pedido urgente pode ser feito, reduzindo o prazo de entrega consideravelmente;
3. A decisão a ser tomada será não estocar o item ou estocar apenas uma unidade;

Uma regra simples determinará a demanda limite (λ_0), abaixo da qual o item ou material não precisa ser estocado.

$$\lambda_0 = \frac{h}{p} \quad (2.3)$$

Onde:

h = custo de estocagem do produto por unidade de tempo (\$/tempo);

p = custo adicional por pedido urgente se comparado a um pedido normal;

Determinado o valor limite, esse deve ser comparado com a demanda histórica média e se determinar se o item deve ser mantido com uma ou nenhuma unidade no estoque.

Essa regra de decisão será adotada como padrão para as escolhas que serão feitas ao longo deste trabalho. Para os itens que se desconhece o histórico de demanda adotaremos sempre o critério de manter um item em estoque.

2.5 SISTEMAS DE REVISÃO

A literatura tradicional, em se tratando da gestão de estoques através da determinação de demandas probabilísticas, deixa à nossa disposição dois modelos distintos de revisões aplicáveis a essa situação, o sistema de revisão periódica e o sistema de revisão contínua que serão discutidos a seguir.

2.5.1 REVISÃO PERIÓDICA

Também denominada de sistema “P” é um sistema de reposição de pedidos em intervalos fixos pré-determinados, a cada período, o estoque de cada item é revisado

Admitindo-se que a demanda varia ao longo dos intervalos fixados para as revisões, a quantidade a ser reposta varia ao longo dos intervalos, ou seja, os pedidos podem variar a cada intervalo de revisão.

Nesse sistema a demanda é variável assim como o pedido de reposição e o tempo de reposição é constante.

A figura 2.1 mostra, graficamente, como os níveis de estoque tendem a se comportar ao longo dos períodos pré-determinados de revisão do estoque.

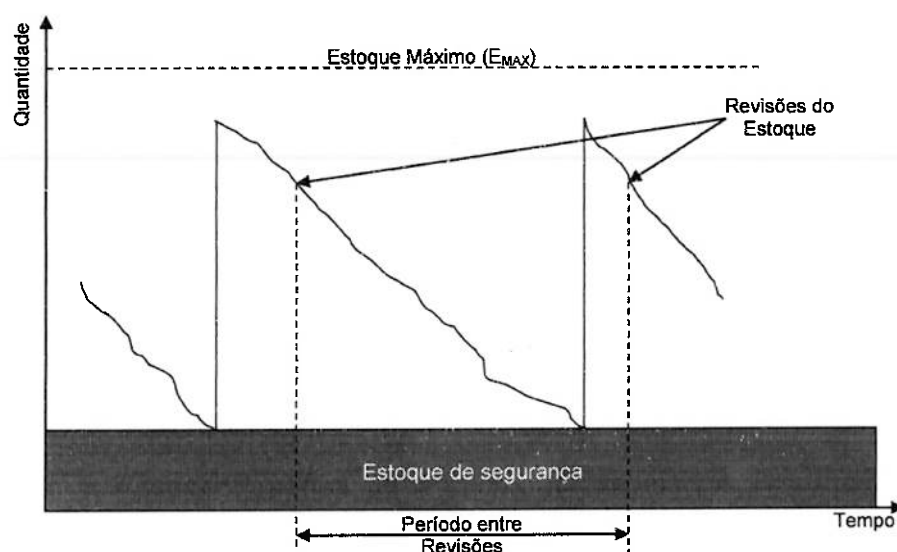


Figura 2.1 - Sistema de Revisão Periódica “P” Gonçalves (2010) p.157.

Segundo Gonçalves (2010) as principais vantagens do sistema “P” são:

- Um sistema de reposição em intervalos fixos permite concentrar de forma regular entregas e os recebimentos dos materiais com economias operacionais significativas;
- Esse sistema permite programar adequadamente as entregas dos itens aos usuários.
- Se vários itens são adquiridos do mesmo fornecedor, é possível efetivar ordens de compras de diversos itens com redução de custos de emissão, custos de transportes, programações dos recebimentos com redução dos custos;
- Nesse sistema o estoque somente precisa ser conhecido por ocasião da revisão destinada a determinar a quantidade a ser encomendada, tornando-se aplicáveis entregas de acordo com a durabilidade ou validade dos itens.

2.5.2 REVISÃO CONTÍNUA

Também chamado de Sistema “Q” ou Sistema da Quantidade Fixa, monitora continuamente os níveis de estoque e dispara uma ordem de reabastecimento sempre o nível de um determinado item atinge um valor determinado que sinaliza essa necessidade.

A figura 2.2 indica, genericamente, o funcionamento do sistema “Q”.

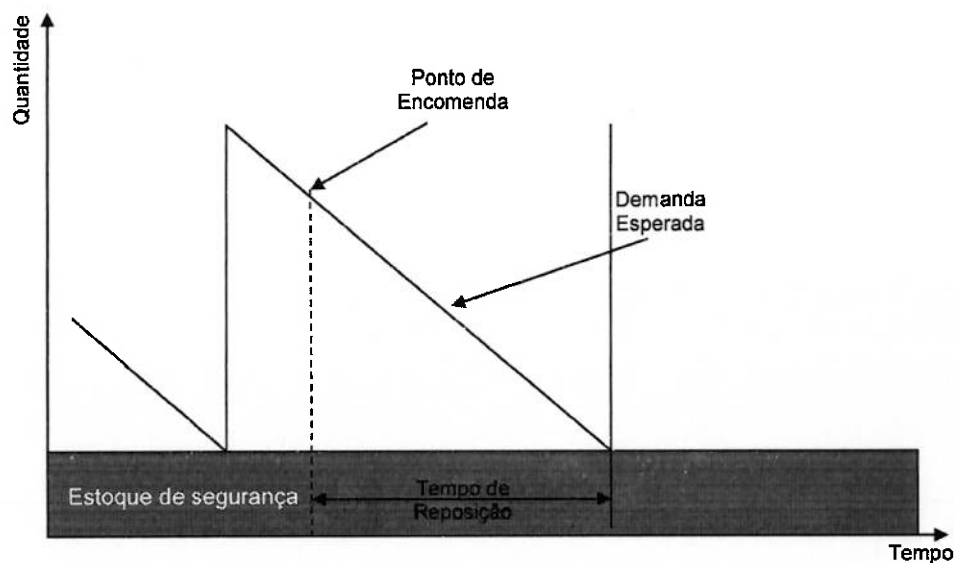


Figura 2.2 - Sistema de Revisão Contínua "Q" Gonçalves (2010) p.151

Segundo Gonçalves (2010) as principais vantagens do sistema "Q" são:

- Esse sistema individualiza a frequência de revisão do estoque visto que ela vai depender essencialmente do comportamento da demanda;
- Caso a quantidade fixada para ser encomendada venha a se basear ou não no lote econômico, podemos obter economias nas aquisições por meio da obtenção de descontos;
- Limitações no espaço de armazenamento ou no transporte acabam produzindo a necessidade de se ter uma quantidade fixa nos lotes de reposição facilitando o planejamento do transporte, a disponibilidade da área para armazenagem e agiliza outras funções operacionais.
- Devido ao ciclo de proteção de proteção do estoque ser menor, o estoque de segurança também será menor com as consequentes reduções de custos dos mesmos;

2.6 CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS

De modo que seja possível atribuir alguma diferenciação dentre todos os itens que serão apontados como essenciais a garantia da disponibilidade dos meios produtivos e do nível de serviço que se manter, todos os itens que forem relacionados nesse estudos serão classificados segundo um dos modelos que serão apresentados a seguir.

2.6.1 CLASSIFICAÇÃO ABC

O sistema de classificação ABC baseia-se nos estudos de Vilfredo Pareto (1842/1923) que verificou uma distribuição desigual na renda da população na época que realizou o estudo.

A classificação ABC organiza itens de maneira decrescente em relação ao seu custo ou volume de demanda que proporcionalmente implicara também em um valor total maior.

A finalidade dessa classificação se tratando de gestão de estoques é de identificar os itens que representam maior investimento e assim melhorar o controle sobre eles.

Quando dispostos em um gráfico, os itens classificados segundo esse método geram uma curva característica também chamada de 20/80, uma vez que normalmente em torno de 20% dos itens são responsáveis por quase 80% do valor total.

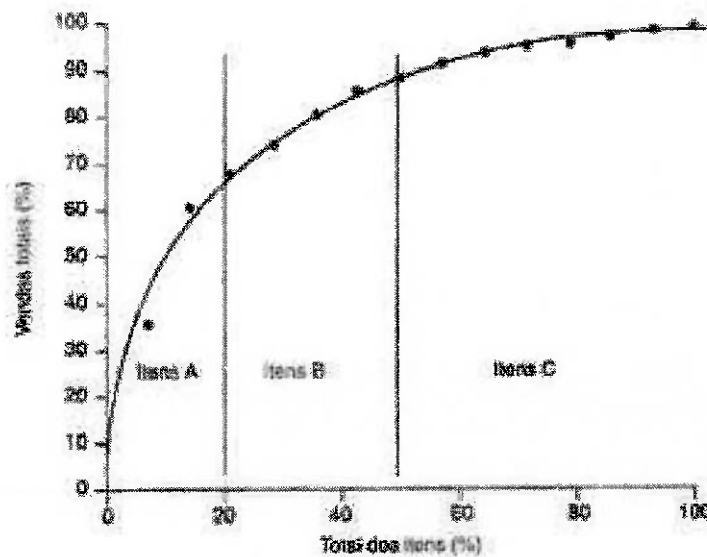


Figura 2.3 – Curva ABC BALLOU (2006) p. 78.

2.6.2 CLASSIFICAÇÃO XYZ

O sistema de classificação XYZ tem como critério de avaliação o grau de criticidade ou imprescindibilidade do material no desempenho das atividades onde este é utilizado e também na dificuldade de se obter o material.

Para que se possa avaliar qual a classificação do item, deve-se responder o seguinte roteiro de perguntas:

- O material é imprescindível?
- Pode ser adquirido de forma rápida e fácil?
- Existem substitutos/equivalentes?
- O material ou seu equivalente são facilmente encontrados?

Segundo Lourenço (2006), ao se responder essas perguntas pode-se classificar o item da seguinte forma:

Classe Z – Itens de máxima criticidade, imprescindíveis, não podem ser substituídos por outros equivalentes, em tempo hábil para evitar transtornos.

Classe Y – Itens que apresentam grau de criticidade médio ou intermediário entre os imprescindíveis e os de baixa criticidade. Embora sejam vitais para a realização das atividades, estes podem ser substituídos por outros com relativa facilidade.

Classe X – Demais itens, são os materiais que sua falta não acarretam em paralisações, nem riscos à segurança pessoal, ambiental e patrimonial.

2.7 CONCEITOS DOS INDICADORES

De modo que se possa avaliar de uma maneira imparcial e isenta de interpretações pessoais tendenciosas definiremos alguns indicadores que serão utilizados para avaliar as condições operacionais dos equipamentos e sistemas alvos desse estudo.

2.7.1 Confiabilidade

A origem o termo confiabilidade é da década de 1950 nos Estados Unidos da América, em virtude da preocupação com constantes falhas e problemas oriundos dessas nos sistemas eletrônicos, especialmente os militares, favorecendo a criação de grupos de pesquisas para conduzir estudos sobre confiabilidade, Villemeur (1992).

A finalidade de se avaliar a confiabilidade de um sistema a fim de garantir a operação adequada do sistema e evitar falhas que possam incorrer em algum risco às pessoas ou ao ambiente.

Kardec define confiabilidade como a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas, durante um intervalo de tempo, ou seja, é a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições definidas de uso durante um intervalo de tempo estabelecido.

A confiabilidade de um equipamento pode ser expressa pela seguinte expressão, admitindo-se uma taxa de falhas constante:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

2.4

$R(t)$ – Confiabilidade a qualquer tempo t .

e – Base dos logaritmos neperianos.

λ – taxa de falhas.

t – Tempo previsto de operação.

É uma medida de probabilidade e é expressa com valores que variam de 0 (zero), quando há certeza que um evento não ira ocorrer, a 1 (um) quando há certeza de que um evento ira ocorrer.

Para que seja possível determinar a confiabilidade de um equipamento é preciso determinar a sua taxa de falhas, que também é importante na determinação da disponibilidade.

Taxa de falhas (λ) é definida como o numero de falhas por unidade de tempo.

$$\text{Taxa de falhas } \lambda = \frac{\text{Numero de falhas}}{\text{Total de horas de operação}}$$

2.5

2.7.2 Disponibilidade

A disponibilidade de um sistema ou equipamento $A(t)$ é por definição a probabilidade deste estar operando satisfatoriamente no determinado tempo t .

Pode-se entender esse conceito como ter o equipamento disponível para trabalhar quando se espera poder utiliza-lo.

Para utilizar esse conceito, primeiramente é necessário definir dois índices que compõem a expressão da disponibilidade e podem ser utilizados para outras constatações:

MTBF (Mean Time Between Failures), tempo médio entre falhas. Utilizada em equipamentos onde espera-se de hajam falhas. É uma medida básica de confiabilidade de itens reparáveis, se refere à vida média de uma população, pode ser definida pela seguintes expressão:

$$MTBF = \frac{1}{\mu}$$

2.6

μ - taxa de reparos, numero de reparos efetuados dividido pelo tempo total de reparo da unidade

MTTR (Mean Time To Repair), tempo médio de reparo. Esse indicador é calculado a partir de todo o tempo em que o equipamento esta disponível e o tempo de atendimento ate que o equipamento volte a operar. Os resultados obtidos através desse indicador dependem da facilidade do equipamento ser mantido, da capacitação do profissional que faz a intervenção e de características de organização do manutenção, pode ser definida pela seguintes expressão

$$MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

2.7

λ - Taxa de falhas

Para esse estudo utiliza-se o conceito da disponibilidade inerente (ou intrínseca), que leva em consideração apenas o tempo de reparo, excluindo os demais tempos, tempo de logística, tempo de espera de sobressalentes, deslocamentos, etc e pode ser calculada pela seguinte expressão :

$$A(\infty) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

2.8

Onde:

A – Disponibilidade inerente;

MTBF - tempo médio entre falhas;

MTTR - tempo médio de reparo;

Essa condição é validade para casos onde o MTBF é muito menor que o intervalo de tempo que esta sendo avaliado.

2.7.3 Manutenibilidade

Esse conceito tenta graduar a facilidade de um equipamento ser reparado.

É a probabilidade de um sistema em falha ser reparado dentro de um determinado intervalo de tempo segundo Kardec, que defini a Manutenibilidade pela seguinte expressão;

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

2.9

M(t) – Função Manutenibilidade, que representa a probabilidade, que representa a probabilidade de que o reparo comece no tempo t=0 e esteja concluído, satisfatoriamente, no tempo t (probabilidade da duração do reparo).

e – Base dos logaritmos neperianos.

μ – Numero de reparos efetuados em relação ao total de horas de reparo do equipamento.

t – Tempo previsto de reparo.

O resultado dessa expressão varia de 0 (zero) para nenhuma possibilidade de realizar o reparo dentro do intervalo de tempo t a 1 (um) para certeza de realizar o reparo dentro do intervalo de tempo t , baseado na taxa de reparos do equipamento que se estuda.

3 ANALISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Esta etapa tratar da contextualização do caso alvo do estudo dentro da organização, da caracterização dos equipamentos sobre os quais o estudo irá tratar e das principais características administrativas da organização no que tange as tratativas de programação de manutenção e composição do estoque de peças de reposição para manutenção.

3.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

O equipamento utilizado para o processo de moldagem por sopro, denominado sopradora, está comercialmente disponível em diversos modelos para diferentes aplicações e capacidades de produção. A sopradora é basicamente constituída de uma unidade hidráulica, controles pneumáticos e hidráulicos, mesa porta molde, painel de interface homem máquina, extrusora (conjunto de rosca sem fim e resistências de aquecimento de material), e cabeçote acumulador, Blass (1988).

Este estudo se deterá a avaliar e propor ações de melhoria na gestão da metodologia de programação de manutenção e composição do estoque de peças de reposição para manutenção de sopradoras do tipo HDL, ou seja, equipamentos de moldagem por sopro com velocidade de extrusão variável e cabeçote acumulador programável. A figura 3.1 ilustra esse tipo de equipamento.



Figura 3.1 - Sopradora HDL de 30L.

3.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa tema desse trabalho é uma multinacional com foco no setor automotivo e na “Linha Branca”, estabelecida no interior do estado de São Paulo, proveniente de 16 fábricas da Europa, Ásia e América do norte iniciou suas operações no Brasil em 1999, atraída pela oportunidade de se desenvolver no mercado de autopeças para o setor automobilístico brasileiro, visto o grande potencial de crescimento em relação ao mercado internacional, em muitos países já saturado.

Inicialmente, em uma tentativa frustrada, chegou ao Brasil com a intenção de comprar uma empresa, que no momento era líder de mercado no segmento de reservatórios lavadores de para-brisa, mas que apresentava problemas decorrentes de má administração. Visto isso, optou em investir na mesma área, como concorrente, mesmo com um volume de negócios inferior, mas apostando em sua força externa e na insatisfação dos clientes com a empresa desejada.

Iniciou oficialmente sua operação nacionalizando uma linha de componentes automotivos, que até então importados. Durante o processo de nacionalização obteve a certificação de seu sistema de gestão da qualidade, elevando os padrões de qualidade os seus processos em sua planta brasileira.

A partir de 2003, acompanhando o crescimento do mercado automotivo brasileiro, e com uma grande oportunidade já que seu maior concorrente estava com problemas financeiros, assumiu algumas plataformas de fabricação e montagem de reservatórios lavadores de para-brisa.

Com o aumento do volume, explosão do sistema “*flex fuel*” brasileiro e alta satisfação dos clientes, desenvolveu juntamente com todas as montadoras do Brasil, reservatórios de combustível para o novo sistema, de acordo com a necessidade de cada montadora.

Atualmente, líder no mercado de reservatórios soprados, e com uma gama de subprodutos, a empresa mantém em sua carteira clientes todas as montadoras com fabricas no Brasil e recebe em sua planta mais de 300 funcionários, divididos entre os departamentos de manufatura, qualidade, engenharia, logística, faturamento, comercial, controladoria, informática, Manutenção e Comercial.

Com faturamento anual de aproximadamente 150 Milhões de Reais no Brasil e cerca de 200 milhões de Euros no Mundo.

No que diz respeito a manutenção, a empresa até então não definiu nenhuma política especifica para esse componente do negocio. A atuação da manutenção, na grande maioria das vezes, é puramente corretiva, esperando que o equipamento falhe para iniciar a intervenção e não raramente o processo de aquisição de peças e partes para reposição.

3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo alvo desse estudo é o de moldagem por sopro, que é utilizado para moldagem de polímeros pela insuflação de ar comprimido na cavidade de um molde, normalmente bi-partido, pode ser empregado para obtenção de produtos das mais variadas formas e volumes. É um processo economicamente viável para a produção em escala e comercialmente bastante difundido.

O processo de sopro consiste basicamente na expansão de material plástico aquecido, sob a ação de ar comprimido no interior de uma matriz. Ao entrar em

contato com o molde, o material resfria e se solidifica, permitindo a abertura da ferramenta e extração da peça produzida.

O desenvolvimento deste processo veio permitir a aplicação de materiais plásticos à confecção de peças ocas, as quais o processo de moldagem por injeção se tornava inaplicável, pela inexistência de condições para extração do macho, após a moldagem, Blass (1988).

A figura 3.2 ilustra esquematicamente o processo de sopro de uma máquina com cabeçote acumulador.

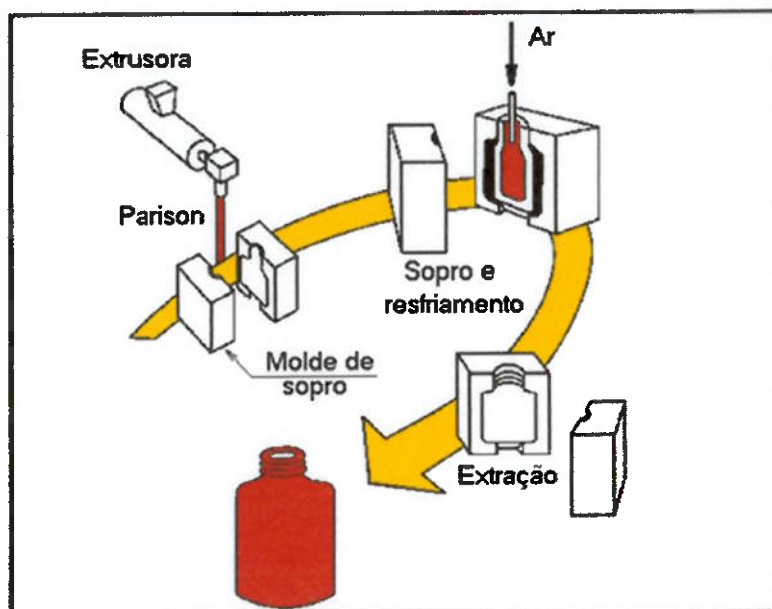


Figura 3.2 - Esquema do processo de sopro por acumulação – BLASS (1988) p. 274

O equipamento utilizado para o processo de sopro, denominado sopradora, está comercialmente disponível em diversos modelos para diferentes aplicações e capacidades de produção.

Segundo Blass, (1988) a sopradora é basicamente constituída de uma unidade hidráulica, controles pneumáticos e hidráulicos, mesa porta molde, painel de interface homem máquina, extrusora (conjunto de rosca sem fim e resistências de aquecimento de material), e cabeçote acumulador.

O processo inicia-se com a dosagem de matéria prima sobre a rosca sem fim (extrusora) que movimentará o material até o cabeçote de acumulação. Durante este

percurso o material é aquecido até atingir o seu ponto de fusão através do aquecimento gerado pelo atrito entre a rosca, os grânulos de material e as paredes da extrusora e pelas resistências elétricas, que envolvem esse conjunto. O material já fundido e homogeneizado pela ação mecânica da rosca da extrusora é armazenado no volume necessário para preenchimento do molde. No momento em que a quantidade de material acumulada é suficiente para preencher a cavidade do molde, por acionamento hidráulico, o material é expelido do cabeçote formando um tubo plástico denominado "Parison" criado através de uma matriz, denominada trefila. O cabeçote acumulador é posicionado logo acima do molde, então, quando o sistema hidráulico empurra o material plástico acumulado, este, por gravidade, desce verticalmente pelo interior do molde aberto até envolver um dispositivo denominado agulha de sopro, finalizada essa etapa, a matriz ou molde do produto se fecha sobre o parison, e através do ar comprimido que é soprado pela agulha o material fundido é impelido contra as paredes resfriadas do molde.

Este molde permanecerá fechado por um período de tempo determinado, permitindo a solidificação do material sobre as suas paredes conferindo-lhe sua geometria.

Após essa etapa o ar comprimido é purgado, o molde é aberto e o material já conformado é liberado para a etapa de extração da apara e rebarbação.

3.4 PRINCIPAIS CONJUNTOS

Blass (1988) definiu a sopradora como equipamento composto de uma unidade hidráulica, controles pneumáticos e hidráulicos, mesa porta molde, painel de interface homem máquina, extrusora, e cabeçote acumulador. As figuras 3.3 e 3.4 ilustram uma sopradora padrão

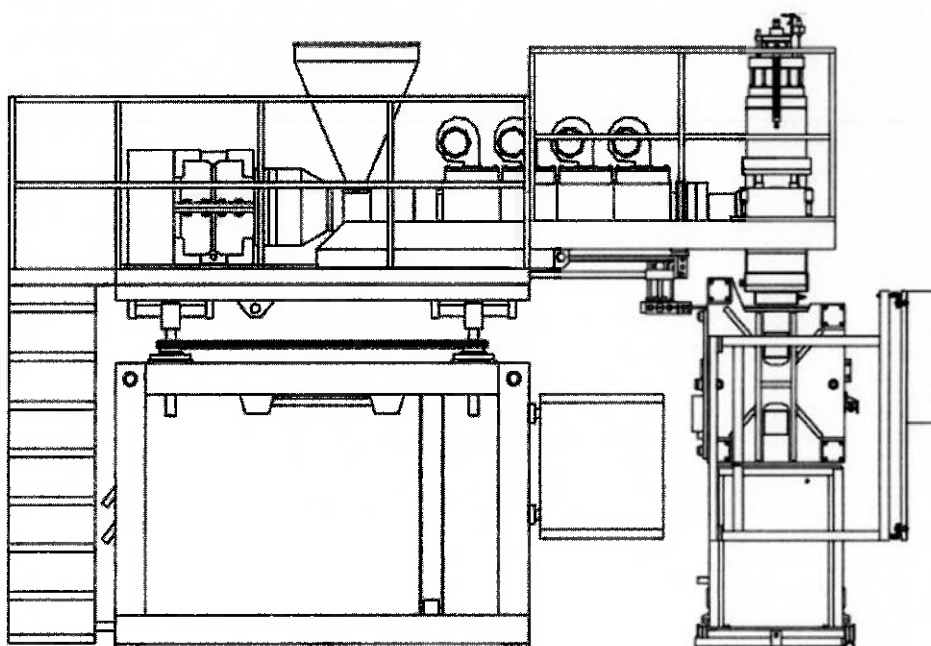


Figura 3.3 – Ilustração lateral de uma sopradora HDL – Pavan Zanetti (2004) p. 5

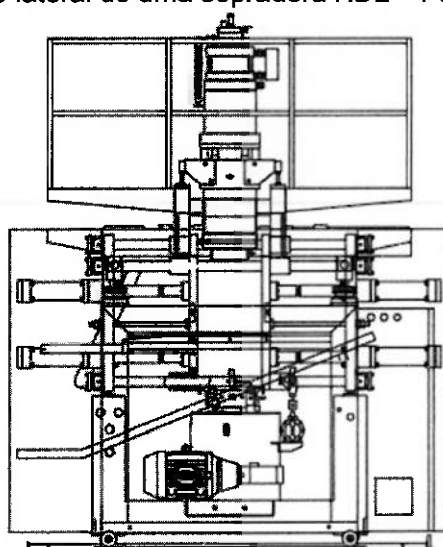


Figura 3.4 – Ilustração frontal de uma sopradora HDL – Pavan Zanetti (2004) p. 5

Nesta etapa iremos detalhar esses principais conjuntos tentando identificar os componentes desgastáveis mais críticos que poderiam ser incluídos em uma listagem de itens de reposição críticos, ou seja, se aplicado o método de classificação proposto anteriormente citado no tópico 2.6.2, esses, seriam classificados como X ou Y.

3.4.1 Extrusora

Esse conjunto é responsável pela fusão, homogeneização e transporte do material do funil até o cabeçote acumulador. É impulsionada por um motor acoplado a um redutor que faz a rosca girar dentro do cilindro que é aquecido pelas resistências elétricas instaladas ao seu redor. Na figura 3.5 pode-se observar uma ilustração de uma extrusora em corte e seus principais componentes.

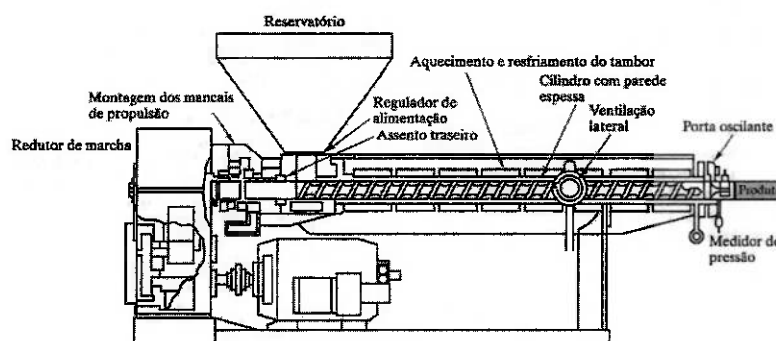


Figura 3.5 – Configuração Básica de uma Extrusora - SHACKELFORD (2007) p. 308

Nesse conjunto podemos relacionar alguns componentes importantes ao funcionamento da extrusora:

- Motor de acionamento da rosca;
- Inversor de frequência do motor de acionamento da rosca;
- Rolamento de apoio da rosca;
- Rosca;
- Resistências de aquecimento do cilindro;
- Termopares do cilindro;
- Telas;

3.4.2 Cabeçote Acumulador

O cabeçote acumulador é o conjunto responsável por armazenar a quantidade de material necessário para preencher o molde e formar a peça. Normalmente é dotado de uma régua potenciométrica que indica a quantidade de material acumulada a medida que rosca empurra o material no seu interior.

Estão dispostos no cabeçote dois acionamentos hidráulicos independentes, um expulsa o material acumulado do seu interior na etapa da moldagem e o outro ajusta a espessura da parede do parison enquanto esse é expulso do interior do cabeçote.

A figura 3.6 mostra um cabeçote acumulador e seus acionamentos hidráulicos.

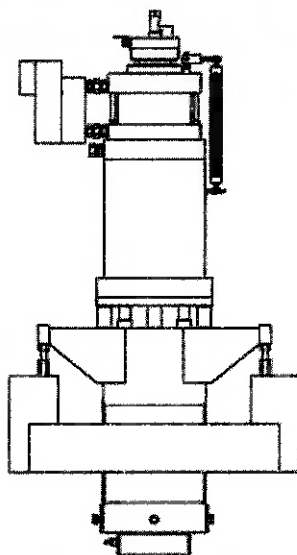


Figura 3.6 – Vista simplificada de um cabeçote acumulador - Pavan Zanetti (2004) p. 29

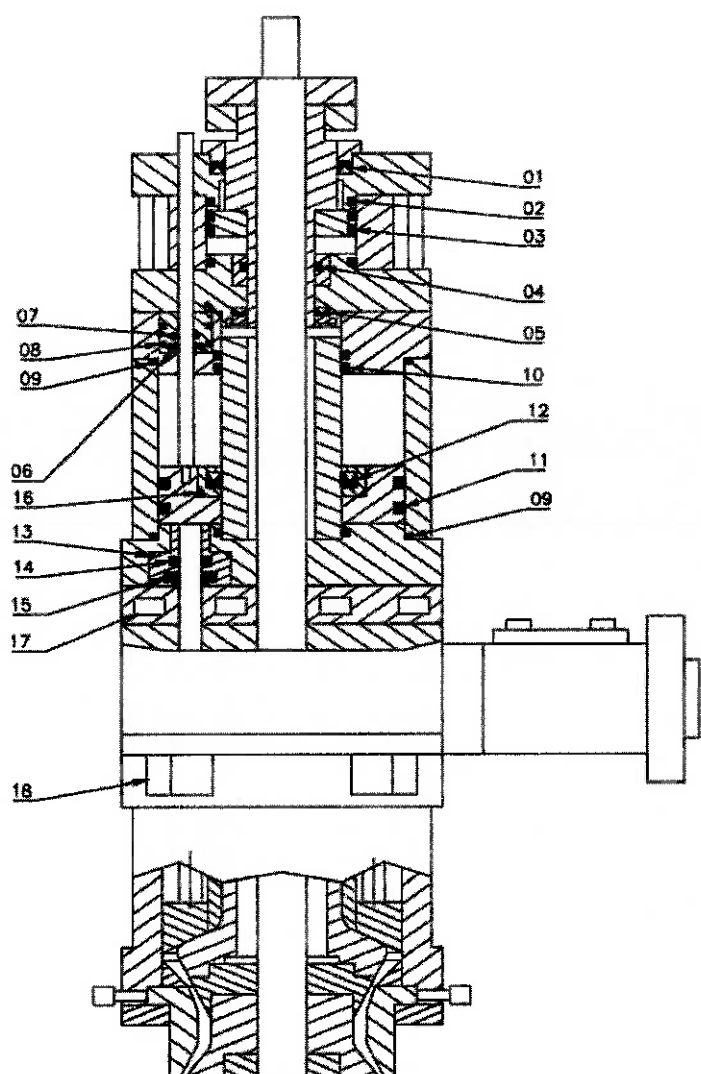


Figura 3.7 – Vista em corte de um cabeçote acumulador e indicação de seus elementos de vedação- Pavan Zanetti (2004) p. 32

Nesse conjunto podemos relacionar alguns componentes importantes ao funcionamento do cabeçote:

- Programador;
- Torpedo;
- Régua potenciométrica;
- Haste indicadora de carga;
- Reparos do acumulador;
- Anel de fixação da trefila;
- Resistências;

- Termopares;
- Cabos elétricos para alta temperatura;
- Parafusos de fixação do anel da trefila;

3.4.3 Unidade Hidráulica

A unidade hidráulica é responsável por converter a energia elétrica fornecida ao motor da bomba em energia mecânica que será direcionada aos pontos onde houver a necessidade de movimentos. O sistema hidráulico impulsiona os atuadores hidráulicos do fechamento e abertura do molde, da expulsão do material fundido do cabeçote, da regulação da espessura da parede do parison e de todos os opcionais (gavetas) dos molde.

O sistema é composto de um tanque, um filtro, uma bomba, válvulas reguladoras de pressão e vazão, válvulas proporcionais e direcionais acionadas eletricamente, pelos atuadores e pelos tubos e mangueiras que conduzem o óleo pressurizado ao ponto onde é requerido o trabalho e depois de volta ao tanque.

A figura 3.8 mostra o diagrama de um circuito hidráulico de uma sopradora.

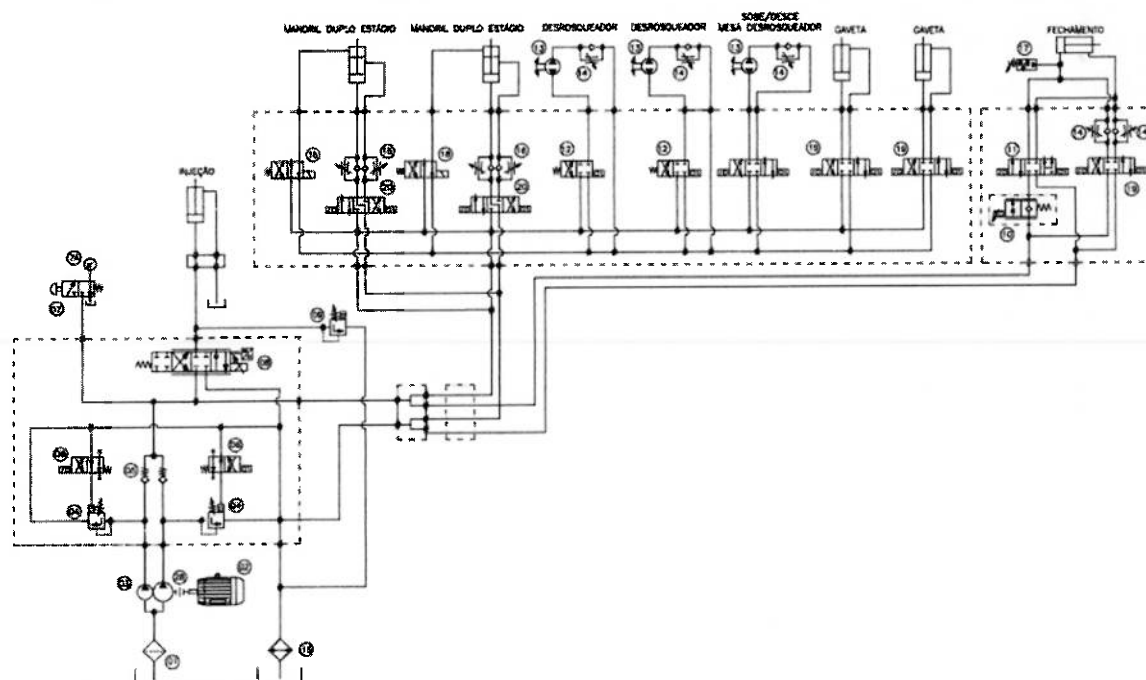


Figura 3.8 – Diagrama de um circuito hidráulico de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 40

Neste conjunto podemos relacionar alguns componentes importantes ao funcionamento do sistema:

- Motor de acionamento da bomba;
- Bomba hidráulica;
- Válvulas direcionais;
- Válvulas de retenção;
- Válvulas reguladoras de fluxo e pressão;
- Válvulas proporcionais;
- Filtros de sucção;
- Conectores elétricos das válvulas;
- Mangueiras;
- Reparos dos atuadores;
- Anéis de vedação das válvulas;

3.4.4 Acionamentos Pneumáticos

Assim como o sistema hidráulico, os acionamentos pneumáticos convertem a energia elétrica em mecânica através do ar comprimido que impulsiona os atuadores gerando movimento e no caso específico da sopradora, é o ar comprimido o responsável pelo processo de moldagem.

O bom funcionamento de todo o sistema pneumático da sopradora é essencial para a manutenção e garantia da qualidade dos produtos nela moldados. O funcionamento irregular ou instável do sistema pneumático pode provocar falhas na conformação dos produtos como furos e deformidades que muitas vezes só são identificados em outras etapas de fabricação onde estas características são solicitadas.

A figura 3.9 mostra o diagrama de um circuito pneumático de uma sopradora.

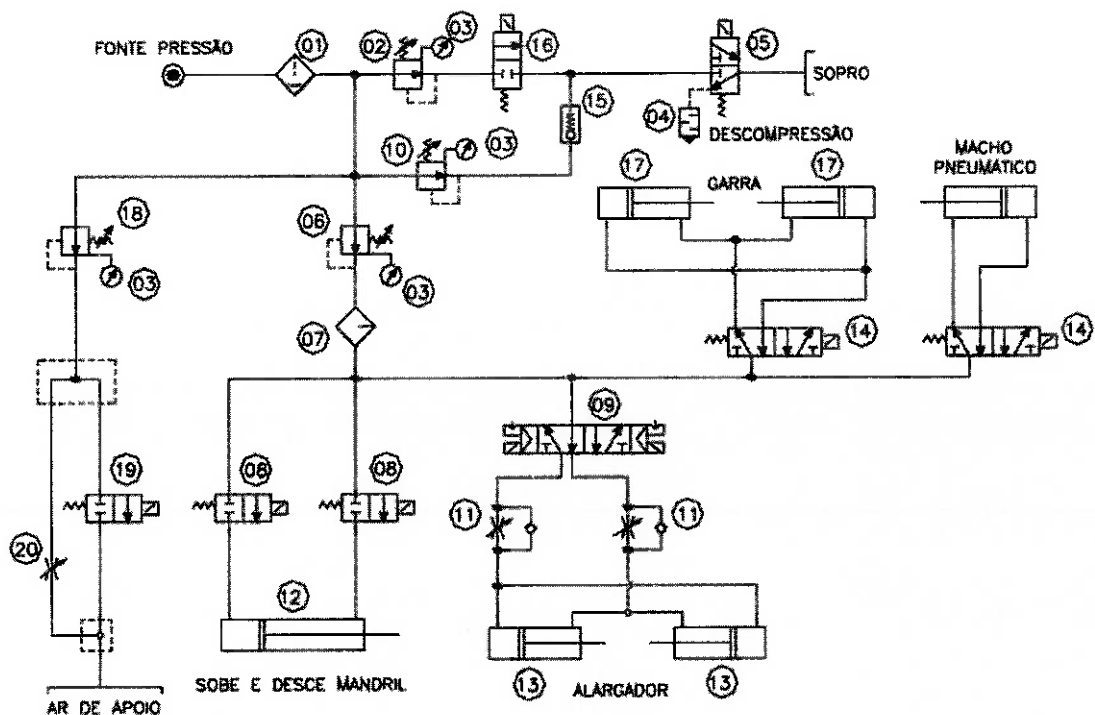


Figura 3.9 – Diagrama de um circuito pneumático de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 37

Nesse conjunto podemos relacionar alguns componentes importantes ao funcionamento do sistema:

- Válvulas direcionais;
- Válvulas de retenção;
- Válvulas reguladoras de fluxo e pressão;
- Filtros de entrada;
- Conexões;
- Conectores elétricos das válvulas;
- Mangueiras;
- Reparos dos atuadores;
- Anéis de vedação das válvulas;

3.4.5 IHM (Interface Homem Máquina)

Todas as máquinas atualmente instaladas na unidade da empresa que é alvo desse trabalho possuem algum tipo de IHM onde todos os ajustes de sequência de operações e tempos de etapas são realizados, onde os totalizadores de produção são verificados.

A IHM é um computador industrial destinado exclusivamente ao ajuste da sequência de operações da máquina sopradora e monitoramento das principais condições operacionais da máquina, bem como o controle de peças produzidas e dos tempos das operações.

O mau funcionamento da IHM compromete seriamente o funcionamento da sopradora como um todo, não sendo possível operar a máquina até que a falha seja reparada.

A figura 3.10 ilustra a aparência externa de um modelo de IHM encontrado na unidade da empresa alvo deste trabalho.

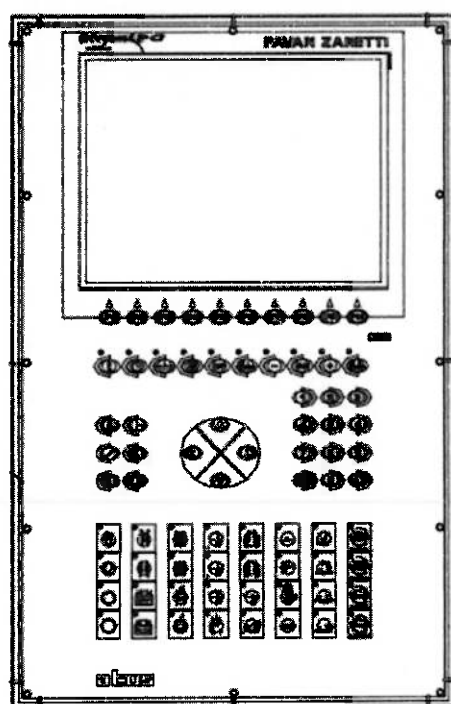


Figura 3.10 – Aparência externa de um modelo de IHM de uma sopradora - Pavan Zanetti (2004) p. 21

3.5 MODOS DE FALHAS

Para efeito de estudo, a análise dos eventos de falha será restrita a uma das 12 (doze) máquinas sopradoras atualmente em operação, a máquina N. 09, essa apresenta as mesmas características operacionais básicas das demais, bem como esta sujeita as mesmas condições operacionais e ambientais. Para essa análise considerou-se o período entre agosto de 2010 e outubro de 2012 e as falhas que de algum modo comprometeram o desempenho do equipamento aquém do rendimento desejado, de acordo com a nomenclatura adotada pela empresa sendo classificadas como Intervenções corretivas com parada de produção.

O modelo utilizado para organização do estudo dos eventos de falha é apresentado na tabela 3.1 que segue. A tabela completa com todos os eventos apontados será apresentada no Apêndice A.

Tabela 3.1 – Acompanhamento das falhas da sopradora N. 09

i	MQ	Data	Modo de falha	hora da Parada	hora do retorno	Tempo de parada
1	9	01/09/12	Extrator travado	07:50	09:00	1:10:00
2	9	07/02/12	Faca do furo da bomba cega	08:00	09:30	1:30:00
3	9	03/02/12	Pino da tesoura quebrado	11:20	12:00	0:40:00
4	9	08/02/12	Gaveta do molde travada	20:46	22:06	1:20:00
5	9	15/03/12	Cilindro do fechador de parison quebrado	18:00	18:15	0:15:00
6	9	09/04/12	Conjunto de sustentação do extrator soltou	20:00	21:30	1:30:00
7	9	20/04/12	Extrator quebrado	07:20	07:40	0:20:00
8	9	09/07/12	Trocar pinça do extrator quebrada	19:00	20:15	1:15:00
9	9	30/08/12	Fazer nova furação para placa de sustentação da agulha	18:45	19:15	0:30:00
10	9	30/08/12	Haste do mandril quebrada	18:00	19:00	1:00:00
11	9	27/01/12	Resistencia zona 8 queimada	12:00	12:30	0:30:00
12	9	07/02/12	Solenóide da gaveta do molde com problema	06:46	06:50	0:04:00
13	9	07/02/12	Valvula da pinça do extrator não funciona	16:25	16:50	0:25:00
14	9	24/04/12	Sensor do mandril quebrado	07:15	07:30	0:15:00
15	9	25/01/12	Sensor de segurança da porta quebrado	07:30	08:45	1:15:00
16	9	16/01/12	Valvula de sopro obstruída	13:40	14:00	0:20:00
17	9	15/03/12	Valvula de fechamento travada	08:45	09:25	0:40:00
18	9	20/03/12	Mesa e mandril não estão movimentando	14:00	15:00	1:00:00
19	9	11/05/12	Sistema hidráulico não funciona	09:20	09:40	0:20:00
20	9	19/06/12	Sensor de segurança da porta desativado	07:00	07:15	0:15:00
21	9	16/02/12	Valvula opcional pneumático 3 travada	13:52	14:10	0:18:00

O estudo do histórico dos eventos de falha ora proposto, esta sendo utilizado para apoiar a análise que tenta demonstrar que para um grupo de equipamentos semelhantes, operando em condições de regime de trabalho e em ambiente semelhante podem ter sua disponibilidade afetada negativamente caso a estratégia de manutenção não se atente a seleção dos itens de reposição bem como na determinação da sua importância ao regime de operação do equipamento.

Os eventos de falha foram agrupados em duas distribuições, uma leva em consideração o número total de eventos para um determinado modo de falha e outra leva em consideração o tempo total de interrupção da campanha produtiva produzida por um determinado modo de falha.

Com essa análise se torna possível avaliar se os modos de falhas que mais ocorrem são os mais afetam a disponibilidade ou se as maiores perdas na disponibilidade são geradas por modos de falhas menos frequentes.

3.6 MTBF e MTTR

Antes de iniciar a distribuição dos eventos de falha foram determinados os dois índices básicos do comportamento dos equipamentos em relação a atuação da manutenção junto a eles, a taxa de falhas que evidenciará o MTBF (tempo médio entre falhas) e a taxa de reparos que evidenciará o MTTR (tempo médio de reparo). Para determinar esses índices são adotados os seguintes períodos de tempo:

- Dias úteis no mês – 30;
- Horas úteis no dia – 22;

Sendo assim o período total de avaliação do equipamento será de 15.840 h ou 57.024.000 seg. de operação.

$$\text{Taxa de falhas } \lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Total de horas de operação}}$$

3.1

$$\text{Taxa de falhas } \lambda = \frac{88}{15840}$$

$$\text{Taxa de falhas } \lambda = 0,0055 \text{ falhas /horas de operação}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

3.2

$$MTBF = \frac{1}{0,0055}$$

$$MTBF = 182 \text{ horas}$$

$$\text{Taxa de reparos } \mu = \frac{\text{Numero de reparos realizados}}{\text{Tempo total de reparos}}$$

3.3

$$\text{Taxa de reparos } \mu = \frac{88}{112,27}$$

$$\text{Taxa de reparos } \mu = 0,79 \text{ reparos/horas de manutenção}$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

3.4

$$MTTR = \frac{1}{0,79}$$

$$MTTR = 1,28 \text{ horas}$$

Determinados os indicadores resultantes das equações 3.2 e 3.4 pode-se determinar a disponibilidade inerente "A" com que o equipamento em questão apresentou ao longo desse período estudado.

$$A(\infty) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Assim:

$$A(\infty) = \frac{182}{182 + 1,28}$$

$$A(\infty) = 99,3 \%$$

Ainda em tempo, fazendo uso da equação 2.1 pode se terminar a probabilidade do equipamento que falhou ser reparado dentro de um determinado intervalo de tempo determinado.

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

$$M(t) = 1 - e^{-0,79 t}$$

Admitindo-se um $t = 1$ hora, tem-se:

$$M(t) = 54,6 \%$$

3.7 ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DAS FALHAS COM MAIS RELEVANCIA E POR TEMPO DE PARADA

Após a obtenção dos indicadores do Tempo médio entre as falhas e do Tempo médio de reparo será realizada a análise dos modos de falha mais relevantes do ponto de vista da operação e do tempo de parada.

Os modos de falha que mais se repetiram durante o período foram os seguintes:

- Eixo do cilindro do mandril danificado;
- Sensores danificados;
- Resistências queimadas;
- Termopares danificados;
- Pino das tesouras quebradas;
- Atuador pneumático do extrator quebrado;
- Alimentador não puxa material;
- Falhas nos acionamentos em geral;
- Proteções elétricas atuadas;
- Vazamentos de óleo;

- Falhas no extrator de peças;

Em relação ao número de ocorrências desses modos de falhas obtêm-se a seguinte distribuição apresentada na tabela 3.1.

Tabela 3.2 – Distribuição dos modos de falha em relação ao número de ocorrências

Modos de Falha	in	N. Ocorrências	% relativo	% Acumulado
Falhas nos acionamentos em geral	1	14	23%	23%
Resistências queimadas	2	12	19%	42%
Sensores danificados	3	5	8%	50%
Termopares danificados	4	5	8%	58%
Pino das tesouras quebrado	5	5	8%	66%
Alimentador não puxa material	6	5	8%	74%
Proteções elétricas atuadas	7	5	8%	82%
Atuador pneumático do extrator quebrado	8	4	6%	89%
Falhas no extrator de peças	9	3	5%	94%
Eixo do cilindro do mandril danificado	10	2	3%	97%
Vazamentos de óleo	11	2	3%	100%

Essa distribuição pode ser melhor compreendida se analisada sob a forma de um gráfico de Pareto que segue no gráfico 3.1.

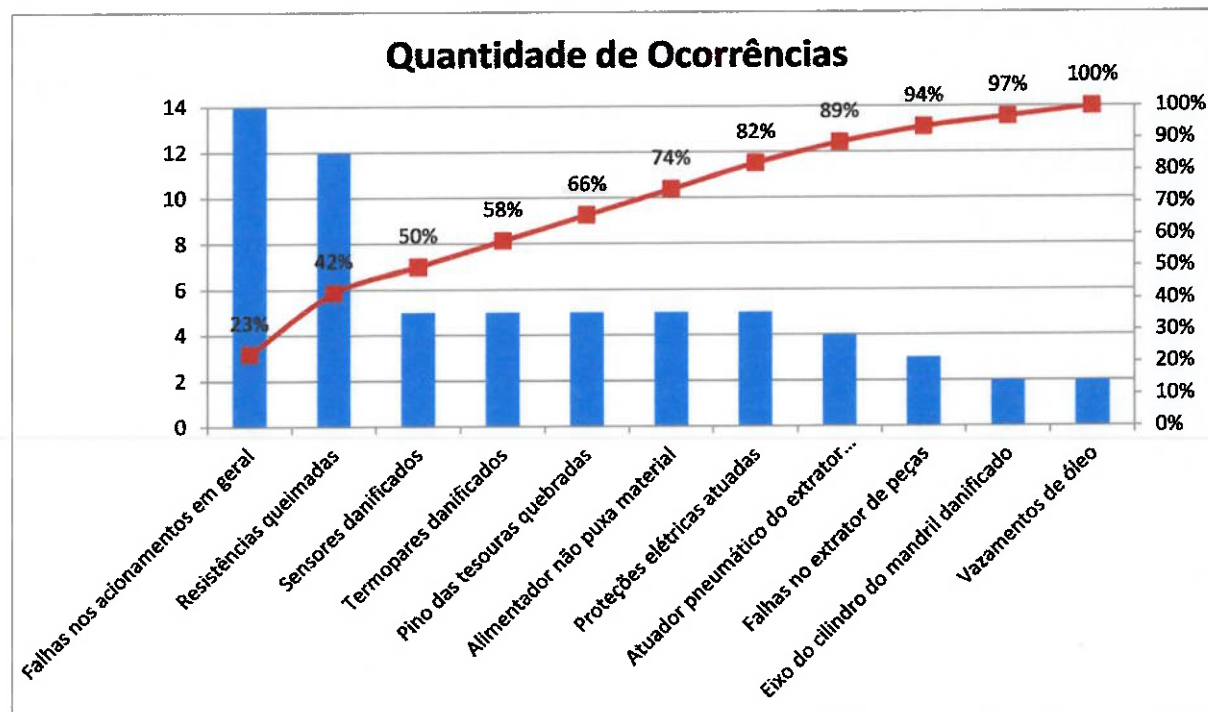


Gráfico 3.1 – Gráfico de Pareto da distribuição do número de ocorrências

Outra abordagem sob a qual se pode avaliar os modos de falhas relacionados é em relação ao tempo de parada gerado para o reestabelecimento de suas funções após uma falha. Tal distribuição pode ser observada na tabela 3.2.

Tabela 3.3 – Distribuição dos modos de falha em relação ao tempo de parada

Modos de Falha	it	T. Parado (h)	% relativa	% Acumulado
Vazamentos de óleo	1	57,25	56%	56%
Falhas nos acionamentos em geral	2	10,47	10%	66%
Atuador pneumático do extrator quebrado	3	6,75	7%	73%
Resistências queimadas	4	6,33	6%	79%
Sensores danificados	5	4,78	5%	83%
Pino das tesouras quebrado	6	4,58	4%	88%
Alimentador não puxa material	7	2,92	3%	91%
Falhas no extrator de peças	8	2,75	3%	93%
Eixo do cilindro do mandril danificado	9	2,67	3%	96%
Termopares danificados	10	2,17	2%	98%
Proteções elétricas atuadas	11	1,93	2%	100%

Essa distribuição pode ser melhor compreendida se analisada sob a forma de um gráfico de Pareto que segue no gráfico 3.2

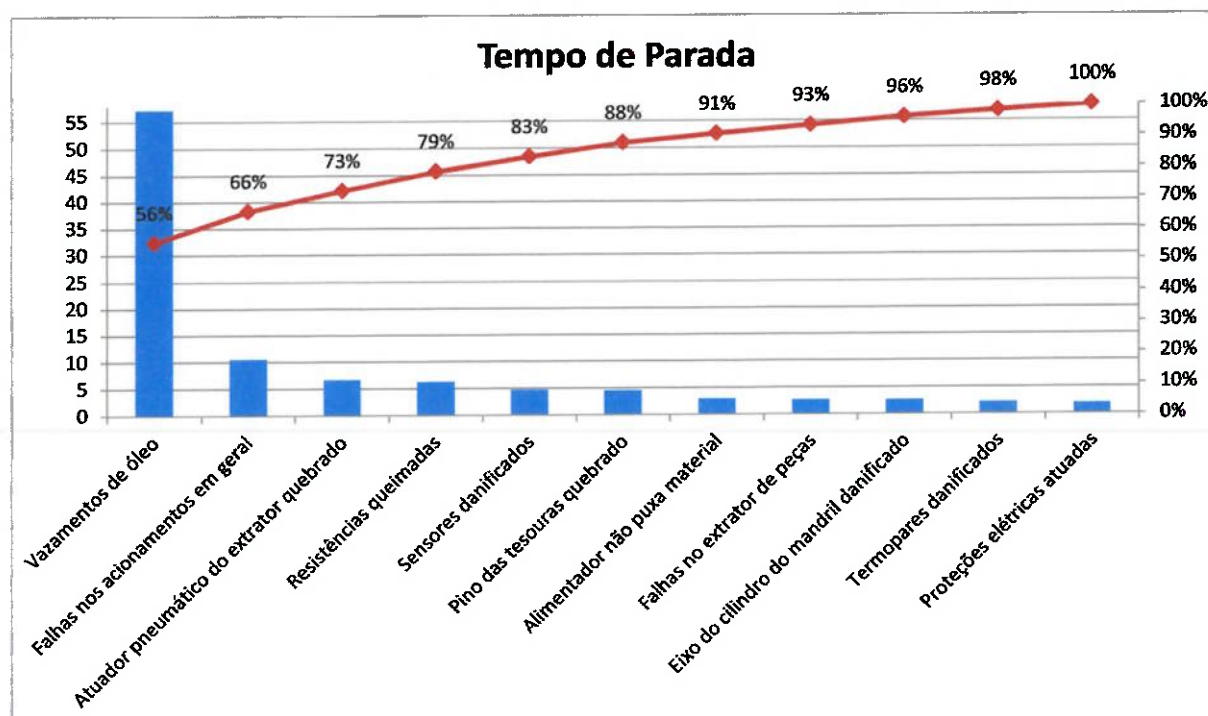


Gráfico 3.2 – Gráfico de Pareto da distribuição do tempo de parada

Observando-se as duas distribuições, fica claro que a distribuição do número de ocorrências não acompanha a distribuição do tempo de parada até o

reestabelecimento do equipamento. E justamente no item de maior relevância, no que diz respeito ao tempo de parada, se analisado unicamente em relação ao número total de ocorrências seria classificado como o menos significativo, essa comparação pode ser verificada no quadro comparativo 3.1.

Modos de Falha	it	in
Alimentador não puxa material	7	6
Atuador pneumático do extrator quebrado	3	8
Eixo do cilindro do mandril danificado	9	10
Falhas no extrator de peças	8	9
Falhas nos acionamentos em geral	2	1
Pino das tesouras quebrado	6	5
Proteções elétricas atuadas	11	7
Resistências queimadas	4	2
Sensores danificados	5	3
Termopares danificados	10	4
Vazamentos de óleo	1	11

Quadro 3.1 – Comparação dos índices de ocorrência e tempo de parada

3.8 CUSTO IMOBILIZADO EM ESTOQUE

Atualmente existem 148 itens de reposição específicos para utilização nas sopradoras que podem ser encontrados no almoxarifado da empresa alvo do estudo.

A listagem completa desses itens pode ser verificada no Apêndice 2, incluindo seus respectivos valores unitários.

O custo total imobilizado atual desses itens perfaz um total de R\$ 185.304,36 e pelo que se pode verificar anteriormente, mantendo-se o quadro de mão de obra atual, garante uma disponibilidade de 99,3 % e um manutenibilidade de 54,6 % para um tempo $t = 1$ hora.

3.9 DEFINIÇÃO SOBRE OS SISTEMAS DE REVISÃO E CLASSIFICAÇÃO

A fim de definir os parâmetros apresentados na sequência desse trabalho, essa seção trata da determinação e justificativa da escolha de um dos sistemas de revisão e de classificação que melhor se adequam a realidade e necessidade da organização alvo do estudo.

3.9.1 DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA DE REVISÃO

No caso dos itens destinados a compor o estoque de itens de reposição com a finalidade restituir o mais rápido possível as condições normais de operação e garantir a disponibilidade dos meios de produção em uma falha durante uma campanha produtiva, ou seja, em paradas não programadas, não há maneira de se definir ou projetar uma demanda. Nesses casos adotaremos que esses itens se comportam com demanda muito baixa, mas por motivos de segurança ao menos uma unidade de cada item deve estar disponível e tão logo essa unidade seja consumida uma nova deve ser reposta no estoque, assim, pode-se afirmar que o modelo escolhido responde de acordo com o sistema “Q”.

3.9.2 DEFINIÇÃO SOBRE A CLASSIFICAÇÃO

Esse trabalho se propõe a apresentar um modelo para seleção dos itens críticos a serem mantidos em estoque bem como a sua quantidade mínima a fim de garantir a disponibilidade dos equipamentos em uma situação de falha, sendo assim, o modelo de classificação que melhor se adequa a proposta do trabalho é a classificação XYZ que se preocupa com a importância do item no seu contexto e não com o seu valor ou demanda.

4 PROPOSTA DE TRABALHO

A análise das ocorrências das falhas dos últimos 02 (dois) anos em uma das 12 (doze) sopradoras tipo HDL instaladas nas dependências da empresa alvo do estudo representa uma fração do problema vivenciado por essa organização e indica uma clara necessidade de revisão no conceito atual de seleção de itens de reposição adotado pela empresa.

Os resultados encontrados após a análise das ocorrências do período de monitoramento não foram em demasiado negativos. No entanto, considerando-se esses resultados e o nível de exigência que esse segmento de mercado apresenta pode-se valorizar essa situação e obter alguns esclarecimentos.

A média produtiva de peças sopradas da organização atualmente é de 70 pçs/h (setenta peças por hora) é a um custo total R\$ 1,50 (um Real e cinquenta centavos) por peça, dos quais, segundo informações divulgadas pela própria organização, R\$ 0,95 (noventa e cinco centavos) são de custo fixo.

O faturamento médio mensal do último ano com a venda de peças sopradas foi de R\$ 4.000.000,00 (quatro milhões de Reais) para um volume de 450.000 (quatrocentas e cinquenta mil) peças mensais divididos pela capacidade produtiva de 12 (doze) máquinas sopradoras. Admitindo-se que a média produtiva e os custos produtivos são iguais para todas as máquinas assim como as taxas de falha e de reparo ao longo de um ano a organização estará inserida no seguinte cenário:

Horas produtivas anuais = 12 meses x 30 dias x 22 horas → 7.920 horas

Considerando-se que todas as máquinas sopradoras estarão disponíveis simultaneamente ao longo do ano, teoricamente, pode-se contar com 95.040 horas (noventa e cinco mil e quarenta) disponíveis para produção, resultantes da multiplicação da disponibilidade teórica individual de cada sopradora.

Mantendo-se o MTBF constante pode-se prever uma situação de 522 (quinhentas e vinte e duas) falhas que irão efetivamente interromper a campanha produtiva planejada e assim como considerou-se o MTBF constante a um mesmo MTTR, a organização deixará de produzir por 668 (seiscentos e sessenta e oito) horas, pois as máquinas estarão sob algum tipo de intervenção corretiva, valor que

representa, quantitativamente, mais tempo do que se uma sopradora fosse mantida inoperante por um mês inteiro.

Empregando-se os valores anteriormente citados a uma equação simplificada, pode-se valorizar essas horas em que a campanha produtiva foi interrompida.

Faturamento mensal médio = R\$ 4.000.000,00

Produção mensal média = 450.000

Faturamento médio = $4.000.000 / 450.00 \rightarrow \text{R\$ } 8,89 / \text{pç}$

Assim:

Horas inoperantes = 668 h

Média produtiva = 70 pçs/h

Perda teórica de produção = $668 \times 70 \rightarrow 46760 \text{ pçs}$

Faturamento teórico perdido = $46760 \times 8,89 \rightarrow \text{R\$ } 415.644,44$

Além dos valores citados relativos ao faturamento direto das peças, deve-se considerar os custos fixos de produção, anteriormente mencionados que são da ordem de R\$ 0,95 (noventa e cinco centavos) por peça soprada, o que acarretará no seguinte resultado:

Perda teórica de produção = $668 \times 70 \rightarrow 46.760 \text{ pçs}$

Custo fixo por peça = R\$ 0,95

Faturamento teórico perdido = $46760 \times 8,89 \rightarrow \text{R\$ } 415.644,44$

Custo por maquina inoperante = $0,95 \times 46760 \rightarrow \text{R\$ } 44.422,00$

Somando-se o custo por máquina inoperante ao faturamento teórico perdido a organização admitira uma baixa na contabilidade de R\$ 460.066,44 (quatrocentos e sessenta e seis mil reais e quarenta e quatro centavos), valor esse, suficiente para aquisição de uma máquina sopradora HDL de capacidade semelhante as instaladas na organização atualmente.

Admitindo-se que não serão tomadas outras medidas que modificarão outros aspectos da estrutura da organização a avaliação das falhas mais relevantes será em relação ao tempo de reparo necessário a reestabelecimento das condições de operação do equipamento uma vez que pode-se admitir que o custo de manutenção é proporcional ao tempo em que o equipamento permanece em falha . Sendo assim, para aumentar a taxa de reparos os principais subconjuntos, principalmente os intercambiáveis entre todas as máquinas, deverão ser adquiridos e deixados a disposição do corpo de manutenção para que sejam instalados no momento em que se fizerem necessários.

Essa abordagem certamente não impedirá ou ao menos diminuirá a ocorrência das falhas, esta medida somente aumentará o poder de resposta da equipe de manutenção quando da ocorrência da falha.

Com base nas ocorrências relacionadas, nas recomendações do fabricante e no histórico dos profissionais que atuam na preparação das máquinas e na manutenção os principais subconjuntos que deveriam ser deixados a disposição do corpo de manutenção são os seguintes:

Extrusora

Moto redutor;

Motor de acionamento do moto redutor;

Inversor de frequência;

Cabeçote Acumulador

Transdutor linear;

Cilindro acumulador de 10 e 20L

Kit de Reparos para cabeçotes de 10 e 20L;

Unidade Hidráulica

Motor de acionamento da bomba;
Bomba Hidráulica;
Filtro de sucção;
Válvula direcional 4/3 vias centro aberto;
Válvula direcional 4/3 vias centro fechado;
Cilindro do Mandril;
Cilindro de fechamento;

Acionamentos Pneumáticos

Válvula direcional 5/2 vias $\frac{1}{4}$ ";
Válvula direcional 5/2 vias $\frac{1}{8}$ ";
Cilindro ISO do fechador;

IHM (Interface Homem Máquina)

Painel de operação;
Placa I/O ATOS;
Placa CLP ATOS;

Extrator de peças

Conjunto extrato completo;
Par de pinças extratoras;

Fechador de Parison

Mecanismo completo do fechador;

Alguns desses itens já foram adquiridos no passado e deveriam estar a disposição do corpo de manutenção, porém, devido a falta de critério para identificar, endereçar e mesmo denominar esses itens faz com que, no presente momento, não seja possível ao menos localiza-los quando necessários.

Para assegurar que não serão adquiridos itens desnecessariamente, antes de solicitar a aprovação da compra desses, todos os materiais acondicionados no

almoxarifado devem ser inventariados, catalogados e registrados no ERP para que possam ser oficialmente controlados.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS DE REPOSIÇÃO

Na secção 3.9.2 definiu-se que os itens de reposição deveriam ser classificados de acordo com a classificação X Y Z que tem como critério de avaliação o grau de criticidade ou imprescindibilidade do material no desempenho das atividades onde este é utilizado e também na dificuldade de se obter o material.

Esta classificação deve atender aos seguintes critérios:

Classe Z – Itens de máxima criticidade, imprescindíveis, não podem ser substituídos por outros equivalentes, em tempo hábil para evitar transtornos.

Esses itens, habitualmente, são pouco requeridos no que diz respeito a quantidade ou demanda média de utilização, mas a falta desse item em dado momento em que o equipamento falha causando a completa interrupção da campanha produtiva daquele equipamento, e isso ocorrendo, a aquisição ou recuperação do item demanda muito tempo, pois tem de ser confeccionado sob medida ou o fornecedor não tem instalações próximas a unidade da empresa e o tempo de liberação e transporte também depõem acentuadamente contra o breve retorno da campanha produtiva. Assim, independente da demanda ou custo de aquisição, os itens classificados como Z devem ser mantidos disponíveis no almoxarifado pelo menos 1 peça.

Classe Y – Itens que apresentam grau de criticidade médio ou intermediário entre os imprescindíveis e os de baixa criticidade. Embora sejam vitais para a realização das atividades, estes podem ser substituídos por outros com relativa facilidade.

São itens mais corriqueiramente solicitados na sua maioria, são itens importantes ao funcionamento correto dos equipamentos, mas não insubstituíveis, seus fornecedores estão localizados próximos a empresa e habitualmente possuem esses itens em estoques, podendo fornecer-los em poucas horas após a solicitação. Na

falta de um item específico, muitas vezes, é possível adaptar um item similar sem impacto no rendimento do equipamento que sofreu a falha e não interromper a campanha produtiva até o fornecimento do item correto.

Classe X – Demais itens, são os materiais que sua falta não acarretam em paralisações, nem riscos à segurança pessoal, ambiental e patrimonial.

São itens mais simples que não precisam de um controle demasiado rigoroso, são adquiridos em fornecedores locais e quase sempre são intercambiáveis independentes dos fornecedores.

Essa classificação tenta ilustrar os critérios práticos que deveriam ser adotados para classificar os itens de reposição das máquinas sopradoras de uma maneira genérica que possa ser utilizada, quase como um padrão, sempre que houver a necessidade de posicionar um item perante os demais e para servir de ponto inicial para um estudo do aumento da confiabilidade dos equipamentos, no entanto, vale lembrar que cada instalação e cada equipamento nela instalado estão sujeitos a condições muito específicas determinadas por fatores que não raramente interferem na resposta e na confiabilidade dos equipamentos e não podem ser controlados, sendo assim, alguns itens que se aplicados os critérios de classificação deveriam ocupar posições Y ou X estão classificados como Z. Isso ocorre devido ao acúmulo de conhecimento e histórico da manutenção que com o passar do tempo e o monitoramento dos modos de falhas ocorridos é capaz de classificar um ou outro item fora dos critérios habituais devido a sua importância estratégica no ambiente de manutenção e no que diz respeito a garantia de disponibilidade dos equipamentos dessa instalação em especificamente.

Um exemplo prático desse conceito é o item N. 88 RESISTENCIA PLANA EM ALUMINIO, trata-se de uma pequena resistência que é utilizada no acumulador das máquinas de 10 (dez) litros. Diferente das demais resistências planas que receberam classificação Y essa recebeu classificação Z, isso se deve ao fato que é menor do que as demais, já que o local onde é aplicada também é reduzido, sendo assim, não pode ser substituída por nenhuma outra e a região que é aquecida por essa resistência tem grande importância para o controle da homogeneização e distribuição do material plástico, sem ela, a operação da máquina sopradora fica seriamente comprometida, em algumas situações podem levar a falha por quebra de elementos de fixação da extrusora e do acumulador.

Durante o período de levantamento dos dados relativos aos eventos de falhas foi realizado um trabalho de levantamento de todos os itens de reposição destinados a utilização nas sopradoras disponíveis e cadastrados no sistema de ERP da empresa. Esse levantamento encontrou 148 (cento e quarenta e oito) itens.

Aplicando-se a classificação ZYX aos itens cadastrados pela organização temos o seguinte o quadro 4.1 ilustrado na sequencia deste texto:

Classificação do itens de reposição das sopradoras			
i	Descrição	Classificação	Valor Unitário
36	FILTRO FTS 160	X	92,50
40	PARAFUSO BIELA (CC) LE10	X	101,80
46	VISOR DE NIVEL VI 127	X	55,00
47	VISOR DE NIVEL VI 076	X	30,00
48	CORREIA V B 88	X	26,94
55	PARAFUSO REGULAGEM VERTICAL	X	83,00
65	TELAS ACO INOX 60MM	X	0,59
66	TELAS ACO INOX M 8 60 MM	X	4,87
67	TELAS ACO INOX M8 70 MM	X	6,47
70	RELE DE ESTADO SOLIDO	X	108,77
72	E ESTADO SOLIDO 024 VDC 4A	X	25,31
107	FILTRO SUCCAO 1ºNPT-11GPM PARK	X	45,51
108	MANGUEIRA PRESSAO COD. 4764	X	124,80
109	MANGUEIRA PRESSAO COD. 645	X	80,00
110	MANGUEIRA PRESSAO COD. 5133	X	81,52
111	MANGUEIRA PRESSAO COD. 2685	X	58,58
112	MANGUEIRA PRESSAO COD. 5134	X	95,06
113	MANGUEIRA PRESSAO COD. 642	X	31,66
114	MANGUEIRA PRESSAO COD. 10738	X	83,55
115	ANEL AA20 CODIGO 1036	X	2,12
116	PORCA PA20 CODIGO 1963	X	5,73
117	ANEL AA 12,7 CODIGO 1034	X	1,54
118	PORCA PA 12,7 CODIGO 10528	X	3,02
126	TELA P/ FILTRO ACO INOX 070	X	1,23
127	ARRUELA SEGURANCA	X	0,48
128	SUPORTE PARA TERMOPAR	X	7,30

Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras

140	FILTRO FTS - 110	X	91,90
143	MANGUEIRA HIDRAULICA N.52	X	50,00
4	Sensor Retangular SCH 0539 NO	Y	72,10
5	RESISTENCIA 220VX2900W CODP9859	Y	203,50
6	RESISTENCIA 220VX1300W OP 9858	Y	197,30
7	RESISTENCIA 220VX400 W OP9864	Y	48,00
8	RESISTENCIA 220VX400W OP 9863	Y	48,00
9	RESISTENCIA 220VX800W OP 9855	Y	96,00
10	RESISTENCIA 220VX1900W OP 9860	Y	173,80
11	RESISTENCIA 220VX2900W OP 9862	Y	189,20
12	RESISTENCIA 220VX2000W OP 0861	Y	98,00
13	RESISTENCIA 220VX2000W OP 9856	Y	137,50
14	RESISTENCIA 220VX1800W OP 9857	Y	239,80
15	RESISTEN TUB 220VX300W HAD1670	Y	80,76
18	RESIST HEATCON HAD1670 Ø10X50M	Y	105,10
19	RESIST. HAD-1670 Ø10MMX50MM	Y	59,00
22	RESIST. PLA. CER. Ø 110X95MM	Y	104,50
23	RESIST. PLA. CER. Ø 110X80MM	Y	94,38
24	RESIST. PLA. CER. Ø 290X85MM	Y	181,50
25	RESIST. PLA. CER. Ø 165X145MM	Y	159,00
26	RESIST. COL. MICA Ø 210X65MM	Y	102,00
27	RESIST. COL. MICA Ø 320X85MM	Y	155,00
28	RESIST. COL. MICA Ø 225X60MM	Y	88,00
32	RESIST PLANA MICA OP17614	Y	81,50
33	RESIST PLANA MICA OPR 017618	Y	97,23
33	RESISTENCIA PLANA EM MICA	Y	154,78
37	VALV DIR 0820 022 502 BOSCH	Y	270,86
43	KIT DE VEDACAO P/ CILINDRO	Y	33,41
44	SENSOR REDONDO 2M SCH0563N2	Y	126,00
45	SENSOR INDUTIVO SCH0538N6	Y	130,54
49	RESISTENCIA 315X170 CERAMICA	Y	298,63
50	BOBINA DG4V3 60 24V COD.507848	Y	148,33
53	RESISTENCIA 280X100 OP 17646	Y	193,00
54	FIXADOR TREFILA	Y	1470,00
56	VALVULA DIRECIONAL SOL. 312 VI	Y	274,68

Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras – Continuação

57	KIT DE VEDACAO PARA CILINDRO	Y	183,00
60	RESISTENCIA PLANA EM CERAMICA	Y	155,00
61	RESIST PLANA CERAMICA 180X172	Y	218,60
68	RESISTENCIA PLANA CERAMICA	Y	164,60
69	RESIST PLANA EM CERAMICA	Y	150,00
76	CHAVE SELECIONADORA 400A HOLEC	Y	1485,00
77	KIT DE VERDACAO MPTR 125/90	Y	1015,20
78	KIT DE VERDACAO MPTR 80/50	Y	278,23
79	KIT DE VERDACAO MPTR 100/70	Y	379,22
80	RESIST. PLANA EM MICA 115X110	Y	71,50
81	RESIST. PLANA EM CERAMICA	Y	316,59
82	RESIST. PLANA EM MICA 245X245	Y	148,50
86	RESIST. PLANA EM MICA 245X245	Y	76,12
89	RESISTENCIA PLANA EM CERAMICA	Y	121,00
90	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	Y	236,50
91	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	Y	66,00
92	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	Y	60,50
93	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	Y	158,40
94	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	Y	236,50
119	VAL DIR HID COD.2361.320	Y	680,00
120	VAL DIR HID COD. 2362.320	Y	670,00
121	VAL DIR HID COD. 2362.220	Y	705,00
122	VALV HID REG PRESSAO 2952-012	Y	712,00
124	PARAFUSO BRACO ARTICULADOR CC	Y	146,08
125	PARAFUSO BIELA CC LE 20	Y	60,00
130	CONJ COMPL DE VENTIL	Y	3700,00
131	PORCA COLUNA CENTRAL	Y	80,00
138	ACOPLAMENTO HDA AC28 020 010	Y	20,17
142	PARAF. ALLEN C/ CABEÇA M 16X60	Y	2,30
147	KIT DE VEDAÇÃO DO CILINDRO MANDRIL	Y	375,00
1	Bomba Hidraulica V22308W21AA 20 S214 2R2	Z	2000,00
2	Bomba Hidraulica V10 1P2P1D 20	Z	1757,00
3	Placa Frontal ATOS F164000/10	Z	5000,00
16	CARTELA 10116901 FONTE NUX 165	Z	1780,00
17	TRANSDUTOR LVDT T151 2MM	Z	2041,33

Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras – Continuação

20	TRANSDUTOR LWH 175	Z	807,00
21	RESIST. COL. CER. Ø 215X57,5MM	Z	239,60
29	RESIST CINTA BIPART Ø365X370	Z	960,00
30	RESIST COL. MICA Ø365X370	Z	72,00
31	RESIT COL. MICA Ø210X30	Z	43,42
31	RESIST COL. MICA Ø210 X 55	Z	100,10
32	RESIST. COL MICA Ø140X55	Z	56,58
34	RESIST TIPO L MICA Ø176,5X136,5	Z	1554,18
35	INVERSOR DE FREQUENCIA WEG CFW 05	Z	4500,00
38	MED DIST LINEAR RED LWG 360 MM	Z	861,00
39	MED DIST LINEAR RED LWG 300 MM	Z	931,55
41	BOMBA HIDRAULICA FDR-001	Z	2523,30
51	MEDIDOR DIST. LINEAR PY2-F25S1	Z	640,24
52	RESISTENCIA COLEIRA EM CERAMIC	Z	85,00
58	COLUNA CENTRAL PORCA COD301591	Z	1947,50
59	COLUNA CENTRAL COD.301590	Z	1911,75
62	RESISTENCIA COLEIRA MICA	Z	127,00
63	RESISTENCIA COLEIRA MICA	Z	200,00
64	RESISTENCIA PLENA CERAMICA	Z	95,00
71	TRANSDUTOR ITV20 30 33F2S3	Z	1450,00
73	CARTAO DE ENTRADA ANALOGICA	Z	1429,44
74	CARTAO DE SAIDA	Z	1864,28
75	CARTAO DE REDE SRM21 OMRON	Z	698,08
87	RESIST. COLEIRA EM MICA	Z	159,50
88	RESIST. PLANA EM ALUMINIO	Z	495,00
95	VALVULA CPE 14 M1BH 5/3G 1/8 C	Z	417,00
96	VALVULA DIRE SOLENOIDE VQC 230	Z	486,40
97	VALVULA DIR.SOLEN. VQC 2100 N5	Z	572,73
98	REG. D PRESSAO PROPORCIONAL	Z	2342,60
99	VALVULA DIRECIONAL DE PROCESSO	Z	483,96
100	VALVULA PROGRESSIVA AV 3000 03	Z	939,85
101	TRANSDUTOR LINEAR MAG.MK4 A A	Z	2430,00
102	TRANSDUTOR LINEAR MAG. MK 1.2 A A	Z	680,00
103	MEDIDOR DIST.LINEAR REDONDO	Z	1880,00
104	MEDIDOR LINEAR PCM 300	Z	1810,00

Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras – Continuação

105	MEDIDOR DE DISTANCIA LINEAR	Z	1344,00
106	MEDIDOR DE DISTANCIA LINEAR	Z	740,25
123	BOMBA HIDRAULICA	Z	2000,00
129	CONJ PLASTIFICACAO P SOPRADORA	Z	80000,00
132	BOMBA HIDRAULICA V201P9P 1 A 1	Z	2230,00
133	CONJ PLASTIF SOPRADORA HDL 30L	Z	12000,00
134	MOTOR WEG 5CV TENSOES 220 380	Z	1500,00
135	MOTOR WEG 25CV TENSOES 220 380	Z	2950,00
136	MOTOR WEG 30CV TENSOES 220 380	Z	3200,00
137	MOTOR WEG 50CV TENSOES 220 380	Z	5600,00
139	BOMBA HIDRAULICA/ORDER 5476	Z	3200,00
141	MEDIDOR LINEAR LWG 150	Z	740,00
144	KIT DO CILINDRO PROGRAMADOR	Z	114,00
145	KIT DO PROGRAMADOR DAS SOPRADORAS DE	Z	200,00
146	RESIST. COLEIRA Ø 200 X 140	Z	130,00
148	KIT DO ACUMULADOR DAS SOPRADORAS	Z	720,00

Quadro 4.1 – Classificação XYZ dos itens de reposição das Sopradoras – Fim

Ainda em tempo, cabe dizer que alguns itens, apesar da classificação posicioná-los como Z, são itens que não tiveram nenhuma causa de falha a eles atribuída ou sequer foram necessários durante o período estudado na máquina alvo ou em outra.

Itens como o 129, 130 e 133, nunca foram requisitados, desde quando se pode apurar nos históricos de requisição de materiais. São itens de alto valor agregado, que sem sombra para dúvidas atendem aos requisitos de classificação anteriormente citados, mas nunca houve necessidade de utilização desses materiais, fato que permite que se faça um questionamento: Além dos itens que devem ser incluídos na lista de partes de reposição que deverão ser adquiridas, os itens já adquiridos são realmente necessários? Se esse questionamento for realizado à profissionais que não participem do ambiente da manutenção, certamente afirmarão que esses itens não são necessários já que implicam em um alto valor imobilizado e serem foram utilizados uma única vez, no entanto, se o mesmo questionamento for realizado à profissionais ligados ao ambiente de manutenção a resposta será contrária a anterior, alegando que devido a importância

no processo desse item e da dificuldade em se obter um outro esse item deve, imprescindivelmente ser mantido em estoque, haja demanda passada ou não.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTOS

Um fator que pode determinar a continuidade da implantação dessa proposta é análise dos custos envolvidos para o incremento da lista dos itens de reposição. Os custos envolvidos para o incremento do número de itens de reposição destinados às sopradoras não irão gerar impacto negativo nos demais custos operacionais da organização visto que com as atuais taxas de falha e reparos a organização abre mão de um montante de recursos financeiros de razoável soma, qualquer ação no sentido de melhorar essas taxas só aumentará os resultados financeiros positivo da organização, ainda em tempo, é importante lembrar que certo valor é mensalmente destinado aos custos de manutenção e conservação dos ativos da organização. A seguir outros aspectos relativos aos custos envolvidos serão tratados.

4.2.1 CUSTO DE OBTENÇÃO

A aquisição dos novos itens de reposição não necessitará da criação de uma nova estrutura de compra ou de logística, toda a estrutura atual será aproveitada incluindo os atuais fornecedores. A obtenção dos novos itens não acrescentará novos custos no que diz respeito a operação de compras, transporte e armazenamento além dos custos operacionais da estrutura já existente. O único custo referente ao incremento dos itens de reposição disponíveis nas dependências da empresa será o do valor pago diretamente sobre o material adquirido, e esse custo deverá ser diluído no orçamento previsto para despesas de manutenção.

4.2.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO DE ESTOQUE

Todos os materiais citados e relacionados anteriormente que serão destinados a compor o banco de peças de reposição que garantirá o aumento da manutenibilidade das sopradoras não necessitam de cuidados ou condições especiais de armazenagem além daquelas que já são praticadas nessa organização atualmente para os itens de reposição existentes. Sendo assim, não haverá aumento na oneração destinada a conservação desses itens ou mesmos das áreas onde serão armazenados. Os custos de manutenção de estoque podem ser relacionados ao capital que será imobilizado até o momento da utilização dos itens.

4.2.3 CUSTO DE FALTA DE ESTOQUE

O custo gerado pela falta de um item no estoque no instante em que o mesmo é solicitado pode ser facilmente determinado considerando-se os custos diretos de produção no caso de uma sopradora.

A fim de facilitar a explicação do cálculo e ilustrar a situação problema, a ocorrência do vazamento de óleo do acumulador da sopradora 09 no dia 28 de julho passado será utilizada como exemplo.

As 09:00 h (nove horas) do dia 28 de julho uma solicitação de intervenção foi entregue com classificação de serviço urgente nas dependências da manutenção com a seguinte descrição: "Vazamento de óleo no acumulador", imediatamente dois profissionais se dirigiram ao setor das sopradoras onde imediatamente identificaram a causa do vazamento como sendo por falha nos elementos de vedação do óleo hidráulico. A substituição desses elementos não pode ser executada com o acumulador montado na máquina, sendo assim, iniciou-se a desmontagem do mesmo.

No instante em que os trabalhos de desmontagem se iniciaram foi feita a solicitação do "Kit" de elementos de vedação para aquele acumulador, pouco tempo depois se descobriu que tal "Kit" não havia sequer sido cadastrado no ERP e tão pouco havia algum disponível para utilização naquele momento.

De posse dos manuais fornecidos pelo fabricante da máquina foi possível identificar quais elementos deveriam ser substituídos, no entanto, alguns itens não poderiam ser adquiridos imediatamente.

Ao final de 04 (quatro) horas trabalho o acumulador já estava totalmente desmontado, limpo e frio aguardando a chegada dos elementos de vedação necessários à sua recuperação, fato que só ocorreu 50 (cinquenta) horas após a parada do equipamento.

Após 6 (seis) horas de trabalho a equipe de manutenção liberou a sopradora 09 em plenas condições de produção à operação 56 (cinquenta e seis) horas após a parada da máquina devido ao vazamento de óleo no acumulador.

O já mencionado “Kit” de elementos de vedação foi adquirido por R\$ 720,00 (setecentos e vinte Reais) e se estivesse disponível no instante em que foi solicitado, considerando-se o tempo gasto na desmontagem, limpeza, montagem, transporte, aquecimento e ajuste até a liberação, essa mesma intervenção poderia ter sido concluída em aproximadamente 10 (dez) horas de trabalho.

Utilizando-se dos mesmos valores e definições apresentadas no item 4 é possível determinar um custo médio por hora por falta de estoque que segue:

Faturamento médio = R\$ 8,89 / pç

Horas inoperantes = 56 h

Média produtiva = 70 pçs/h

Perda teórica de produção = $56 \times 70 \rightarrow 3920$ pçs

Faturamento teórico perdido = $3920 \times 8,89 \rightarrow$ R\$ 34.848,80

Custo fixo por peça = R\$ 0,95

Custo por máquina inoperante = $0,95 \times 3920 \rightarrow$ R\$ 3.720,00

Custo total da parada = $3.720,00 + 34.848,8 \rightarrow$ R\$ 38.572,8

Custo médio por hora de parada = $38.572,8 / 56 = \text{R\$ } 688,8 / \text{h}$

Descontando-se o tempo de intervenção da equipe de manutenção obtêm-se o seguinte resultado:

Perda teórica de produção = $46 \times 70 \rightarrow 3150 \text{ pçs}$

Faturamento teórico perdido = $3150 \times 8,89 \rightarrow \text{R\$ } 28.003,5$

Custo fixo por peça = $\text{R\$ } 0,95$

Custo por máquina inoperante = $0,95 \times 3150 \rightarrow \text{R\$ } 2.992,5$

Custo total da parada = $2.992,5 + 28.003,5 \rightarrow \text{R\$ } 30.996,00$

Custo médio por hora de parada = $30.996 / 46 \rightarrow \text{R\$ } 673,82 / \text{h}$

A descrição do evento e o equacionamento apresentados, tiveram por objetivo tornar mais simples o entendimento de como a falta de um item de reposição pode comprometer um resultado financeiro e influenciar toda uma avaliação de resultados.

Por mais que haja argumentos contrários à manutenção de itens de valor agregados significativos visando a redução do montante de capital imobilizado os valores demonstrados nesse único evento deixam claro que uma única hora de parada é quase suficiente para cobrir o custo do item.

4.3 RESULTADOS

Não distante da expectativa inicial desse trabalho, foi possível verificar que a atual composição do quadro de itens de reposição destinados às sopradoras não atende satisfatoriamente a demanda do contexto da organização.

Os resultados calculados demonstraram que se mantidas as premissas atuais no que diz respeito à composição e gerenciamento dos itens de reposição pode-se prever um resultado financeiro futuro pouco favorável à organização, que se preservado, poderia ser utilizado na renovação gradual do parque fabril, como foi demonstrado anteriormente no item 4.

Utilizando o estudo da sopradora 09 e o extrapolando para as demais máquinas semelhantes é possível determinar que o nível de disponibilidade desses equipamentos, críticos à organização, não é ruim, porém está aquém do resultado que poderia ser atingido. O mesmo vale para os indicadores MTBF e MTTR que poderiam ter um resultado melhor se empregada uma política de intervenções preventivas mais acentuada. No entanto esse estudo se propôs a avaliar única e tão somente o impacto da composição e reposição dos itens de reposição destinados às sopradoras, onde, pode-se verificar que para atingir uma probabilidade de reparo próxima de 100% (cem por cento) são necessárias quase 3 (três) horas de intervenção.

Sendo possível garantir a disponibilidade de ao menos uma unidade de cada item de reposição classificado com Z e Y certamente a capacidade de atuação do corpo de manutenção irá melhorar, assim, a taxa de reparos irá aumentar e por conseguinte a manutenibilidade irá aumentar para um mesmo intervalo de tempo.

A fim trazer à luz do conhecimento a essa afirmação, pode-se projetar um cenário onde na ocasião do exemplo anteriormente citado no item 4.2.3 um acumulador completo estivesse à disposição da manutenção. O tempo necessário para devolver ao equipamento suas condições normais de operação não seria superior ao que foi empregado na desmontagem do acumulador em falha da máquina e a sua instalação posterior. Em menos de 06 (seis) horas a máquina estaria em plena operação após a falha.

Para efeito de análise do cenário futuro, pode-se projetar um cenário da evolução do custo com falhas nos equipamentos de produção considerando-se o MTBF, o MTTR e o custo médio por hora de parada anteriormente calculados, como constantes, onde para um período de 6 (seis) meses de operação poderá se verificar

um custo acumulado devido ao tempo de indisponibilidade dos equipamentos que apresentado no gráfico 4.1:



Gráfico 4.1 – Projeção do custo por falha em R\$ por hora de operação

Ainda em tempo, é importante lembrar que esse gráfico apresenta apenas uma projeção do acúmulo de gastos se mantidas as condições anteriormente apresentadas nesse trabalho.

Espera-se que quando todos os itens relacionados estejam disponíveis à manutenção indicadores como MTTR, disponibilidade e manutenibilidade sofram uma melhora significativa de modo a reduzir o custo operacional das máquinas sopradoras.

5 CONCLUSÕES

O principal objetivo desse trabalho, era o de demonstrar que uma organização de médio porte é perfeitamente capaz de melhorar seus índices gerais de disponibilidade de seus equipamentos sem que para isso fosse necessário grandes investimentos em ferramentas computacionais complexas ou que despendam outros grandes investimentos e mudanças radicais dentro da organização.

Um modelo de classificação para itens de reposição críticos baseado no grau de criticidade ou imprescindibilidade do material no desempenho das atividades onde este é utilizado e também na dificuldade de se obter o material foi apresentado para melhorar os índices de disponibilidade, manutenibilidade e MTTR.

Não se pode afirmar que a premissa operacional geral da organização, que prevê um numero reduzido de intervenções durante as campanhas esteja errada, no entanto, pode-se afirmar que essa diretriz acentua o encolhimento do MTBF e pode acarretar em uma baixa confiabilidade para a programação das campanhas produtivas futuras.

A equipe de manutenção, apesar de pouco numerosa, se mostra hábil e capaz de restaurar as falhas ocorridas durante as campanhas produtivas sem grandes atrasos ou períodos de preparação para intervenção, para isso, se faz necessário que os itens críticos estejam catalogados e disponíveis para utilização. Juntamente a disponibilidade dos itens de reposição, o já mencionado sistema rotativo de intervenções semanais que é adotado torna-se mais eficaz.

Uma seleção de peças de reposição disponível para cada equipamento crítico, contribui positivamente para a redução do MTTR, à um custo global menor do que se o equipamento permanecesse em falha aguardando a chegada das peças de reposição.

A seleção e disponibilização mais criteriosa dos itens críticos de reposição, sejam eles simples parafusos ou conjuntos completos dos equipamentos, de certo aumenta a capacidade de resposta da manutenção quando solicitada, fato que já se verifica na pratica após alguns meses de operação paralela a execução desse trabalho mesmo que sem a devida análise formal, no entanto, a missão da manutenção não pode ser unicamente se ocupar da compra, do registro e da

disponibilização de itens de reposição, a equipe de manutenção é responsável pela garantia da confiabilidade operacional, ambiental e de segurança de todo ativo da organização, e para isso tem de lançar mão das ferramentas que tiver disponível para apresentar à todos os níveis da administração da organização a real situação das operações que estão sendo realizadas e dos resultados por elas obtidos.

Esse estudo mostra que é possível obter melhoria dos indicadores de manutenção operando mudança na maneira como a organização administra os seus itens de reposição, mesmo essa mudança não sendo capaz de obter resposta significativa se tratando de indicadores de confiabilidade.

Um estudo complementar a esse aqui apresentado deverá abordar a aplicação de uma política de manutenção, limitada as possibilidades do ambiente em que a organização atua, capaz de avaliar o resultado obtido a partir da consolidação das modificações operacionais propostas nesse trabalho e então promover a melhoria da dos indicadores de confiabilidade da organização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BALLOU, H. Ronald. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**, 5ª ed. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2006.

BLASS, A. **Processamento de Polímeros**. 2º ed. Santa Catarina: Editora da UFSC, 1988

GONÇALVES, Paulo S. **Administração de Materiais**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

HAX, A. C.; CANDEA, D. **Production and inventory management**. Englewood Cliffs, Old Tappan, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010

LOURENÇO, K. G. **Nível de atendimento dos materiais classificados como críticos no hospital universitário da USP**. 2006. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, M. S. **Configuração de uma rede de distribuição e de serviços na indústria aeronáutica**. 2008. 111p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, A. de. **Análise inteligente de falhas para apoiar decisões estratégicas em projetos de sistemas críticos**. 2009. Tese (Doutorado) – 133 p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PASCHOAL, M. L. H. **Estudo do consumo de materiais de um centro cirúrgico após a implementação de um sistema de gestão informatizado**. 2009. 190 p. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PAVAN ZANETTI, **Manual de instalação e operação - SOPRADORA SÉRIE HDL MODELO HDL 30L**, Rev. 04, Americana, 2004.

REGO, J. R. do. **A lacuna entre a teoria de gestão de estoques e a pratica empresarial na reposição de peças em concessionárias de automóveis**. 2006. 125p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SHACKELFORD, J. F. **Introdução a Ciência dos Materiais para Engenheiros**. 6º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008

TAVARES, L. V.; ALMEIDA, L.A. **A Binary Decision Model for the Stock control of Very Slow Moving Items**. Journal of the Operational Research Society, v.34, n.3, p.249-252. 1983.

VILLEMEUR, A. **Reliability, Availability, Maintainability and Safety Assessment, Vol. 2: Assessment, Hardware, Software and Human Factors**, New Jersey, John Wiley & Sons, 1992.

APÊNDICE A – Relação das ocorrências corretivas na Sopradora 09 entre Out 2010 e Out 2012

Relação de Ocorrências Corretivas na Sopradora 09 entre Out 10 e Out 12						
i	MQ	Data	Modo de falha	hora da Parada	Hora do retorno	Tempo de parada
1	9	01/09/12	Extrator travado	07:50	09:00	1:10:00
2	9	07/02/12	Faca do furo da bomba cega	08:00	09:30	1:30:00
3	9	03/02/12	Pino da tesoura quebrado	11:20	12:00	0:40:00
4	9	08/02/12	Gaveta do molde travada	20:46	22:06	1:20:00
5	9	15/03/12	Cilindro do fechador de parison quebrado	18:00	18:15	0:15:00
6	9	09/04/12	Conjunto de sustentação do extrator soltou	20:00	21:30	1:30:00
7	9	20/04/12	Extrator quebrado	07:20	07:40	0:20:00
8	9	09/07/12	Trocar pinça do extrator quebrada	19:00	20:15	1:15:00
9	9	30/08/12	Fazer nova furação para placa de sustentação da agulha	18:45	19:15	0:30:00
10	9	30/08/12	Haste do mandril quebrada	18:00	19:00	1:00:00
11	9	27/01/12	Resistencia zona 8 queimada	12:00	12:30	0:30:00
12	9	07/02/12	Solenóide da gaveta do molde com problema	06:46	06:50	0:04:00
13	9	07/02/12	Valvula da pinça do extrator não funciona	16:25	16:50	0:25:00
14	9	24/04/12	Sensor do mandril quebrado	07:15	07:30	0:15:00
15	9	25/01/12	Sensor de segurança da porta quebrado	07:30	08:45	1:15:00
16	9	16/01/12	Valvula de sopro obstruída	13:40	14:00	0:20:00
17	9	15/03/12	Valvula de fechamento travada	08:45	09:25	0:40:00
18	9	20/03/12	Mesa e mandril não estão movimentando	14:00	15:00	1:00:00
19	9	11/05/12	Sistema hidráulico não funciona	09:20	09:40	0:20:00
20	9	19/06/12	Sensor de segurança da porta desativado	07:00	07:15	0:15:00
21	9	16/02/12	Valvula opcional pneumático 3 travada	13:52	14:10	0:18:00
22	9	24/02/12	Sistema hidráulico não funciona	15:50	16:00	0:10:00
23	9	25/02/12	Falha na comunicação com IHM	06:10	07:00	0:50:00
24	9	21/09/12	Retirar parafuso quebrado do postigo do molde	02:10	03:30	1:20:00
25	9	25/01/12	Regular sensor da porta	03:30	04:00	0:30:00
26	9	27/09/12	Atuador pneumático do extrator quebrado	02:30	03:00	0:30:00
27	9	27/01/12	Termopar Zona 9 danificado	22:00	22:30	0:30:00
28	9	03/02/12	Trocar resistencia do cabeçote	23:00	23:20	0:20:00
29	9	13/07/12	Resistencia zona 10 queimada	02:10	02:20	0:10:00
30	9	17/07/12	Resistencia zona 9 queimada	00:40	01:00	0:20:00
31	9	23/07/12	Falha no acionamento do extrator de peças	23:49	23:59	0:10:00
32	9	28/07/12	Vazamento de óleo no acumulador	09:00	23:59	14:59:00
33	9	14/03/12	Falha no posicionamento da regua de sincronismo da mesa	02:20	02:41	0:21:00
34	9	28/07/12	Vazamento de óleo no acumulador	00:00	23:59	23:59:00
35	9	18/03/12	Falha no acionamento da placa porta molde	16:35	19:00	2:25:00
36	9	28/07/12	Vazamento de óleo no acumulador	00:00	17:02	17:02:00
37	9	20/06/11	Verificar vazamento de óleo na bomba do programador	06:00	07:15	1:15:00
38	9	17/08/12	Atuador pneumático do extrator quebrado	05:00	05:35	0:35:00
39	9	20/08/11	Verificar acionamento da faca do furo da bomba molde Doblo	06:00	08:00	2:00:00
40	9	12/09/11	Pino da tesoura quebrado	02:40	03:10	0:30:00
41	9	12/09/11	Atuador pneumático do extrator quebrado	16:00	18:30	2:30:00
42	9	30/08/11	Pino da tesoura quebrado	20:50	21:20	0:30:00
43	9	02/09/11	Alimentador não esta puxando material	14:10	16:00	1:50:00
44	9	27/09/11	Parafuso da trefila quebrado	16:00	16:12	0:12:00
45	9	10/11/11	Pino da tesoura quebrado	21:30	22:00	0:30:00
46	9	08/11/11	Pino da tesoura quebrado OS 5836	17:20	19:45	2:25:00
47	9	27/10/11	Retirar parafuso quebrado do postigo do molde	00:15	01:00	0:45:00
48	9	31/10/12	Resistencia zona 10 queimada	02:00	02:15	0:15:00
49	9	14/01/12	Falha no acionamento do motor da bomba hidráulica	02:00	03:40	1:40:00

50	9	20/01/11	Resistencia zona 8 queimada	17:20	19:45	2:25:00
51	9	20/01/12	Falha no controle de temperatura, muito alta	16:35	16:50	0:15:00
52	9	24/03/11	Termopar danificado	14:20	14:55	0:35:00
53	9	15/02/11	Falha no acionamento do fechador	11:30	11:50	0:20:00
54	9	08/03/11	Falha no controle de temperatura, muito alta	22:00	22:17	0:17:00
55	9	28/03/11	Termopar Zona 10 danificado	01:20	01:31	0:11:00
56	9	11/04/11	Sensor da gaveta não funciona	18:50	19:10	0:20:00
57	9	18/05/11	Sensor do mandril quebrado	05:48	06:40	0:52:00
58	9	09/06/11	Falha no acinamento do extrator de peças	00:55	01:20	0:25:00
59	9	14/06/11	Proteção do moinho acionada	10:25	10:30	0:05:00
60	9	10/07/11	Resistencia zona 8 queimada	23:00	23:15	0:15:00
61	9	19/07/11	Resistencia zona 7 queimada	18:20	18:35	0:15:00
62	9	08/09/11	Sensor de segurança da porta quebrado	19:30	20:05	0:35:00
63	9	09/09/11	Sensor do mandril quebrado	12:40	12:55	0:15:00
64	9	12/09/11	Resistencia zona 10 queimada	05:20	05:30	0:10:00
65	9	22/08/11	Atuador pneumático do extrator quebrado	05:30	06:00	0:30:00
66	9	09/09/11	Resistencia zona 06 queimada	07:30	07:55	0:25:00
67	9	26/08/11	Moinho não esta descendo material	08:20	09:00	0:40:00
68	9	06/09/11	Proteção do moinho acionada	06:30	06:42	0:12:00
69	9	13/10/12	Sensor do mandril quebrado	13:50	13:55	0:05:00
70	9	24/10/11	Proteção do moinho acionada	06:45	07:15	0:30:00
71	9	08/11/12	Sensor do mandril quebrado	00:15	00:25	0:10:00
72	9	11/04/12	Termopar danificado	14:00	14:29	0:29:00
73	9	19/04/12	Sensor do mandril quebrado	18:05	18:35	0:30:00
74	9	20/04/12	Falha no acinamento do extrator de peças	17:00	17:15	0:15:00
75	9	12/07/12	Resistencia zona 9 queimada	06:15	06:55	0:40:00
76	9	09/10/12	Termopar danificado	22:10	22:35	0:25:00
77	9	03/10/10	Alimentador não esta puxando material	12:05	12:20	0:15:00
78	9	14/10/10	Alimentador não esta puxando material	17:50	18:00	0:10:00
79	9	16/10/10	Alimentador não esta puxando material	23:10	23:25	0:15:00
80	9	06/10/10	Eixo do cilindro do mandril torto	17:00	18:40	1:40:00
81	9	16/10/10	Sensor do mandril quebrado	15:05	15:20	0:15:00
82	9	18/10/10	Suporte do fechador Quebrado	05:05	05:20	0:15:00
83	9	20/10/10	Oleo hidráulico com nível baixo	18:00	18:30	0:30:00
84	9	23/10/10	Alimentador não esta puxando material	18:45	19:10	0:25:00
85	9	27/04/12	Faca do furo da bomba cega Amazon	17:35	19:00	1:25:00
86	9	29/06/12	Recuperar rosca do eixo do programador	19:30	20:30	1:00:00
87	9	28/08/12	Resistencia zona 9 queimada	06:45	07:20	0:35:00

APÊNDICE B – Relação do itens de reposição para sopradoras atualmente disponíveis.

Relação de Itens de Reposição para Sopradoras Atualmente Disponíveis				
i	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Bomba Hidraulica V22308W21AA 20 S214 2R2	1,00	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
2	Bomba Hidraulica V10 1P2P1D 20	1,00	R\$ 1.757,00	R\$ 1.757,00
3	Placa Frontal ATOS F164000/10	1,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
4	Sensor Retangular SCH 0539 NO	1,00	R\$ 72,10	R\$ 72,10
5	RESISTENCIA 220VX2900W CODP9859	1,00	R\$ 203,50	R\$ 203,50
6	RESISTENCIA 220VX1300W OP 9858	1,00	R\$ 197,30	R\$ 197,30
7	RESISTENCIA 220VX400 W OP9864	1,00	R\$ 48,00	R\$ 48,00
8	RESISTENCIA 220VX400W OP 9863	1,00	R\$ 48,00	R\$ 48,00
9	RESISTENCIA 220VX800W OP 9855	1,00	R\$ 96,00	R\$ 96,00
10	RESISTENCIA 220VX1900W OP 9860	1,00	R\$ 173,80	R\$ 173,80
11	RESISTENCIA 220VX2900W OP 9862	1,00	R\$ 189,20	R\$ 189,20
12	RESISTENCIA 220VX2000W OP 0861	1,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00
13	RESISTENCIA 220VX2000W OP 9856	1,00	R\$ 137,50	R\$ 137,50
14	RESISTENCIA 220VX1800W OP 9857	1,00	R\$ 239,80	R\$ 239,80
15	RESISTEN TUB 220VX300W HAD1670	1,00	R\$ 80,76	R\$ 80,76
16	CARTELA 10116901 FONTE NUX 165	1,00	R\$ 1.780,00	R\$ 1.780,00
17	TRANSDUTOR LVDT T151 2MM	1,00	R\$ 2.041,33	R\$ 2.041,33
18	RESIST HEATCON HAD1670 Ø10X50M	1,00	R\$ 105,10	R\$ 105,10
19	RESIST. HAD-1670 Ø10MMX50MM	1,00	R\$ 59,00	R\$ 59,00
20	TRANSDUTOR LWH 175	1,00	R\$ 807,00	R\$ 807,00
21	RESIST. COL. CER. Ø 215X57,5MM	1,00	R\$ 239,60	R\$ 239,60
22	RESIST. PLA. CER. Ø 110X95MM	1,00	R\$ 104,50	R\$ 104,50
23	RESIST. PLA. CER. Ø 110X80MM	1,00	R\$ 94,38	R\$ 94,38
24	RESIST. PLA. CER. Ø 290X85MM	1,00	R\$ 181,50	R\$ 181,50
25	RESIST. PLA. CER. Ø 165X145MM	1,00	R\$ 159,00	R\$ 159,00
26	RESIST. COL. MICA Ø 210X65MM	1,00	R\$ 102,00	R\$ 102,00
27	RESIST. COL. MICA Ø 320X85MM	1,00	R\$ 155,00	R\$ 155,00
28	RESIST. COL. MICA Ø 225X60MM	1,00	R\$ 88,00	R\$ 88,00
29	RESIST CINTA BIPART Ø365X370	1,00	R\$ 960,00	R\$ 960,00
30	RESIST COL. MICA Ø365X370	1,00	R\$ 72,00	R\$ 72,00
31	RESIT COL. MICA Ø210X30	1,00	R\$ 43,42	R\$ 43,42
31	RESIST COL. MICA Ø210 X 55	1,00	R\$ 100,10	R\$ 100,10
32	RESIST. COL MICA Ø140X55	1,00	R\$ 56,58	R\$ 56,58
32	RESIST PLANA MICA OP17614	1,00	R\$ 81,50	R\$ 81,50
33	RESIST PLANA MICA OPR 017618	1,00	R\$ 97,23	R\$ 97,23
33	RESISTENCIA PLANA EM MICA	1,00	R\$ 154,78	R\$ 154,78
34	RESIST TIPO L MICA Ø176,5X136,5	1,00	R\$ 1.554,18	R\$ 1.554,18
35	INVERSOR DE FREQUENCIA WEG CFW 05	1,00	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
36	FILTRO FTS 160	1,00	R\$ 92,50	R\$ 92,50
37	VALV DIR 0820 022 502 BOSCH	1,00	R\$ 270,86	R\$ 270,86
38	MED DIST LINEAR RED LWG 360 MM	1,00	R\$ 861,00	R\$ 861,00
39	MED DIST LINEAR RED LWG 300 MM	1,00	R\$ 931,55	R\$ 931,55

40	PARAFUSO BIELA (CC) LE10	1,00	R\$ 101,80	R\$ 101,80
41	BOMBA HIDRAULICA FDR-001	1,00	R\$ 2.523,30	R\$ 2.523,30
43	KIT DE VEDACAO P/ CILINDRO	1,00	R\$ 33,41	R\$ 33,41
44	SENSOR REDONDO 2M SCH0563N2	1,00	R\$ 126,00	R\$ 126,00
45	SENSOR INDUTIVO SCH0538N6	1,00	R\$ 130,54	R\$ 130,54
46	VISOR DE NIVEL VI 127	1,00	R\$ 55,00	R\$ 55,00
47	VISOR DE NIVEL VI 076	1,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00
48	CORREIA V B 88	1,00	R\$ 26,94	R\$ 26,94
49	RESISTENCIA 315X170 CERAMICA	1,00	R\$ 298,63	R\$ 298,63
50	BOBINA DG4V3 60 24V COD.507848	1,00	R\$ 148,33	R\$ 148,33
51	MEDIDOR DIST. LINEAR PY2-F25S1	1,00	R\$ 640,24	R\$ 640,24
52	RESISTENCIA COLEIRA EM CERAMIC	1,00	R\$ 85,00	R\$ 85,00
53	RESISTENCIA 280X100 OP 17646	1,00	R\$ 193,00	R\$ 193,00
54	FIXADOR TREFILA	1,00	R\$ 1.470,00	R\$ 1.470,00
55	PARAFUSO REGULAGEM VERTICAL	1,00	R\$ 83,00	R\$ 83,00
56	VALVULA DIRECIONAL SOL. 312 VI	1,00	R\$ 274,68	R\$ 274,68
57	KIT DE VEDACAO PARA CILINDRO	1,00	R\$ 183,00	R\$ 183,00
58	COLUNA CENTRAL PORCA COD301591	1,00	R\$ 1.947,50	R\$ 1.947,50
59	COLUNA CENTRAL COD.301590	1,00	R\$ 1.911,75	R\$ 1.911,75
60	RESISTENCIA PLANA EM CERAMICA	1,00	R\$ 155,00	R\$ 155,00
61	RESIST PLANA CERAMICA 180X172	1,00	R\$ 218,60	R\$ 218,60
62	RESISTENCIA COLEIRA MICA	1,00	R\$ 127,00	R\$ 127,00
63	RESISTENCIA COLEIRA MICA	1,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00
64	RESISTENCIA PLENA CERAMICA	1,00	R\$ 95,00	R\$ 95,00
65	TELAS ACO INOX 60MM	1,00	R\$ 0,59	R\$ 0,59
66	TELAS ACO INOX M 8 60 MM	1,00	R\$ 4,87	R\$ 4,87
67	TELAS ACO INOX M8 70 MM	1,00	R\$ 6,47	R\$ 6,47
68	RESISTENCIA PLANA CERAMICA	1,00	R\$ 164,60	R\$ 164,60
69	RESIST PLANA EM CERAMICA	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
70	RELE DE ESTADO SOLIDO	1,00	R\$ 108,77	R\$ 108,77
71	TRANSDUTOR ITV20 30 33F2S3	1,00	R\$ 1.450,00	R\$ 1.450,00
72	E ESTADO SOLIDO 024 VDC 4A	1,00	R\$ 25,31	R\$ 25,31
73	CARTAO DE ENTRADA ANALOGICA	1,00	R\$ 1.429,44	R\$ 1.429,44
74	CARTAO DE SAIDA	1,00	R\$ 1.864,28	R\$ 1.864,28
75	CARTAO DE REDE SRM21 OMRON	1,00	R\$ 698,08	R\$ 698,08
76	CHAVE SELECIONADORA 400A HOLEC	1,00	R\$ 1.485,00	R\$ 1.485,00
77	KIT DE VERDACAO MPTR 125/90	1,00	R\$ 1.015,20	R\$ 1.015,20
78	KIT DE VERDACAO MPTR 80/50	1,00	R\$ 278,23	R\$ 278,23
79	KIT DE VERDACAO MPTR 100/70	1,00	R\$ 379,22	R\$ 379,22
80	RESIST. PLANA EM MICA 115X110	1,00	R\$ 71,50	R\$ 71,50
81	RESIST. PLANA EM CERAMICA	1,00	R\$ 316,59	R\$ 316,59
82	RESIST. PLANA EM MICA 245X245	1,00	R\$ 148,50	R\$ 148,50
86	RESIST. PLANA EM MICA 245X245	1,00	R\$ 76,12	R\$ 76,12
87	RESIST. COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 159,50	R\$ 159,50
88	RESIST. PLANA EM ALUMINIO	1,00	R\$ 495,00	R\$ 495,00

89	RESISTENCIA PLANA EM CERAMICA	1,00	R\$ 121,00	R\$ 121,00
90	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 236,50	R\$ 236,50
91	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 66,00	R\$ 66,00
92	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 60,50	R\$ 60,50
93	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 158,40	R\$ 158,40
94	RESISTENCIA COLEIRA EM MICA	1,00	R\$ 236,50	R\$ 236,50
95	VALVULA CPE 14 M1BH 5/3G 1/8 C	1,00	R\$ 417,00	R\$ 417,00
96	VALVULA DIRE SOLENOIDE VQC 230	1,00	R\$ 486,40	R\$ 486,40
97	VALVULA DIR.SOLEN. VQC 2100 N5	1,00	R\$ 572,73	R\$ 572,73
98	REG. D PRESSAO PROPORCIONAL	1,00	R\$ 2.342,60	R\$ 2.342,60
99	VALVULA DIRECIONAL DE PROCESSO	1,00	R\$ 483,96	R\$ 483,96
100	VALVULA PROGRESSIVA AV 3000 03	1,00	R\$ 939,85	R\$ 939,85
101	TRANSDUTOR LINEAR MAG.MK4 A A	1,00	R\$ 2.430,00	R\$ 2.430,00
102	TRANSDUTOR LINEAR MAG. MK 1.2 A A	1,00	R\$ 680,00	R\$ 680,00
103	MEDIDOR DIST.LINEAR REDONDO	1,00	R\$ 1.880,00	R\$ 1.880,00
104	MEDIDOR LINEAR PCM 300	1,00	R\$ 1.810,00	R\$ 1.810,00
105	MEDIDOR DE DISTANCIA LINEAR	1,00	R\$ 1.344,00	R\$ 1.344,00
106	MEDIDOR DE DISTANCIA LINEAR	1,00	R\$ 740,25	R\$ 740,25
107	FILTRO SUCCAO 1"NPT-11GPM PARK	1,00	R\$ 45,51	R\$ 45,51
108	MANGUEIRA PRESSAO COD. 4764	1,00	R\$ 124,80	R\$ 124,80
109	MANGUEIRA PRESSAO COD. 645	1,00	R\$ 80,00	R\$ 80,00
110	MANGUEIRA PRESSAO COD. 5133	1,00	R\$ 81,52	R\$ 81,52
111	MANGUEIRA PRESSAO COD. 2685	1,00	R\$ 58,58	R\$ 58,58
112	MANGUEIRA PRESSAO COD. 5134	1,00	R\$ 95,06	R\$ 95,06
113	MANGUEIRA PRESSAO COD. 642	1,00	R\$ 31,66	R\$ 31,66
114	MANGUEIRA PRESSAO COD. 10738	1,00	R\$ 83,55	R\$ 83,55
115	ANEL AA20 CODIGO 1036	1,00	R\$ 2,12	R\$ 2,12
116	PORCA PA20 CODIGO 1963	1,00	R\$ 5,73	R\$ 5,73
117	ANEL AA 12,7 CODIGO 1034	1,00	R\$ 1,54	R\$ 1,54
118	PORCA PA 12,7 CODIGO 10528	1,00	R\$ 3,02	R\$ 3,02
119	VAL DIR HID COD.2361.320	1,00	R\$ 680,00	R\$ 680,00
120	VAL DIR HID COD. 2362.320	1,00	R\$ 670,00	R\$ 670,00
121	VAL DIR HID COD. 2362.220	1,00	R\$ 705,00	R\$ 705,00
122	VALV HID REG PRESSAO 2952-012	1,00	R\$ 712,00	R\$ 712,00
123	BOMBA HIDRAULICA	1,00	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
124	PARAFUSO BRACO ARTICULADOR CC	1,00	R\$ 146,08	R\$ 146,08
125	PARAFUSO BIELA CC LE 20	1,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00
126	TELA P/ FILTRO ACO INOX 070	1,00	R\$ 1,23	R\$ 1,23
127	ARRUELA SEGURANCA	1,00	R\$ 0,48	R\$ 0,48
128	SUORTE PARA TERMOPAR	1,00	R\$ 7,30	R\$ 7,30
129	CONJ PLASTIFICACAO P SOPRADORA	1,00	R\$ 80.000,00	R\$ 80.000,00
130	CONJ COMPL DE VENTIL	1,00	R\$ 3.700,00	R\$ 3.700,00
131	PORCA COLUMNA CENTRAL	1,00	R\$ 80,00	R\$ 80,00
132	BOMBA HIDRAULICA V201P9P 1 A 1	1,00	R\$ 2.230,00	R\$ 2.230,00
133	CONJ PLASTIF SOPRADORA HDL 30L	1,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00

134	MOTOR WEG 5CV TENSOES 220 380	1,00	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
135	MOTOR WEG 25CV TENSOES 220 380	1,00	R\$ 2.950,00	R\$ 2.950,00
136	MOTOR WEG 30CV TENSOES 220 380	1,00	R\$ 3.200,00	R\$ 3.200,00
137	MOTOR WEG 50CV TENSOES 220 380	1,00	R\$ 5.600,00	R\$ 5.600,00
138	ACOPLAMENTO HDA AC28 020 010	1,00	R\$ 20,17	R\$ 20,17
139	BOMBA HIDRAULICA/ORDER 5476	1,00	R\$ 3.200,00	R\$ 3.200,00
140	FILTRO FTS - 110	1,00	R\$ 91,90	R\$ 91,90
141	MEDIDOR LINEAR LWG 150	1,00	R\$ 740,00	R\$ 740,00
142	PARAF. ALLEN C/ CABEÇA M 16X60	12,00	R\$ 2,30	R\$ 27,60
143	MANGUEIRA HIDRAULICA N.52	1,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00
144	KIT DO CILINDRO PROGRAMADOR	1,00	R\$ 114,00	R\$ 114,00
145	KIT DO PROGRAMADOR DAS SOPRADORAS DE	1,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00
146	RESIST. COLEIRA Ø 200 X 140	1,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00
148	KIT DO ACUMULADOR DAS SOPRADORAS	1,00	R\$ 720,00	R\$ 720,00
147	KIT DE VEDAÇÃO DO CILINDRO MANDRIL	1,00	R\$ 375,00	R\$ 375,00
				R\$ 184.947,60