



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

*RCM Aplicada a Empresa Metalomecânica – Aplicação da Filosofia
RCM*

Augusto António Lopes Rego

Licenciado em Engenharia Mecânica
pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre
em Manutenção Industrial

Dissertação realizada sob a supervisão de
Professor Doutor Luís Andrade Ferreira
do Departamento de Engenharia Mecânica
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Porto, Setembro de 2006

RESUMO

A aplicação do RCM “*Reliability Centered Maintenance*” no caso de estudo abordado neste trabalho surgiu da necessidade do sector automóvel em exigir fornecedores com habilitação técnica, com capacidade para produção de componentes de alta qualidade a preços competitivos e com mecanismos de entrega favoráveis. Neste contexto e numa altura em que a sobrevivência das empresas não depende só da sua competitividade económica mas também da ambiental, foi implementada a filosofia RCM como garantia para a elevada fiabilidade e padrões de segurança requeridos aos equipamentos, redução de custos e preços competitivos num ambiente de produção equilibrada, assegurando um crescimento lucrativo e aumentando o valor a longo prazo. A empresa opera em 3 turnos e este trabalho pretende relatar o resultado da implementação da metodologia exposta.

SYNOPSIS

The application of the RCM “*Reliability centred Maintenance*” emerges of the automotive sector’s necessity on demanding suppliers with technical competence, with capacity to produce high quality components, at competitive prices and with favourable delivery mechanisms. This way and at a time in with the company’s survival not only depends of it’s economical capacity but also environmental, the RCM philosophy was establish as a guaranty for the higher reliability and security standards at the equipments, reduction of prices and competitive prices at a balanced production environment, assuring a lucrative growth and increaser this value at along date.

The company works by 3 turns, and this paper pretend to relate the result of the exposed methodology implementation.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de alguma maneira e de forma anónima tornaram possível a realização deste trabalho.

Porém quero agradecer em especial ao Prof. Doutor Luís Andrade Ferreira que além de orientador, foi um amigo, que me fez acreditar que valia a pena levar por diante este trabalho, mesmo nas situações mais difíceis. Pela sua dedicação, apoio e amizade, quero deixar o meu mais sincero agradecimento

Quero também agradecer à minha mulher Rosa Maria e às minhas filhas Liliana e Sara pelo apoio que me deram, incentivo e colaboração no prosseguimento do meu trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	2
SYNOPSIS.....	3
AGRADECIMENTOS.....	4
1- INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 - A ESCOLHA DO RCM	12
CAPITULO I.....	15
ESTUDO HAZOP EM SISTEMAS DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS	15
1- INTRODUÇÃO.....	16
2- FIM E QUALIDADE.....	17
3- OBSERVAÇÃO	17
4- DOCUMENTOS	18
DEFINIÇÕES	18
5- ANÁLISE E SEGURANÇA HAZARD	20
6- CONCLUSÃO.....	20
1-INTRODUÇÃO.....	22
2. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS.....	23
3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A UMA UNIDADE DE PINTURA	26
3.1 - FUNCIONAMENTO DA UNIDADE	26
3.2- CONSTITUIÇÃO DA UNIDADE	26
3.3- IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA.....	26
3.3.1-DEFINIÇÃO DO SISTEMA A ANALISAR.....	27
3.3.2-DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA.....	27
3.3.3-DIVISÃO DO SISTEMA.....	27

3.3.4-REALIZAÇÃO DO DIAGRAMA FUNCIONAL DO SISTEMA	28
3.3.5- IDENTIFICAÇÃO DA (S) AVARIA (S) DO SISTEMA E SUBSISTEMAS	28
3.3.6-REALIZAÇÃO DE UMA ANÁLISE HAZOP E SELECÇÃO DOS SUBSISTEMAS PARA APLICAÇÃO DE UM ESTUDO FMECA.	29
3.3.7- DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SEVERIDADE (TABELA-2), OCORRÊNCIA (TABELA-3) E DETECTIBILIDADE (TABELA-4) PARA O SISTEMA CONSIDERADO	30
3.3.8- REALIZAÇÃO DA ANÁLISE FMECA.....	33
DESIGNATI.....	33
3.3.9. REALIZAÇÃO DA ÁRVORE DE FALHAS	35
3.3.10-ANÁLISE DE PERDAS [20].....	36
3.3.11- REALIZAÇÃO DA MATRIZ DE CRITICIDADE	38
3.3.12- REALIZAÇÃO DA ANÁLISE DE PARETO	39
3.3.13-APLICAÇÃO DA METODOLOGIA RCM.....	40
PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	41
CAPITULO III.....	45
ANÁLISE HAZOP (HAZARD AND OPERABILITY STUDIES) DO EQUIPAMENTO EM ESTUDO.....	45
1-INTRODUÇÃO.....	46
1.1-O CONCEITO HAZOP.....	46
1.2- HAZOP PROCESSO.....	46
2-FILOSOFIA HAZARD VS ESTUDO DE OPERABILITY.....	46
2.1- DEFINIÇÕES	46
2.2- ANÁLISE DO PROCESSO HAZARD PELO LÍDER DA EQUIPA	47
2.2.1- PERITOS DA ENGENHARIA.....	47
2.2.2- PALAVRAS-CHAVE, SELECÇÃO DE PARÂMETROS E DESVIOS	47
2.2.3- O CONCEITO DE PONTO DE REFERÊNCIA.....	49
2.2.4- SELECÇÃO DE CAUSAS E DESVIOS	49

2.2.5- CONSEQUÊNCIAS E PROTECÇÕES.....	50
2.2.6- DERIVAÇÕES RECOMENDAÇÕES (FECHO)	50
3-PROCEDIMENTO DE ANÁLISE HAZOP	51
4- CONDUZIR AS REVISÕES HAZOP	51
5-USAR OS RESULTADOS NAS DECISÕES TOMADAS	51
5.1.0-DEFINIR O SISTEMA OU ACTIVIDADE	52
5.2.0- DEFINIR OS PROBLEMAS DE INTERESSE PARA ANÁLISE	52
5.3.0- SUBDIVIDIR O SISTEMA OU ACTIVIDADE E DESENVOLVER DIVERGÊNCIAS, ERROS	53
6 - DESENVOLVIMENTO DE DESVIOS CREDÍVEIS	56
6.1- EXEMPLO DE SECÇÕES HAZOP	57
6.2 - DESENVOLVIMENTO DE FOLHAS DE TRABALHO HAZOP	59
7- CONDUÇÃO HAZOP REVISÃO	60
8- USAR OS RESULTADOS PARA TOMAR DECISÕES (CONCLUSÃO)	61
CAPITULO IV	63
APLICAÇÃO PRÁTICA (ESTUDO DE UM CASO)	63
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA RCM AOS EQUIPAMENTOS DA PINTURA.....	63
1- INTRODUÇÃO.....	64
2- FUNCIONAMENTO DA UNIDADE	64
3 -APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A UMA UNIDADE DE PINTURA.....	64
3.1- CONSTITUIÇÃO DA UNIDADE	64
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA	65
A METODOLOGIA APLICADA É O RCM [8]	65
3.2.1-TAREFAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO RCM.....	65
3.2.2-AS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO SÃO AVALIADAS EM ORDEM A: [8].....	65
3.2.3-MEDIDAS QUANTITATIVOS USADAS:.....	66

3.2.4-DEFINIÇÃO DO SISTEMA A ANALISAR.....	67
3.2.5-DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA.....	67
3.2.6-DIVISÃO DO SISTEMA.....	67
3.2.7-REALIZAÇÃO DE UMA ANÁLISE HAZOP	71
3.2.8-DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SEVERIDADE, OCORRÊNCIA E DETECTIBILIDADE PARA O SISTEMA.....	75
3.2.9- REALIZAÇÃO DA ANÁLISE FMECA.....	75
3.2.10- REALIZAÇÃO DA ARVORE DE FALHAS	77
3.2.11- REALIZAÇÃO DA MATRIZ DE CRITICIDADE	77
3.2.12- REALIZAÇÃO DA ANÁLISE DE PARETO	77
3.2.13- APLICAÇÃO DA METODOLOGIA RCM	79
3.2.14-AUDITORIA.....	81
3.2.15- A MÉTRICA [20].....	82
3.2.16- CONCLUSÃO.....	85
3.2.17- BIBLIOGRAFIA.....	86
ANEXO A.....	88
1.-PERSPECTIVA HISTÓRICA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	89
2.- ALGUNS PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO.....	90
2.1- ELIMINAÇÃO DE OCORRÊNCIAS ALEATÓRIAS.....	90
2.2- O PROBLEMA.....	90
2.3- Diminuição da taxa de avarias	90
2.4- Falta de fiabilidade.....	91
2.5- Manutibilidade insuficiente.....	91
3-PROCEDIMENTO.....	92
4- INSUFICIENTE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	92
4.1- FREQUENTE REPETIÇÃO DOS PROBLEMAS	93
4.2- TRABALHO ERRÓNEO DE MANUTENÇÃO.....	93

4.3- BOAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NÃO INSTITUCIONALIZADAS	93
4.4-TRABALHO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DESNECESSÁRIO E EXTREMAMENTE CONSERVADOR	93
4.5-RACIONALIDADE DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	94
4.6-FALTA DE RASTREABILIDADE / EVIDÊNCIA DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	94
4.7- ACEITAÇÃO CEGA DE TODAS AS RECOMENDAÇÕES DOS FABRICANTES	94
ANEXO B.....	104
PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	108
FMEA.....	122

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

1 fig. Diagrama de blocos.....	28
2 fig. Arvore de falhas.....	35
3 fig. Distribuição da % de falhas.....	39
4 Fig. Linhas de secção.....	55
5 fig. Diagrama funcional.....	68
6 fig. Lay-Out.....	69
B7 fig. Prensa Fagor.....	112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-Folha de estudo.....	29
Tabela 2 – Critérios de severidade [11].....	30
Tabela 3- Critério de ocorrência.....	31
Tabela 4- Critério de detectibilidade.....	32
Tabela 5- Caracterização dos Blocos.....	35
Tabela 6- MTBF dos Blocos.....	36
Tabela 7- Codificação de Paragens[20].....	37
Tabela 8- Matriz de criticidade.....	38
Tabela 9- Análise de Pareto.....	39
Tabela 10- Componentes e modo de falha crítico [9].....	40
Tabela 11- Modelo de Palavra.....	56
Tabela 12- Desvios Gerais.....	56
Tabela 13- Guia de desvios Hazop.....	57
Tabela 14- Desvios para cada secção.....	58
Tabela 15 – Folha de estudo.....	60
Tabela 16 – Legenda.....	70
Tabela 17- Identificação de avarias.....	70
Tabela 18- Análise de Pareto.....	77
Tabela 19- Componentes e modo de falha crítico.....	78
A.Tabela 20- Disponibilidade.....	102
B.Tabela 21 – Fiabilidade.....	106

1- INTRODUÇÃO GERAL

1.1 - A ESCOLHA DO RCM

A escolha da metodologia RCM para aplicação à manutenção teve como objectivo a satisfação dos requisitos de um sector (Automóvel) que cada vez se torna mais competitivo e onde os desafios à manutenção são constantes e fundamentais para a continuidade.

Assim para a permanência no sector e como requisitos de alguns fabricantes mundiais enumeram-se alguns dos princípios fundamentais da norma.

General Motors ISO TS/16949 CLIENTES – Requerimentos específicos

1.1.1- Alcance

ISO TS 16949 [4] este documento define os requerimentos fundamentais da General Motors, Chrysler e Ford para o sistema de qualidade dos fornecedores como uma alternativa aos requerimentos da qualidade (QS-9000). Os requerimentos deste documento podem ser incluídos em qualquer tipo de registo/certificação pela ISO /TS 16949 emitido pela GM – corpo de certificação reconhecido em ordem à ISO /TS 16949, certificado que satisfaz a GM (requisito dos fornecedores).

Todos os requisitos devem ser documentados no sistema de qualidade dos fornecedores.

1.1.2 - Estudo inicial do processo

O estudo inicial do processo é o estudo de pequenos termos que levam á obtenção, informação atempada da performance do novo ou processo interno revisto ou requisito do cliente. Em muitos casos este estudo inicial pode ser conduzido para vários pontos de evolução do novo processo (ex. equipamentos ou subcontratações duradouros) e deve ainda ser baseado nas variáveis de dados avaliados usando cartas de controlo.

1.1.3. - Procedimentos gerais e outros requerimentos

A GM North American Operations (NAO) contem requerimentos adicionais ou palavras guia os quais vão de encontro ao processo dos fornecedores da GM se aplicáveis.

Fornecedores da NAO devem verificar se estão a usar a ultima versão destes documentos, pelo menos anual.

1.1.4- No ponto 7.5.1.4 da norma manutenção preventiva e preditiva nº 16949 pode ler-se:

A organização deve identificar equipamentos chave do processo, providenciar recursos para máquinas/equipamentos e desenvolver um plano efectivo total de manutenção preventiva para os sistemas. Como mínimo para os sistemas inclui-se o seguinte:

- Planeamento das actividades de manutenção
- Preservação do equipamento, trabalho feito, ferramentas e calibração.
- Disponibilidade de substituição de peças nos equipamentos chave da produção.

-
- Documentação, avaliação e melhoramento dos objectivos da manutenção.

A organização deve utilizar manutenção preditiva, métodos de melhoria contínua de eficiência e eficácia de produção do equipamento.

Outras empresas como a Méritor , Visteon Chrysler e Ford, têm como requisitos, além deste ponto, a certificação Ambiental e ainda os indicadores OEE, MTBF e garantia da capacidade do processo.

A metodologia RCM abrange estes requisitos e dá resposta de forma eficiente e eficaz aos problemas de manutenção desta indústria, sendo possível a sua interligação com outras metodologias existentes atingindo os objectivos propostos.

2 - Estudo HAZOP em sistemas de equipamentos industriais

O estudo HAZOP (*Hazards and Operability*) é uma ferramenta essencial no estudo a desenvolver neste trabalho. Condições para a realização de um estudo HAZOP:

Parte 1: Requerimentos

a. Este padrão fornece requerimentos para processos e técnicas práticas de estudo Hazard e Operability (estudo HAZOP) [7]

Pode ser aplicado em projectos que englobem componentes relativos a segurança através da: iniciação, praticabilidade, definição de projecto total, desenvolvimento, fases do equipamento e aplicados em operações de serviço, manutenção e modificação de cada equipamento.

b. Este padrão é um dos modelos de comportamento de segurança, sendo desenvolvido e adoptado numa empresa de metalomecânica com laboração contínua, tendo em conta as normas ISO do sector de actividade de suporte, investigação e desenvolvimento. Este modelo foi desenvolvido com proveito para a empresa. Esta satisfação técnica tem sido comentada pelos membros do grupo interessados na análise Hazard, fora do departamento e outros.

c. Este modelo foi aprovado pelas empresas de auditoras do sector na empresa como é usado, entendido sempre como relevante em todas as futuras intenções, contratos, encomendas, regras, etc. e sempre que praticável para aperfeiçoamento daqueles presentemente existentes. Se alguma dificuldade se tornar conhecida na aplicação da prevenção a direcção deve ser informada para procurar a solução.

d. Algumas averiguações relativamente a este modelo em relação ao convite de tendência ou contrato ao qual é incorporado são endereçados ao responsável técnico ou supervisor do convite da oferta ou convenção.

e. O supervisor não pode fazer justiça sobre qualquer pessoa perante algumas obrigações legais impostas sobre ele.

f. Este modelo foi desenvolvido unicamente para a empresa em estudo e seus contratados, para implementação nos equipamentos. Esta extensão permitida pela norma da empresa exclui todas as responsabilidades seja o que for, seja até onde for (incluindo limitações fora de responsabilidades resultantes de negligência) por algum dano ou perigo de qualquer forma causado quando o modelo for usado por qualquer outro propósito.

CAPITULO I

ESTUDO HAZOP EM SISTEMAS DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

1- INTRODUÇÃO

0 Este modelo explica como conduzir o estudo HAZOP [7] para sistemas de equipamentos.

1 Este estudo HAZOP tenciona identificar potenciais hazardus, variações para objectivos propostos que podem ocorrer em componentes e nas suas interacções entre componentes e sistemas.

2 Os objectivos deste modelo são:

a. Providenciar a gestão necessária para tornar seguro que o estudo HAZOP é eficientemente eficaz e sustentável;

b. Fornecer procedimentos que possam ser usados para sustentar o estudo HAZOP.

c. Informar os dirigentes do projecto, dirigentes de segurança e outros que estejam envolvidos no estudo HAZOP;

d. Apresentar os problemas particulares de sustentação do estudo HAZOP nos sistemas dos equipamentos em estudo.

4 Este modelo assume a qualidade de familiaridade com os princípios de análise hazard , análise de segurança e directiva máquinas.

5 Este modelo esta descrito em cinco secções.

a. Secção 1: Metodologia de análise de equipamentos industriais (contexto de estudo HAZOP)

b. Secção 2: Desenvolvimento HAZOP

c. Secção 3: Implementação dos requerimentos

d. Secção 4: Anexos

e. Secção 5: Conclusões

2- FIM E QUALIDADE

2.1 Este modelo tem como objectivo ser usado por aqueles que em conformidade com os requisitos dos sistemas escolheram a metodologia de estudo Hazop como parte do seu método de análise hazard. Geralmente é um guia que contém o estudo Hazop para alguns sistemas. É um guia detalhado para os que precisam e ainda uma referência para praticantes experientes.

2.2 Estudos individuais **Hazop** podem ser aplicados a vários ciclos de vida dos sistemas.

2.3 Muitas vezes é vantajoso para os resultados do estudo Hazop que sejam apoiados por resultados de outros estudos, tais como árvore de falhas.

Favorecer o estudo Hazop pode ser precedido e seguido de outros aspectos de análise de segurança.

2.4 O estudo Hazop confere com hazard identificação conjunta de segurança e operação dos equipamentos. Contudo, não confere a formação do staff que opera o sistema. Esta formação e modos dos factores humanos saíram do seu objectivo.

2.5 O estudo HAZOP é uma actividade de equipa. A sua dimensão na supervisão da equipa, o conhecimento dos membros, a interacção entre eles e a larga extensão de factores “humanos” no processo Hazop. O número de condições neste modelo por conseguinte dirige estes aspectos.

2.6 O estudo HAZOP requer várias reuniões de estudo.

3- OBSERVAÇÃO

3.1 Lembrar a todos sem excepção a convenção a que estão sujeitos, as Normas de saúde e segurança no trabalho. Todos os supervisores directamente invocam o uso de processos e procedimentos que possam causar danos à saúde se as devidas precauções não forem tomadas. Não permitindo o uso de procedimentos não previsto no regulamento de Higiene e Segurança no Trabalho.

4- DOCUMENTOS

4.1 Consulta bibliográfica utilizada neste modelo [9] [7]

4.2 A referência neste modelo a alguns documentos escritos, seja qual for, é um convite de oferta ou convenção da edição a todos os melhoramentos correntes, desde a data de cada oferta ou convenção, a não ser que a edição específica seja indicada.

4.3 Em consideração a 4.2 sobre utilizadores, podem ser plenamente precavidos de modos de melhoramento e estatuto de documentos relatados, particularmente quando tomam parte seja qual for o convite ou convenção. A responsabilidade pela correcta aplicação do modelo fica com os utilizadores.

DEFINIÇÕES

Para projectar este modelo, foram aplicadas as seguintes definições [6]:

Atributo – Define a propriedade de uma entidade, qualquer dos dois físico ou lógico.

Componente – Define a estrutura discreta, enquanto um elemento de um conjunto, dentro de um sistema considerado para a análise particular. Isto é significa a extensão do bom senso e inclui hardware, software, elementos eléctricos e electrónicos e mecânicos.

Designação do objectivo – Define a intenção requerida ou especificada da maneira de proceder, determinado princípio da maneira de proceder ou um aspecto da intenção (geralmente um atributo).

Forma de representação – Define o modelo descritivo da intenção do sistema ou parte do sistema sugerido, por acordo ou convenção (por exemplo diagrama de blocos, diagrama de fluxo de dados ou diagrama do estado de transição). Aqui a intenção não é limitada por uma representação abstracta do local da intenção, mas pode incluir representações de detalhes, físicos, ambientais e instruções de operação; é esta a descrição do sistema em estudo.

Desvio – Define-se como uma variação do valor de um atributo do sistema para o objectivo proposto.

Entidade – Define a representação da intenção. Há itens a vários níveis lógicos hierárquicos, dos quais três são de interesse no estudo HAZOP. No primeiro nível estão os componentes do sistema e as comunicações entre eles, no nível seguinte estão as entidades que possuem os componentes e inter-conexões, finalmente existem os atributos das entidades. A intercomunicação entre componentes pode envolver entidades tais como "dados" e "controlo de dados" e ambos podem possuir o atributo "valor". Estes são os atributos examinados no estudo HAZOP e os componentes e intercomunicações mostram o propósito da representação "entidade", é um intermediário necessário para identificação dos atributos.

Falha – Define a inaptidão do sistema ou componente para cumprir os requisitos operacionais. A falha pode ser sistemática devido a mudança física.

Função – Define um aspecto planeado da maneira de proceder do sistema

Palavra guia – Define a palavra ou a frase que expressa e define o tipo específico de desvio para um objectivo.

Hazard – Define a situação física, muitas vezes em consequência de eventos que podem conduzir ao acidente.

Análise Hazard – Define a análise para o propósito de explorar hazardus que podem ser causados pelo sistema ou os quais podem afectar o sistema.

Estudo Hazop – Define a examinação formal sistemática pela equipa sob a direcção de um líder experiente, com o propósito para novo sistema, sistema existente ou partes, para hazardus, falha de operações ou falha de funções de entidades individuais, através das quais o sistema exerce consequências sobre o ambiente. É típico incluir várias reuniões de estudo HAZOP.

Reuniões de estudo Hazop – Definem o período durante o estudo do processo Hazop quando as reuniões de estudo da equipa examinam um ou mais princípios apresentados. A reunião é conduzida de acordo com regras formais.

Interligação – Define a ligação entre dois componentes (para tudo aquilo, qualquer nível) através do sistema para os quais existe uma interacção entre componentes. A ligação pode ser lógica ou física.

Operabilidade – Define a capacidade para a sua função. Neste modelo a capacidade de performance do sistema é impedida ou há uma impossibilidade dos operadores usarem o sistema eficazmente.

Procedimento – Define uma série de actividades sustentadas de acordo com as regras acordadas.

Requerimento – Define, descrevendo com detalhe, o estado da função, desempenho do sistema e seu funcionamento ambiental.

Risco – Define a combinação da frequência ou probabilidade, e a consequência de acidente.

Segurança – Define a expectativa de que o sistema não falhe sob determinadas condições. Precede o estado no qual a vida humana é posta em perigo.

Análise de segurança – Define a análise para levar o propósito de avaliar e examinar a segurança do sistema e sua envolvente. A análise hazard é um elemento necessário para análise de segurança.

Sistema – Definido como a fronteira física da entidade e o meio ambiente, através do objectivo definido pelas suas partes.

Técnica – Define a aplicação da tecnologia.

O estudo Hazop é a identificação técnica, a qual através da análise de campo em situações de decadência ao longo do extenso caminho(fim).

A análise de segurança inclui numerosas actividades.

A análise Hazard inclui estas actividades através da análise de segurança através das quais concerne identificação de hazardus, determinando as suas causas e planeando a sua eliminação ou suavização.

A análise efectiva de custos requer uma semelhança através da consideração completa de propósito a vários níveis de detalhe e suas claras definições para o fim e método de análise a ser usado em cada nível.

5- ANÁLISE E SEGURANÇA HAZARD

5.1 - O estudo Hazop pode ser usado conjuntamente com outras actividades de análise de segurança que derivem de adequado nível de confiança, segurança do sistema e que evitem a continuação do desenvolvimento da intenção com hazardus potenciais.

6- CONCLUSÃO

O objectivo de estudos subsequentes inclui medidas de segurança no lugar de previsão de identificação hazardus e identifica novos hazardus que devem ser introduzidos

CAPITULO II

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM
VISTA À SUA MANUTENÇÃO**

1-INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos 20 anos observou-se uma grande evolução da manutenção, suas técnicas e metodologias de gestão. Estas mudanças foram devidas ao grande aumento da diversidade de equipamentos existentes (fábricas, equipamentos, edifícios, etc.) que têm de ser mantidos, sendo estes cada vez mais complexos [3].

Esta crescente complexidade e diversidade dos equipamentos surgem numa época em que a sobrevivência das empresas não depende só da sua competitividade económica, mas também da medida em que a sua actividade é inócua à sociedade. As pressões ambientais levaram a que quando se mantém um bem se está na realidade a satisfazer dois conjuntos de utilizadores. O primeiro é o utilizador do equipamento e o segundo é a sociedade como um todo. Esta exige, na forma de legislação específica, que o equipamento bem como o processo no qual ele está integrado não cause qualquer tipo de dano ao ambiente.

Esta maior exigência cometida à função de manutenção levou a uma crescente consciencialização na medida em que as avarias dos equipamentos afectam a segurança e o ambiente. Verificou-se também uma crescente ligação entre as avarias e a qualidade dos produtos bem como uma crescente pressão para o aumento da disponibilidade das instalações e para a contenção de custos.

Esta mudança de atitude está a testar os limites em todos os ramos da indústria. As pessoas de manutenção estão a ser forçadas a adoptar novas formas de pensar e de agir – além de terem de agir como engenheiros também têm de agir como gestores.

Ao mesmo tempo as limitações dos sistemas de manutenção estão a tornar-se cada vez mais aparentes, independente de serem ou não computadorizadas.

Face a esta avalanche de mudanças os gestores de todo o lado, estão à procura de uma nova aproximação a manutenção. Eles querem evitar as falsas partidas e os becos sem saída que acompanham sempre os males maiores. Em vez disso o maior desafio que enfrenta a manutenção nos dias de hoje é não só o da aprendizagem de todas as técnicas que vão surgindo, mas também o de distinguir o que vale do que não vale a pena realizar. Se optar pela escolha correcta, é possível conter e eventualmente reduzir os custos de manutenção. Se optar pela escolha incorrecta, novos problemas são criados, enquanto que os problemas existentes são agravados.

Neste trabalho irá ser proposta uma metodologia para a identificação do que é importante, eliminando o acessório.

A manutenção é uma das funções mais importantes da empresa, e também uma das mais dispendiosas, como tal deve ser merecedora de especial atenção. Através dela é possível manter ou restabelecer um equipamento num estado ou em condições próprias de segurança de funcionamento para este realizar a função que lhe é requerida.

A manutenção quando devidamente organizada e programada é um factor de extrema importância para a qualidade, segurança, redução de custos e produtividade das empresas, contribuindo desta forma para o desenvolvimento e competitividade das mesmas [1].

Esta metodologia permite conhecer quais os componentes críticos e modos de falha críticos dos equipamentos de forma a implementar acções de manutenção, ou a aplicação de técnicas de monitorização, que eliminem esses modos de falha ou reduzam as suas consequências. Permite ainda, a partir da análise efectuada fornecer informações aos

fornecedores desses equipamentos para que estes possam proceder à melhoria na fase de projecto dos equipamentos, tornando-os mais “apetecíveis” no acto de aquisição.

2. Metodologia para análise de equipamentos industriais

Para proceder à análise dos equipamentos de acordo com os pressupostos RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safty), e para a tornar mais eficiente e eficaz, foi desenvolvida a metodologia proposta [5].

A metodologia compreende as treze etapas seguintes:

- 1-Definição do sistema a analisar;
- 2-Descrição do funcionamento do sistema;
- 3-Divisão do sistema;
- 4-Realização do diagrama funcional do sistema;
- 5-Identificação da (s) avaria (s) do sistema e subsistemas;
- 6-Realização de uma análise HAZOP e selecção dos subsistemas para aplicação do estudo FMECA;
- 7-Definição dos critérios de severidade, ocorrência, e detectibilidade para o sistema;
- 8-Realização da análise FMECA;
- 9-Realização da arvore de falhas;
- 10-Realização da arvore de eventos (se necessário);
- 11-Realização da matriz de criticidade;
- 12-Realização da análise de Pareto;
- 13-Aplicação da metodologia RCM e planeamento da manutenção

A etapa **1** consiste em indicar qual o sistema e respectivos equipamentos sujeitos à análise, bem como, reunir toda a informação relativa ao sistema, permitindo ao engenheiro da manutenção entender o seu sistema, o seu contexto operativo, as suas funções, as funções dos seus componentes e as suas ligações funcionais. Definem-se assim, as fronteiras da análise.

Para proceder à realização desta etapa, é necessário obter o seguinte: desenhos de projecto, esquemas do sistema, diagramas funcionais, descrição do sistema (caso existam), histórico de avarias e falhas (equipamento existente), histórico de avarias e falhas de equipamentos iguais ou semelhantes e com funções iguais ou semelhantes (caso de aquisição de equipamentos), lista de componentes, especificações, componentes e informações dadas pelos fornecedores/fabricantes.

Na etapa **2** define-se a função e operação do sistema, identificando claramente a função de cada subconjunto e as ligações funcionais entre eles.

Na etapa **3** procede-se à divisão do sistema de forma lógica, clara e objectiva, em subsistemas, destes em conjuntos, que por sua vez, são divididos em subconjuntos e por fim, divididos em componentes, para identificar claramente os vários componentes e as suas ligações funcionais.

A etapa 4 consiste na realização do diagrama funcional do sistema. Este mostra graficamente a relação funcional entre os diferentes subsistemas, permitindo identificar rapidamente as funções dos diferentes subsistemas e a sua relação funcional.

Na etapa 5 procede-se à identificação e definição das avarias que podem ocorrer no sistema e seus subsistemas.

A etapa 6 consiste na realização de uma análise HAZOP (Hazard and Operability Studies) [7] e posterior selecção dos subsistemas para aplicação de uma análise FMECA (Failure Modes, effects and criticality analysis).

Com a análise HAZOP pretende-se identificar os riscos que podem surgir num determinado sistema ou que resultam das interacções entre um sistema e um processo industrial, aplicando a cada subsistema um conjunto de palavras-chave e determinando as consequências nas condições operativas desse subsistema e consequentemente do sistema [9]. Seguidamente, e mediante a análise realizada, procede-se à selecção dos subsistemas para aplicação da análise FMECA.

A etapa 7 consiste em definir os critérios de severidade e detectibilidade para o sistema e todos os seus subsistemas, de forma a realizar análise de criticidade. Assim, para definir os critérios de severidade é necessário conhecer a gravidade dos efeitos dos modos de falha no sistema e nos diferentes níveis hierárquicos em que este se encontra dividido, bem como nos seus operadores. Para definir os critérios de ocorrência é necessário obter a probabilidade de avaria, dado que esta representa o número relativo de avarias dos componentes, devendo as empresas ter dados suficientes de fiabilidade do sistema que está a ser analisado. E por fim, para estabelecer os critérios de detectibilidade é muito importante verificar se existe, por parte do controlo da máquina/operador, a capacidade de detectar a existência de uma avaria antes de esta ocorrer.

Na etapa 8 procede-se à realização da análise FMECA. Esta resulta da implementação de um procedimento através do qual se analisam os potenciais modos de falha de um sistema para determinar os seus resultados ou efeitos no sistema, para os classificar de acordo com a sua severidade e para os ordenar de acordo com a influência combinada da severidade com a probabilidade de ocorrência. E então possível, identificar todos os modos de falha que são críticos para o sistema, bem como, fornecer a informação necessária para seleccionar a estratégia de manutenção mais adequada para solucionar esses modos de falha [11].

Para elaborar uma análise FMECA é necessário dar resposta às seguintes questões

- 1- De que forma pode cada componente ou peça avariar? (Modo de falha)
- 2- O que poder causar esses modos de avaria? (Causa da falha)
- 3- Que efeitos podem advir se a avaria ocorrer? (Efeitos da falha)
- 4- Qual a gravidade desses modos de avaria? (Severidade da falha)
- 5- De que forma podem ser detectados cada um dos modos de avaria? (Detectibilidade)

Depois de realizada a análise FMECA procede-se à realização da árvore de falhas, que corresponde à etapa 9. Esta consiste numa técnica gráfica que fornece uma descrição sistemática da combinação de modos de falha dos equipamentos/falhas humanas que conduzem a um modo de falha particular de um determinado sistema. O modo de falha particular desse sistema é designado por "acontecimento principal" porque é o

acontecimento indesejável e responsável pelas consequências mais adversas no sistema. Após a selecção deste acontecimento principal a árvore de falhas é construída, relacionando sequencialmente os acontecimentos dos níveis inferiores que individualmente ou combinados conduzem a esse acontecimento. Estes são denominados acontecimentos de base, porque são acontecimentos independentes uns dos outros e têm probabilidade conhecida.

De notar que, uma árvore de falhas não é um conjunto de todas as falhas ou avarias que podem ocorrer no sistema, e sim um modelo de interacção lógica entre os acontecimentos que conduzem ao acontecimento principal.

A etapa **10**, realização da árvore de eventos, apenas será concretizada caso se pretenda saber quais os possíveis cenários de sequências de acontecimentos que conduzem a consequências muito graves resultantes de uma avaria ou acontecimento indesejável. No entanto, caso seja necessário proceder à sua realização, deve-se ter em conta que a construção de uma árvore de eventos se baseia na lógica binária, na qual um acontecimento só pode ter dois estados, isto é, ou o acontecimento se verificou ou não. Inicia a sua construção pelo acontecimento que leva ao mau funcionamento, designado por acontecimento inicial. De seguida avaliam-se as consequências do acontecimento através dos diferentes cenários possíveis, conseguidos pela sequência ou combinação de avarias dos diferentes dispositivos que a ele conduzem. Tal como nas árvores de falhas, podem se associar probabilidades a cada um dos caminhos de forma a determinar a probabilidade de ocorrência desse acontecimento inicial.

Na etapa **11** elaboram-se a matriz criticidade: esta insere-se no contexto de segurança e análise de risco. Assim, para que a análise de risco seja possível, devem-se definir, primeiramente as categorias tipo para a categoria de ocorrência dos acontecimentos potencialmente perigosos e seguidamente, as consequências das situações potencialmente perigosas. O número de níveis considerado e a escala numérica utilizada deve ser definida pela entidade. Após definidos os níveis de ocorrência e severidade, o risco é avaliado pela combinação da frequência de um acontecimento potencialmente perigoso com a severidade das suas consequências, determinando assim o nível de risco resultante de um acontecimento potencialmente perigoso. Por fim, deve-se considerar um critério para a aceitação do risco, sendo o mais frequentemente utilizado, é o designado pelo princípio "ALARP", "As Low AS Reasonable Practicable", ou seja, o princípio "O mais baixo quanto razoavelmente praticável".

Para seleccionar os modos de falha dos subsistemas críticos que são responsáveis pela maior parte das avarias procede-se à análise de Pareto. Esta é realizada com base no princípio de Pareto, o qual enuncia que apenas uma pequena percentagem de factores (20%) são responsáveis pela ocorrência de uma grande parte dos problemas (80%).

Por fim, para o estabelecimento de planos de manutenção, com as respectivas tarefas de manutenção e intervalos de manutenção executa-se a 13ª etapa da metodologia. Esta, através da aplicação da metodologia RCM (Reliability Centred Maintenance) permite a identificação e determinação de tarefas de manutenção preventiva que asseguram a operação dos equipamentos de acordo com os seus objectivos de projecto e fiabilidade inerente no seu actual contexto operativo.

A aplicação do processo RCM envolve a resposta às sete questões seguintes de forma satisfatória e na sequência indicada para cada um dos bens seleccionados para análise:

1-Quais as funções e performance do bem no seu actual contexto operativo? (funções)

2-De que forma é um bem incapaz de cumprir as suas funções? (falhas funcionais)

3-O que causa cada avaria funcional? (modos de falha)

4-O que acontece quando a avaria ocorre? (efeitos de falha)

5-Qual a importância de cada avaria? (consequências das avarias)

6-O que pode ser feito para evitar ou prever cada avaria? (tarefas preventivas e intervalos de tarefas)

7-O que deve ser feito caso não se determine a tarefa preventiva adequada? (acções correctivas)

3. Aplicação da metodologia a uma unidade de pintura

3.1 - Funcionamento da unidade

A unidade de pintura tem como principal e única finalidade o revestimento da superfície das peças de acordo com os padrões especificados.

As peças são desengorduradas na 1ª fase seguidamente fosfatadas, lavadas com água desmineralizada, pintadas, lavadas com ultra filtrado, secas e estufadas.

3.2- Constituição da unidade

A unidade é constituída por:

Transportador

Desengorduramento

Fosfatação

Lavagens

Pintura (banho)

Ultra filtro

Bomba principal

Ultra filtrado

Anólito

Células

Rectificador

Quadros de comando

Permutador

Secagem

Estufa

3.3- Implementação da metodologia

A metodologia definida foi aplicada à linha de pintura da indústria automóvel de forma a identificar os subsistemas prioritários para a manutenção e estabelecer as tarefas de manutenção [8]

Apresenta-se a seguir o desenvolvimento das diferentes etapas da análise

3.3.1-Definição do sistema a analisar

Foi considerado como sistema a analisar o sistema hidráulico, considerando este constituído pelos subsistemas bombas, condutas, pressostatos, aspersores, válvulas e manómetros.

3.3.2-Descrição funcional do sistema

Define-se nesta etapa apenas a função e operação dos subsistemas definidos na etapa anterior estando a descrição funcional do sistema descrita no procedimento específico da qualidade. Assim a descrição funcional é a seguinte:

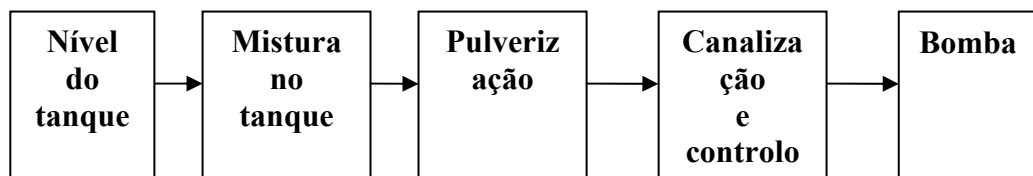
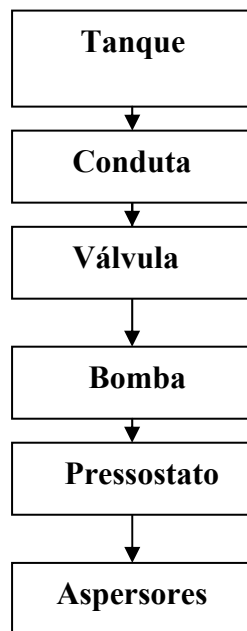
- As bombas têm como principal função garantirem um caudal e uma pressão especificada em função da sua posição na linha, de acordo com as especificações técnicas definidas.
- As condutas têm com função a condução do fluido.
- Os pressostatos indicam se a pressão do fluido está de acordo com a especificada e verificam o bom funcionamento da bomba do estado da conduta e aspersores.
- As válvulas permitem a abertura ou fecho das condutas de forma a variar o caudal ou bloqueio da conduta para manutenção do subsistema a jusante.
- Os aspersores permitem uma uniformidade na dispersão do fluido e um caudal uniforme para que toda a área seja pulverizada da mesma forma e não seja contaminado o banho seguinte.

3.3.3-Divisão do sistema

Para o sistema analisado foram considerados quatro subsistemas:

Ponto 3.3.2

3.3.4-Realização do diagrama funcional do sistema



1fig. Diagrama de blocos

3.3.5- Identificação da (s) avaria (s) do sistema e subsistemas

Para o sistema hidráulico foi identificada como avaria a falta de caudal e pressão especificado.

Para os subsistemas foram consideradas avarias o não cumprimento da função requerida.

Considerando as condutas considera-se avaria: fugas ou diminuição de secção, considerando o pressostato: indicação de uma pressão alterada, considerando os aspersores: uma pulverização não uniforme mas em jacto, considerando as bombas: fugas perdas de caudal, as válvulas: perda de estanquicidade.

3.3.6-Realização de uma análise HAZOP e selecção dos subsistemas para aplicação de um estudo Fmeca.

Tabela 1-Folha de estudo

HAZOP – Folha de estudo						
HAZOP: Sector: Tratamento de superfícies Data: 2005 Responsável: A.Rego Participantes:			Descrição: Preparação da superfície da peça para pintura			
1.0 Pintura (Linha de lavagem)						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto	Válvula	Sobre vaporização	Monitorização	Verificar valores	
20	Fluxo baixo	Válvula	Baixa pulverização	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo	Ruptura Válvula	Ausência de fluxo	Monitorização		
60	Nível elevado	Indicador de nível				
70	Alta temperatura		Sem consequências			
80	Baixa temperatura	Fonte de calor	Má lavagem	Monitorização		
90	Alta pressão	Válvula	Vaporização do banho			
100	Baixa pressão	Válvula Bomba	Má lavagem	Monitorização		
110	Contaminação	Má pulverização	Sem consequências			
120	Ruptura	Alta pressão Manutenção	Derrame	Procedimento de emergência	Paragem de emergência	
130	Agitação		Sem consequências			
140	Reacção		Sem consequências			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade		Sem consequências			
180	Especial					

Da análise HAZOP realizada conclui-se que os subsistemas mais problemáticos e que devem ser considerados em detalhe para a realização de um estudo Fmeca são: bombas, condutas e válvulas. Isto porque a avaria de um destes subsistemas impede o bom funcionamento de toda a linha.

3.3.7- Definição dos critérios de severidade (Tabela-2), ocorrência (Tabela-3) e detectibilidade (Tabela-4) para o sistema considerado

Tabela 2 – Critérios de severidade [11]

Efeito	Severidade	Índice
Sem efeito	Variação dos parâmetros do processo de acordo com as especificações. O ajuste ou controlo do processo pode ser feito durante a manutenção normal.	1
Muito pequeno	Parâmetros do processo fora de especificação. O ajuste tem de ser feito durante a produção. Sem tempo de paragem e sem produção de peças defeituosas.	2
Menor	Paragem de produção até 10 minutos sem produção de peças defeituosas.	3
Muito baixo	Paragem de produção entre 10 e 30 minutos sem produção de peças defeituosas.	4
Baixo	Paragem de produção entre 30 minutos e 1 hora ou produção de peças defeituosas acima de 1 hora	5
Moderado	Paragem entre 1 e 4 horas ou produção de peças não conformes entre 1 e 2 horas.	6
Alto	Paragem entre 4 e 8 horas, ou produção de peças não conformes durante mais de 4 horas	7
Muito alto	Paragem maior do que 8 horas e produção de peças não conforme durante mais de 4 horas	8
Hazardous – com aviso	Elevado nível de severidade. Afecta o operador, fábrica ou pessoal de manutenção e segurança / efeitos discordantes com a legislação governamental	9
Hazardous – sem aviso	Severidade de nível muito elevado – afecta operadores, fábrica, pessoal de manutenção e segurança/ efeitos discordantes com legislação governamental de HSST	10

Tabela 3- Critério de ocorrência

Probabilidade de ocorrência	Reabilitação baseada no tempo de trabalho necessário	Índice
A falha ocorre cada 5 anos 1 em 25000 horas	R (t)=98%:MTBF é superior em 50 unidades ao tempo necessário	1
A falha ocorre cada 2 anos 1 em 10000horas	R (t)= 95%: MTBF é superior em 20 unidades do que o tempo necessário	2
A falha ocorre em cada ano 1 em 5000 horas	R (t)=90%:MTBF é superior em 10 unidades em relação ao tempo requerido	3
A falha ocorre cada 6 meses 1 em 2500horas	R (t)=85%:MTBF é superior em 6 unidades em relação ao tempo requerido	4
A falha ocorre cada 3 meses 1 em 1000 horas	R (t)=78%:MTBF é superior em 4 unidades em relação ao tempo requerido	5
A falha ocorre cada mês 1 em 350 horas	R (t)=60%:MTBF é superior em 2 unidades em relação ao tempo requerido	6
A falha ocorre cada semana 1 em 80 horas	R (t)=37%:MTBF é igual ao tempo necessário	7
A falha ocorre cada dia 1 em 24 horas	R (t)=20%:MTBF é cerca de 60% do tempo necessário	8
A falha ocorre a cada mudança 1 em 8 horas	R (t)=5%:MTBF é cerca de 30% do tempo necessário	9
A falha ocorre a cada hora 1 em 1 hora	R(t)=1%:MTBF é cerca de 10% do tempo necessário	10

Tabela 4- Critério de detectibilidade

Probabilidade de detecção	Probabilidade de detecção por controlo da máquina	Índice
Quase certa	O desenho (esquema) da máquina permite detectar a causa e consequente modo de falha. Não é necessário controlo da máquina	1
Muito alta	Elevada probabilidade de detectar a causa potencial e subsequente modo de falha. Não é requerido controlo da máquina	2
Alta	Existe uma probabilidade de o controlo da máquina/operador conseguir detectar a avaria funcional do equipamento. O controlo da máquina tem um indicador de avaria iminente, podendo ser desencadeada uma acção preventiva. (ex. paragem da máquina)	3
Probabilidade moderadamente alta	Probabilidade moderada de o controlo da máquina ou operador detectar a avaria funcional do equipamento. O controlo da máquina tem um indicador de avaria eminente, podendo este imobilizar o equipamento	4
Probabilidade média	Probabilidade média de o esquema de controlo detectar a causa potencial da avaria e subsequente modo de falha. O controlo da máquina previne falhas eminentes.	5
Probabilidade moderadamente baixa	Baixa probabilidade de que o esquema de controlo da máquina detecte a potencial falha e subsequente consequência. O controlo da máquina pode ter um indicador de falha eminente.	6
Probabilidade baixa	O esquema da máquina não prevê a ocorrência da falha	7
Probabilidade muito baixa	Probabilidade remota de o esquema da máquina detectar a potencial causa e subsequente modo de falha. O controlo da máquina deve prever a indicação de falha.	8
Probabilidade remota	Probabilidade remota de o controlo da máquina detectar a potencial causa e subsequente modo de falha	9
Extremamente desigual, diferente	Esquema ou controlo da máquina não conseguem detectar a potencial causa e subsequente falha. Ou não há esquema nem controlo das máquinas.	10

Para a ocorrência foi considerada a taxa de avarias, por permitir uma classificação clara e objectiva.

3.3.8- Realização da análise FMECA

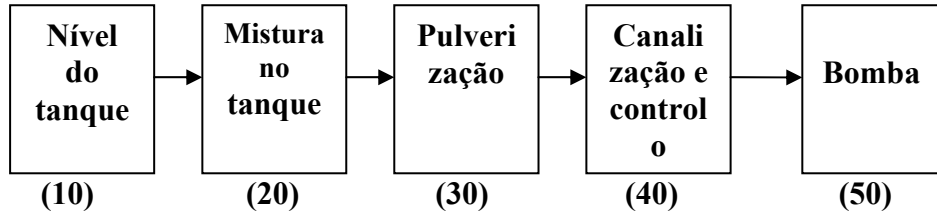
POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :	Quality	Commercial											
BOMBA PINTURA																
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production											
Produção	26-02-05															
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
PINTURA / SISTEMAS DE LAVAGEM	10- FUGA DE ÁGUA	EMPANQUE	3		FILTRO CULMATADO	3	VISUAL/RUÍDO ANORMAL	3	27	LIMPEZA	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27
					SAI ÁGUA PELA TURBINA	3	VISUAL	2	18	SUBSTITUIÇÃO			3	3	2	18
	ENTRADFA DE AR	2	DESAPERTO	4	24		3	2	4	24						
	20- FALTA DE PRESSÃO	TURBINA PARTIDA	3		PARTICULAS	3	VISUAL	2	18				3	3	2	18
					FALTA DE NÍVEL	3	A	INDICADOR DE NÍVEL	4	VISUAL			4	36	3	4
	DIFERENCIAL DESLIGADO		3	A	RUPTURA	3	VISUAL	4	36	3			3	4	36	
					SOBRE TENSÃO	3		5	45	3			3	5	45	

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
PINTURA / SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO/ETAR/ZINCA GEM/EQUIPAMENTOS	30NÃO TRABALHA	TERMICO NÃO ACTUA	3	A	QUEIMADO	5	NÃO LIGA DEPOIS DE ACTUADO	3	45		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	5	3	45
		CONTACTOR COM UMA FASE QUEIMADA	3	A	SOBRE INTENSIDADE DE CORRENTE	5	MEDIR A CONTINUIDADE NAS FASES	2	30			3	5	2	30	
			3		FUGA DE ÁGUA PARA O INDUZIDO	3	EMPANQUE	2	18			3	3	2	18	
		FALTA DE UMA FASE	3	A	FUSIVEL QUEIMADO	2	CURTO CIRCUITO	6	36			3	2	6	36	
		3		CONTACTOR QUEIMADO	3	TERMICO NÃO ACTUOU	6	54		3		3	6	36		
		3	A	SOBRE TENSÃO	3	DESEQUILIBRIO DA REDE	6	54		3		3	6	54		
	40-TRABALHA SEM PRESSÃO	NÃO TEM CAUDAL	3	A	TURBINA PARTIDA	2	VISUAL/MA NÓMETRO	3	18			3	2	3	18	

3.3.9. Realização da árvore de falhas

A árvore de falhas não foi considerada por não haver evidências para a construção da árvore de eventos.



2 fig. Arvore de falhas

Estes cinco blocos representam o sistema de uma lavagem.

Assumindo a árvore e o facto do sistema estar equilibrado, então o rácio de falhas é dado

Por $\lambda=1/MTBF$. Além disso o rácio de falhas do sistema é dado pela soma das falhas dos seus componentes

$$1/MTBF_{\text{sistema}}=1/MTBF_1+1/MTBF_2+\dots$$

$$\text{Falhas por semana} = \text{Tempo de paragem} / \text{MTTR}$$

Tabela 5- Caracterização dos Blocos

ITEM	AMBIENTE	CICLO IMPOSTO	COMPLEXIDADE	MATURIDADE	TOTAL
NIVEL TANQUE					
MISTURA					
PULVERIZAÇÃO					
CANALIZAÇÃO					
BOMBA					

Tabela 6- MTBF dos Blocos

ITEM	ACTUAL MTBF	RÁCIO DE FALHAS CICLO IMPOSTO	MTBF DESEJADO	RÁCIO DE FALHAS DESEJADO	DIF R.F/SIST R.F.
NIVEL TANQUE					
MISTURA					
PULVERIZAÇÃO					
CANALIZAÇÃO					
BOMBA					

SISTEMA TOTAL=

3.3.10-Análise de perdas [20]

1-Desperdício = Perda de tempo/programação de tempo

2-Perda de velocidade =Perda de velocidade no tempo/Programação de tempo

3-Perda de tempo standard operacional = Operação standard/tempo programado

4-Perdas induzidos = Induzido/tempo programado

5-Perdas = Técnicas+operacionais+qualidade/tempo programado

6-Total de perdas =desperdício+Perdas de velocidade+Perdas operacionais+Perdas induzidas

Estas perdas ajudam a identificar áreas onde haja maior oportunidade de implementação do OEE.

Os diferentes programas devem ser equacionados no ranking pelo seu benefício geral para a empresa.

Tabela 7- Codificação de Paragens[20]

CODIFICAÇÃO DE PARAGEM DOS VARIOS PONTOS DO PROCESSO						
OEE		MODO DE FALHA		COMPONENTES QUE FALHAM		IMPACTO
DANOS				MOTOR:		PARAGEM
CODIGO				VENTILADOR	1	<15MIN
				ROTOR	2	<30MIN
STOP TIME		Potência Partida Bloqueada		ROLAMENTO	3	<45MIN
	FALHA DA	1 2 3		BASE	4	<60MIN
OPERAÇÃO	BOMBA			ENROLAMENTO	5	<75MIN
INDUZIDO				ACOPLAMENTO	6	<90MIN
				BOMBA:		
DOWNTIME				EMPANQUE	7	PERDAS
TÉCNICO	RÁCIO DA	Elevado Baixo Perda		IMPULSOR	8	
	BOMBA	4 5 6		ROLAMENTO	9	
OPERAÇÃO				CANALIZAÇÃO	10	
QUALIDADE				CORPO	11	
	MISTURA	Quente Contaminado Má		CONTROLO	12	
PERDAS	ALTERADA	7 8 9		SENSOR	13	
	DO PROCESSO			VALVULA	14	
VELOCIDADE				BOLQUEIO:		
	PRODUTO	Noz Aderência Ambos		VALVULA	15	
	TIPO	A B C		ENTRADA	16	
				SÁIDA	17	REPARAÇÃO
				FALHA DE POTÊNCIA	18	SUBSTITUIÇÃO
				FUSIVEL	19	
				OUTROS:		
				EXPLICAR		

3.3.11- Realização da matriz de criticidade

Para realização da matriz de criticidade (tabela7) foram considerados os critérios de severidade e de ocorrência definidos na etapa 7. Assim, pode-se observar a matriz de criticidade do sistema.

Tabela 8- Matriz de criticidade

Severidade	Probabilidade de ocorrência					
	95%	90%	78%	60%	20%	5%
Muito Alta	V1;B1			V7;B7;		
Alta		VE;	QE;	B1;B2		
Moderada				MT;		
Baixa						
Menor						

Em que:

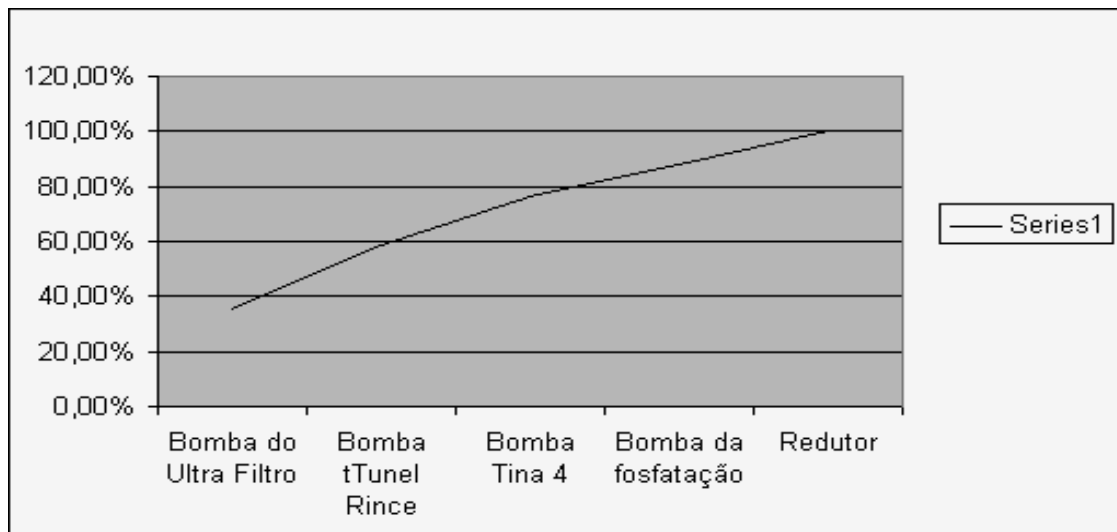
- B – Bomba
- V – Válvula
- VE – Ventilador
- M – Motor
- C – Conduta
- A – Aspersores
- QE – Queimador

3.3.12- Realização da análise de PARETO

Aplicando-se a análise de Pareto ao subsistema de risco Critico da Pintura verificou-se que, para os modos de falha , os componentes críticos são:

Tabela 9- Análise de Pareto

SUBSISTEMA	H. AVARIA	Nº AVAR	MTTR	ABC	Σ
Bomba do Ultra Filtro	3	1	3,00	35,29%	35,29%
Bomba Túnel Rince	2	1	2,00	23,53%	58,82%
Bomba Lavagem	1,5	1	1,50	17,65%	76,47%
Bomba da fosfatação	1	2	0,50	11,76%	88,24%
Redutor	1	1	1,00	11,76%	100,00%
Total	8,5	6	1,15		



3 fig. Distribuição da % de falhas

Tabela 50- Componentes e modo de falha crítico [9]

Secção	Sistema	Subsistema	Componente	N.º Avarias	Avarias acumuladas	% Avarias acumuladas
PINTURA	Lavagem	Bomba	Indutor			
			Empanque			
			Rolamento			
			Turbina			
		Conduta	Unões			
			Aspersores			
			Válvulas			
			Manómetros			
		Queimador	Motor			
			Comando electrónico			
		Tina	Unões			
			Indicadores de nível			
			Válvulas			
			Sondas		

3.3.13-Aplicação da metodologia RCM

De acordo com a informação existente na análise FMECA verificou-se que os sistemas considerados apresentam avarias evidentes (detectibilidade =3) e severidade > =3.

Para o cálculo das tarefas propostas foi calculado o MTBF (Mean Time Between Failure) para cada componente.

A seguir resumem-se as tarefas de manutenção propostas para os subsistemas.

Tarefas de manutenção propostas para a unidade:

Plano de Manutenção preventiva

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: Tratamento de superfícies

PERIODICIDADE: DIÁRIA

MODO DE FUNCIONAMENTO:	Concluído	Em alteração	Data	Obs.
		31/01/05		

SEQUENCIAMENTO	Sim	Não	Comentários	OBS																																													
1-LIGAR O TRANSPORTADOR (CORRENTE) NA MESA DE COMANDOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
2-SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR DO QUADRO DE COMANDO DE ACORDO COM A REFª DA PEÇA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
3-LIGAR O BOTÃO [0-1] PARA A POSIÇÃO 1 (INICIO DE FUNCIONAMENTO DO TRANSPORTADOR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
4-APÓS 1,30' O TRANSPORTADOR MEMORIZA A VELOCIDADE SELECIONADA PARAR O 1º CARREGAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
5- 1º CICLO -COLOCAR PEÇAS NAS SUSPENSÕES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
6-2º CICLO E SEGUINTE EM CADA MUDANÇA DE REFERÊNCIA DEIXAR SEIS ESPAÇOS SEM SUSPENSÕES E SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR (POSIÇÕES DE 1 A 8 CONFORME REFª DA PEÇA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
7-O TRANSPORTADOR INICIA O CICLO SEMPRE NA VELOCIDADE MÁXIMA E SÓ DEPOIS PASSA À VELOCIDADE SELECIONADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
8-TENSÃO DA CORRENTE DO BANHO 320 VOLTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)																																													
TABELA DE VELOCIDADES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONSULTAR Gamas de controlo das peças para selecção de velocidade																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FRQ.</th> <th>RPM</th> <th>VELOC</th> <th>MICRONS</th> <th>SELECTOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60 HZ</td> <td>1800</td> <td>3m/min</td> <td>>= [15-25]µ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>55 HZ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>50 HZ</td> <td>1500</td> <td>2m/min</td> <td>>=[25-30] µ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>45 HZ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>40 HZ</td> <td>1200</td> <td>1m/min</td> <td>>={30 -35}µ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>35 HZ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>30 HZ</td> <td>1000</td> <td>0,5m/min</td> <td>>35µ</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>25 HZ</td> <td>750</td> <td></td> <td></td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	FRQ.	RPM	VELOC	MICRONS	SELECTOR	60 HZ	1800	3m/min	>= [15-25]µ	1	55 HZ				2	50 HZ	1500	2m/min	>=[25-30] µ	3	45 HZ				4	40 HZ	1200	1m/min	>={30 -35}µ	5	35 HZ				6	30 HZ	1000	0,5m/min	>35µ	7	25 HZ	750			8				
FRQ.	RPM	VELOC	MICRONS	SELECTOR																																													
60 HZ	1800	3m/min	>= [15-25]µ	1																																													
55 HZ				2																																													
50 HZ	1500	2m/min	>=[25-30] µ	3																																													
45 HZ				4																																													
40 HZ	1200	1m/min	>={30 -35}µ	5																																													
35 HZ				6																																													
30 HZ	1000	0,5m/min	>35µ	7																																													
25 HZ	750			8																																													

(+++): a realizar por pessoal especializado

Período: 24-12-2004 24/12/2005

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES

PERIODICIDADE: ANUAL

VERIFICAÇÕES: (LINHA DE PINTURA)	Concluído	Em alteração	Data	Obs. ELABORAR RELATÓRIO NO VERSO
---	-----------	--------------	------	-------------------------------------

ITENS	Sim	Não			
Substituição de canalizações	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação da estrutura da tina e pintura	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Substituição e limpeza de aspersores	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação do conjunto da bomba principal	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Lavagem dos ultras filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Reparação dos filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Revisão da estação de tratamento da água desmineralizada	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação do pressostato da bomba de nível	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX

(*) Equipamento parado

(+) Equipamento em funcionamento

@@@ A realizar pelo operário

XXX A realizar pelo serviço de manutenção

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	Sim	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Período: 24-12-2004 24/12/2005

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: TRATAMENTO *DE SUPERFICIES*

PERIODICIDADE: *ANUAL*

VERIFICAÇÕES: (TRANSPORTADOR)	Concluido	Em alteração	Data	Obs. ELABORAR RELATÓRIO NO VERSO
--------------------------------------	-----------	--------------	------	----------------------------------

ITENS	Sim	Não			
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação da corrente (estrutura)	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Limpeza da corrente	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação das rodas (rolamentos)	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Estrutura das curvas	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Motor redutor	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Correia do variador	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Sensores de segurança	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX

- (*) Equipamento parado
- (+) Equipamento em funcionamento
- @@@ A realizar pelo operário
- XXX A realizar pelo serviço de manutenção

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	Sim	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: TRATAMENTO *DE SUPERFICIES*

PERIODICIDADE: *ANUAL*

VERIFICAÇÕES: (LINHA DE PINTURA)	Concluído	Em alteração	Data	Obs. ELABORAR RELATÓRIO NO VERSO
---	-----------	--------------	------	-------------------------------------

ITENS	Sim	Não			
Substituição de canalizações	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação da estrutura da tina e pintura	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Substituição e limpeza de aspersores	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação do conjunto da bomba principal	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Reparação dos ultra filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Reparação dos filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Revisão da estação de tratamento da água desmineralizada	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação do pressostato da bomba de nível	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX

(*) Equipamento parado

(+) Equipamento em funcionamento

@@@ A realizar pelo operário

XXX A realizar pelo serviço de manutenção

^s	Sim	Não
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CAPITULO III

ANÁLISE HAZOP (Hazard and Operability Studies) DO EQUIPAMENTO EM ESTUDO

1-INTRODUÇÃO

1.1-O Conceito HAZOP

O processo HAZOP [7] é baseado no princípio de análise hazard para identificar problemas que em trabalho individual separado combinam resultados. A equipa HAZOP é composta de indivíduos com diferentes backgrounds e experiência. Durante as reuniões HAZOP a equipa tenta obter resultados através do esforço colectivo, criatividade simultânea, novas ideias e da revisão do processo feito através da consideração.

1.2- HAZOP Processo

A equipa de HAZOP foca em específico partes do processo chamadas nós. Geralmente estes são identificados pelo P&ID do processo antes do estudo começar. Os parâmetros do processo são identificados através de fluxo de palavras e um objectivo é criado para o nó considerado. Através de palavras modelo são combinadas com o parâmetro do nó para criar o desvio. Por exemplo a palavra modelo “**não**” é combinada com o parâmetro fluxo para dar o desvio “**não fluxo**”. A equipa enumera uma lista de causas credíveis para “não fluxo”, os desvios começam com a causa que pode resultar na pior das possíveis consequência, e durante a reunião a equipa pensa nas causas dos desvios. Uma vez as causas recordadas a equipa enumera as consequências das seguranças e algumas considerações julgadas apropriadas. O processo é repetido para o desvio seguinte e assim até completar todos os nós. A equipa concentra-se no nó seguinte e repete-se o processo.

2-Filosofia HAZARD vs estudo de operability

O processo Hazop concentra-se em identificar hazardus tais como perigos relacionados com problemas de operabilidade. Quando o estudo HAZOP é designado para identificar hazardus através da aproximação sistemática, mais de 80% das recomendações de estudo são problemas **operacionais** e não são eles próprios hazardus. Embora a identificação de hazardus em vários focos operacionais, os problemas podem ser identificados através de extensões que tem potencial para conduzir hazardus, resultados na violação ambiental ou que têm impacto negativo. A definição de hazard e operacionalidade são dadas a seguir.

2.1- Definições

2.1.1- HAZARD – Qualquer operação que torne possível o acontecimento catastrófico, tóxico, inflamável química ou outras acções que resultem em danos pessoais.

2.1.2- Operabilidade – Define a capacidade para a sua função. Neste modelo a capacidade de performance do sistema é impedida, ou impossibilidade dos operadores usarem o sistema eficazmente (violação ambiental ou saúde).

2.2- Análise do processo HAZARD pelo líder da equipa

O chefe de equipa APH trabalha com o coordenador APH e definem o espaço de análise e selecção dos membros da equipa. Direcçãoam os membros da equipa para que estes processem informação segura, que antecede o início do estudo. Planeia o estudo do APH com o coordenador e organiza as reuniões de equipa. Lidera a equipa na análise do processo escolhido, mantendo os membros da equipa orientados na descoberta de perigos associados ao processo e informa para que se registem os resultados da equipa. Assegura-se de que a análise cobre completamente o processo, tal como é definido no início da análise do hazard, e ainda de que o estudo fica completo no período que lhe foi atribuído durante a fase de planeamento. Escreve um relatório detalhado no qual constam as descobertas dos estudos, assim como as recomendações do grupo, que são então reportadas para a gerência. Pode ainda preencher qualquer inquérito seguinte que possa surgir sobre a implantação do projecto, de acordo com as recomendações resultantes do estudo efectuado.

2.2.1- Peritos da engenharia

Os peritos em engenharia atribuídos ao processo de análise de perigo podem incluir alguns, ou todos dos seguintes: engenheiro de projecto, engenheiro mecânico, engenheiro instrumental, engenheiro electrotécnico, engenheiro de máquinas, engenheiro de segurança, engenheiro de qualidade, engenheiro de manutenção e ainda engenheiro ou técnico de materiais. Estes indivíduos serão responsáveis pelo fornecimento de conhecimentos nas suas áreas respectivas, aplicando-os à análise de perigos do processo em estudo. São ainda responsáveis pelo acompanhamento da análise de perigos inicial, mantendo-os fora das reuniões do grupo. Também lhes é pedido que estejam sempre disponíveis para a equipa, caso os seus conhecimentos e experiência sejam requeridos, sendo que neste caso serão avisados com antecedência pelo chefe de equipa. É também da sua competência o fornecimento de qualquer tipo de documentação sobre protecções e procedimentos.

2.2.2- Palavras-chave, selecção de parâmetros e desvios

O processo HAZOP cria os desvios do processo designado através da combinação de palavras-chave (não, mais, menos, etc.) com parâmetros do processo, causando um possível desvio das intenções iniciais. Por exemplo, quando a palavra “não” é combinada com o parâmetro “fluxo”, o desvio “não fluxo” resulta. A equipa deve então registar todas as causas credíveis que iram resultar numa condição sem fluxo. Uma lista simples de palavras-chave é indicada a seguir. Deve ser apontado que nem todas as combinações palavra-chave/parâmetro terão significado prático.

Palavras-chave:

- Não
- Mais
- Menos
- Tal como
- Ao contrário
- À excepção de

A aplicação de parâmetros vai depender do tipo de processo considerado, do equipamento utilizado e do objectivo do processo. Os parâmetros específicos mais comuns que devem ser considerados são: fluxo, temperatura, pressão e, quando apropriado, nível. Em quase todos os casos, estes parâmetros devem ser avaliados para cada caso. Os comentários da equipa acerca destes parâmetros devem ser documentados sem excepção. Adicionalmente, o caso deve ser seleccionado para aplicação dos restantes parâmetros específicos (ver lista abaixo) e para a lista de parâmetros gerais aplicáveis. Este deve ser registado apenas se houver algum perigo ou problema operativo associado com o parâmetro. Uma amostra simples de parâmetros inclui os seguintes:

Parâmetros específicos:

- Fluxo
- Temperatura
- Pressão
- Composição
- Fase
- Nível
- Relevos
- Instrumentação
- Amostragem
- Corrosão/erosão
- Serviços/utilidades
- Manutenção
- Adição
- Segurança
- Reacção
- Introduzir/remover
- Contaminação

Nota: Os parâmetros específicos devem ser considerados pela equipa quando avaliam cada nó.

Se um parâmetro particular não se altera num nó na análise seguinte não é necessário considera-lo nos desvios considerados previsíveis do nó. Meramente se refere este caso nos desvios na coluna do nó considerado.

2.2.3- O Conceito de ponto de referência

Quando definimos nós ou desempenho a HAZOP em particular é útil o uso de conceito de ponto de referência (POR) quando se avaliam os desvios, para ilustração desta ideia supõe-se o exemplo do rasgo do cilindro o nó consiste no rasgo do cilindro e o produto líquido conduzido para cima através da flange para o tanque de armazenamento. Se o desvio (não fluxo) é proposto então o dilema propõe-se aparente quando se inicia o assunto sobre “ não fluxo”. Se a causa de não fluxo é a ruptura da conduta e a ruptura na ligação da flange no rasgo do cilindro. Então o termo “ não fluxo” é ambíguo desde que à fluxo para fora do rasgo do cilindro, mas não à através das condutas para o tanque de armazenamento. Contudo a POR pode ser claramente estabilizado no tempo para o nó definido. É recomendado sempre estabelecer a POR até ao fim do nó.

2.2.4- Selecção de causas e desvios

É necessário ter uma lista completa de causas e desvios. O desvio é considerado realista se houver causas suficientes para acreditar que o desvio pode ocorrer. Contudo apenas causas credíveis devem ser sequenciadas. O juízo da equipa é usado para decidir quando se incluem acontecimentos com baixa probabilidade de ocorrência. Contudo um bom juízo pode ser feito pela equipa na determinação, quais os acontecimentos que teem baixa probabilidade de ocorrência e as causas credíveis não foram negligenciados.

Há três tipos básicos de causas. Elas são:

- 1- Erro humano que são actos de omissão ou confiança do operador, desenhador construtor ou outras pessoas que geram o risco, tornam possível a realização de perigos ou materiais inflamáveis.
- 2- Falha dos equipamentos o qual mecânico, estrutura ou falha de operação resulta na realização de perigos ou materiais inflamáveis.
- 3- Acontecimentos externos os quais item exterior à unidade sendo revistos afectam a operação da unidade na extensão de realizar perigo ou material inflamável.
Eventos externos incluem unidades voltadas ou adjacentes que afectam a segurança da operação do nó sendo estudadas perda de utilidade e exposição no tempo.

O nível de detalhe requerido na descrição das causas para o desvio depende se a causa está ou não orientada para a ocorrência dentro ou fora do nó. Por exemplo supor que o cilindro inclui um indicador de controlo das partes do nó. Supor que o nível de controlo das válvulas fechadas resulta num nível elevado. Desde que a válvula e controlador são parte do nó as causas pode informar com mais detalhe. A válvula pode fechar porque um erro de ajuste do ponto foi imposto pelo operador (erro humano); a válvula pode continuar fechada devido a falha mecânica da válvula; ou a válvula pode continuar fechada devido a perda no equipamento de ar da unidade (causa externa). Se o nível de controlo fora do nó for estudado é suficiente meramente para o estado. “ Nível de controlo válvula lv – xxx fechada”.

Quando a equipa estuda o nó no qual o nível de controlo é localizado com mais detalhe podem ser detalhadas as várias causas.

Nota: Quadro para causas e desvios baseado no erro humano, falha do equipamento, falhas devidas a acontecimentos externos,

2.2.5- Consequências e protecções

A primeira proposta do HAZOP é identificar os cenários que estão ligados à realização de tarefas que conduzem a perigos ou material inflamável na atmosfera que exponham trabalhadores a ferimentos. Em ordem à definição desta determinação é sempre necessário determinar as consequências exactas e possíveis das causas credíveis, identificadas dentro do grupo. Isto serve a dupla finalidade. Uma vez possível determinar a lista de riscos HAZOP para os vários perigos são descobertas pelo grupo as prioridades que podem estabilizar o perigo.

E segundo é possível fazer a determinação para se o desvio particular resulta em problema de operabilidade ou perigo.

Se a equipa concluir para as consequências que a causa particular do desvio resulta no problema apenas de operabilidade então a discussão termina e a equipa movimenta-se para a próxima causa desvio ou nó. Se a equipa determina que a causa resulta na realização perigosa ou material inflamável então as protecções tem de ser identificadas.

As protecções devem ser incluídas sempre que a equipa determine que a combinação da causa e consequências presentes no processo credível corre risco. Que constituem a segurança que pode ser sumariada baseada nos seguintes critérios gerais:

- 1- Aqueles sistemas, desenho, construção e procedimentos escritos que previnem as catástrofes realizados para perigos ou material inflamável.
- 2- Aqueles sistemas que são designados para detectar e antecipar o perigos seguintes à iniciação da causa para a liberação do perigo ou material inflamável.
- 3- Aqueles sistemas ou procedimentos escritos que determinam as consequências da liberação do perigo ou material inflamável.

A equipa deve ter cuidado ao enumerar as protecções. A análise de perigos requer a avaliação das consequências da falha de engenharia ou controlo administrativo e determinado cuidado em qual dos dois ou não estes itens podem ser considerados actuais para ser considerada segurança. Em adição a equipa deve considerar realista várias falhas e simultâneos acontecimentos quando considera quais são ou não fora de segurança das actuais funções tais como eventos de alguma ocorrência.

2.2.6- Derivações recomendações (*fecho*)

Recomendações são feitas quando as seguranças para o cenário de um dado perigo são julgadas numa base em que o risco do cenário é inadequado para a protecção do risco. Acções, itens são as recomendações para complemento individual ou departamento que tenha sido designado (administrado).

A informação necessária identifica as recomendações no software para o seguimento de um membro da equipa.

As seguintes linhas de orientação são sugeridas para a implementação da análise de perigo e recomendação:

- 1- Acção de elevada prioridade itens que podem ser resolvidos em 4 meses
- 2- Acção de média prioridade itens que podem ser resolvidos entre 4 e 6 meses.
- 3- Acção de baixa prioridade itens que podem ser resolvidos depois dos de média prioridade.

Processo, risco, gestão recomendam que os facilitadores do coordenador de segurança reveja todas as recomendações com base em estudos para determinar a prioridade relativa e determinar a sequência de implantação. Após cada recomendação deve ser revista a resolução, após cada recomendação deve ser lembrado em documento tal como uma folha descritiva, e guardado em arquivo.

Recomendações incluem desenho, operação, manutenção, mudanças que reduzem ou eliminam as causas desvios e suas consequências. Recomendações identificadas na análise de perigos são consideradas de primeira natureza. Requisitos adicionais para informação ou estudo podem ser recomendados.

3-Procedimento de análise HAZOP

O procedimento de desempenho da análise Hazop consiste nos seguintes cinco passos [9]:

- 1.0 – Definir o sistema ou actividade. Especificar e clarificar as fronteiras do sistema ou actividade para as quais a informação de perigo e operacionalidade são necessárias.
- 2.0 – Definir os problemas de interesse para análise. Especificar os problemas para os quais o interesse da análise é orientado.
- 3.0 – Subdividir o sistema ou actividade e desenvolver desvios, variações. Subdividir sistema ou actividade em secções que possam ser analisadas individualmente. Aplicar processo HAZOP, o modelo de palavras que são apropriadas para especificar o tipo de equipamento em cada secção.

4- Conduzir as revisões HAZOP.

Sistematicamente avaliar cada desvio para cada secção para cada sistema ou actividade. Documentar recomendações e outra informação colhida durante as reuniões de equipa e transferir responsabilidades para resolver as recomendações da equipa.

5-Usar os resultados nas decisões tomadas

. Avaliar as recomendações para análise e benefícios que são planeados para levar a cabo (aperfeiçoar). Os benefícios devem incluir melhoramentos de segurança, desempenho ambientais e economia de custos.

Determinar o critério de implementação e planos.

Descrição de cada passo em detalhe

5.1.0-Definir o sistema ou actividade

Planear as funções: porque toda a análise HAZOP está concentrada no processo cujo sistema pode ter desvios em relação à normal funcionalidade, clarificar definindo e planeando funções para o sistema ou actividade é um primeiro passo importante. É importante clarificar documentos neste passo para a análise HAZOP.

Fronteiras: Alguns sistemas operam isolados. A maior parte está ligada ou interage com outros. Conforme claramente definimos as fronteiras para o sistema ou actividade (1), uma análise clara pode evitar olhar de novo para elementos chave e interfaces (2) e penalizar o sistema ou actividade no mesmo lugar associando outros equipamentos ou operações com o assunto de estudo. Isto é especialmente verdade para fronteiras com sistemas de suporte, tais como potência eléctrica e compressão de ar, ou fronteiras com outras actividades tais como carregamento ou descarregamento. Isto é importante para clarificar, define a extensão através da qual os sistemas de suporte devem ser analisados.

5.2.0 – Definir os problemas de interesse para análise

5.2.1- Problemas de segurança. A análise da equipa deve ser questionada no sentido de encontrar maneiras para as quais o desempenho impróprio das actividades ou falhas em sistemas que podem resultar em danos pessoais. Estes danos podem ser causados por vários mecanismos, incluindo os seguintes.

- Colisões
- Destruições
- Exposição a altas temperaturas
- Explosões

5.2.2- Publicações ambientais. As análises das reuniões devem questionar no sentido de encontrar maneiras para as quais a conduta particular da actividade ou falha do sistema podem ser adversas ao impacto ambiental. Estas perturbações ambientais podem ser causadas por mecanismos tais como:

- Descargas de material na água intencionalmente ou não.
- Falha de equipamentos tais como falhas de fecho podem resultar em material perigoso.
- Sobre utilização de sistemas resultam na ruptura.

5.2.3- Impactos económicos: A análise das reuniões deve questionar para encontrar maneiras para as quais a conduta da actividade ou da falha do sistema tenha impacto económico adverso. Estes riscos podem ser categorizados de várias maneiras incluindo as seguintes:

- Riscos de negócio, penalizações contratuais, perda de rendimento, etc.
- Custos de reabilitação ambiental.
- Custos de substituição tais como custos de substituição de equipamentos avariados.

A análise particular pode ser focada apenas em eventos superiores fixos no limiar do negócio numa ou em várias categorias.

5.3.0– Subdividir o sistema ou actividade e desenvolver divergências, erros

Antes das reuniões HAZOP os líderes devem encontrar-se e subscrever várias actividades mais eficientes que devem realizar durante a reunião de equipa. Estas actividades de pré reunião incluem o seguinte:

5.3.1- Definir secções. Secções são partes discretas e simples do processo tais como a canalizações, tanque, etc. O líder e o staff devem dividir o sistema ou equipamentos em secções de modo a ser possível aplicar a técnica HAZOP. O líder deve contrabalançar o confronto, concorrência de dois factores. (1) O líder do HAZOP deve olhar de novo para os desvios mais importantes se a secção é demasiado grande e (2) o líder do HAZOP não deve desperdiçar tempo a examinar alguns procedimentos repetidos se a secção é demasiado pequena.

5.3.2 – Desenvolver desvios credíveis. Desvios são desarranjos de condição comparados com as operações normais. A aproximação da estrutura de análise HAZOP é acompanhada usando o modelo especial de palavras. Os desvios são derivados da seguinte maneira:

Modelo de palavra + Parâmetros do sistema = Desvio

O tipo do sistema de secção, tal como canalizações ou tanque, determinará a aplicação dos parâmetros analisados para esta secção. Conforme a combinação do modelo de palavras e aplicação dos parâmetros do processo, o líder desenvolve a lista de desvios credíveis para análise durante o estudo.

5.3.3 – Desenvolver folhas de trabalho HAZOP. A manutenção é responsável por documentar toda a informação significativa para informação durante o estudo. Preparar folhas de trabalho especializadas antes da reunião para cada tipo de secção e com desvios credíveis que levem à mais eficiente organização da informação HAZOP reunida durante as reuniões.

5.3.4 - Modelo para definição de secções de análise HAZOP

Três considerações gerais podem guiar o líder quando divide o sistema em secções:

Definir secções apropriadas para os objectivos HAZOP. A investigação HAZOP analisa a potencial informação material e liberdade de caminho, requer considerações maiores que em muitos sistemas de secções, a análise de investigação HAZOP dá liberdade material suficiente para criar, desenvolver termos de perigo de saúde.

5.3.4.1- Definir secções suficientemente pequenas que incluam todos os desvios importantes. É mais importante, melhorar à distância que descobrir que a secção tem desvios que são idênticos a outras secções e perder um importante desvio.

Líderes experientes rapidamente reconhecem secções desnecessárias e aumentam o desempenho da equipa. Líderes inexperientes ficam a saber reconhecer secções desnecessárias, mas para definir pequenas secções, eles tem de ter aceitar que podem esquecer um desvio importante, enquanto ganham experiência como líderes.

5.3.4.2- Definir secções com um nível de detalhe consistente. O líder HAZOP não deve definir ligações muito simples e utensílios de linha para secções de uma parte do processo, enquanto definem o tanque como uma pequena secção em qualquer outra parte do processo. Se os objectivos HAZOP requerem secções de unidade com um certa igualdade de detalhe, então alguma igualdade deve ser aplicada a em toda a parte da análise.

Dividir o sistema ou actividade em secções e seleccionar desvios apropriados relacionados com a actividade.

Os desvios sugeridos por secção devem ter um modelo para seccionar, seguir.

Circunstâncias específicas ditam excepções para o modelo funcional de desvios seleccionado. Noutras situações segue-se a vontade do modelo de secções do processo que foi inteiramente revisto pela equipa de HAZOP com o mínimo risco do ponto de vista elevado de importantes desvios.

Os modelos são os seguintes:

5.3.5 – Principio do modelo (norma)

- Definir cada um dos principais componentes da secção. Usualmente alguma coisa tal como o nível de fluido é mantido pode ser considerado como um componente principal.
- Definir uma linha de divisão entre cada componente principal
- Definir linhas adicionais para cada ramal principal de fluido
- Definir a secção para cada ligação dos equipamentos existentes

5.3.6 – Modelo avançado

Líderes experientes reconhecem que iniciar o modelo muitas vezes produz algumas secções desnecessárias do processo. O seguimento do modelo fundamental vai-nos ajudar como líderes experientes na redução de duplicações.

- Definir apenas uma secção por equipamento em serviço idêntico

A situação mais comum é várias bombas de troca de calor. Cuidado: bombas em diferentes serviços com componentes semelhantes devem ser tratadas separadamente, e desvios adicionais tais como condução de fluidos devem ser consideradas. Geralmente a equipa de HAZOP deve considerar operações de economia comum tal como o modo operacional comum tem características diferentes para substituição das bombas. Estas características podem incluir alta pressão, grandes volumes de fluido, etc.

Definir uma linha de secção para a série de componentes que não tem outro caminho de fluidos. Linhas de secção são necessárias para cobrir desvios tais como baixa ou alta

temperatura causada pela troca de calor ou baixa ou baixa e alta pressão causada pelas bombas.

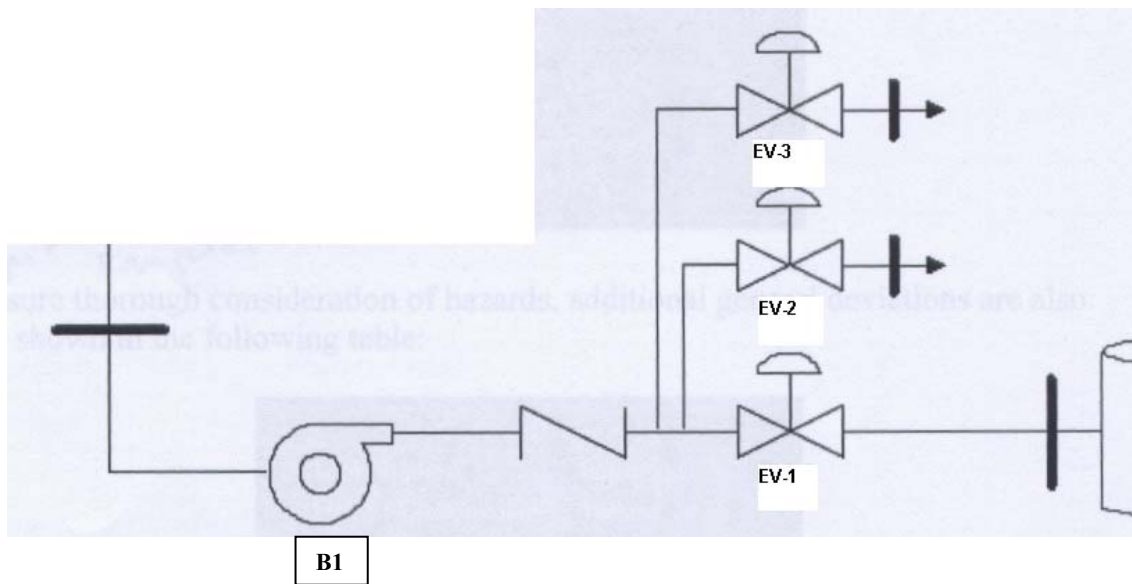
Definir apenas uma linha de secção adicional se houver alternativa de caminho, ter em atenção quantos ramos há. Contudo acrescentar à direcção errada do fluxo e inversão desvios específicos para cada ramo.

Como ilustrado na fig.4, assumindo EV1 é o caminho definido na secção A com a seguinte direcção, errada ou desvio inverso do fluxo.

Obstrução do caminho pela válvula EV1

Obstrução do caminho pela válvula EV2

Obstrução do caminho pela válvula EV3



4 fig. Linhas de secção

Baixa pressão da bomba B1

Alta pressão da bomba B1

Fluxo inverso pela válvula V1 do tanque para a bomba B1

Ruptura da conduta

Para facilitar a análise HAZOP a secção é dividida em cinco secções distintas.

- **Secção 1: Linha de lavagem.** A linha de lavagem inclui bombas, válvulas de isolamento e controlo de fluxo, tanques e válvulas de controlo de nível.
- **Secção 2: Linha de pintura.** O ramo de pintura inclui bombas de filtragem, reposição de nível e ultra filtrado, válvulas de controlo de fluxo, de isolamento, caminhos em paralelo, válvulas de nível, células eléctricas e ultra filtrado, permutador, torre de refrigeração.

- **Secção 3: Linha de lavagem após pintura.** Inclui válvulas de nível, bombas e soprador.
- **Secção 4. Túnel de secagem.** Esta secção inclui queimadores ventiladores, controladores de temperatura.
- **Secção 5: Transportador.** Inclui a estrutura de suporte, motor variador de velocidade e corrente.

6 – Desenvolvimento de desvios credíveis

Os desvios desenvolvidos pela tecnologia Hazop aplicam o modelo de palavras das condições do sistema. A seguinte tabela lista o modelo de palavras e o sistema típico de condições.

Tabela 61- Modelo de Palavra

Modelo de palavra	Condição do sistema
<i>Não</i>	<i>Fluido</i>
<i>Mais (alta)</i>	<i>Pressão</i>
<i>Menos(baixa, pequena)</i>	<i>Temperatura</i>
<i>Como</i>	<i>Nível</i>
<i>Tais como</i>	<i>Outros</i>
<i>Parte</i>	<i>Tempo</i>
<i>Reversível</i>	<i>Composição</i>

Uma ajuda segura completa de considerações de perigo, desvios gerais adicionais são também aplicados, como se vê na tabela seguinte:

Tabela 72- Desvios Gerais

<i>Ruptura</i>	<i>Simples</i>
<i>Dano de contaminação</i>	<i>Teste</i>
<i>Corrosão</i>	<i>Manutenção</i>
<i>Fonte de ignição</i>	<i>Falha de serviço</i>
<i>Relevo</i>	<i>Acima</i>
<i>Reacção</i>	<i>Paragem</i>

Tabela 83- Guia de desvios Hazop

Palavra guia Variáveis	Não Nenhum	Menos Baixo Pequeno Menos fluxo	Mais Alto Tempo Mais fluxo	Parte de	Também
Fluxo	Não fluxo Nenhum fluxo	Baixo fluxo Pequeno fluxo			
Pressão	Abrir para atmosfera	Menos pressão Baixa pressão	Alta pressão		
Temperatura	Frio	Baixa Temperatura	Alta Temperatura		
Nível	Vazio	Baixo nível	Alto nível	Baixo Interface	Alto Interface
Agitação	Sem Agitação	Pouca Agitação	Alta Agitação	Interrupção Da agitação	Espumar Fase extra
Reacção	Sem Reacção	Baixa Reacção	Tempo de Reacção	Reacção Parcial	Lado da Reacção
Tempo Procedimento	Falta etapa	Demasiado curto Pequeno	Demasiado longo Demasiado	Acção Saltada	Acção extra Atalhos
Σ Especial	Falha útil	Escape Externo	Ruptura Externa	Tubo de Escape	Ruptura da Conduta

6.1- Exemplo de secções HAZOP

Para cada secção a equipa desenvolve a lista possível de desvios (fora das normais condições) que podem desenvolver e causar consequências de interesse. Consistem na análise HAZOP aproximada, a equipa desenvolve a lista de desvios combinada com as "palavras guia" (essencial à lista standard de adjectivos) com os parâmetros normais do sistema do processo das secções. A tabela seguinte apresenta os desvios que a equipa considera para cada secção, ilustra como a equipa desenvolve a lista.

Tabela 94- Desvios para cada secção

DESVIO	BASES DE CADA DESVIO	SECÇÃO 1	SECÇÃO 2	SECÇÃO 3	SECÇÃO 4	SECÇÃO 5
Fluxo alto	"Mais"+"fluxo"	X	X	X	X	X
Fluxo baixo	"Menos"+"fluxo" "Não"+"fluxo"	X	X		X	X
Fluxo inverso	"Inverso"+"fluxo"				X	
Fluxo	"Tais como"+"fluxo"	X	X		X	
Nível elevado	"Mais"+"nível"	X	X	X		X
Ausência de fluxo	"Menos"+"nível"			X	X	
Alta temperatura	"Mais"+"temperatura"	X	X	X		X
Baixa temperatura	"Baixa"+"temperatura"	X	X	X		
Alta pressão	"Mais"+"pressão"	X	X	X	X	X
Baixa Pressão	"Baixa"+"pressão"	X	X	X	X	X
	"Não"+"pressão"					
Contaminação	"Tais como"+"concentração"	X	X	X	X	X
Ruptura	"Não"+"	X	X	X	X	X

A base de desvios presente é apresentada com a "palavra guia"+"parâmetro do processo". Outras combinações de modelos de palavra e parâmetros do processo são consideradas, mas apenas estas combinações fazem sentido, tem vantagem para a equipa e estão mencionadas na tabela.

Folhas de desenvolvimento HAZOP

- Secção
- Objectivo
- Desvios
- Causas
- Acidentes
- Seguranças
- Recomendações

6.2 - Desenvolvimento de folhas de trabalho HAZOP

Durante a reunião o escriturário deverá documentar a informação HAZOP nas folhas de trabalho.

A informação seguinte deverá ser documento para o **HAZOP**:

Secção. Nome da secção. Isto é geralmente documentado pelo líder e escreve antes da reunião.

Objectivo. A equipa deverá descrever o desenho do objectivo para o HAZOP particular da secção a ser analisada. A declaração do objectivo é importante porque no início da discussão deverá focar os caminhos pelos quais o processo pode derivar para este objectivo.

Um exemplo do desenho do objectivo para a válvula de descarga da linha pode ser usado. (fig. 4)

Desvio. Desvio específica que deve ser analisado pela equipa.

Causas: Causas credíveis para os desvios postuladas pela equipa HAZOP.

Acidentes. Últimos acidentes para os desvios postulados pela equipa HAZOP. Estes devem corresponder aos problemas de interesse que foram definidos com objectivo para o estudo.

Seguranças: Protecções controlo administrativo e de engenharia que devem proteger contra desvios. Estas protecções podem ajudar a prevenção da causa para a ocorrência, ou ajudar a analisar a severidade dos acidentes, carregar a ocorrência da causa.

Recomendações. Sugestão vindas da equipa para ajudar a reduzir o risco associado com modos específicos, se a equipa não tem domínio com este nível de protecções que ocorrem correntemente.

A tabela seguinte inclui um exemplo da folha de trabalho HAZOP. Folhas de trabalho completas são apresentadas a seguir.

Tabela 105 – Folha de estudo

HAZOP- Folha de estudo						
HAZOP: Sector: Data: Responsável: Participantes:			Descrição:			
1.0 Pintura						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto					
20	Fluxo baixo					
30	Fluxo inverso					
40	Fluxo					

7- Condução HAZOP revisão

- Introdução dos membros da equipa.
- Descrição da aproximação HAZOP.
- Condução da análise.

7.1- A análise sistemática do processo pela técnica Hazop é conduzida da seguinte maneira:

1º Passo – Introdução dos membros da equipa.

2º Passo – Descrever a aproximação HAZOP

3º Passo – Identificação da secção 1.

4º Passo – Perguntar à equipa para propor e definir o objectivo da secção 1 .

5º Passo – Aplicar o primeiro desvio à secção 1, e perguntar à equipa “ quais as consequências deste desvio?”

Disponibilizar tempo para a equipa considerar o sistema em ordem. Algumas sugestões podem ser necessárias para incitar a discussão. Se não há acidentes de interesse identificados inicia-se no 5º e aplica-se o próximo desvio. Se não há desvios credíveis (acidentes) não é necessário a equipa investigar causas de segurança.

6º Passo – Após a equipa ter feito uma análise exaustiva de desvios, o líder alerta a equipa para a análise de todas as causas de desvios.

7º Passo – Identificar o controlo administrativo e de engenharia para a protecção de encontro ao sistema estudado. Lembrar, este controlo pode ser qualquer preventivo (isto é que possa ajudar a prevenir quando ocorrer) ou (ajude a reduzir a severidade dos acidentes associados se ocorrer).

8º Passo – Se a equipa está interessada de que o nível de protecção não é adequado para o sistema em particular estudado, então a equipa deve desenvolver recomendações para investigar alternativas. Níveis de protecções incluem número, tipo, e origem das seguranças.

9º Passo – Sumariar a informação colhida para este desvio.

10º Passo – Repetir do quinto passo até ao nono para os restantes desvios associados a esta secção.

11º Passo – Repetir do terceiro passo até ao décimo para as restantes secções.

Processo, risco e gestão recomendam que os facilitadores do coordenador de segurança reveja todas as recomendações com base em estudos para determinar a prioridade relativa e determinar a sequência de implantação. Após cada recomendação deve ser revisto a resolução, após cada recomendação deve ser lembrado em documento tal como uma folha descritiva, e guardado em arquivo.

Recomendações incluem desenho, operação, manutenção mudanças que reduzem ou eliminam as causas desvios e suas consequências. Recomendações identificadas na análise de perigos são consideradas de primeira natureza. Requisitos adicionais para informação ou estudo podem ser recomendados.

Decidir o desempenho estimado para o sistema ou actividade de acordo com os objectivos requeridos das reuniões. Identificar elementos do sistema ou actividade que a maioria contribua para o futuro de problemas relacionados com a **fiabilidade**.

8- Usar os resultados para tomar decisões (Conclusão)

8.1- Juízo aceitável. Decidir se o desempenho estimado para o sistema ou actividade de acordo com os objectivos requeridos das reuniões.

8.2- Identificar oportunidades de melhoria. Identificar elementos do sistema ou actividade que a maioria contribua para o futuro de problemas relacionados com a fiabilidade. Estes são os itens que contribuem em maior percentagem para a pertinente fiabilidade relatar factores de mérito.

8.3- Identificar recomendações para melhoria. Desenvolver sugestões específicas para melhorias futuras do desempenho do sistema ou actividade, incluindo algumas das seguintes:

- Modificação nos equipamentos
- Mudanças processuais
- Controlo administrativo das mudanças tais como o planeamento de tarefas de manutenção, e formação de pessoal.

Justificar o alocamento de recursos para melhorias. Estimar como executar as caras e controversas recomendações de melhorias que afectam a vontade do desempenho futura. Compare a economia e os benefícios dessas melhorias no ciclo de vida de custos para implementação de cada recomendação.

CAPITULO IV

APLICAÇÃO PRÁTICA (estudo de um caso)

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA RCM AOS EQUIPAMENTOS DA PINTURA

1- INTRODUÇÃO

Situa-se na secção de tratamento de superfícies, com uma área aproximada de 3000m², opera em dois turnos, numa semana de 5 dias.

Nas diversas fases do processo de pintura (lavagem, fosfatação, pintura, lavagem, sopragem, secagem), são usadas tecnologias inovadoras amigas do ambiente, como por exemplo:

- Separação de óleos residuais das águas de lavagem.
- Utilização de produtos bio degradáveis.

Neste processo o aproveitamento de tinta é total, evitando desperdícios.

O conceito usado para os materiais é o de “single sourcing”, em que um único fornecedor é responsável pela gestão e controlo dos materiais até à sua aplicação na unidade. Na pintura o conceito é o de “lean production”, não existem stocks intermédios entre processos, o que obriga a uma grande rapidez na resolução de problemas e **melhoria contínua**.

Função: Pintura de peças em aço e alumínio

2- Funcionamento da unidade

Descrição do funcionamento: As peças passam no túnel de pré tratamento onde a superfície das peças é limpa e preparada para a pintura através de desgorduramento lavagem, fosfatação e lavagem.

No tanque de pintura através de imersão e passagem de corrente é depositada uma película de tinta na superfície, cada ref^a tem parâmetros específicos, em seguida passam no túnel de rinçe para lavagem da superfície e homogeneização são secas na estufa de secagem e vão à estufa de polimerização onde estabilizam a pintura.

3 -Aplicação da metodologia a uma unidade de pintura

3.1- Constituição da unidade

Para facilitar a análise HAZOP a secção é dividida em cinco secções distintas.

- **Secção 1: Linha de lavagem.** A linha de lavagem inclui: bombas, válvulas de isolamento e controlo de fluxo, tanques e válvulas de controlo de nível
- **Secção 2: Linha de pintura.** O ramo de pintura inclui: bombas de filtragem, reposição de nível e ultra filtrado, válvulas de controlo de fluxo, de isolamento, caminhos em paralelo, válvulas de nível, células eléctricas e ultra filtrado, permutador, torre de refrigeração
- **Secção 3: Linha de lavagem após pintura.** Inclui: válvulas de nível, bombas e soprador
- **Secção 4. Túnel de secagem.** Esta secção inclui: queimadores ventiladores, controladores de temperatura

-
- **Secção 5: Transportador.** Inclui: a estrutura de suporte, motor variador de velocidade e corrente

3.2 Implementação da metodologia

A metodologia aplicada é o RCM [8]

3.2.1-Tarefas de implementação do RCM

A implementação das tarefas iniciais do RCM, tarefas MP é um passo importante que assegura o sucesso do programa RCM.

Inclui a completa monitorização das actividades e geralmente requer mais esforço e manutenção que a necessária para a análise RCM.

As actividades necessárias durante a fase de implementação incluem:

- - Definição dos valores base e acções limiares para condições directas, prever e monitorizar tarefas;
- - Definição das frequências das tarefas para tarefas novas ou modificadas;
- - Avaliação da extensão das chamadas periódicas do RCM;
- - Qualificação das modificações ou desenhos;
- - Avaliação dos impactos da mudança em períodos concordantes (especificações técnicas ou qualificações ambientais);
- - Empacotamento de tarefas elementares de RCM e novos procedimentos de manutenção;
- - Treino de manutenção, pessoal dedicado e prever tecnologias de manutenção;
- - Interligar requerimentos RCM para conhecer o sistema de informação do sistema de manutenção;
- - Implementação da base de dados com histórico da manutenção de forma a obter informação detalhada do RCM;
- - Coordenação de novas interface organizacionais que são requeridas para implementação do RCM;
- - Selecção do intervalo de tarefas de manutenção;

3.2.2-As técnicas de manutenção são avaliadas em ordem a: [8]

- Tarefas de lubrificação.
- Rondas e monitorização de controlo.
- Tarefas preditivas de condição directa.
- Testes funcionais.
- Tarefas de substituição.
- Antecipação de tarefas.
- Modificação ou redesenhar equipamentos.

3.2.3-Medidas quantitativos usadas:

- Trabalhos de manutenção e custos de materiais.
- Mudança do desempenho do nº de tarefas de MC.
- Mudança antecipada à falha de componentes.
- Mudança na disponibilidade dos sistemas de segurança.
- Variação do factor de capacidade.
- Tendência de falhas.
- Rácio CM/CP.

Depois de concluir que o programa corrente não é aceitável, alguns ajustamentos devem ser feitos, aprovados e documentados por uma equipa similar à dos responsáveis pelas tarefas iniciais de implementação do RCM.

O conteúdo das tarefas é:

- Revisão dos objectivos do programa.
- Revisão da análise RCM.
- Actualização da selecção de tarefas de manutenção.
- Actualização dos intervalos de manutenção.
- Revisão dos indicadores de eficiência.
- Modificação da formação pessoal.
- Comprar ou alugar novos equipamentos.
- Modificar a organização.
- Novos compromissos reguladores.
- Mudanças de desenho.
- Modificação dos procedimentos operacionais.
- Informação do vendedor.
- Tendência para falhas de componentes críticos.
- Falhas induzidas por componentes não críticos
- Novas falhas.
- Nova validação de técnicas preditivas.
- Mudança dos objectivos da empresa.

A metodologia RCM envolve a sistemática e lógica consideração sobre:

- Funções do sistema, subsistema ou componentes.
- Modos de falha de cada função.
- Importância associada com as funções e suas falha.
- Prioridade dos processos que identifiquem as tarefas de MP cujos custos reduzem efectivamente a ocorrência de falha.

3.2.4-Definição do sistema a analisar

Foi considerado para análise a linha de pintura por ser equipamento único e contribuir com produtos finais e intermédios comprometendo a cadeia de produção

3.2.5-Descrição funcional do sistema

Descrição no ponto 2.

3.2.6-Divisão do sistema

Podemos subdividir o sistema em:

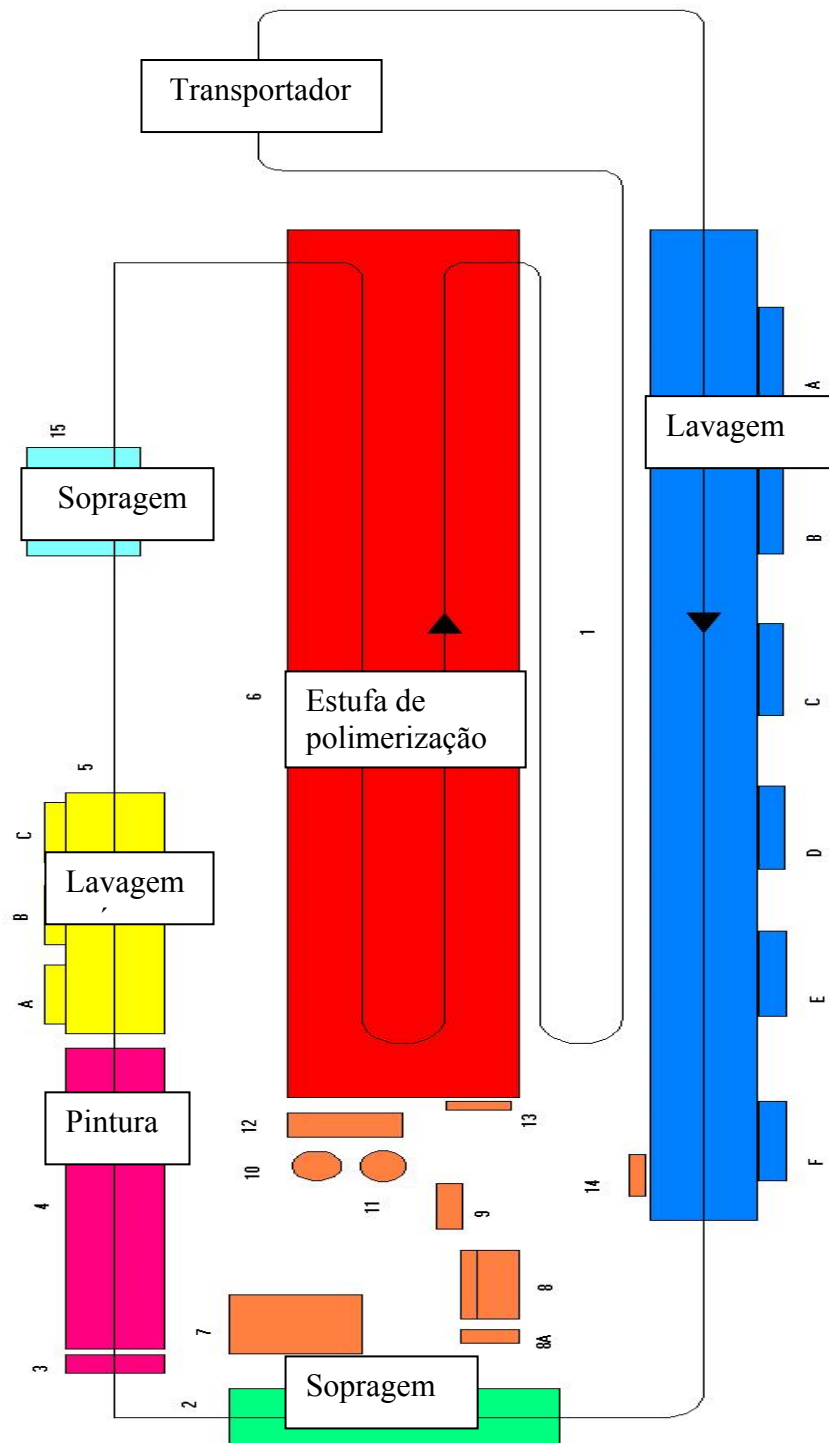
Mecânico

Hidráulico;

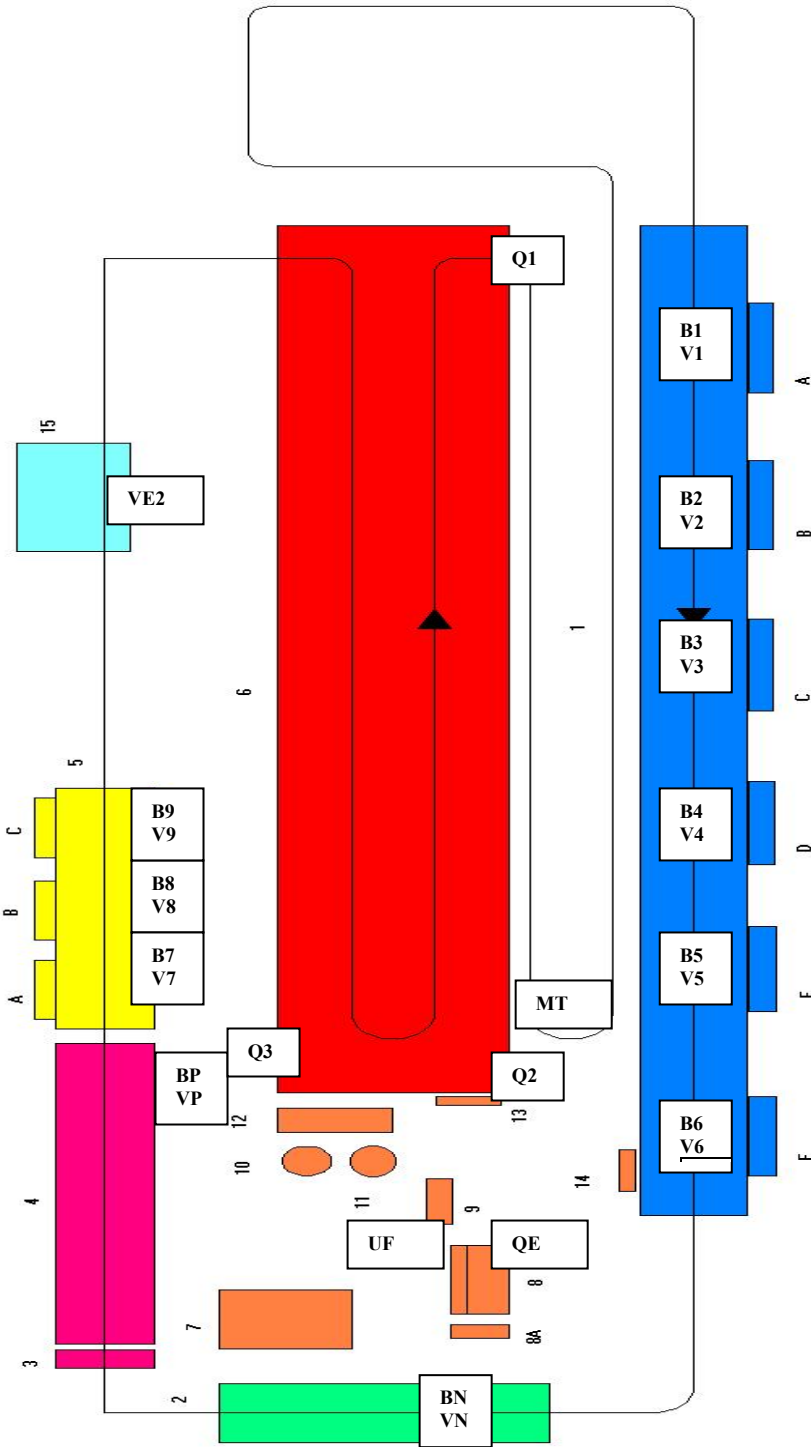
Eléctrico;

Electrónico;

3.2.6.1- Diagrama funcional (fig. 5)



5 fig. Diagrama funcional



6 fig. Lay-Out

Tabela 116 – Legenda

I	Túnel de pré-tratamento	C	Tanque de lavagem com ultra filtrado
A	Tanque de desgorduramento	6	Estufa de polimerização
B	Tanque de lavagem I	7	Tanque de recolha de ultra filtrado
C	Tanque de fosfatação	8	Quadro de comandos da pintura
D	Tanque de lavagem	A	Rectificador
E	Tanque de lavagem	9	Permutador
F	Tanque de lavagem	10	Filtro I
2	Estufa de secagem	11	Filtro II
3	Tanque de anólito	12	Bomba principal
4	Tanque de pintura	13	Quadro de comandos da estufa
5	Túnel de lavagem pós pintura	14	Quadro de comandos do pré-tratamento
A	Tanque de lavagem com ultra filtrado	15	Estufa de secagem
B	Tanque de lavagem com ultra filtrado		

3.2.6.2-Identificação da (s) avaria (s) do sistema e subsistema

Tabela 127- Identificação de avarias

Bomba do Ultra Filtro
Bomba Tina 4
Bomba Túnel Rince
Queimadores
Programadores
Empanque principal
Ultra filtros

3.2.7-Realização de uma análise HAZOP e selecção dos subsistemas para aplicação de um estudo Fmeca

HAZOP- Folha de estudo						
HAZOP: Descrição: Preparação da superfície das peças Sector: Tratamento de superfícies Data: 2005 Responsável: A.Rego Participantes:						
1.0 Pintura (Linha de lavagem)						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto	Válvula	Sobre vaporização	Monitorização	Verificar valores	
20	Fluxo baixo	Válvula	Baixa pulverização	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo	Ruptura Válvula	Ausência de fluxo	Monitorização		
60	Nível elevado	Indicador de nível				
70	Alta temperatura		Sem consequências			
80	Baixa temperatura	Fonte de calor	Má lavagem	Monitorização		
90	Alta pressão	Válvula	Vaporização do banho			
100	Baixa pressão	Válvula Bomba	Má lavagem	Monitorização		
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura	Alta pressão Manutenção	Derrame	Procedimento de emergência	Paragem de emergência	
130	Agitação		Sem consequências			
140	Reacção		Sem consequências			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade		Sem consequências			
180	Especial					

HAZOP:
 Descrição: Limpar a superfície da
 Sector: **Lavagem após pintura**
 Data: 2005
 Responsável: A.Rego
 Participantes:

HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto	Válvula	Baixo poder de limpeza	Monitorização	Verificar valores	
20	Fluxo baixo	Válvula	Baixo poder de limpeza	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo	1.0-Ruptura 2.0-Válvula	Ausência de lavagem	1.0-Sistema de alarme		
60	Nível elevado	Indicador de nível	1.0-Derrame 2.0-	Monitorização		
70	Alta temperatura		Sem consequências			
80	Baixa temperatura		Sem consequências			
90	Alta pressão	1.0-Válvula				
100	Baixa pressão	1.0-Válvula 2.0-Bomba	Má lavagem	Monitorização		
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura	1.0--Alta pressão	Má lavagem	Procedimento de emergência	1.0-Paragem de emergência	
130	Agitação		Sem consequências			
140	Reacção		Sem consequências			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade		Sem consequências			
180	Especial		----- ---			

HAZOP- Folha de estudo

HAZOP:

Descrição: secagem da superfície da

Sector: **Túnel de secagem**

Data: 2005

Responsável: A.Rego

Participantes:

HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto		Sem consequências			
20	Fluxo baixo		Baixa agitação	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo		Sem consequências			
60	Nível elevado		Sem consequências			
70	Alta temperatura	1.0-Controlador	Sobre cozedura	1.0Alarme	Termómetros de fácil visualização	Validar com termómetro de
80	Baixa temperatura	1.0-Queimadores	Má cozedura	Monitorização		
90	Alta pressão		Sem consequências			
100	Baixa pressão		Sem consequências			
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura		Sem consequências			
130	Agitação	1.0-Bomba		Monitorização		
140	Reacção	1.0-Temperatura	Peças defeituosas			
150	Tempo	Velocidade	1.0-Dureza da superfície	1.0-Especificação		
160	Velocidade	1.0-Variador 2.0-Redutor	Qualidade do produto			
180	Especial		-----			

HAZOP- Folha de estudo						
HAZOP: Descrição: Transporte das peças Sector: Transportador Data: 2005 Responsável: A.Rego Participantes:						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto		Sem consequências			
20	Fluxo baixo		Sem consequências			
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Sem consequências			
50	Ausência de fluxo		Sem consequências			
60	Nível elevado		Sem consequências			
70	Alta temperatura		Sem consequências			
80	Baixa temperatura		Sem consequências			
90	Alta pressão		Sem consequências			
100	Baixa pressão		Sem consequências			
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura	1.0-Elo 2.0-Suporte 3.0-Estrutura	Imobilização da cadeia			
130	Agitação		Sem consequências			
140	Reacção		Sem consequências			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade	1.0-Variador 2.0-Redutor 3.0-Correia	Esforço superior ao normal	Sensores de afastamento do carro	Teste periódico dos sensores	
180	Especial		----- ---			

Da análise HAZOP conclui-se que os sistemas mais problemáticos são: lavagem, transporte e secagem, que foram considerados para um estudo FMECA, isto porque

sendo um sistema em série a avaria de um sistema obriga a uma imobilização de toda a linha.

3.2.8-Definição dos critérios de severidade, ocorrência e detectibilidade para o sistema

Nos quadros mencionados nas páginas 30;31e32 podem-se observar os critérios utilizados para a definição de **severidade, ocorrência e detectibilidade**: Assim, para a severidade foi considerado o derrame de banhos de tinta...

(Tabela 2- Classificação da severidade)

Para a detectibilidade foi considerada a capacidade de detecção de avaria

(Tabela 4- Classificação da detectibilidade)

Por fim, para a ocorrência foi considerada a taxa de avarias, por permitir uma classificação clara e objectiva desta.

(Tabela 3- Ocorrência)

3.2.9- Realização da análise FMECA

Na página seguinte mostra-se o quadro da análise FMECA realizada.

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation BOMBA PINTURA	Reference	Modification	APPROVAL :	Quality	Commercial											
Customer Produção	Original Date of FMEA 26-02-05	Revision	Technical	Logistic	Production											
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
PINTURA / SISTEMAS DE LAVAGEM	10-NÃO TRABALHA	TERMICO ACTUA NÃO	3	A	QUEIMADO	5	NÃO LIGA DEPOIS DE ACTUADO	3	45	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO			3	5	3	45
		CONTACTOR COM UMA FASE (QUEIMADO)	3	A	SOBRE INTENSIDADE DE CORRENTE	5	MEDIR A CONTINUIDADE NAS FASES	2	30				3	5	2	18
		INDUZIDO QUEIMADO	3	A	ROLAMENTOS GRIPADOS	4	RUIDO/TERMÓMETRO DE INFRA VERMELHOS	5	60				3	4	5	60
			3		FUGA DE ÁGUA PARA O INDUZIDO	3		2	18				3	3	2	18
		FALTA DE UMA FASE	3	A	FUSIVEL QUEIMADO	2		5	36				3	2	5	30
			3		CONTACTOR QUEIMADO	3		4	36				3	3	5	45
		DIFERENCIAL DESLIGADO	3	A				5	45				3	3	5	45

3.2.10- Realização da árvore de falhas

Considerando a árvore de falhas não foi considerada por não haver evidências para a construção da árvore de eventos

3.2.11- Realização da matriz de criticidade

Para realização da matriz de criticidade foram considerados os critérios de severidade e de ocorrência definidos na etapa 7. Assim, pode-se observar a matriz de criticidade do sistema representada na página 46 deste texto

3.2.12- Realização da análise de PARETO

Tabela 18- Análise de Pareto

SUBSISTEMA	H. AVARIA	Nº AVAR		MTTR	ABC	
Bomba do Ultra Filtro	3	1		3,00	35,29%	35,29%
Bomba Túnel Rince	2	1		2,00	23,53%	58,82%
Bomba Tina 4	1,5	1		1,50	17,65%	76,47%
Bomba da fosfatação	1	2		0,50	11,76%	88,24%
Redutor		1		1,00	11,76%	100,00%
	Total	8,5	6	MTTR	1,15	

Aplicando-se a análise de Pareto ao subsistema de risco crítico da Pintura, verificou-se que os modos de falha e os componentes críticos são:

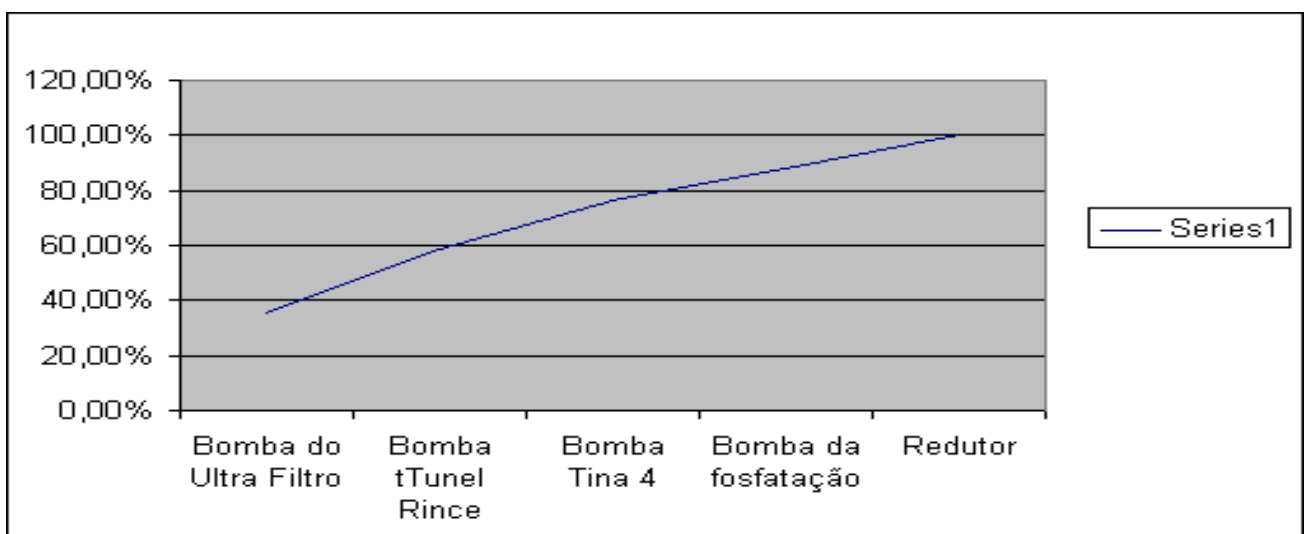


fig. 4 – Distribuição da % de falhas

Tabela 19- Componentes e modo de falha crítico

Secção	Sistema	Subsistema	Componente	N.º Avarias	Avarias acumuladas	% Avarias acumuladas
PINTURA	Lavagem	Bomba	Indutor			
			Empanque			
			Rolamento			
			Turbina			
		Conduta	Unões			
			Aspersores			
			Válvulas			
			Manómetros			
		Queimadores	Motor			
			Comando electrónico			
		Tinas	Unões			
			Indicadores de nível			
			Válvulas			
			Sondas		

3.2.13- Aplicação da metodologia RCM

Seguindo o diagrama de decisão e a informação da análise FMECA realizada verificou-se que os sistemas considerados críticos apresentam avarias evidentes (detectibilidade [1;3] e severidade [1;3]).

Para o cálculo de tarefas de manutenção propostas foi calculado o MTBF (Mean Time Between Failure) considerando as avarias segundo a distribuição normal e identicamente distribuídas.

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,00005	2000	100%	98%

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,0003125	3200	100%	90%

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,002841	352	#DIV/0!	56%

Plano de Manutenção preventiva

Secção: Pintura

Período: 24-12-2004 24/12/2005

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: Tratamento de superfícies

PERIODICIDADE: DIÁRIA

MODO DE FUNCIONAMENTO:

Concluído	Em alteração	Data	Obs.
	31/01/05		

SEQUÊNCIAMENTO

	Sim	Não	Comentários	OBS
1-LIGAR O TRANSPORTADOR (CORRENTE) NA MESA DE COMANDOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
2-SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR DO QUADRO DE COMANDO DE ACORDO COM A REFª DA PEÇA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
3-LIGAR O BOTÃO [0-1] PARA A POSIÇÃO 1 (INICIO DE FUNCIONAMENTO DO TRANSPORTADOR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
4-APÓS 1,30' O TRANSPOTADOR MEMORIZA A VELOCIDADE SELECIONADA PARAR O 1º CARREGAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
5- 1º CICLO -COLOCAR PEÇAS NAS SUSPENSÕES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
6-2º CICLO E SEGUINTE EM CADA MUDANÇA DE REFERÊNCIA DEIXAR SEIS ESPAÇOS SEM SUSPENSÕES E SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR (POSIÇÕES DE 1 A 8 CONFORME REFª DA PEÇA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
7-O TRANSPORTADOR INICIA O CICLO SEMPRE NA VELOCIDADE MÁXIMA E SÓ DEPOIS PASSA À VELOCIDADE SELECIONADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
8-TENSÃO DA CORRENTE DO BANHO 320 VOLTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
TABELA DE VELOCIDADES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONSULTAR GAMAS DE CONTROLO DAS PEÇAS PARA SELECÇÃO DE VELOCIDADE	
FRQ. RPM VELOC MICRONS SELECTOR				
60 HZ 1800 3m/min >= [15-25]µ 1				
55 HZ 1500 2m/min >=[25-30] µ 2				
50 HZ 1200 1m/min >={30 -35}µ 3				
45 HZ 900 0,5m/min >35µ 4				
40 HZ 750 0,5m/min >35µ 5				
35 HZ 600 0,5m/min >35µ 6				
30 HZ 450 0,5m/min >35µ 7				
25 HZ 300 0,5m/min >35µ 8				

(+++): A realizar por pessoal especializado

3.2.14-Auditoria

Deve haver uma equipa auditora para observar e examinar alguns estudos Hazop que sejam considerados. Isto evidencia não só independência da auditoria mas também encorajamento do estudo em ter certeza de um estudo auditável.

1-Na colocação do critério acima considerado em contacto com a observação de estudo HAZOP e seus resultados, é relevante o seguinte:

a- Resultado pessoal:

1-Adequar procedimentos para levar por diante o estudo HAZOP?

2-Uma equipa de membros conveniente para o estudo e acompanhamento das regras definidas pela equipa?

3- O que resolvem os membros da equipa?

4- O que motiva?

5- O que mostram completamente os trabalhos preparatórios?

b. O que demonstram os procedimentos adequados no local?

1-Todos os atributo são identificados?

2- Todas as palavras guia são aplicadas a todos os atributos.

3- O estudo é levado pelos meios técnicos apropriados?

c. Documentação de seguimento dos modos de trabalho.

1- Foi o plano de estudo distribuído pela equipa de estudo antes do estudo?

2- Foi o desenho do estudo verificado antes do início do estudo?

3- Foram recordadas as instruções acordadas?

4- Todas as questões e recomendações de risco foram claramente marcadas e numeradas?

5-Foram todas as folhas de resultados assinadas pelo líder do estudo?

6-Foram todos os resultados das questões de estudo dadas a conhecer pela a equipa durante a reunião?

7-Foi o seguimento da reunião sustentado?

2- São apenas os exemplos acima apresentados para compreender e não uma exaustiva lista para auditar o processo. Apenas os aspectos técnicos do estudo são recomendados.

3-Não adicionar norma.

3.2.15- A Métrica [20]

Compreender a capacidade e eficiência global dos equipamentos.

Nós devemos olhar para a chave de sucesso da produção e ligar estes parâmetros à métrica do negócio financeiro, é vital para o sucesso da empresa.

Produção efectiva: O esforço de hoje requerido na atitude ambiental requerido pelos clientes exige qualidade e produtos com o mais alto valor. O OEE, (Overall Equipment Effectiveness) é a disciplina apropriada para identificar e implementar melhoramentos.

World-class são áreas de produção que partilham duas características em comum. Elas conduzem determinados objectivos elas são conduzidas por equipas multi- funções.

Com todo o cuidado medindo e conduzindo o sucesso dos parâmetros chave contribuem para a alta produtividade para ambas as áreas e da empresa. O método OEE pode ajudar a compreender melhor como a área de produção desempenha, e identifica o que limita a alta eficiência.

Os sistemas de produção são compostos por equipamentos e máquinas que combinados transformam materiais e subconjuntos em produtos que são cada uma parte da etapa seguinte da produção concluída.

Um elevado volume de capital é investido para desempenhar, estruturar e implementar o sistema para aquele produto que deve ser uniforme e de elevada média com o mínimo de perdas.

O estado STAY-POWER providencia uma vantagem significativa á frente no tempo.

1- Implementar o desempenho

Um das métricas usadas para identificar a classe mundial das empresas com factores efectivos, processam os seus produtos com curso tabelado. O OEE pode providenciar esse número. O OEE é um produto de disponibilidade, tempo de ciclo médio e qualidade. A segunda métrica: Quais os factores efectivos no curso do processo relativo ao tempo total. OEE foi aplicado para os gargalos que afectam atrasam ou qualquer outro, e áreas critica de elevado custo da linha de produção. Estas áreas vitais que tornam a empresa efectiva tem significados diferentes quando conduzidas com sucesso. OEE é benéfico para todos os passos do processo, contudo não gargalos podem ser ordenados como passos de gargalos. Múltiplos factores OEE representam disponibilidade velocidade e qualidade. O resultado pode ser expresso em % efectiva com correlação directa com o actual output de fabrico e pode ser 100%.

Compreender o conceito de correlação é a chave para uma única métrica ter credibilidade com a produção, manutenção, engenharia, direcção e área financeira.

A empresa deve ser capaz de responder ás seguintes perguntas para cada produto.

1ª- Quantas unidades que encontram especificações são produzidas e transferidas para o posto seguinte.

2ª- Quanto tempo é tabelado para a produção desse produto.

3ª- Qual é ciclo ideal, o melhor ciclo de tempo teórico para as unidades deste produto.

Com esta informação o cálculo simplificado mostrado pode gerar um perfeito janela para cada produto.

Após analisar alguns dos melhores processos e equipamentos dos sistemas para cada empresa sumariam-se os resultados de cada área a seguir:

- <65% Inaceitável. Lucros escondidos
- 65%-75% Aceitável, apenas 1/€ é improvável
- 75-85% Bastante bom. Contudo não podemos ficar no silêncio (sossegados). Continuar á procura do World-Class.
- 85% Só para algum tipo de processos,> 95% só para alguns processos discretos contínuos.

Usar o OEE e estabilizar o desempenho dos equipamentos. Analisar a categoria do OEE pode revelar a grande limite do sucesso.

Mudanças básicas nos procedimentos podem reduzir os gargalos. Implementação da reabilitação dos equipamentos deve resultar numa mudança de métodos de manutenção ou substituição de diferentes materiais. Projecto centrado no RCM pode providenciar maiores incrementos para futuro.

Implementação de desempenho através do OEE envolve sete passos:

1.1-Calcular o valor do OEE de desempenho corrente.

1.2-Usar disciplina e ser honesto nos resultados.

Confere oportunidades financeiras de implementação através de um plano de negócios realista o OEE pode caminhar para níveis de World-Class de acordo com o tipo de industria.

Neste ponto aceita-se assumir o programa de implementação que consiste primeiro no esforço de educação e foca a equipa na análise de dados e causas: Um capital mínimo é requerido e existem recursos geralmente adequados. Tempo de treino e educação participativa nos métodos são 90% do investimento.

1.3. Assumir que a forma de oportunidade é significativa, para praticar a agenda proactivas.

1.4. Uma vez definidos os objectivos e o plano para definição dos gargalos (pontos fracos) esteja estabilizado partilhar esta visão para os trabalhadores.

Comunicar o significado da implementação e dar á comunidade a completa razão da mudança. Neste momento identificar e recompensar estrutura.

5. Tomar alguns elementos da empresa acerca das medidas OEE e como recolhe e concilia a informação. Por exemplo contagem, tempo, diagramas, para os equipamentos chave do sistema.

Relatório de produção para modificar a categoria e categorizar as paragens. Todos tem uma maior intervenção no seu desempenho, avaliação e compreensão, associam o trabalho a realizar aos objectivos OEE. Compreender as categorias de dados e o impacto dos danos sinérgicos para as equipas OEE. Estas equipas podem eliminar a razão dos problemas.

A associação de departamentos pode suportar implementações adicionais.

6. Geralmente os recursos para efectuar as mudanças existem (ex.: pessoas, tempo, e treino). Introduzir as novas técnicas e programas apropriados, inclui condição base de manutenção preditiva e reabilitação de programas.

Produzir com as melhores práticas, SPA (Control Estatístico do Processo), o engano evidencia as falhas de segurança técnicas, fornece requerimentos da qualidade e seguintes, e rápidas mudanças de técnicas para operações e respectivas tarefas de manutenção.

7. Usar a métrica OEE para todos os níveis da empresa. Partilhar os resultados para todas as partes comuns da empresa., Com uma boa base de dados cada implementação do projecto pode demonstrar o incremento projectado para o OEE.

Através das frequentes posições da métrica e distúrbios de alta produtividade á superfície pode prontamente investiga-los.

TEEP – Total eficiência de desempenho dos equipamentos.

Uma importante operação estratégica para as empresas é manterem o balanço entre a produção e capacidade da produção, acima ambos a curto e longo prazo. Manter este balanço ajuda a empresa a suster fortes lucros em bases consistentes. Para manter a empresa entre produção e capacidade de produção as empresas devem efectivamente requer diversas actividades off-line; não devem adiar ou cancelar trabalho necessário.

O OEE ignora o planeamento de paragens onde TEEP foca as necessárias actividades requeridas quando não planeadas para efectuar produção. Estas actividades incluem paragem de equipamentos e paragens de manutenção, experiências, novos produtos a desenvolver, reuniões, treino, e planeamento das necessidades do pessoal, mudar horários e estar em fase da produção.

TEEP também recorda todos os retrabalhos de que afectam os equipamentos chave.

As empresas devem ter boas decisões de negócios, analisar quanto tempo devem alocar para as várias actividades que tem impacto na chave activa, se todas as actividades são altamente efectivas então planeiam os horários para seguir em frente e são menos reactivas. As tarefas não produtivas devem ter ser consideradas; elas permitem deliberar ou antecipar resultados (superados através de) com alta reabilitação (qualidade) oportunidade para viver parte dos factos escondidos, podem aproximar a implementação de tarefas não produtivas.

EX: Redução do plano de manutenção

Usar subconjuntos (módulos para substituir)

3.2.16- Conclusão

Na fase de exploração, o gestor de manutenção tem as maiores dificuldades na implementação de mecanismos de falha dos equipamentos. Isto requer grande dedicação por parte da equipa de manutenção de forma a validar os planos de manutenção e tarefas proactivas implementadas para manter os equipamentos com elevado desempenho e custos reduzidos.

Assim os indicadores visão uma ajuda á validação da disponibilidade dos equipamentos e da filosofia de manutenção aplicada.

Neste trabalho a aplicação da filosofia RCM foi considerada como adequada pois permitiu analisar toda a gama de equipamentos e tornar real o conhecimento do MTBF, MTTR, D.

A aplicação da metodologia FMECA e HAZOP permitiu de forma clara determinar a criticidade dos equipamentos, modos de falha, meios de controlo, a fim de antecipar a avaria e seus efeitos.

Através da aplicação desta metodologia à linha de pintura e outros equipamentos, foi possível seleccionar de forma clara e objectiva os subsistemas críticos que requerem uma definição de tarefas de manutenção calendarizadas de forma a evitar avarias e garantir a disponibilidade e fiabilidade requeridas. Permite ainda direccionar o esforço da manutenção para onde for mais necessário, optimizando os recursos e reduzindo os custos.

A mudança de atitude dos colaboradores perante os problemas de avarias, tomou uma postura diferente envolvendo a todos na colaboração e percepção das tarefas de manutenção, valor acrescentado e atitudes proactivas, sendo perceptível a forma de resposta aos problemas de manutenção.

Como continuação desta metodologia dever-se-ia ter como ponto de partida o ciclo de vida do equipamento (LCC).

A utilização desta metodologia permite de uma forma orientada seguir um caminho e utilizar ferramentas que conduzem ao êxito da gestão de manutenção.

3.2.17- Bibliografia

- [1] Andrade Ferreira, Luís: Uma introdução à Manutenção; Publindústria; Edições Técnicas; 1998
- [2] Andrade Ferreira, Luís: *Organização da manutenção*: Introdução de Novos Conceito e Métodos de análise dos Equipamentos; revista de manutenção, nº56;1998
- [3] Moubray, John: *Reliability Centred Maintenance*; Industrial Press Inc; 1997
- [4] NP EN 16949 Industria Automóvel ;1999
- [5] L.Morais e L.A. Ferreira Metodologia de análise de equipamentos; 2004
- [6] Hazop Studies on Systems Containing Programable Electronics'; 2002
- [7] The HAZOP (Hazard and operability) Method: Process Risk Management; 2005
- [8] Reliability Centred Maintenance (Gilles C. Zwingelstein); Annual Realiablity and Maintainability Symposium 1999
- [9] Hazard and Operability (Hazop Analysis) Volume 3; Capitulo 8; 2005
- [10] O' Connor, P.; "Practical Reliability Engineering – third edition revised", John Willey Sons, Chischeste, 1999-isbn 0 417 92696 5
- [11] Failure Mode Effects Analysis: Handbook Supplement for Machinery; Ford Motor Company; 1996
- [12] Monchy, François: A Função de Manutenção; Ebras editora; 1988
- [13] Guidelines for process Equipment Reliability Data; American Institute of Chemical Engineers: 1989
- [14] Sherwin, David: A constructive critique of reliability-centred maintenance; RAMS proceedings; 1999
- [15] Sherwin David: Information Needs For Better Maintenance; Euro maintenance 2000
- [16] Smith, Anthony: Reliability-Centred maintenance; McGraw-Hill Editions;1993
- [17] Juran, J.M; Gryna, frank M.: Quality Planning and Analysis; McGraw-Hill International Editions; 1993
- [18] Lewis, EE. : Introduction Reliability Engineering John Wiley e Sons 1997
- [19] Society of Automotive Engineers: JA1011: Evalation Critéria for reliability-centred maintenance processes; 1999

[20] Overall Equipment Effectiveness Robert C. Hansen; Publicação Industrial Press New York 2001

[21] Risk Modelling For Determining Value and Decision Making; Publicação Industrial Press New York 2004

ANEXO A

A FILOSOFIA RCM

Proposta de uma metodologia para a identificação do que é importante, eliminando o acessório.

1.-Perspectiva histórica da gestão da manutenção

Segundo Mobray [1997] [3], a evolução da manutenção poderá ser distinguida como tendo sido realizada ao longo de três gerações.

1ª Geração

A 1ª geração cobre todo o período até a 2ª guerra mundial. Nesses dias a indústria não era muito mecanizada, não sendo os tempos de paragem muito importantes. Isto levava a que a prevenção de avarias não fosse uma prioridade

para a maioria dos gestores de manutenção. Nesta época o equipamento era simples e sobredimensionado, levando a reparações simples. A ligeireza dos equipamentos levava a que estes não necessitassem de uma grande manutenção à parte de simples limpezas e lubrificantes, nem de recursos humanos qualificados para a executar.

2ª Geração

Após a segunda guerra mundial a abordagem da gestão de manutenção mudou significativamente. A pressão de necessidade de produtos em tempo de guerra, a diminuição de mão-de-obra e a crescente automatização, levou a uma crescente complexidade das máquinas. A indústria começou a depender dos equipamentos.

À medida que esta dependência ia aumentando, começou a generalizar-se a ideia que as avarias nos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, levando à manutenção preventiva. Nos anos 60, isto significava revisões em equipamentos segundo intervalos predeterminados. O aumento de complexidade dos equipamentos conduziu a um igual crescimento dos custos de manutenção, levando à gestão de topo a olhar com outros olhos para a manutenção.

3ª Geração

Desde meados dos anos 70, o processo de mudança na indústria levou a mudanças ainda mais profundas das expectativas, e de novas técnicas.

O tempo de paragem afectou desde sempre a capacidade produtiva dos bens físicos, reduzindo o seu “output”, aumentando os seus custos operacionais e interferindo com o serviço ao cliente. Na década de 60 e 70, isto era já uma grande preocupação na indústria mineira, na indústria de produção em série e na indústria de transportes. Na indústria de produção em série os tempos de paragem eram ainda mais agravados com a tendência crescente para se adoptar a filosofia “just-in-time”, onde stock reduzidos de materiais em curso de fabrico acarretava um elevado custo, até nas pequenas paragens. Nos tempos mais recentes, a crescente mecanização e automatização levou a que a fiabilidade das instalações sejam pontos-chave em sectores tão diversos como o dos transportes tanto terrestres como aéreos, indústria de processo e de telecomunicações. Um aumento da autorização levou à existência da cada vez mais avarias, apresentando estas diversos modos, podendo estas afectar a capacidade de satisfazer os requisitos de qualidade.

Nos últimos anos observou-se um grande desenvolvimento nos conceitos e técnicas de manutenção. Centenas de novas técnicas foram desenvolvidas nos últimos quinze anos, estando a surgir novas técnicas todos os dias.

A figura seguinte mostra como a ênfase clássica em revisões calendarizadas evoluiu.

As novas técnicas incluem:

- Ferramentas de suporte à decisão, tal como estudos de risco, FMECAS, etc.
- Novas técnicas de manutenção tal como manutenção condicionada.

2.- Alguns problemas de manutenção

Devido à crescente importância da função de manutenção nas empresas é importante focar alguns dos problemas clássicos da manutenção com que esta se tem debatido ao longo dos tempos. Segundo Smith (1993) [16] são estes:

2.1- Eliminação de ocorrências aleatórias

As ocorrências aleatórias são principalmente devidas às avarias das máquinas e aos problemas de não qualidade. A acção a desencadear para eliminar estas ocorrências de carácter aleatório diz principalmente respeito à função qualidade.

2.2- O problema

Sempre que temos que trabalhar com uma máquina que não é muito fiável é necessário admitir a eventualidade da ocorrência de uma avaria. Para tal, o mais simples consiste em constituir um stock que permitirá não parar a produção a jusante em caso de paragem da máquina.

De igual modo se uma dada produção possui uma determinada taxa de rejeitados, as ordens de fabrico terão em conta esta situação e são, portanto, ligeiramente sobrevalorizadas relativamente às necessidades reais.

As avarias e a não qualidade formam o que designamos por ocorrências aleatórias de produção. Acabamos de ver que as ocorrências aleatórias de produção geram stocks, logo prazos excessivos e sobre custos de produção.

Torna-se, por isso, indispensável atacar as ocorrências aleatórias de produção a fim de aumentar a fluidez do escoamento dos produtos.

2.3- Diminuição da taxa de avarias

O problema das avarias das máquinas aumenta com a sofisticação dos materiais utilizados. De facto, o artesão, utilizando apenas alguns utensílios manuais é relativamente pouco afectado pelo problema das avarias. Pelo contrário, uma cadeia de montagem de veículos automóveis, constituída por vários robôs, coloca frequentemente graves problemas de fiabilidade.

De facto, mesmo se a taxa de operacionalidade de cada robô é próxima dos 95%, basta que um robô avarie para que todo o conjunto da linha de produção fique bloqueado. A taxa de funcionamento diminui então de forma vertiginosa. Consideremos, por exemplo, cinco robôs em série, a taxa de funcionamento será então de:

$$0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 = 0.77$$

não tendo sido tido em conta neste cálculo a fiabilidade.

É frequente verificar-se a existência de fábricas onde as taxas de imobilização média do conjunto dos equipamentos são próxima dos 40%. Imaginemos agora o conjunto dos ganhos de capacidade que poderá conseguir com uma melhoria destas taxas.

As duas causas principais de uma taxa de imobilização significativa devido às avarias, são as seguintes:

- . Falta de fiabilidade nas máquinas (exprime-se por uma frequência elevada das avarias);
- . Manutibilidade insuficiente (exprime-se por prazos de reparação longos).

2.4- Falta de fiabilidade

A falta de fiabilidade é por vezes devida a uma má concepção das máquinas. Para evitar tais dissabores convirá exigir um certo número de garantias dos fornecedores. Contudo, uma vez adquirida a máquina é necessário melhorar os seus pontos fracos e implementar sistemas de regulação e monitoria.

A falta de fiabilidade pode igualmente ser devida à forma como a máquina é utilizada. Será que está adequada ao que pretendemos que realize? Estará adaptada ao meio onde vai ser utilizada?

Podemos referir, por exemplo, os problemas de fiabilidade que surgiram quando se pretendeu instalar computadores nas áreas industriais.

A falta de fiabilidade pode igualmente derivar da forma como é realizada a manutenção da máquina. Numa fábrica asseada, as máquinas são devidamente limpas, evitando assim os problemas devidos às limalhas que se entalam na máquina ou à poeira que se acumula numa guia.

2.5- Manutibilidade insuficiente

Nos últimos anos, as empresas tomaram consciência do problema da manutenção. Antes era frequente esperar-se que uma máquina avariasse para reparar. Este método tinha, regra geral, como consequência, no mínimo, um tempo de imobilização significativo e, no pior dos casos, uma nova avaria como por exemplo um nível de óleo que não foi verificado e que irá contribuir para a degradação de um rolamento.

Existem dois tipos de manutenção.

Manutenção curativa (a mais corrente)

Excepto as lubrificações, consiste essencialmente em aguardar a ocorrência da avaria para a reparar.

Exemplo: Trocamos a embraiagem assim que esta começa a patinar, afinamos o motor assim que notamos que o arranque começa a ser difícil.

2.6- Manutenção preventiva

Consiste em efectuar intervenções com vista a evitar as avarias podendo fazer-se de forma **sistemática** ou **predictiva**.

2.6.1- Manutenção Preventiva Sistemática [1]

Consiste na realização de intervenções com o objectivo de substituir os elementos ou órgãos colocando a máquina na sua condição de “nova”. Estas intervenções têm lugar

depois de um determinado período de funcionamento, este período é definido a partir das estatísticas das avarias anteriores.

Exemplo: substituímos a embraiagem todos os 70.000 Kms e afinamos o motor todos os 10.000 kms

2.6.2- Manutenção Preventiva Predictiva

Procuramos com este método evitar a substituição supérflua das peças. Para tal é necessário acompanhar com regularidade o funcionamento dos equipamentos a fim de identificar possíveis degradações podendo assim predizer as intervenções. O controlo faz-se através da “monitorização permanente da máquina” por exemplo: na medição permanente de vibrações, débitos, binários, etc.

Exemplo: medimos o desgaste da embraiagem através da medição do avanço do pedal assim como verificamos o estado de funcionamento do motor pela observação dos gases do escape.

Destes dois tipos de manutenção, a predictiva, é frequentemente a mais económica. Contudo, nem sempre pode ser implementada e é por vezes mais cara que a preventiva. É, então, necessário considerar que a manutenção preventiva e predictiva são complementares e que devem ser implementadas em detrimento da manutenção curativa.

3-Procedimento

Para melhorar a fiabilidade de uma máquina é necessário conhecer-se os incidentes que ocorrem na mesma. Para tal é necessário implementar um plano de controlo.

Além do mais uma acção de manutenção não pode ser realizada sem o envolvimento do operador que deverá:

- Efectuar as operações de manutenção mais simples;
- Assegurar a limpeza da máquina;
- Sentir-se “responsável” pelo bom funcionamento da “sua” máquina.

As causas mais frequentes de falha deverão ser eliminadas.

Para estudar as falhas das máquinas, a metodologia AMDEC (Análise Modal de Falhas seus Efeitos e Criticidade) [11] mostra-se bastante eficaz.

4- Insuficiente manutenção preventiva

Este problema encabeça claramente a lista, pois a grande maioria dos recursos de manutenção é ainda hoje, em muitas empresas, gasta em tarefas de manutenção reactiva. Em alguns casos, o gestor de manutenção toma a decisão de operar desta forma. É importante salientar isto pois esta política de manutenção é de longe a mais onerosa, não só devido aos custos de manutenção serem os mais elevados, mas também devido ao elevado impacto operacional e á possibilidade de existirem consequências irremediáveis em termos ambientais e de segurança. É fácil concluir que o produto oriundo de uma empresa com este tipo de política de manutenção tenha um preço superior. Apesar disto é ainda bastante

comum a existência de empresas com uma política de manutenção exclusivamente reactiva.

4.1- Frequente repetição dos problemas

Este problema sentido pela generalidade das organizações está intimamente relacionado com o anterior. Quando o modus operandi da fábrica é reactivo, só existe para restabelecer a operacionalidade, nunca existindo tempo para saber o porquê de um equipamento ter avariado, nem para saber como resolver permanentemente esta avaria. O resultado é que o problema corre repetidamente. A menos que se conheça a razão da avaria do equipamento, actuando de modo a eliminar a causa profunda da avaria, o restabelecimento do serviço poderá ser no melhor dos casos uma medida temporária.

4.2- Trabalho erróneo de manutenção

As pessoas cometem erros, e os erros ocorrerão nas actividades de manutenção, tanto a nível preventivo, como a nível correctivo. Mas qual o nível de erro tolerável num programa de manutenção? Será um em cada dez? Um em cem? Ou um em cada mil?

Como referência Smith (1993)[16] refere que o erro humano é o causador de mais de 50% das paragens forçadas, podendo uma qualquer forma de erro humano ocorrer em uma de cada duas operações de manutenção realizadas.

4.3- Boas práticas de manutenção não institucionalizadas

Um das formas de evitar o erro humano, é o de conceber boas práticas e procedimentos que possam assegurar que erros não são realizados, sendo em seguida institucionalizados nos hábitos de trabalho. Sem a institucionalização de boas práticas, as acções de manutenção ficam sujeitas à capacidade de execução de manutenção, podendo levar a um aumento do erro humano.

4.4-Trabalho de manutenção preventiva desnecessário e extremamente conservador

Apesar da necessidade de uma cobertura mais alargada dos equipamentos ser uma questão importante, existe uma necessidade paralela de questionar a adaptabilidade de algumas das actuais tarefas de manutenção preventiva. A evidência histórica sugere claramente que algumas das actuais tarefas de manutenção preventiva são totalmente desnecessárias, pois têm muito pouco impacto no assegurar da operacionalidade dos equipamentos. Segundo Smith (1993) é comum que ao examinar-se um plano de manutenção preventiva se conclua que 5 a 6% das tarefas de manutenção preventiva possam ser dispensadas sem se colocar em risco a operacionalidade dos equipamentos. O problema é que as empresas não revêm os planos de manutenção tendo em conta estas questões. Um outro aspecto deste problema surge quando a tarefa de manutenção preventiva é apropriada mas demasiadamente conservadora. Este problema está normalmente associado com a frequência da tarefa. Isto parece ser o caso das grandes revisões onde existe a evidência de que cerca de 50% das tarefas de manutenção preventiva serão realizadas prematuramente.

4.5-Racionalidade das tarefas de manutenção preventiva

Infelizmente a ausência da origem das tarefas de manutenção preventiva ou algum documento que dê alguma luz sobre a origem da tarefa de manutenção preventiva é a regra e não a excepção. Se os custos associados à realização de manutenção fossem reduzidos, poder-se-ia continuar a ignorar esta questão. No entanto isto não é verdade.

Os custos associados à realização de manutenção são tão elevados que não se poderá ignorar a questão do porquê da realização de manutenção, nem da sua frequência, devendo-se colocar sempre esta questão antes da realização de qualquer acção de manutenção.

4.6-Falta de rastreabilidade / evidência do programa de manutenção preventiva

Se a empresa não realizar RCA “Root Causes Analysis” das avarias dos seus equipamentos, e se não registar as bases das acções de manutenção preventiva, logo são identificadas duas áreas significativas onde falta alguma evidência e rastreabilidade das acções/decisões. Mas o problema é mais abrangente devido à falta de um sistema integrado de gestão de manutenção, não existe frequentemente nenhum registo de rastreabilidade das acções e custos de manutenção preventiva, sendo esta informação só encontrada nas cabeças de alguns preparadores de manutenção. Se estes abandonam a organização, uma parte significativa da informação perde-se. Nos dias de hoje com sistemas de informação acessíveis, não existe qualquer desculpa para a não existência de bons registos sobre o que é feito e sobre as razões de se enveredar por uma qualquer estratégia de acção.

4.7- Aceitação cega de todas as recomendações dos fabricantes

Os fabricantes de equipamentos fornecem, aquando da compra do equipamento, um manual de manutenção preventiva, dois problemas se levantam. Em primeiro lugar, o fabricante não tem em mente a questão da manutenção preventiva de uma maneira eficiente em termos de custo. De uma maneira geral as recomendações dos fabricantes são decisões de última hora, com fundamento nem sempre muito credível, realizadas com o intuito de se protegerem especialmente no período de garantia (isto é a origem da grande maioria das tarefas de manutenção preventiva conservadoras). Em segundo lugar o fabricante vende os seus equipamentos a vários clientes, operando estes o equipamento de uma forma diferente e sujeitos a ambientes operacionais diferentes.

No entanto é comum em muitos departamentos de manutenção uma aceitação cega dos procedimentos de manutenção propostos pelos fabricantes, não se fazendo habitualmente a sua actualização à medida que for existindo histórico. Ou seja, não há normalmente a preocupação em adequar os procedimentos de manutenção ao contexto operacional do equipamento.

Para tentar resolver estes problemas e ainda responder às crescentes exigências cometidas ao departamento de manutenção, foi desenvolvida uma metodologia para a “correcta” definição da estratégia de manutenção. A esta metodologia designou-se por **RCM** “**Reliability Centred Maintenance**”. Esta metodologia, bem como os seus objectivos, serão desenvolvidos nos pontos seguintes do presente capítulo.

5– O que o RCM procura alcançar

Tal como já foi explicado verificou-se, ao longo dos tempos, um aumento das expectativas sobre o departamento de manutenção de uma empresa.

Primeira geração: - Reparação após avaria

Segunda geração: - **Revisões calendarizadas**

- Sistemas para o controlo e planificação do trabalho
- Computadores lentos

Terceira geração: - Surgimento da manutenção condicionada

- Computadores rápidos
- FMECAS
- Equipas multidisciplinares

Para responder a estes novos desafios da função de manutenção foi desenvolvida uma metodologia (RCM) respondendo da seguinte forma:

5.1- Maior segurança e integridade ambiental

O RCM considera a segurança e o impacto ambiental de cada modo de avaria antes de considerar os seus impacto operacional. Isto leva a que sejam empreendidos todos os esforços para minimizar todos os identificáveis perigos ambientais e de segurança relacionado com os equipamentos, integrando assim a segurança no processo de decisão.

5.2- Performance operativa melhorada

O RCM reconhece que todos os tipos de manutenção têm algum valor, proporcionando regras para decidir quais os que são mais apropriados em cada uma das situações. Fazendo-a, ajuda a assegurar que só a mais eficaz forma de manutenção é escolhida.

O RCM foi desenvolvido para ajudar as companhias aéreas no desenvolvimento de programas de manutenção para novos aviões antes da sua entrada ao serviço. Como resultado, o RCM é a

Metodologia ideal para o desenvolvimento de programas de manutenção para novos equipamentos, especialmente os complexos, onde não existe nenhum histórico disponível. Isto evita o processo tentativa erro que por vezes faz parte de alguns programas de manutenção, o qual pode ser muito demorado levando a elevados custos.

5.3- Maior eficácia de custo

O RCM foca a sua atenção nas actividades de manutenção que têm maior impacto na performance da empresa. Isto ajuda a assegurar que tudo o que é despendido na manutenção é despendido onde será melhor aproveitado.

Se o RCM for correctamente aplicado a um sistema de manutenção já existente, é habitual reduzir o trabalho rotineiro, eliminando tarefas desnecessárias. Se for desenvolvido para equipamento novo, a resultante carga de trabalho será muito inferior ao programa desenvolvido pelos métodos tradicionais.

5.4- Maior vida dos equipamentos

A ênfase dada pelo RCM à manutenção condicionada leva a que seja aproveitada na quase totalidade a vida dos componentes e dos sistemas.

6 – A história do RCM

Nos finais da década de 60, com a melhoria das condições económicas nos Estados Unidos e na Europa, com o mercado de passageiros a aumentar, a indústria aeronáutica respondeu a este crescimento desafiando os construtores de aviões a construir aviões de cada vez maior capacidade. A indústria aeronáutica encontrava-se na era dos grandes aviões. O 747 já era um sonho tornado realidade na fábrica de Seattle Boeing.

A licença de um avião requer para além de outros elementos, que a FAA (Federal Aviation Administration) aprove um plano de manutenção preventiva para ser usado por todos os utilizadores/operadores do avião, não podendo ser vendido nenhum avião sem possuir esta aprovação. O reconhecido tamanho do 747 (três vezes mais passageiros que o 707 ou o DC-8), com os seus muitos desenvolvimentos tecnológicos em termos de estruturas, sistemas de aviónica, reactores, etc., levou a que FAA requeresse inicialmente um plano de manutenção preventiva muito extenso. De tal forma extenso que as companhias aéreas não conseguiriam obter lucros com a sua utilização. Esta posição levou a indústria aeronáutica comercial a empreender uma completa reavaliação de manutenção preventiva. Este esforço conduzido pela United Airlines, a qual ao longo de 1960, encabeçou um grupo de trabalho que tinha por objectivo a revisão de todo o conceito de manutenção. Nomes como Bill Mentzer, Tom Matterson, Stan Nowlan, e Harold Heap, todos da United, foram pioneiros deste esforço. Como resultado, foram identificadas as funções de risco preponderantes e desenvolvida uma nova metodologia de manutenção, que foi materializada numa árvore de decisão. Esta nova forma de estruturação de programas de manutenção preventiva foi definida no MSG-1 (Maintenance Steering Group-1) para o 747, tendo sido aprovada pela FAA. O MSG-1 foi capaz de separar o essencial do acessório, de uma forma muito racional e lógica. Quando isto foi realizado, o 747 tornou-se num avião economicamente viável, transformando-se num enorme sucesso comercial.

O MSG-1 teve tal sucesso, que os seus princípios foram aplicados no MSG-2 para a obtenção da aprovação pela FAA do DC-10 e do L-1011, Nos tempos mais recentes, o MSG-3 desenvolveu o programa de manutenção para o 757 e para 767. Versões do MSG serviram de guia aos programas de manutenção do Concorde, Airbus, 737-300/400/500, e às novas versões de aviões como o 727-200, DC-8 e DC-9.

Em 1972, o DoD (Departement of Defense) dos Estados Unidos encomendou à United a aplicação da metodologia ao Navy P-3 e S-3, e em 1974 ao Air Force F-4J. Em 1975, DoD ordenou que a metodologia passasse a ser designada por “Reliability-Centered Maintenance” e que fosse aplicada a todos os grandes sistemas militares. Em 1978, contratada pelo DoD, a United

Redigiu a considerada bíblia do RCM: “Reliability-Centered Maintenance” por Nowland&Heap.

Desde então, todos os grandes sistemas militares administrados pelo DoD, aplicaram o RCM, incluindo os grandes sistemas de armas.

Entre os mais recentes utilizadores do RCM, contam-se as indústrias de utilidades como as centrais termoeléctricas e nucleares. Em 1983 o EPRI (Electrical Power Reserch Institute) iniciou estudos pilotos de RCM em centrais nucleares, sendo actualmente o RCM utilizado em muitas centrais nucleares Americanas, Francesas e Alemãs.

Claramente os desenvolvimentos do RCM foi um processo evolutivo, tendo a sua utilização começado na indústria aeronáutica, sendo no entanto já uma realidade na indústria de utilidades, química e petroquímica.

7- Metodologia utilizada

A metodologia utilizada será inspirada na proposta por Moubray (1997) [3], e materializada na norma SAE JÁ 1011.

Esta envolve a resposta às seguintes questões:

- Quais as funções e performances do bem, no seu contexto operacional?
- De que forma é um bem capaz de cumprir as suas funções
- O que causa cada avaria funcional?
- O que acontece quando cada avaria ocorre?
- Qual a importância de cada avaria?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada avaria?
- Qual a função de risco associada a cada modo de avaria?
- O que deve ser feito caso não se encontre a adequada tarefa proactiva?

7.1- Breve introdução aos passos seguidos

□ Funções e performances standards

Antes de ser possível aplicar a metodologia proposta dever-se-à:

- Determinar o que se pretende de cada bem
- Assegurar que o bem tem capacidade de realizar o mínimo que o utilizador pretende

É por isto que o primeiro passo do RCM é definir as funções de cada bem, no seu contexto operacional, juntamente com o associado standard de performance. O que o utilizador pretende que o bem realize pode ser dividido em duas categorias:

- Funções primárias, que listam a razão da aquisição do bem.
- Funções secundárias, que reconhecem que de cada bem espera-se mais que o cumprimento da sua função primária. Espera-se também que a segurança, conforto, integridade estrutural, economia, protecção, entre outras, estejam presentes no bem.

□ Avarias funcionais

Os objectivos da manutenção são definidos pelas funções e pelas correspondentes expectativas de performance, para o bem em análise. Mas como é que a manutenção atinge estes objectivos?

A única ocorrência que impede algum bem de realizar uma função, é uma avaria. Isto sugere que a manutenção atinge os seus objectivos, adoptando uma apropriada gestão de

avarias. No entanto, antes de poder ser aplicada as ferramentas de manutenção, têm de ser identificadas quais as avarias que possam ocorrer. O RCM realiza-se a dois níveis:

- Identificando em primeiro lugar, quais as circunstâncias que intervêm no estado de avaria.
- Identificando em segundo lugar, os eventos que causam a avaria do bem.

Os estados de avaria são denominados de avarias funcionais, pois elas ocorrem quando o bem é incapaz de realizar uma função com um determinado standard de performance aceitável pelo utilizador. Adicionalmente à total perda de função, esta definição engloba igualmente avarias parciais, onde o bem ainda funciona, mas a um inaceitável nível de performance. Claramente isto só pode ser identificado após as funções e a performance associada ter sido identificada.

Modos de Avaria

Tal como mencionado no parágrafo anterior, uma vez identificada a avaria funcional, o passo seguinte consiste na identificação de todos os eventos razoavelmente prováveis de causar o estado de avaria. Estes eventos são denominados de avarias funcionais.

É igualmente muito importante procurar identificar as causas de cada modo de avaria, de modo que não seja gasto tempo no tratamento dos sintomas, em vez das causas. Por outro lado, é igualmente importante assegurar que não é gasto demasiado tempo de análise, entrando num excessivo detalhe.

Efeitos de Avaria

A quarta parte do RCM consiste na identificação de todos os efeitos da avaria, os quais descrevem o que ocorre quando cada modo de avaria acontece. Esta descrição deverá incluir toda a informação necessária à avaliação das consequências das avarias, como:

- O que evidencia que uma avaria ocorreu
- De que formas ela coloca em perigo a segurança ou o ambiente
- De que forma ela afecta a produção ou a operação
- Qual o dano físico causado pela avaria
- O que deverá ser feito para reparar a avaria

Consequências das Avarias

Cada um dos modos de avaria, listados no ponto anterior da metodologia proposta, afecta a organização de alguma forma. Eles podem igualmente afectar a qualidade do produto, o serviço, a segurança ou o ambiente. Em todos irá ser despendido tempo e dinheiro na sua reparação.

Se uma avaria apresentar sérias consequências, deverá envidar-se todos os esforços para a prevenir. Por outro lado, se a avaria tiver consequências menores, poderá decidir-se nada fazer para o evitar.

Um dos pontos do RCM é o reconhecimento que as consequências das avarias são bem mais importantes que as suas características técnicas. De facto ele reconhece que a única razão para a realização de uma qualquer tarefa de manutenção proactiva, não é evitar as

avarias por si, mas sim evitar ou reduzir as consequências das avarias. O RCM classifica as consequências das avarias em quatro grupos:

- **Consequências das avarias ocultas.** A maioria destas está associada Com dispositivos de protecção. Estas avarias não têm um impacto directo, mas expõem a organização a avarias múltiplas muito mais sérias, e por vezes a consequências catastróficas.
- **Consequências ambientais e de segurança.** A avaria tem consequências em termos de segurança se puder ferir ou matar alguém. Tem consequências ambientais se violar alguma directiva ou norma de conduta ambiental
- **Consequências operacionais.** Uma avaria tem consequências operacionais se afectar a produção (cadência, qualidade, serviço ao cliente, ou custos de operação, adicionais ao custo directo de reparação)
- **Consequências não operacionais.** As avarias que se enquadram neste grupo não têm qualquer impacto na segurança, no ambiente e na produção, só envolvendo o custo directo de reparação.

Como irá ser visto, o RCM usa estas categorias, no diagrama de decisão das acções de manutenção, forçando uma análise das consequências de cada modo de avaria, para cada uma das categorias anteriormente mencionadas, integrando os objectivos ambientais, de segurança e operacionais nos objectivos da função de manutenção. Desta forma, e pela primeira vez, a segurança e o ambiente são parte integrante da definição da estratégia de manutenção.

Sistemas reparáveis e sistemas não reparáveis

É de primordial importância distinguir entre um sistema reparável e um sistema não reparável. Segundo Archer e Feingold (1984) um **sistema não reparável** é um sistema que seja substituído da 1ª vez que deixe de realizar a função satisfatoriamente. Um sistema não reparável é por exemplo um componente como uma lâmpada, um transistor, um rolamento o, ou seja todo aquele sistema não susceptível de recuperação após uma avaria, ou então todo aquele sistema que em caso de avaria seja substituído por outro igual, como por exemplo uma caixa de velocidades de um autocarro, um reactor de um avião, um dos motores eléctricos de uma máquina de papel, um microprocessador, etc.

Entende-se por sistema reparável todo aquele sistema que, após avaria, possa ser recolocado ao serviço por um qualquer método além da substituição completa do sistema. De notar que um sistema só poderá ser considerado como reparável se:

- For passível de sofrer reparação
- Se após a avaria a reparação for efectuada de tal forma que restitua o sistema, para futura utilização, num estado considerado igual ao estado de novo.

Em sistemas não reparáveis define-se fiabilidade como a probabilidade de durante a vida do sistema ocorrer uma e uma só avaria. Durante a vida do sistema não reparável a probabilidade instantânea da primeira e única avaria é denominada de função de risco. Por vezes para definir fiabilidade de um componente utiliza-se o conceito de taxa de avarias, o que é profundamente errado, pois se taxa de avarias é por definição o número de avarias

por unidade de tempo, um componente podendo ter uma e uma só avaria nunca poderá ver a sua fiabilidade ser definida por taxa de avarias, ou como diz Monchy (1998) [12] por uma “velocidade” de ocorrência de avarias.

Segundo O’Connor (1995) [10], a função de risco (probabilidade instantânea da primeira e única avaria ao longo da vida o sistema), o MTTF (Mean time to failure), ou vida a que se espera a avaria de uma determinada percentagem de componentes (Blifes) são outros índices usados para exprimir fiabilidade de sistemas não reparáveis.

Quando um componente avaria num sistema não reparável, todo o sistema avaria (normalmente) e logo a fiabilidade deste sistema é uma função do tempo até à avaria do 1º componente.

Segundo O’Connor (1995) existem três formas básicas de avaria em sistemas não reparáveis, sendo a função de risco associada constante, crescente ou decrescente, podendo muito ser inferido pela observação destas curvas.

Uma função de risco constante é característica de avarias causadas pela aplicação de tensões superiores à de projecto, a uma taxa média constante. Sobrecargas acidentais ou transitórias, em circuitos eléctricos, são exemplo de um modo de avaria que apresenta uma função de risco constante. A fadiga de materiais, devido a cargas cíclicas, é o exemplo típico de um modo de avaria que apresenta uma probabilidade crescente de ocorrência. As funções de risco decrescentes são observadas em equipamentos cujas avarias apresentam uma menor probabilidade de ocorrerem à medida que o tempo de sobrevivência aumenta.

A combinação das diferentes funções de risco dos vários modos de avaria presentes no equipamento gera a função de risco global do componente, tal como se pode observar.

Daqui conclui-se que a função de risco de componentes é a combinação dos diferentes modos de avaria, e a função de risco dos sistemas não reparáveis a combinação das diferentes funções de risco dos diferentes componentes.

A combinação das diferentes funções de risco dos diversos componentes/sistemas não reparáveis, de um sistema reparável permite obter o seu ROCOF (Rate of Occurrence of Failures).

Ao contrário dos sistemas não reparáveis, nos sistemas reparáveis, quando um componente avaria, este é substituído, sendo a fiabilidade a probabilidade de não ocorrerem avarias no período de interesse, quando pode ocorrer mais que uma avaria. Isto pode ser expresso em termos de **Taxa de Avarias** ou **ROCOF**. A taxa de avarias exprime a probabilidade instantânea de avarias por unidade de tempo, quando várias avarias podem ocorrer no domínio de tempo.

O ROCOF de sistemas reparáveis pode igualmente variar ao longo do tempo, podendo tirar-se importantes informações da análise da sua tendência. Segundo O’Connor (1995) uma taxa de avarias constante indica a presença de avarias extremamente induzidas. Uma taxa de avarias constante é típica de sistemas complexos sujeitos a reparações e a beneficiações, onde os diferentes componentes exibem diferentes funções de risco com o tempo e os vários componentes apresentam diferentes idades devido às reparações ou substituições. Os sistemas reparáveis poderão apresentar igualmente uma função decrescente quando a fiabilidade do sistema é melhorada por reparações ou por substituição de componentes que prematuramente terão avariado. Uma função crescente é característica de sistemas para os quais começa a predominar o modo de avaria “desgaste” nos seus componentes.

Aparecem por vezes grandes discrepâncias na literatura e grandes confusões no tratamento de taxa de avarias e função de risco.

Um sistema reparável que contenha um determinado componente, este componente vai contribuir para a taxa de avarias do sistema, sendo o ROCOF do sistema o resultado da combinação das funções de risco dos diversos componentes do sistema, tal como referido anteriormente. Daqui pode-se concluir que a fiabilidade do sistema é fruto das funções de risco dos diversos componentes, sendo as funções de risco dos seus diversos componentes a componentes intrínsecas do sistema enquanto que ROCOF, é fruto da política de manutenção aplicada ao sistema Sherwin (1999).

FMECA

. Introdução

Na realização da FMECA [11] vai-se responder às seguintes questões:

- Quais as funções e performances do bem, no seu contexto operacional?
- De que formas é um bem incapaz de cumprir as suas funções?
- O que causa cada avaria funcional?
- O que deve ser feito quando cada avaria ocorre?
- Qual a importância de cada avaria?

Evolução da Disponibilidade após implementação do RCM

A.Tabela 130- Disponibilidade

Mês:6/05					
FERRAMENTAS	HORAS DE MANUTENÇÃO	Nº AVAR	MTTR	ABC	
550	13	1	13,00	42,62%	
771	8	1	8,00	26,23%	
325/1ª	3	3	1,00	9,84%	
928	2	1	2,00	6,56%	
50	2	1	2,00	6,56%	
232	0,5	1	0,50	1,64%	
102	0,5	1	0,50	1,64%	
981	0,5	1	0,50	1,64%	
560	0,5	1	0,50	1,64%	
104/1C	0,5	1	0,50	1,64%	
			#DIV/0!	0,00%	
10	TOTAL H.	30,5	Nº AVAR	12	MTTR 2,5416

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,00005	20000	100%	98%

PRENSAS					
P01					0%
P09					0%
P06	4	1			100%
P03					0%
	TOTAL H.	4	Nº AVAR	1	MTTR 4

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,0003125	3200	100%	90%

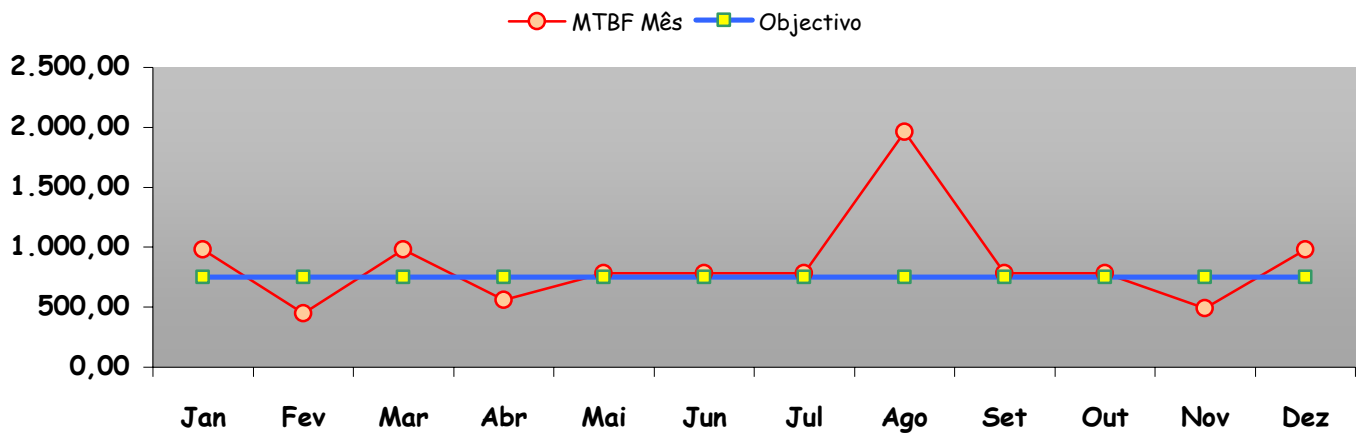
SOLDADURA					
MIG/MAG					0%
R01	8	1			89%
R08					0%
S04	1	1			11%
	9	Nº AVAR	2	MTTR	4,50

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,0005102	1960	100%	87%

A. Tabela 6 – MTBF

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Solda dura/05	980,00	448,00	980,00	560,00	784,00	784,00	784,00	1.960,00	784,00	784,00	490,00	980,00
MTBF Mês	980,00	448,00	980,00	560,00	784,00	784,00	784,00	1.960,00	784,00	784,00	490,00	980,00
Objectivo	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00

ANÁLISE MENSAL	CRÍTICA	Superados	os
Aprovado por :			



A.Fig7-Gráfico MTBF

ANEXO B

B.Tabela 21 - Fiabilidade

Mês:6/05					
FERRAMENTAS	HORAS DE MANUTENÇÃO	Nº AVAR	MTTR	ABC	
550	13	1	13,00	42,62%	
771	8	1	8,00	26,23%	
325/1ª	3	3	1,00	9,84%	
928	2	1	2,00	6,56%	
50	2	1	2,00	6,56%	
232	0,5	1	0,50	1,64%	
102	0,5	1	0,50	1,64%	
981	0,5	1	0,50	1,64%	
560	0,5	1	0,50	1,64%	
104/1C	0,5	1	0,50	1,64%	
			#DIV/0!	0,00%	
10	TOTAL H.	30,5	Nº AVAR	12	MTTR 2,5416

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,00005	20000	100%	98%

PRENSAS					
P01					0%
P09					0%
P06	4	1			100%
P03					0%
	TOTAL H.	4	Nº AVAR	1	MTTR 4

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,0003125	3200	100%	90%

SOLDADURA					
MIG/MAG					0%
R01	8	1			89%
R08					0%
S04	1	1			11%
	9	Nº AVAR	2	MTTR	4,50

λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$
0,0005102	1960	100%	87%

B.Tabela 141 – Fiabilidade (Cont.)

SISTEMAS DE APOIO	λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$												
E01	0	#DIV/0!	#DIV/0!	100%												
E02																
E03																
PINTURA	λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$												
	0,002841	352	#DIV/0!	37%												
LINHA DE LAVAGEM	3,5		2													
LINHA DE LAVAGEM A/P	3		2													
TRANSPORTADOR	0,5		1													
TOTAL H	7	Nº AVAR	5	MTTR 1,4												
ZINCAGEM																
CARRO 1	λ	MTBF	D	$R=e^{(-\lambda t)}$												
CARRO2	0	#DIV/0!	#DIV/0!	100%												
BOMBAS																
TOTAL H.	50,5	Nº AVAR	20	MTTR 2,53												
<table border="1"> <tr> <td>Total intervenções</td> <td><u>20</u></td> <td>Total horas</td> <td>50,50</td> </tr> <tr> <td>Internas</td> <td>19,00</td> <td>Internas</td> <td>48,00</td> </tr> <tr> <td>Externas</td> <td>1,00</td> <td>Externas</td> <td>2,50</td> </tr> </table>					Total intervenções	<u>20</u>	Total horas	50,50	Internas	19,00	Internas	48,00	Externas	1,00	Externas	2,50
Total intervenções	<u>20</u>	Total horas	50,50													
Internas	19,00	Internas	48,00													
Externas	1,00	Externas	2,50													

HAZOP – Folha de estudo						
1.0 Pintura						
<i>HAZOP Item</i>	<i>DESVIO</i>	<i>CAUSA</i>	<i>CONSEQUÊNCIA</i>	<i>PROTECÇÕES</i>	<i>RECOMEND AÇÕES</i>	<i>ACIDENTES</i>
10	<i>Fluxo alto</i>					
20	<i>Fluxo baixo</i>					
30	<i>Fluxo inverso</i>					
40	<i>Fluxo</i>					
50	<i>Ausência de fluxo</i>					
60	<i>Nível elevado</i>					
70	<i>Alta temperatura</i>					
80	<i>Baixa temperatura</i>					
90	<i>Alta pressão</i>					
100	<i>Baixa pressão</i>					
110	<i>Contaminação</i>					
120	<i>Ruptura</i>					
130	<i>Agitação</i>					
140	<i>Reacção</i>					
150	<i>Tempo</i>					
160	<i>Velocidade</i>					
180	<i>Especial</i>					

Tarefas de manutenção propostas para a unidade:

Plano de Manutenção preventiva

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: Tratamento de superfícies

PERIODICIDADE: DIÁRIA

MODO DE FUNCIONAMENTO:

Concluído	Em alteração	Data	Obs.
	31/01/05		

SEQUÊNCIAMENTO

	Sim	Não	Comentários	OBS
1-LIGAR O TRANSPORTADOR (CORRENTE) NA MESA DE COMANDOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
2-SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR DO QUADRO DE COMANDO DE ACORDO COM A REFª DA PEÇA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
3-LIGAR O BOTÃO [0-1] PARA A POSIÇÃO 1 (INICIO DE FUNCIONAMENTO DO TRANSPORTADOR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
4-APÓS 1,30' O TRANSPORTADOR MEMORIZA A VELOCIDADE SELECIONADA PARAR O 1º CARREGAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
5- 1º CICLO -COLOCAR PEÇAS NAS SUSPENSÕES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
6-2º CICLO E SEGUINTE EM CADA MUDANÇA DE REFERÊNCIA DEIXAR SEIS ESPAÇOS SEM SUSPENSÕES E SELECIONAR A VELOCIDADE NO SELECTOR (POSIÇÕES DE 1 A 8 CONFORME REFª DA PEÇA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
7-O TRANSPORTADOR INICIA O CICLO SEMPRE NA VELOCIDADE MÁXIMA E SÓ DEPOIS PASSA À VELOCIDADE SELECIONADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
8-TENSÃO DA CORRENTE DO BANHO 320 VOLTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		(+++)
TABELA DE VELOCIDADES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONSULTAR GAMAS DE CONTROLO DAS PEÇAS PARA SELECÇÃO DE VELOCIDADE	
FRQ.	RPM	VELOC	MICRONS	SELECTOR
60 HZ	1800	3m/min	>= [15-25]µ	1
55 HZ				2
50 HZ	1500	2m/min	>=[25-30] µ	3
45 HZ				4
40 HZ	1200	1m/min	>={30 -35}µ	5
35 HZ				6
30 HZ	1000	0,5m/min	>35µ	7
25 HZ	750			8

(+++): A realizar por pessoal especializado

Periodo: 24-12-2004 24/12/2005

DESIGNAÇÃO: PINTURA

SECTOR: TRATAMENTO *DE SUPERFICIES*

PERIODICIDADE: *ANUAL*

VERIFICAÇÕES: (LINHA DE PINTURA)

Concluído	Em alteração	Data	Obs. ELABORAR RELATÓRIO VERSO	NO
-----------	--------------	------	--	----

ITENS	Sim	Não			
Substituição de canalizações	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação da estrutura da tina e pintura	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Substituição e limpeza de aspersores	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação do conjunto da bomba principal	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Reparação dos ultra filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Reparação dos filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Revisão da estação de tratamento da água desmineralizada	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação do pressostato da bomba de nível	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX

(*) Equipamento parado

(+) Equipamento em funcionamento

@@@ A realizar pelo operário

XXX A realizar pelo serviço de manutenção

	Sim	Não
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Periodo: 24-12-2004 24/12/2005

DESIGNAÇÃO : PINTURA

SECTOR: TRATAMENTO *DE SUPERFICIES*

PERIODICIDADE: *ANUAL*

VERIFICAÇÕES: (TRANSPORTADOR)

Concluído	Em alteração	Data	Obs: ELABORAR RELATÓRIO VERSO	NO
-----------	--------------	------	--	----

ITENS	Sim	Não			
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação da corrente (estrutura)	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Limpeza da corrente	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Verificação das rodas (rolamentos)	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Estrutura das curvas	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Motor redutor	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Correia do variador	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Sensores de segurança	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX
	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	---	---	XXX

(*) Equipamento parado

(+) Equipamento em funcionamento

@@@ A realizar pelo operário

XXX A realizar pelo serviço de manutenção

	Sim	Não
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DESIGNAÇÃO : PINTURA

SECTOR: *TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES*

PERIODICIDADE: *ANUAL*

VERIFICAÇÕES: (LINHA DE PINTURA)

Concluído	Em alteração	Data	Obs. ELABORAR RELATÓRIO VERSO	NO
-----------	--------------	------	--	----

ITENS	Sim	Não			
Substituição de canalizações	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação da estrutura da tina e pintura	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Substituição e limpeza de aspersores	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação do conjunto da bomba principal	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Substituição dos contactos eléctricos	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Check-up ao sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Reparação dos ultra filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Reparação dos filtros	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Revisão da estação de tratamento da água desmineralizada	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX
Verificação do pressostato da bomba de nível	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	XXX

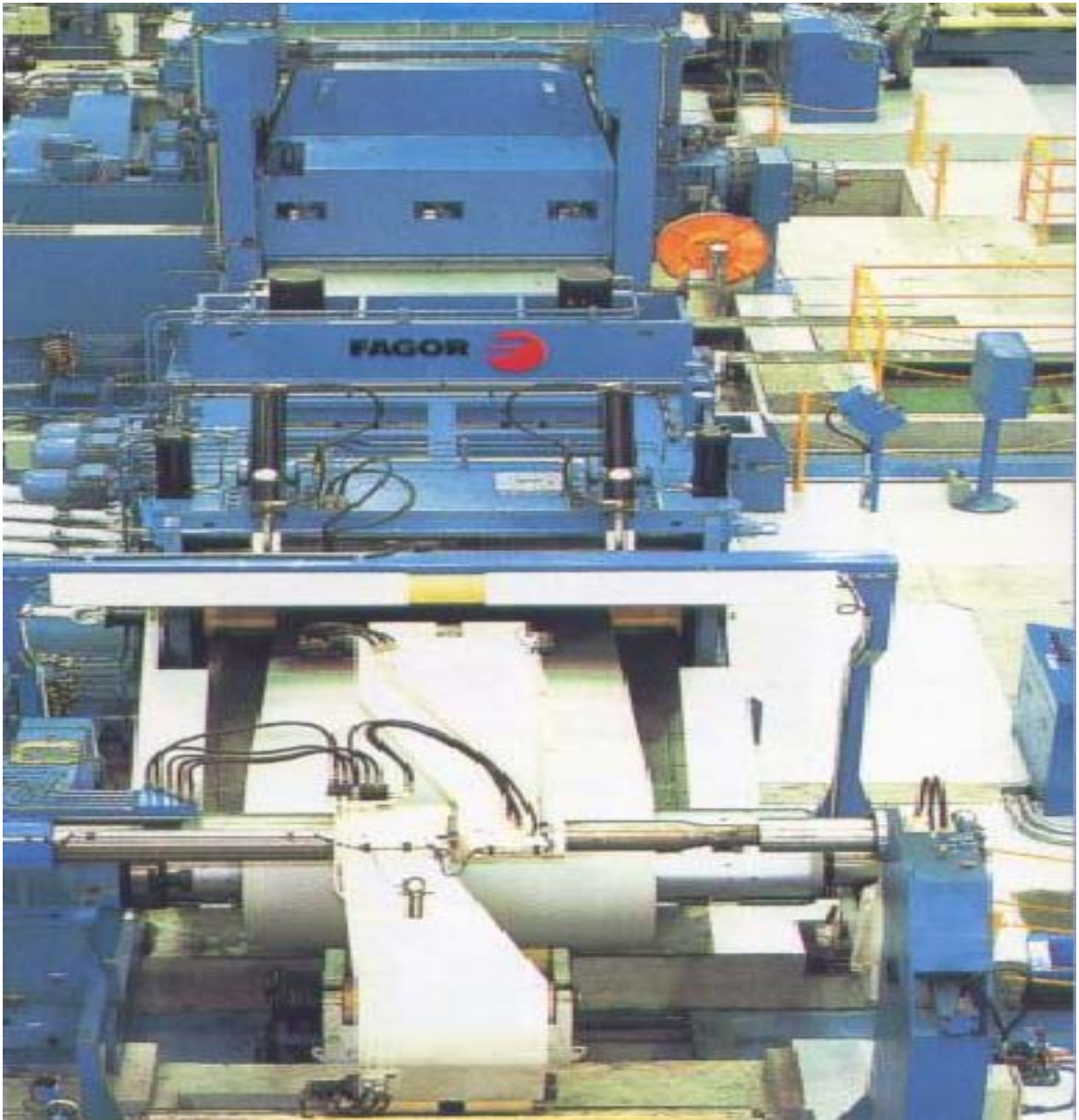
(*) Equipamento parado

(+) Equipamento em funcionamento

@@@ A realizar pelo operário

XXX A realizar pelo serviço de manutenção

^s	Sim	Não
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA VALIDADA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



B7 fig. Prensa Fagor

	MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE MÁQUINAS REGISTOS DE INTERVENÇÃO DE 1º NÍVEL	DESIGNAÇÃO: PRODUÇÃO SECTOR: PRENSAS PERIODICIDADE: DIÁRIA Nº EQUIPAMENTO: P25
--	--	--

VERIFICAÇÕES DIÁRIAS

	Valores	
Fechar entrada do ar	---	XXX
Desligar o quadro eléctrico	---	XXX
Verificar a presença de óleo nos lubrificadores	---	XXX
Purgar filtros pneumáticos	---	XXX
Verificação do circuito de lubrificação contínuo	---	XXX
Verificação do circuito de lubrificação temporizado	---	XXX
Verificar os níveis de óleo	---	XXX

XXX - A realizar pelo operador/encarregado

NOTA: EM CASO DE ANÓMALIA PREENCHER DT 000/00

Folhas Hazop Documentação HAZOP da Pintura

B.Tabela 12-Folha de estudo

HAZOP – Folha de estudo						
HAZOP: Sector: Tratamento de superfícies Data: 2005 Responsável: A.Rego Participantes:				Descrição: Preparação da superfície da peça para pintura		
1.0 Pintura (Linha de lavagem)						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMEND AÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto	Válvula	Sobre vaporização	Monitorização	Verificar valores	
20	Fluxo baixo	Válvula	Baixa pulverização	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo	Ruptura Válvula	Ausência de fluxo	Monitorização		
60	Nível elevado	Indicador de nível				
70	Alta temperatura		Sem consequências			
80	Baixa temperatura	Fonte de calor	Má lavagem	Monitorização		
90	Alta pressão	Válvula	Vaporização do banho			
100	Baixa pressão	Válvula Bomba	Má lavagem	Monitorização		
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura	Alta pressão Manutenção	Derrame	Procedimento de emergência	Paragem de emergência	
130	Agitação		Sem consequências			
140	Reacção		Sem consequências			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade		Sem consequências			
180	Especial					

HAZOP- Folha de estudo						
HAZOP: Sector: Linha de pintura Data: 2005 Responsável: A.Rego Participantes:				Descrição: <i>Revestimento da superfície da peça</i>		
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMEND AÇÕES	ACIDENTES
10	Fluxo alto	Válvula	Muita agitação do banho	Monitorização	Verificar valores	
20	Fluxo baixo	Válvula	Baixa agitação	Monitorização		
30	Fluxo inverso		Sem consequências			
40	Fluxo		Normal			
50	Ausência de fluxo	1.0-Ruptura 2.0-Válvula	Estagnação do banho	1.0-Sistema de alarme	Sistema de bombagem em	
60	Nível elevado	Indicador de nível	Derrame	Monitorização		
70	Alta temperatura	Sistema de refrigeração	1.0-Reacção dos componentes	1.0Alarme 2.0- Sistema de	Termómetros de fácil	
80	Baixa temperatura		Sem consequências	Monitorização		
90	Alta pressão	1.0-Válvula 2.0-Filtros	Má filtragem do banho			
100	Baixa pressão	1.0-Válvula 2.0-Bomba	Má lavagem	Monitorização		
110	Contaminação		Sem consequências			
120	Ruptura	1.0--Alta pressão	Derrame	Procedimen to de	1.0-Paragem de emergência	
130	Agitação	1.0-Bomba 2.0-Filtro	Deterioração do banho	Monitorização		
140	Reacção	1.0-Células 2.0-Ultra	Não adere o banho ás peças			
150	Tempo		Sem consequências			
160	Velocidade		Sem consequências			
180	Especial		-----			

HAZOP- Folha de estudo						
HAZOP:		<i>Descrição: Limpar a superfície da peça de sujidade</i>				
<i>Sector: Lavagem após pintura</i>						
<i>Data: 2005</i>						
<i>Responsável: A.Rego</i>						
<i>Participantes:</i>						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	<i>Fluxo alto</i>	<i>Válvula</i>	<i>Baixo poder de limpeza</i>	<i>Monitorização</i>	<i>Verificar valores</i>	
20	<i>Fluxo baixo</i>	<i>Válvula</i>	<i>Baixo poder de limpeza</i>	<i>Monitorização</i>		
30	<i>Fluxo inverso</i>		<i>Sem consequências</i>			
40	<i>Fluxo</i>		<i>Normal</i>			
50	<i>Ausência de fluxo</i>	<i>1.0-Ruptura 2.0-Válvula</i>	<i>Ausência de lavagem</i>	<i>1.0-Sistema de alarme</i>		
60	<i>Nível elevado</i>	<i>Indicador de nível</i>	<i>1.0-Derrame 2.0- Consequências</i>	<i>Monitorização</i>		
70	<i>Alta temperatura</i>		<i>Sem consequências</i>			
80	<i>Baixa temperatura</i>		<i>Sem consequências</i>			
90	<i>Alta pressão</i>	<i>1.0-Válvula</i>				
100	<i>Baixa pressão</i>	<i>1.0-Válvula 2.0-Bomba</i>	<i>Má lavagem</i>	<i>Monitorização</i>		
110	<i>Contaminação</i>		<i>Sem consequências</i>			
120	<i>Ruptura</i>	<i>1.0--Alta pressão</i>	<i>Má lavagem</i>	<i>Procedimento de</i>	<i>1.0-Paragem de emergência</i>	
130	<i>Agitação</i>		<i>Sem consequências</i>			
140	<i>Reacção</i>		<i>Sem consequências</i>			
150	<i>Tempo</i>		<i>Sem consequências</i>			
160	<i>Velocidade</i>		<i>Sem consequências</i>			
180	<i>Especial</i>		-----			

HAZOP- Folha de estudo						
<i>HAZOP:</i>		<i>Descrição: secagem da superfície da</i>				
<i>Sector: Túnel de secagem</i>		<i>peça</i>				
<i>Data:2005</i>						
<i>Responsável: A.Rego</i>						
<i>Participantes:</i>						
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMEND AÇÕES	ACIDENTES
10	<i>Fluxo alto</i>		<i>Sem consequências</i>			
20	<i>Fluxo baixo</i>		<i>Baixa agitação</i>	<i>Monitorização</i>		
30	<i>Fluxo inverso</i>		<i>Sem consequências</i>			
40	<i>Fluxo</i>		<i>Normal</i>			
50	<i>Ausência de fluxo</i>		<i>Sem consequências</i>			
60	<i>Nível elevado</i>		<i>Sem consequências</i>			
70	<i>Alta temperatura</i>	<i>1.0-Controlador</i>	<i>Sobre cozedura</i>	<i>1.0Alarme</i>	<i>Termómetros de fácil</i>	<i>Validar com termómetro de</i>
80	<i>Baixa temperatura</i>	<i>1.0-Queimadores</i>	<i>Má cozedura</i>	<i>Monitorização</i>		
90	<i>Alta pressão</i>		<i>Sem consequências</i>			
100	<i>Baixa pressão</i>		<i>Sem consequências</i>			
110	<i>Contaminação</i>		<i>Sem consequências</i>			
120	<i>Ruptura</i>		<i>Sem consequências</i>			
130	<i>Agitação</i>	<i>1.0-Bomba</i>		<i>Monitorização</i>		
140	<i>Reacção</i>	<i>1.0-Temperatura</i>	<i>Peças defeituosas</i>			
150	<i>Tempo</i>	<i>Velocidade</i>	<i>1.0-Dureza da superfície</i>	<i>1.0-Especificação</i>		
160	<i>Velocidade</i>	<i>1.0-Variador 2.0-Redutor</i>	<i>Qualidade do produto</i>			
180	<i>Especial</i>		-----			

HAZOP – Folha de estudo						
<i>HAZOP:</i> <i>Sector: Transportador</i> <i>Data: 2005</i> <i>Responsável: A.Rego</i> <i>Participantes:</i>			<i>Descrição: Transporte das peças</i>			
HAZOP Item	DESVIO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	PROTECÇÕES	RECOMENDAÇÕES	ACIDENTES
10	<i>Fluxo alto</i>		<i>Sem consequências</i>			
20	<i>Fluxo baixo</i>		<i>Sem consequências</i>			
30	<i>Fluxo inverso</i>		<i>Sem consequências</i>			
40	<i>Fluxo</i>		<i>Sem consequências</i>			
50	<i>Ausência de fluxo</i>		<i>Sem consequências</i>			
60	<i>Nível elevado</i>		<i>Sem consequências</i>			
70	<i>Alta temperatura</i>		<i>Sem consequências</i>			
80	<i>Baixa temperatura</i>		<i>Sem consequências</i>			
90	<i>Alta pressão</i>		<i>Sem consequências</i>			
100	<i>Baixa pressão</i>		<i>Sem consequências</i>			
110	<i>Contaminação</i>		<i>Sem consequências</i>			
120	<i>Ruptura</i>	<i>1.0-Elo 2.0-Suporte</i>	<i>Imobilização da cadeia</i>			
130	<i>Agitação</i>		<i>Sem consequências</i>			
140	<i>Reacção</i>		<i>Sem consequências</i>			
150	<i>Tempo</i>		<i>Sem consequências</i>			
160	<i>Velocidade</i>	<i>1.0-Variador 2.0-Redutor</i>	<i>Esforço superior ao normal</i>	<i>Sensores de afastamento</i>	<i>de</i> <i>Teste periódico dos sensores</i>	
180	<i>Especial</i>		-----			

Listagem dos passos típicos para o desempenho do bom funcionamento.

3.3.11- Realização da análise de PARETO

Aplicação da análise de Pareto ao subsistema de risco Critico da Pintura e os componentes críticos são:

Tabela 21 – Componentes e modo de falha critico da unidade de Pintura

Secção	Sistema	Subsistema	Componente	N.º Avarias	Avarias acumuladas	% Avarias acumuladas	
PINTURA	Lavagem	Bomba	<i>Indutor</i>				
			<i>Empanque</i>				
			<i>Rolamento</i>				
			<i>Turbina</i>				
			Conduta	<i>Uniões</i>			
				<i>Aspersores</i>			
				<i>Válvulas</i>			
				<i>Manómetros</i>			
			Queimadores	<i>Motor</i>			
				<i>Comando electrónico</i>			
			Tinas	<i>Uniões</i>			
				<i>Indicadores de nível</i>			
				<i>Válvulas</i>			
				<i>Sondas</i>			
		Quadro eléctrico	<i>Contactores</i>				

Secção	Sistema	Subsistema	Componente	N.º Avarias	Avarias acumuladas	% Avarias acumuladas
PINTURA			<i>Diferencial</i>			
			<i>Fusíveis</i>			
			<i>Sinalizadores</i>			
			<i>Contactos</i>			
	Pintura	Bomba principal	<i>Indutor</i>			
			<i>Rolamento</i>			
			<i>Turbina</i>			
			<i>Células</i>			
		Rectificado	<i>Diodos</i>			
			<i>Fusíveis</i>			

	Lavagem após	Bomba	<i>Indutor</i>			
			<i>Empanque</i>			
			<i>Rolamento</i>			
			<i>Turbina</i>			
	Transportador	Motor	<i>Indutor</i>			
			<i>Rolamento</i>			
		Redutor	<i>Vedantes</i>			
			<i>Correia</i>			
			<i>Apoios</i>			
			<i>Molas</i>			
			<i>Sensores</i>			
		Corrente	<i>Rolamentos</i>			

Secção	Sistema	Subsistema	Componente	N.º Avarias	Avarias acumuladas	% Avarias acumuladas
PINTURA	Lavagem	Bomba	<i>Indutor</i>			
			<i>Empanque</i>			
			<i>Rolamento</i>			
			<i>Turbina</i>			

FMEA

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :		Quality	Commercial													
BOMBA PINTURA																			
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production														
Produção	26-02-05																		
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN			
PINTURA / DE SISTEMAS LAVAGEM	10- FUGA DE ÁGUA	EMPANQUE	3		FILTRO CULMATADO	3	VISUAL/RUÍDO ANORMAL	3	27	LIMPEZA	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27			
					SAI ÁGUA PELA TURBINA	3	VISUAL	2	18	SUBSTITUIÇÃO			3	3	2	18			
					ENTRADFA DE AR	2	DESAPERTO	4	24				3	2	4	24			
	20- FALTA DE PRESSÃO	TURBINA PARTIDA	3		PARTICULAS	3	VISUAL	2	18					3	3	2	18		
					FALTA DE NÍVEL	3	A	INDICADOR DE NÍVEL	4	VISUAL		4	36			3	4	4	48
					RUPTURA	3		VISUAL	4	36				3	3	4	36		
		DIFERENCIAL DESLIGADO	3	A	SOBRE TENSÃO	3			5	45					3	3	5	45	

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Referen ce	Modifica tion	APPROVAL :	Quality	Commercial
BOMBA					
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production
Produção	26-02-05				

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
PINTURA SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO/ET AR/ZINCAGEM/EQU IPAMENTOS	30-NÃO TRABALHA	TERMICO NÃO ACTUA	3	A	QUEIMADO	5	NÃO LIGA DEPOIS DE ACTUADO	3	45		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	5	3	45
		CONTACTOR COM UMA FASE QUEIMADA	3	A	SOBRE INTENSIDADE DE CORRENTE	5	MEDIR A CONTINUIDADE NAS FASES	2	30			3	5	2	30	
			3		FUGA DE ÁGUA PARA O INDUZIDO	3	EMPANQUE	2	18			3	3	2	18	
		FALTA DE UMA FASE	3	A	FUSIVEL QUEIMADO	2	CURTO CIRCUITO	6	36			3	2	6	36	
			3		CONTACTOR QUEIMADO	3	TERMICO NÃO ACTUOU	6	54			3	3	6	36	
		DIFERENCIAL DESLIGADO	3	A	SOBRE TENSÃO	3	DESIQUILIBRIO DA REDE	6	54			3	3	6	54	
		40-TRABALHA SEM PRESSÃO	NÃO TEM CAUDAL	3	A	TURBINA PARTIDA	2	VISUAL/MA NÓMETRO	3	18			3	2	3	18

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
			3		FILTRO CULMATATD O	3	VISUAL/RUÍDO ANORMAL	2	18				3	3	2	18
	30 - FUGA DE ÁGUA	EMPANQUE GASTO	3	A	SAI ÁGUA PELO ORIFICIO DE PURGA	5	VISUAL/ MAUTENÇÃO DE RONDA	2	30	SUBSTITUIÇÃO			4	1	1	4
		PARTICULAS ENTRE AS PARTES DO EMPANQUE	3	A	SAI ÁGUA PELO ORIFICIO DE PURGA	4	VISUAL/ MAUTENÇÃO DE RONDA	2		LIMPEZA			3	4	2	24
		ENTRADA DE AR	3	A	DESAPERTO	3	RUIDO	2	24				3	3	2	24
	40 - FALTA DE PRESSÃO	TURBINA PARTIDA	3	A	DESGASTE	2	VISUAL	2	12				3	2	2	12
		FALTA DE NIVEL	2	A	INDICADOR DE NIVEL	3	VISUAL	1	6				2	3	1	6

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :	Quality	Commercial											
BOMBA PINTURA																
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production											
Produção	26-02-05															
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
ESTAMPAGEM DE CHAPA	10—PAROU NO PMI	NÃO SOBE NEM DESCE AUTOMÁTICO OU MANUAL	4	A	ELECTROVALVULA DE DISTRIBUIÇÃO Nº8 SEM SINAL	3	ACTUAR MANUALMENTE	3	36		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		4	3	3	36
		ACTUANDO NA EMERGÊNCIA NÃO ACTUA	3		FIM DE CURSO SUPERIOR	4	VERIFICAR SE TEM TENSÃO DE 24 V	2	24			3	4	2	24	
		CONTACTOR DE DESCIDA RÁPIDA ACTUADO	4		A ELECTRVALVULA TEM SEMPRE TENSÃO NA DESCIDA	2	APERTO DOS TERMINAIS	2	16			4	2	2	16	
		CONTACTOR DE DESCIDA RÁPIDA NÃO ACTUADO	4		PRESSOSTATO SEM SINAL	1	VERIFICAR AS LIGAÇÕES	2	8			4	1	2	8	
		CONTACTOR DE DESCIDA LENTA ACTUADO	3		FIM DE CURSO QUEIMADO	3	MULTIMETRO	1	9			3	3	1	9	
		20- NÃO FAZ DESCIDA LENTA	3	A	BOBINE QUEIMADA	3	MEDIR A RESISTÊNCIA	2	18			3	3	2	18	

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
ESTAMPAGEM DE CHAPA					TERMINAL DESLIGADO	3	VISUAL	3	27	LIMPEZA	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27
					FIM DE CURSO SUPERIOR QUEIMADSO	3	MEDIR A CONTINUIDADE	2	18	SUBSTITUIÇÃO			3	3	2	18
					CONDITOR SEM CONTINUIDADE	2	VISUAL	4	24				3	2	4	24
					REFRIGERAÇÃO DEFICIENTE	3	VISUAL	2	18				3	3	2	18
					PERMUTADOR OBSTRUÍDO	4	VISUAL	4	36				3	4	4	48
					BOMBA QUEIMADA	3	VISUAL	4	36				3	3	4	36
					FALTA DE NÍVEL DE ÁGUA	3	VISUAL	4	36				3	3	4	36

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :		Quality	Commercial										
Prensa 05 cont.																
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production											
Produção	26-02-05															
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
ESTAMPAGEM DE CHAPA	30- ALMOFADA NÃO SOBE	FIM DE CURSO QUEIMADO	3	A	ELECTROVALVULA ABERTA	3	MEDIR A CONTINUIDADE	3	27	VERIFICAÇÃO	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27
		CARDAN DA BOMBA GASTO	3		DESGASTE	3	VISUAL	2	18				3	3	2	18
		40- DEMORA MUITO TEMPO A ESTAMPAR A PEÇA	2		SUBIDA LENTA DA VALVULA	2	VISUAL	4	24				3	2	4	24
	50-ALMOFADSA SEM PRESSÃO	VEDANTE DA VALVULA DE ENCHIMENTO RÁPIDO GASTOS	2	A	FADIGA	3	VISUAL	2	18				3	3	2	18
		MOLA DE FECHO DA VALVULA PARTIDA	3		PRESSÃO ELEVADA	4	VISUAL	4	36				3	4	4	48
		PRÉ CARGA DA MOLA DESAJUSTADA	3		DESAPERTO DAS UNIÕES	3	VISUAL	4	36				3	3	4	36
		ENTRADA DE AR NO SISTEMA HIDRÁULICO	3		A	BAIXA PRESSÃO DE SERVIÇO	3	MANÓMETRO NA TOMADA DE PRESSÃO 50 BAR	5				45	3	3	5

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
ESTAMPAGEM DE CHAPA	60-NA SUBIDA BATE NO FIM DO CURSO 70- BOMBA DA ALMOFADA COM RUIDO ANORMAL	BOMBA COM ALHETAS GASTAS	3	A	DESGASTE	3	VISUAL/RUÍDO ANORMAL	3	27	SUBSTITUIÇÃO	DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27
		ELECTROVALVULA ENCRAVADA	3		SFILTRO DANIFICADO	3	VISUAL	2	18	LIMPEZA			3	3	2	18
		FALTA DE OLEO HIDRÁULICO			FUGASR	2	VISUAL	4	24				3	2	4	24
		CILINDRO SEM PRESSÃO	3		DESGASTE DOS VEDANTES	3	VISUAL	2	18				3	3	2	18
		ELECTROVALVULA COM MOLA PARTIDA	3		FADIGA	4	VISUAL	4	36				3	4	4	48
		ENTRADA DE AR NO CIRCUITO HIDRÁULICO	3		DESAPERTO DAS UNIÕES	3	VISUAL	4	36	VERIFICAÇÃO PERIÓDICA			3	3	4	36
		FILTRO OBSTRUIDO	3		RESIDUOS NO RESERVATÓRIOS SOBRE TENSÃO	3	VISUAL	5	45	LIMPEZA			3	3	5	45
	80-BOMBA PRINCIPAL COM RUIDO	NÍVEL DE OLEO	3	A	FUGAS	3	VISUAL/RUÍDO ANORMAL	3	27		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO		3	3	3	27
	90- FUGA DE ÁGUA	ENTRADA DE AR NAS CONDUTAS	3		DESAPERTO DAS UNIÕES	3	VISUAL	2	18	REAPERTO			3	3	2	18
					ENTRADFA DE AR	2	DESAPERTO	4	24				3	2	4	24
							FISSURAS	2	18				3	3	2	18

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :	Quality	Commercial											
ALIMENTADOR																
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production											
Produção	26-02-05															
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN	
CRAVAÇÃO DE NUTS	10 - OS NUTS NÃO ENTRAM	EXCENTRICO DE SINAL MAL REGULADO	4		SINAL ATRASADO	7	SINALIZADOR ACESO	2	56			4	7	2	56	
		20 - ERRO A PEÇA NÃO FOI RETIRADA	SENSOR DA PEÇA SEM ALCANCE	6		DESAPERTO	2	VISUAL	2	24			6	2	2	24
			SENSOR DE PRESENÇA DA PEÇA PARTIDO	3		APROXIMAÇÃO DEMASIADA	2	VISUAL	1	6			3	2	1	6
	30 - OS NUTS NÃO ENTRAM NO PUNCH BLOCK	SENSOR DE PRESENÇA DA PEÇA	5		CONDUTOR CORTADO	2	VISUAL	3	30			5	2	3	30	
			7		DESAPERTADO	1	VISUAL	5	35			7	1	5	35	
		CALHA DE ALIMENTAÇÃO COM REBARBA	6		LIGADORES RÁPIDOS DETEORADOS	2	VISUAL	2	24			4	1	1	4	
		PRESSÃO EXCESSIVA NA MANGUEIRA	5		PUNCH BLOCK RECUADO	4	VISUAL	4	90			5	4	5	90	

Process Flowchart	Potencial Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
CRAVAÇÃO DE NUTS	50- FALTA DE NUT NO CILINDRO PNEUMÁTICO	NÃO ALIMENTA O NUT	3		O TAMBOR NÃO RODA	2	VISUAL	2	12				3	2	2	12
		OCILINDRO PNEUMÁTICO NÃO ABRE	3		MANGUEIRAS DE ALIMENTAÇÃO TROCADAS	2	VISUAL	1	6				3	2	1	6
		SENSOR DE PARAGEM SEM ALCANCE	4		ALIMENTA OS NÃO NUTS	3	VISUAL	2	24				4	3	2	24
		O TAMBOR PARA FORA DA POSIÇÃO	3		DAR SINAL AO SENSOR E AFINAR O ALCANCE	2		3	18				3	2	3	18
		PUNÃO COM MOLAS PARTIDAS	5		NUT EM POSIÇÃO AO ALTO	7	SIGNALIZADOR ACESO VISUAL	7	245				5	7	7	245
		PRESSÃO EXCESSIVA NA MANGUEIRA SUPERIOR	3		FAZ RETORNO DO NUT E PERMITE A ENTRADA NUT PARA OCILINDRO	3	VISUAL	3	27				3	3	3	27
		SINAL DO PMS DA PRENSA FORA DE POSIÇÃO	5		RODAR A CAME NO SENTIDO DE ATARSAR	2	VISUAL	3	30				5	2	3	30
		SINAL DO FIM DE CURSO														

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :	Quality	Commercial
SOLDADURA	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production
Customer	26-02-05				
Produção					

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SOLDADURA	10 - PASSAGEM DE CORRENTE ENTRE O GABARIT E PEÇA	ARCO ENTRE A PARTE INFERIOR DA PEÇA E O GABARIT	5		ISLOMANENT O ENTRE A MESA DA MÁQUINA E O GABRIT / COM PASSAGEM	7	VISUAL	3	105	VERIFICAÇÃO PERIÓDICA DO ISOLAMENTO	MANUT		5	7	3	105
	20 - SOLDADURA SEM RESISTÊNCIA	FALTA DE PENETRAÇÃO	3		ESTADO SUPERFICIAL COM IMPUREZAS	3	EXPLUSÃO DE SOLDADURA BAIXA	3	27	VERIFICAÇÃO DO ESTADO SUPERFICIAL DA PEÇA	OP		3	3	3	27
		SALTA APÓS O TESTE DE IMPACTO			PRESSÃO DE CONTACTO ELEVADA	2	PROFUNDIDADE DE PENETRAÇÃO ELEVADA	4	24	VISUAL			3	2	4	24
	30 - REVESTIMENTO DO PERNO QUEIMADO	PERNO QUEIMADO	4		PINÇA DESAPERTADA	2	VISUAL	2	16	APERTO CALIBRADO			4	2	2	16
					PRESSÃO DO AR DE ALIMENTAÇÃO BAIXA	2	REGULR A PRESSÃO PARA A PRESSÃO DE FUNCIONAMENTO	2						4	2	2

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SOLDADURA	30 - REVESTIMENTO DO PERNO QUEIMADO	PERNO QUEIMADO	4		PRESSOSTAT O	2	REGULAÇÃO DE PRESSÃO MUITO ELEVADA	2	16				4	2	2	16
			4		FALTA DE SINAL ELÉCTRICO	3	CONDUTOR INTERRUPTOR	2	24				4	3	2	24
			4		PROTECÇÕES ACTUADAS	2	MÁQUINA DESLIGA	2	16				4	2	2	16
						2	FUSÍVEL QUEIMADO	2	16				4	2	2	16
						2	DIFERENCIAL DESLIGADO	2	16				4	2	2	16
		EXCESSO DE PROJECCÕES	5		EMBOLO POLARIZADO E NA SUBIDA INVERTE O PERNO	3	MAGNETIZADO	3	45	DESMAGNETIZAR NA MÁQUINA E LIMPAR TODAS AS SIUPERFICIES DO CILINDRO			5	3	3	45

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Designation	Reference	Modification	APPROVAL :		Quality	Commercial									
PRENSA 05															
Customer	Original Date of FMEA	Revision	Technical	Logistic	Production										
	26-02-05														
Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA HIDRÁULICO	10 -INICIA O CICLO E PARA ANTES DO PMI	DESLIGAR O MOTOR PRINCIPAL	3		REGULAÇÃO ERRADA DA MESA	4	MANÓMETRO DE PRESSÃO DO OLEO COM LEITURA < 240 BAR	3		VERIFICAR O CURSO DA FERRAMENTA ANTES DE INICIAR O CICLO		3	4		36
		ACENDE O SINALIZADOR FALTA DE PRESSÃO	3		PRESSÃO DOS EQUILIBRADORES MAL REGULADA	4	VER PRESSÃO RELATIVA AO PESO DA FERRAMENTA	3	36	AJUSTAR A PRESSÃO		3	4	3	36

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA HIDRÁULICO	20- FALTA DE PRESSÃO DE OLEO	A MESA (MÁQUINA) PARA ANTES DO PMI	4		NÍVEL DE OLEO BAIXO	5	VERIFICAÇÃO DO NÍVEL NO INDICADOR	2	40	MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL- DIÁRIA			4	5	2	40
			4		PRESSÃO DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA HIDROPNEUMÁTIC A BAIXA	5	VER MANÓMETRO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO >4,65 BAR	2	40				4	5	2	40
			4		A BOMBA NÃO DA PRESSÃO SUFICIENTE PARA O SISTEMA FUNCIONAR	2	MANÓMETRO DE PRESSÃO DE OLEO, NÃO PARA DE FUNCIONAR	2	16	VERIFICAÇÃO DA BOMBA, SUBSTITUIÇÃO DO KIT DE REPARAÇÃO, FUGAS NAS CONDUTAS			4	2	2	16
			4		FUGAS NAS CONDUTAS	3		2	24				4	3	2	24
			4		VALVULA DE SOBRECARGA ABERTA	1	A BOMBA NÃO PARA DE FUNCIONAR, NÃO ATINGE A PRESSÃO DE SERVIÇO	3	12				4	1	3	12

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA ELÉCTRICO	30- ACCIONANDO AS BETONEIRAS DO COMANDO BIMANUAL O CICLO NÃO SE INICIA	NÃO INICIA O CICLO	4		ELÉCTRICO	4	INTRUSÃO NA ZONA DE TRABALHO	2	32				4	4	2	32
			4		PRESSÃO DO HIDRÁULICO <240 BAR	2		1	8				4	2	1	8
			4		PRESSÃO DE FUNCIONAM-ENTO DA BOMBA	6	REGULADOR DE ALIMENTAÇÃO DA BOMBA	1	24				4	6	1	24
			4		BOBINE DA ELECTROVALVULA QUEIMADA	1		1	4				4	1	1	4
			4		CONTACTOS DAS BETONEIRAS GASTOS	2		1	8				4	2	1	8
			4		FIOS SEM CONTINUIDADE	1		1	4				4	1	1	4

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA ELÉCTRICO	40-NO FIM DO CICLO PARA FORA DO PMS	SENSOR DE PMS SEM SINAL	6		SENSOR DE PMS DESAPERTADO	1	APERTO DAS PORCAS DE FIXAÇÃO	1	6				6	1	1	6
			6		VERIFICAR SE TEM ALCANCE	2	COLOCAR UMA PEÇA METÁLICA JUNTO À CABEÇA	1	12				6	2	1	12
						2	LIGAÇÃO DO SENSOR	1	12				6	2	1	12
	50 - MOTOR NÃO LIGA	VARIADOR COM PLACA QUEIMADA	7		NAO TEM SINAL NA CONSOLA E TEM SINALÁ ENTRADA	2	VISUAL	3	42				7	2	2	28
		FUSÍVEIS DE 100 A QUEIMADOS	4		FALTA DE CORRENTE	2	VERIFICAR COM O MULTIMETRO	2	16				4	2	2	16
		BOMBA HIDROPNEUMÁTICA DESLIGADA	3		SISTEMA HIDRÁULICO	2	VISUAL	2	12				3	2	2	12
		PRESSÃO DO OLEO INSUFICIENTE,BAIXA	4		SISTEMA HIDRÁULICO	2	Visual	2	16				4	2	2	16
		DIFERENCIAL DESLIGADO	4		SOBRETENÇÃO	3	Visual	2	24				4	3	2	24

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA ELÉCTRICO	60 - ALARME 11	O MOTOR DESLIGA	4		SOBRE TENSÃO Á ENTRADA DO VARIADOR > 400V	3	MEDIR A TENSÃO Á ENTRADA DO VARIADOR	3	36	ATRSAR O TRANSFORMADOR UM PONTO			4	3	3	24
								3		TEMP+O DE DESACELERAÇÃO < 100,0S- FUNÇÃO 22 ENABLE			4	3	3	24
								3		REDUZIR O GANHO DO VARIADOR			4	3	3	24
	70 - ALARME 10	O MOTOR DESLIGA	3		SOBRE CARGA DE CORRENTE	2	CONSOLA DO VARIADOR	2	12				3	2	2	12
	80-O MOTOR TRABALHA MAS NÃO INICIA O CICLO	O FREIO NÃO ABRE	4		BOBINE DA ELECTRV ALVULA DO FREIO QUEIMADA	2	ACCIONAR O COMANDO BIMANUAL E VERIFICAR SE ESTAS TRABALHAM	2	16				4	2	2	16

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potential Cause (s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA PNEUMÁTICO	90 - A BOMBA HIDRÁULICA NÃO ATINGE A PRESSÃO DE FUNCIONAMENTO	A PRESSÃO DA BOMBA DE ALIMENTAÇÃO É INFERIOR A 4,65 BAR	3		REGULAÇÃO DO REGULADOR DO AR	6	VERIFICAÇÃO DO MANÔMETRO	2	36				3	6	2	36
		PERDAS NA BOMBA	3		NÃO ATINGE A PRESSÃO	3	VISUAL/PRESSÃO	3	27				3	3	3	27
		PASSADOR DA ALMOFADA COM FUGA	3		DESGASTE	1	MANÔMETRO	2	6				3	1	2	6
		FUGA NO SISTEMA HIDRÁULICO	6		DESAPERTO	2	VISUAL	2	24				6	2	2	24

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA PNEUMÁTICO	100 - FALTA DE PRESSÃO	O MOTOR PRINCIPAL DESLIGA EM TRABALHO	3		SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO SEM SINAL DE PRESSÃO DA BOMBA	2	SINALIZADOR ACESO	3	18				3	2	3	18
		O MOTOR PRINCIPAL NÃO LIGA	4		AVARIA NO PRESSOSTATO	1	MEDIR O CIRCUITO ELÉCTRICO	3	12				4	1	3	12
			4		LLIGAÇÕES ELÉCTRICAS	1		2	8				4	1	2	8
			4		BOMBA DE LUBRIFICAÇÃO NÃO LIGA	1	SISTEMA ELÉCTRICO	3	12				4	1	3	12
SISTEMA DE SEGURANÇA	110 - QUANDO TRABALHA EM CONTINUO APÓS ALGUNS CICLOS PARA	CELULA COM VIBRAÇÃO	6		DESAPERTO	2	VISUAL	1	12				6	2	1	12
		DESALINHAMENTO	3		FICHA COM VIBRAÇÃO	3	VISUAL	1	9				3	3	1	9
			3		APOIOS DA CELULA	2	VISUAL	1	6				3	2	1	6
		ESPELHO SUJO	3		VIBRAÇÃO	2	VISUAL	3	18				3	2	3	18

Process Flowchart	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	CLASS	Potencial Cause(s) of Failure	Occ	Detection Method	Det	RPN	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date	Action s Taken	Sev	Occ	Det	RPN
SISTEMA DE SGURANÇA		DESENROLADOR COM AVANÇO ATRASADO	4		ATRASSO NO FECHO DA EMBRAIAGEM	2	PRATO DA EMBRAIAGEM PRESO	1	8				4	2	1	8
			4		MAL REGULADO O VARIADOR MDE TENSÃO	1	MEDIR A TENSÃO DE FECHO(max 90V)	3	12				4	1	3	12
			4		EMBRTAIAGEM COM AVARIA	2	LLIGAR EM MANUAL E FECHAR O PRATO COM UMA ALAVANCA	4	32				4	2	4	32
			4		FIM DE CURSO SEM SINAL	1	MEDIR/VERIFICAR AS LIGAÇÕES	5	20				4	1	5	20
			4		FÚSIVEIS QUEIMADOS	2	MEDIR A RESISTÊNCIA	1	8				4	2	1	8
	120 - ALARME 30	ALIMENTADOR SEM SINAL DE BANDA "End of strip"	4		CONTACTOR NÃO LIGA	1	VERIFICAÇÃO DA BOBINE	6	24				4	1	6	24



Augusto Lago

FIM