

**Gestão da Manutenção de uma unidade de estampagem de
componentes para a indústria automóvel na
Inapal Metal S.A., empresa cliente da Iberogestão Lda**

Gilberto Martins Scheibe

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Engenheiro Paulo Osswald

Orientador na Iberogestão: Engenheiro Alfredo Azevedo



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

26-07-2011

Ao Manel

Resumo

No quadro complexo e competitivo actualmente vivido pelas empresas industriais ligadas ao sector automóvel, a Gestão da Manutenção tem-se revelado como um factor essencial na busca da competitividade e excelência. Para tal, a inovação e a melhoria contínua têm que fazer obrigatoriamente parte do dia-a-dia destas organizações, inclusivamente no departamento de Manutenção. Com a globalização da economia, a crescente concorrência e a preocupação em reduzir custos, este é o único modo das empresas conseguirem sobreviver neste mercado, melhorando a sua qualidade e produtividade.

Este projecto incide no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a Gestão da Manutenção de equipamentos que permita o tratamento de dados relativos às intervenções de carácter curativo e auxilie a gestão e registo das actividades preventivas. Podendo, no futuro, evoluir para a análise de parâmetros fornecidos por meios de controlo utilizados em Manutenção Preditiva, permitindo assim visualizar uma tendência do comportamento dos equipamentos e prever as falhas.

Após a análise do processo e do seu estado actual, foi decidido pela administração actuar no sentido de melhorar a disponibilidade dos equipamentos. Este objectivo só é possível agindo de forma preventiva, procurando diminuir o número de avarias que originam paragens não planeadas e as suas consequentes perdas para a organização.

Em paralelo à criação da aplicação, foram recolhidos dados, analisados indicadores, elaborados planos de Manutenção Preventiva e efectuadas diversas acções de melhoria para a secção.

Em relação às alterações implementadas destaca-se a criação do novo registo de intervenção de manutenção que se encontra implementado em todas secções da fábrica. Este novo registo possibilita a recolha e tratamento de dados relacionados com as avarias, permitindo assim a adaptação do plano de acções de Manutenção Preventiva.

Apesar do sistema se encontrar implementado, os resultados ainda não podem ser quantificados, as mais-valias decorrentes deste projecto demoram tempo até se reflectirem na eficiência da organização. É estimado que dentro de seis meses os registos sejam suficientes para permitir definir intervalos de Manutenção Preventiva com alguma confiança.

Maintenance Management of stamping unit that produces components for the automobile industry

Abstract

In the competitive and complex scenario lived nowadays by the industrial corporations connected to the automobile sector, maintenance management has revealed itself as an essential factor in the search for competitiveness and excellency. Innovation and continuous improvement are key words and have to be an integrated part of the day-to-day basis of these corporations, including the maintenance management department. With the economy becoming each day more and more global, the competition is more ferocious than ever and, along with the concern in reducing costs, this becomes one of the phew ways that these enterprises have to survive in this sector, by improving their quality and productivity.

This project focuses on the development of a system that supports the maintenance management of equipment, allowing the data acquisition and handling relative to the so called “healing interventions” and also assists the management of the preventive activities. However, in the future, it can evolve to be used also to analyze the parameters supplied by control tactics used in predictive maintenance, allowing the perception off trends in equipment behavior and predict failures.

After the acquaintance of the processes involved and the adaptation to the industrial world, it was decided by the board of administrators to take actions in the sense of improving the availability of the equipment. This goal was only possible acting in a preventive way, focusing on reducing the number of malfunctions that originate non-planned stops and their consequent losses to the organization.

Parallel to the creation of this application, data was acquired, indicators were analyzed, plans of preventive maintenance were elaborated and various small actions of improvement to the section were implemented.

Focusing on the implemented improvements, the creation of a new maintenance intervention record, which is now implemented in all factory sections, has to stand out. This new record allows the acquisition and handling of data relative to the malfunctions, thus contributing greatly to the adaptation of the preventive maintenance action plan.

Regarding the results of the implemented changes in the preventive maintenance, these cannot be yet quantified, since the gains of implementing this project takes it time until it can be reflected in the organization efficiency. It is estimated that within 6 months the records are enough to allow the definition of a preventive maintenance range with some confidence.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, por todo empenho, incentivo e paciência que tiveram ao longo de toda a minha formação.

Agradeço aos meus orientadores, ao Eng. Afredo Azevedo pela oportunidade concedida, pelo apoio e orientação e ao Eng. Paulo Osswald pela ajuda, dedicação e apoio demonstrado ao longo de todo este trabalho.

Agradeço também, particularmente, a todos os colaboradores dos diversos departamentos da Inapal Metal SA, em especial ao Eng. João Meireles, Eng. Rui Peixoto e ao Augusto Gil, pelo apoio, disponibilidade, esclarecimentos e força transmitida ao longo destes meses, sem a qual a realização deste trabalho não teria sido possível.

Ao Prof. Carlos Bragança do departamento de Engenharia e Gestão Industrial, pela ajuda e boa vontade demonstrada ao longo das intermináveis dúvidas que me esclareceu.

A todos: Obrigado.

Índice de Conteúdos

| | | |
|------|---|----|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Apresentação das empresas envolvidas..... | 1 |
| 1.2 | Contextualização do Projecto..... | 2 |
| 1.3 | O Projecto | 3 |
| 1.4 | Desenvolvimento do Projecto..... | 3 |
| 1.5 | Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório | 4 |
| 2 | Estado da Arte..... | 5 |
| 2.1 | Manutenção | 5 |
| 2.2 | Política de Manutenção..... | 7 |
| 2.3 | Interface Produção/Manutenção | 8 |
| 2.4 | Gestão da Manutenção | 8 |
| 2.5 | Gestão dos recursos e organização..... | 9 |
| 2.6 | TPM – Total Productive Maintenance | 10 |
| 2.7 | Ferramentas de melhoria contínua | 12 |
| 2.8 | OEE – Overall Equipment Efficiency | 14 |
| 2.9 | Lean | 15 |
| 2.10 | Manutenção Lean | 15 |
| 2.11 | F.M.E.A. | 17 |
| 2.12 | 8D | 18 |
| 2.13 | Norma ISO/TS 16949-2009..... | 19 |
| 3 | Apresentação pormenorizada do problema em questão | 20 |
| 3.1 | OEE – Análise IM..... | 20 |
| 3.2 | A secção de estampagem..... | 22 |
| 3.3 | A disponibilidade | 23 |
| 3.4 | Análise de dados..... | 25 |
| 3.5 | Análise alternativa..... | 27 |
| 3.6 | Política de manutenção da secção de estampagem..... | 29 |
| 3.7 | Monitorização da secção de Manutenção de Equipamentos | 31 |
| 4 | Apresentação das medidas estudadas e implementadas | 33 |
| 4.1 | Requisição de trabalho de Manutenção..... | 34 |
| 4.2 | Novo registo de intervenção de manutenção | 35 |
| 4.3 | Manutenção Preventiva – Definições e planeamento das acções | 39 |
| 4.4 | Funcionamento na Interface Manutenção / Produção..... | 40 |
| 4.5 | Base de dados | 40 |
| 5 | Apresentação do protótipo desenvolvido | 42 |
| 5.1 | Análise e tratamento de dados..... | 47 |
| 5.2 | “Registo de Intervenção de Manutenção” – O futuro | 48 |
| 5.3 | Outros projectos de modificação e melhoria | 48 |
| 6 | Conclusões e perspectivas de trabalho futuro | 51 |
| 6.1 | Situação do Projecto | 51 |
| 6.2 | Trabalhos futuros | 51 |
| | Referências | 53 |

| | |
|---|----|
| ANEXO A: Apresentação Iberogestão – Lda. | 55 |
| ANEXO B: Apresentação Inapal Metal S.A. | 56 |
| ANEXO C: Norma ISO TS 16949 - 2009 | 58 |
| ANEXO D: Tarefas de Manutenção Preventiva – Prensas Mecânicas | 60 |
| ANEXO E: Ficha de Componentes Sobressalentes – Exemplo | 61 |
| ANEXO F: Gráfico de seguimento da execução de Manutenção Preventiva na secção de Estampagem | 62 |
| ANEXO G: Instruções de Manutenção Preventiva – Exemplo | 63 |
| ANEXO H: <i>Check list</i> da Manutenção de 1º Nível | 64 |
| ANEXO I: Informação disponível através do “Seguimento de Produção” | 65 |
| ANEXO J: Layout completo da Secção de Estampagem | 66 |
| ANEXO K: Formulário de Intervenção Curativa - Preenchido | 67 |
| ANEXO L: Análise/Consulta de Intervenção Curativa – Exemplo 1 | 68 |
| ANEXO M: Análise/Consulta de Intervenção Curativa – Exemplo 2 | 69 |
| ANEXO N: Interface de Consulta do Plano Manutenção Preventiva..... | 70 |
| ANEXO O: Consulta do Plano de Manutenção Preventiva – PM 1200 | 71 |
| ANEXO P: Interface de Gestão das Acções de Manutenção Preventiva | 72 |
| ANEXO Q: Novo Registo de Intervenção de Manutenção | 73 |

Siglas

BD: Base de Dados

CHT: Centésimo Hora Tempo

EAQF: *Evaluation Aptitude Qualit Fournisseur*

FMEA: *Failure Mode and Effects Analysis*

GM: *General Motors*

IATF: *International Automotive Task Force*

IBG: Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica, Lda.

IM: Inapal Metal S.A.

ISO: *International Organization for Standardization*

ISO/TS: *ISO Technical Specification*

JIPM: *Japan Institute of Plant Maintenance*

JIT: *Just In Time*

KPI: *Key Performance Indicator*

OEE: *Overall Equipment Effectiveness*

PDCA: *Plan, Do, Check, Act*

PM: Prensa Mecânica

QS: *Quality Standard*

SMED: *Single Minute Exchange of Die*

SGQ: Sistema de Gestão da Qualidade

TPM: *Total Productive Maintenance*

TPS: *Toyota Production System*

VDA: *Verband der Automobilindustrie*

VSQ: *Valutazione Sistemi Qualità*

VW: Volkswagen

8D: 8 Disciplinas

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Organigrama Inapal Metal, S.A. | 2 |
| Figura 2 - Tipos de Manutenção | 5 |
| Figura 3 - Selecção da Política de Manutenção dos Equipamentos (Pinto, 2002) | 7 |
| Figura 4 - Componentes da Interface Produção/Manutenção (Pinto, 2002) | 8 |
| Figura 5 - As componentes da Manutenção [Pinto, 2002] | 9 |
| Figura 6 - Organização do trabalho de Manutenção (Pinto, 2002) | 9 |
| Figura 7 - Os 8 pilares do TPM (Almada-Lobo, 2010) | 11 |
| Figura 8 - Exemplo de um diagrama causa-efeito (Azevedo <i>et al</i> , 2003) | 13 |
| Figura 9 - Etapas PDCA (Azevedo <i>et al</i> , 2003) | 13 |
| Figura 10 - Esquema OEE (Almada-Lobo, 2010) | 14 |
| Figura 11 - <i>Lean Manufacturing</i> | 16 |
| Figura 12 - OEE segundo a teoria apresentada..... | 21 |
| Figura 13 - OEE de acordo com a IM | 21 |
| Figura 14 - Esquema de funcionamento de uma prensa mecânica..... | 22 |
| Figura 15 - Esquema de uma prensa mecânica com sistema de alimentação e transfer automático | 22 |
| Figura 16 - Exemplos de ferramentas de estampagem | 23 |
| Figura 17 - Layout da secção de estampagem..... | 23 |
| Figura 18 - Exemplo do Indicador de Seguimento de Estampagem | 24 |
| Figura 19 – Seguimento de Produção acumulado 2011 | 25 |
| Figura 20 - Comparação entre as paragens não planeadas totais face as avarias de equipamentos e sistemas de alimentação..... | 25 |
| Figura 21 - Proporção actual entre o tempo total de funcionamento do equipamento e o tempo de avaria..... | 26 |
| Figura 22 - Proporção do acumulado mensal entre o tempo disponível do equipamento e o tempo de avaria..... | 26 |
| Figura 23 - PM1200 Rácio Tipo de avaria e Total de avarias | 27 |
| Figura 24 - OEE..... | 27 |
| Figura 25 - OEE relativo ao mês de Fevereiro | 28 |
| Figura 26 - OEE's Críticos..... | 28 |
| Figura 27 - Disponibilidade mensal | 28 |
| Figura 28 - Plano de Manutenção Preventiva - Prensas | 30 |
| Figura 29 - Quadro de monitorização e Acompanhamento – Manutenção Equipamentos | 31 |

| | |
|---|----|
| Figura 30 - Quadro resumo da monitorização da manutenção dos equipamentos | 31 |
| Figura 31 - Gráficos dos indicadores de Manutenção ME1, ME2 e ME3, respectivamente ... | 32 |
| Figura 32 - Esquema de funcionamento da BD..... | 33 |
| Figura 33 - Requisição de Trabalho (Antiga)..... | 34 |
| Figura 34 - Cartão de Codificação - Frente | 35 |
| Figura 35 - Cartão de Codificação - Verso..... | 35 |
| Figura 36 - Novo Registo de Intervenção de Manutenção | 36 |
| Figura 37 - Dados iniciais do Registo de Intervenção de Manutenção | 36 |
| Figura 38 - Dados de Entrada do novo Registo de Intervenção de Manutenção..... | 37 |
| Figura 39 - Registo de Intervenção pertencente ao novo Registo de intervenção de Manutenção | 37 |
| Figura 40 - Registo de Materiais do Registo de Intervenção de Manutenção..... | 38 |
| Figura 41 - Tipo de Intervenção do Registo de Intervenção de Manutenção..... | 38 |
| Figura 42 - Exemplos de acções de Manutenção Preventiva criados..... | 39 |
| Figura 43 - Fluxo de funcionamento do registo na BD das intervenções curativas | 41 |
| Figura 44 - Fluxo de funcionamento das acções de Manutenção Preventiva na BD | 41 |
| Figura 45 - Esquema de relações BD - Registo de Intervenção | 42 |
| Figura 46 - Formulário inicial | 43 |
| Figura 47 - Menu "Registo de Intervenção de Manutenção" | 43 |
| Figura 48 - Menu de opção entre a Manutenção Preventiva | 44 |
| Figura 49 - Diagrama de Relações da Manutenção Preventiva de Equipamentos | 44 |
| Figura 50 - Menu Equipamentos da BD | 45 |
| Figura 51 - Menu Registo de Execução de Manutenção Preventiva..... | 45 |
| Figura 52 - Plano de Manutenção Preventiva - Prensas | 46 |
| Figura 53 - Lista de campos da tabela dinâmica | 47 |
| Figura 54 - Exemplo de consulta realizada a BD | 48 |
| Figura 55 - Fotografias tiradas antes da organização dos dossiers..... | 49 |
| Figura 56 - Fotografias tiradas depois da organização dos dossiers..... | 49 |
| Figura 57 - Fotografias da secretaria dos técnicos de Manutenção - Antes | 49 |
| Figura 58 - Fotografias da secretaria dos técnicos de Manutenção - Depois | 49 |
| Figura 59 - Fotografias tiradas durante a revisão e actualização das fichas de 1º Nível..... | 50 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - 5S..... | 12 |
| Tabela 2 - Objectivos da Manutenção <i>Lean</i> | 16 |
| Tabela 3 - Exemplo F.M.E.A. | 18 |
| Tabela 4 - OEE IM | 20 |

1 Introdução

1.1 Apresentação das empresas envolvidas

Este projecto foi realizado na empresa Inapal Metal S.A. enquadrado por uma empresa de consultoria, a Iberogestão.

A Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica LDA, é uma empresa com mais de 20 anos de experiência neste tipo de sector industrial, apresentando soluções técnicas e organizacionais para melhorar a competitividade dessas empresas nas áreas mais expostas ao rigor da avaliação dos grandes fabricantes da indústria automóvel. (IBG, 2011)

A Inapal S.A., foi constituída em 1972 em Leça do Balio e desde então dedica-se à fabricação de componentes metálicos destinados à indústria automóvel. Na década de 80 investiu numa nova tecnologia, fabrico de peças em materiais compósitos (plásticos), investimento que mais tarde deu origem a duas empresas juridicamente independentes, a Inapal Metal S.A. e a Inapal Plásticos S.A.

Face a essa divisão e devido à necessidade de expansão e remodelação dos seus meios de fabrico com o intuito de aumentar a sua capacidade de produção, a Inapal Metal S.A. adquiriu uma nova unidade fabril situada no concelho da Trofa, para a qual se transferiu completamente durante o ano 2000.

A empresa encontra-se certificada segundo as normas ISO 9000:2008, ISO 9001, ISO TS 16949:2002 (norma específica para a industria automóvel) e ISO 14001:2004.

Dispõe de diversos meios técnicos dos quais se destacam as linhas de prensa automáticas com sistema de transfer, linhas de soldadura por resistência, linhas robotizadas Mig e de resistência, linhas de rebitagem e montagem.

Produz cerca de 500 referências, tais como, apoios de suspensão/motor, peças de pequena e media estampagem, conjuntos soldados/chassis e assemblagem de sistemas de fixação para diversos clientes. Entre os principais clientes, destacam-se a GM, a VW, a AutoEuropa e a Faurecia (fornecedor a de 1ª linha de diversas marcas automóvel). Alguns destes componentes são fornecidos em JIT, ou seja, directos para a linha de montagem automóvel, o que implica uma complexa operação logística. Alguns são entregues a outros fornecedores de 1ª linha, onde ainda serão transformados, antes de atingirem o seu destino final.

A estrutura da empresa conta com cerca de 400 trabalhadores (directos e indirectos) e encontra-se organizada em departamentos como se pode ver através do seu organigrama (figura 1).

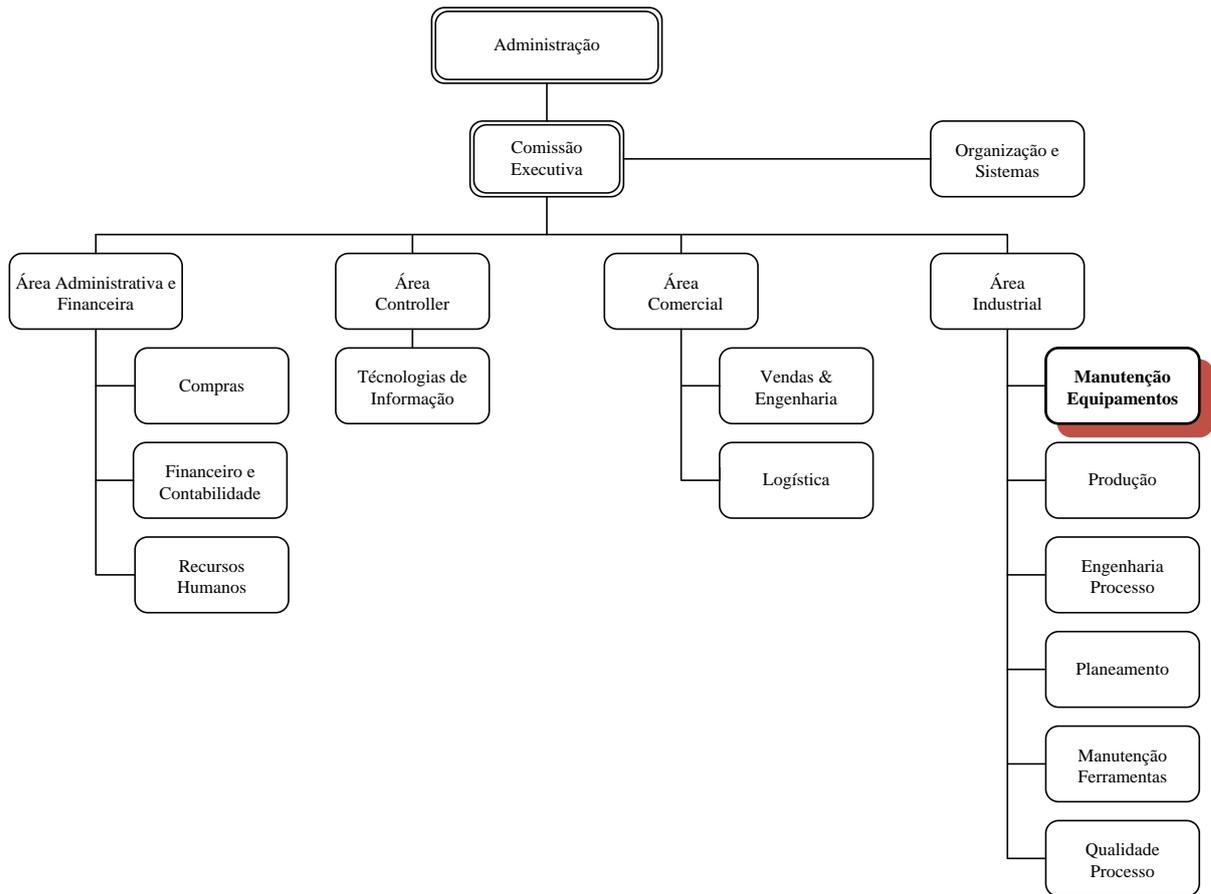


Figura 1 - Organograma Inapal Metal, S.A.

Este trabalho incidiu sobre o departamento de Manutenção que se encontra destacado na figura acima. (Inapal Metal, 2011)

Mais informações relativas as empresas envolvidas podem ser consultadas nos anexos A e B.

1.2 Contextualização do Projecto

A Gestão da Manutenção é um dos factores de maior relevância para a competitividade e sobrevivência das empresas industriais ligadas ao sector automóvel no mundo actual.

Para conseguir responder atempadamente as encomendas a IM, trabalha por turnos, em contínuo, utilizando equipamentos muito caros, de elevada cadência produtiva.

Face a esta realidade, qualquer paragem de produção implica, para além de prejuízos enormes para toda cadeia logística e que se acabam por repercutir na empresa, prejuízos imediatos para a própria empresa, ao não conseguir amortizar o custo dos equipamentos no ritmo previsto. Destes factos surgem a importância de controlar e minimizar as paragens não planeadas e a consequente importância de um sistema de manutenção preventiva e preditiva eficaz.

1.3 O Projecto

Face à realidade actual, descrita anteriormente, o presente projecto possui como objectivo fundamental o desenvolvimento do sistema de Gestão da Manutenção e sua consequente organização e implementação na empresa Inapal Metal S.A., focando-se na manutenção de equipamentos com o intuito de otimizar os seus ciclos de vida com custos mais baixos.

Este sistema irá alterar a organização, funcionamento e filosofia do respectivo departamento, centrando-se nos equipamentos dedicados ao processo de Estampagem.

A Inapal Metal S.A. utiliza como indicador quantitativo de eficiência o OEE (tema abordado no capítulo 3) para as diferentes secções de produção da fábrica. Este indicador é calculado por equipamento, neste caso por prensa. O valor de eficiência global da referida secção anda em torno dos 60/65% (Capítulo 3).

Para uma melhoria do desempenho pode-se intervir de diversas formas, nomeadamente, na disponibilidade, na performance ou na qualidade.

Este projecto incide numa melhoria da disponibilidade (actualmente o factor mais crítico), passando pela diminuição do número de paragens por avarias que originam acções de Manutenção Curativa. Tal só é possível, actuando de forma preventiva. É preciso ter presente que a área de Produção e Manutenção têm por vezes interesses opostos, enquanto a Produção pretende a máxima disponibilidade dos equipamentos, a Manutenção tem como função manter esses equipamentos a funcionar de forma correcta para poderem produzir devendo ter eventualmente que os parar. O sucesso desta melhoria depende em grande parte do bom funcionamento em conjunto destes dois departamentos.

1.4 Desenvolvimento do Projecto

Numa fase inicial, antes da idealização e concepção das alterações a efectuar foi necessário realizar um extenso trabalho de familiarização com o ambiente fabril, o que permitiu compreender a sua organização e modo de funcionamento. Só assim, após a recolha de informações do processo de manutenção, da análise da documentação e reuniões com vários membros do departamento foi possível perceber o fluxo de informações, delinear a estratégia a seguir e seleccionar os pontos susceptíveis de melhoria.

Logo à partida ficou decidida a necessidade da criação de uma aplicação, uma base de dados de suporte à manutenção que fosse fiável, organizada e expedita no apoio à decisão. Era fundamental que permitisse a gestão analítica, estatística e documental dos registos, de forma a auxiliar as tomadas de decisão relativamente ao planeamento de acções de manutenção preventiva, obtendo assim num futuro relativamente próximo ganhos de produtividade que se traduzem em resultados económicos para a organização.

Quanto à idealização, tornou-se óbvio após análise que era crucial a criação de um novo registo de intervenção que abrangesse todo departamento da manutenção, tanto de equipamentos e infra-estruturas como de ferramentas, harmonizando toda a documentação utilizada.

O novo registo criado, “Registo de intervenção de Manutenção”, é acompanhado pela codificação de acções e tarefas efectuadas pelos técnicos de manutenção, evitando assim a ambiguidade de interpretações e registos, facilitando o seu preenchimento e posterior tratamento de dados.

Em paralelo, foi também actualizado o plano de manutenções preventivas e a lista de materiais sobressalentes necessários, com base nos manuais dos equipamentos, conhecimentos técnicos dos operadores e técnicos de manutenção, pretendendo torna-lo o mais prático e eficaz possível.

Todas as possíveis melhorias implementadas não se reflectem num curto espaço de tempo, são alterações em que o resultado é obtido a médio/longo prazo, como tal, não é possível quantificar (comparar indicadores) nesta altura.

1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

O presente relatório encontra-se estruturado por capítulos da seguinte forma:

Capítulo 1 – Apresentação da Empresa e do Projecto desenvolvido (capítulo actual)

Capítulo 2 – Exposição detalhada dos conceitos teóricos fundamentais implícitos ao Projecto

Capítulo 3 – Apresentação pormenorizada do problema em questão

Capítulo 4 – Apresentação das medidas estudadas e implementadas

Capítulo 5 – Apresentação do protótipo desenvolvido

Capítulo 6 – Conclusões e perspectivas futuras

2 Estado da Arte

2.1 Manutenção

Como o parque de equipamentos ou infra-estruturas está sujeito a um processo de deterioração, é necessário um conjunto de acções destinadas a assegurar o seu bom funcionamento. Caso contrário, as funções para as quais foram concebidos não estão asseguradas.

De uma forma geral, a Manutenção pode ser definida como um conjunto de acções, desde que intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, de acordo com as boas práticas, técnicas e exigências legais, de forma a evitar a perda de função ou redução de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, e tudo a um custo global optimizado. (Cabral, 2006a; Cabral, 2009b)

A Manutenção pode ser classificada em:

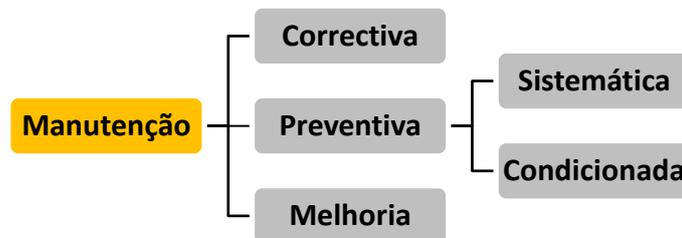


Figura 2 - Tipos de Manutenção

2.1.1 Manutenção Correctiva

Este tipo de manutenção também é designada muitas vezes por Curativa. É executada após a ocorrência de avarias ou mau funcionamento nos equipamentos em serviço sem que haja aviso prévio e cuja oportunidade de intervenção não possa ser planeada. Tem como objectivo restaurar a sua funcionalidade e operacionalidade dentro do menor tempo possível.

Idealmente só deveria ocorrer nos casos em que não se conseguisse prever ou prevenir avarias, nesse caso, é a única opção. Em outros casos, pode ocorrer devido a ineficiência do plano de manutenção em vigor. Então, quando realizada, é oportuno aproveitar a intervenção para inspeccionar e identificar o motivo para se criar uma acção que reduza a sua frequência, ou até mesmo que a elimine.

Como não pode ser planeada, é totalmente indesejável, habitualmente prejudica o plano de produção com a paralisação de equipamentos por tempo indefinido causando prejuízos e despesas extraordinárias. (Cabral, 2006; Pinto, 2002)

2.1.2 Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção é orientada no sentido de evitar a ocorrência de avarias e garantir o correcto e seguro funcionamento dos equipamentos. Baseia-se na previsão permitindo que as medidas necessárias sejam tomadas e planeadas antecipadamente, seja, para evitar avarias, para minimizar os factores contributivos, ou ainda, para no caso de avaria, minimizar as suas consequências. (Cabral, 2006a)

A diminuição das avarias minimiza conseqüentemente os tempos de paragem dos equipamentos e, por outro lado, maximiza a sua disponibilidade para a produção, factor essencial para a eficiência da organização. Tratando-se de actividades planeadas, permite a racionalização dos meios técnicos, diminuindo os custos envolvidos. Subdivide-se em dois tipos, sistemática e condicionada. (Pinto, 2002)

2.1.2.1 Manutenção Preventiva Sistemática

Neste subtipo as intervenções de manutenção são realizadas periodicamente através de intervalos de tempo constantes e predeterminados, em função das horas de funcionamento ou das unidades produzidas. Nessa altura, realiza-se a intervenção planeada, seja, substituindo ou recondicionando os componentes, independente do seu estado. Incluem-se neste tipo, as revisões sistemáticas, as rotinas de inspecção, as rotinas de lubrificação e confirmações metrológicas.

Pode ser aplicada de duas formas:

- Visitas ou inspecções sistemáticas constituídas por verificações periódicas a pontos críticos do equipamento originando intervenções quando a inspecção o revele necessário.
- Revisões gerais constituídas por trabalhos de manutenção programados efectuados periodicamente com paragem geral das instalações.

2.1.2.2 Manutenção Preventiva Condicionada ou Preditiva

Consiste numa nova abordagem à manutenção preventiva em que as decisões de intervenção realizam-se em intervalos de tempo variáveis face às informações provenientes de técnicas de monitorização e controlo, periódicas ou em contínuo, do estado real dos equipamentos (Análise de vibrações, termografia, inspecção visual, análise dos lubrificantes em serviço, etc.).

Face à comparação desses resultados com valores de referência correspondentes ao funcionamento normal é possível estudar a evolução dos parâmetros e assim prever e intervir preventivamente na oportunidade certa antes da ocorrência de avarias. (Cabral, 2006a)

Este tipo de manutenção baseada na condição dos equipamentos também é designada por Manutenção Preditiva. Proporciona vantagens, nomeadamente, ganhos a partir da redução das perdas de produção e ganhos através da redução dos custos associados a manutenção.

O seu sucesso depende da eficácia dos recursos e da metodologia utilizada para vigiar o estado do equipamento. (Pinto, 2002)

2.1.3 Manutenção de Melhoria

Este estilo de manutenção é destinado a modificar ou alterar as características dos equipamentos, ajustá-los a novas condições de funcionamento ou ainda reabilitar as suas funcionalidades operacionais. Visa sempre a melhoria no desempenho, a sua adequabilidade a situações específicas ou a sua actualização por incorporação de novas características (por ex.: automação de operações, instalação de elementos de segurança, etc.). (Cabral, 2006)

2.2 Política de Manutenção

Segundo Carlos Pinto Varela, a política de manutenção é definida como o conjunto dos tipos de acções a efectuar nos equipamentos pela função manutenção. Esse conjunto de acções é condicionado pelo tipo, características e condições dos equipamentos. Devem ser estabelecidas segundo os tipos de manutenção referidos anteriormente, optando-se pela solução ou combinações de soluções mais adequada.

A selecção deve ter em conta diversos aspectos conforme ilustra a figura seguinte:

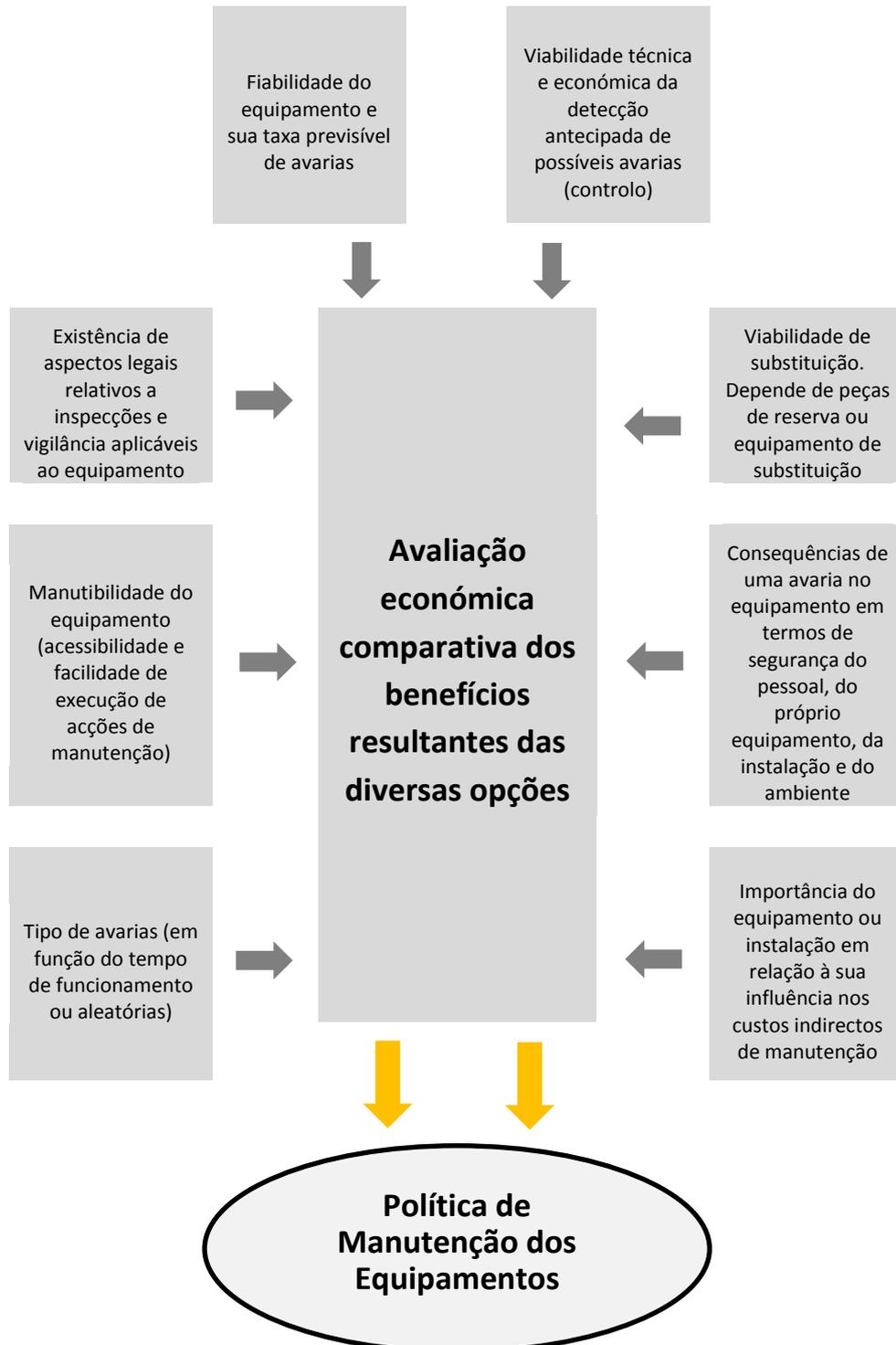


Figura 3 - Selecção da Política de Manutenção dos Equipamentos (Pinto, 2002)

2.3 Interface Produção/Manutenção

Designa-se por interface Produção/Manutenção a área de gestão onde as funções de Produção e Manutenção tem interesses sobrepostos e interligados. Para ser eficaz, a relação requer estruturas de funcionamento que se ajustem entre si e o alcance dos objectivos globais dependem em grande parte das relações estabelecidas entre estes departamentos.



Figura 4 - Componentes da Interface Produção/Manutenção (Pinto, 2002)

2.4 Gestão da Manutenção

Foi ultrapassado o tempo em que a manutenção era considerada como um “mal necessário”; hoje em dia é uma das actividades mais importantes e solicitadas na actividade industrial devido ao seu contributo para o bom desempenho da organização.

Actualmente, a gestão da manutenção é uma tarefa complexa que abrange um vasto conjunto de disciplinas, assumindo um carácter multidisciplinar. O responsável da manutenção deveria ter um “*working knowledge*” acerca de todas elas, tais como, conceitos e técnicas gerais de manutenção, gestão de pessoal, materiais e planeamento, para além dos conhecimentos específicos das tecnologias aplicadas nos equipamentos e diagnóstico. Uma observação atenta permite concluir que grandes lacunas em algumas delas poderão comprometer a eficácia de toda gestão.

Além das funções características de reparação e de garantir o bom funcionamento dos equipamentos, a gestão da manutenção actua também noutros domínios, nomeadamente na procura de melhorias nos equipamentos ou instalações. Esta função será feita recorrendo a equipamentos adicionais de monitorização ou controlo para incrementar o rendimento, segurança, ou até mesmo, salvaguardar a protecção do ambiente. Estes últimos são factores cruciais nos dias que correm.

A sua influência verifica-se desde o volume até a qualidade da produção. Se por um lado melhora o desempenho e disponibilidade dos equipamentos, por outro, acrescenta custos ao seu funcionamento. O segredo da sua gestão reside em encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo que maximize o seu contributo para a rentabilidade da empresa.

Uma vez que a gestão da manutenção afecta o desempenho de todo o processo produtivo é importante que os seus objectivos estejam ligados aos objectivos globais da organização e não limitados à manutenção por si só.

O gestor da manutenção tem que ter uma forte sensibilidade aos custos implicados. Estes são um argumento essencial para a justificação das boas práticas de manutenção, mas, os seus objectivos não podem ser definidos nestes termos, cada vez mais, a manutenção assume-se com uma área que extravasa largamente as considerações económicas. [Cabral, 2006a]

Como descrito, a função da manutenção surge logo à partida constituída por duas componentes, uma de gestão e outra técnica, as suas proporções relativas são determinadas pela dimensão da empresa.

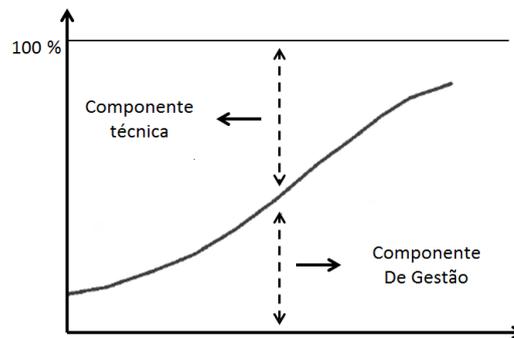


Figura 5 - As componentes da Manutenção [Pinto, 2002]

2.5 Gestão dos recursos e organização

A função manutenção terá que dispor de um conjunto de meios humanos e materiais com os quais vai actuar face as políticas de manutenção previamente definidas. Independentemente da política adoptada as intervenções de manutenção incorporam duas componentes que originam dois aspectos distintos de gestão: gestão de mão de obra e gestão de materiais.

De forma a atingir os objectivos de forma eficaz, o responsável pela manutenção terá que planear acções de manutenção com base na documentação técnica e conhecimento que possui, coordenar a correcta execução das mesmas, controlar os respectivos custos e motivar a equipa técnica envolvida. A figura 6, demonstra sequencialmente as diversas actividades referidas.

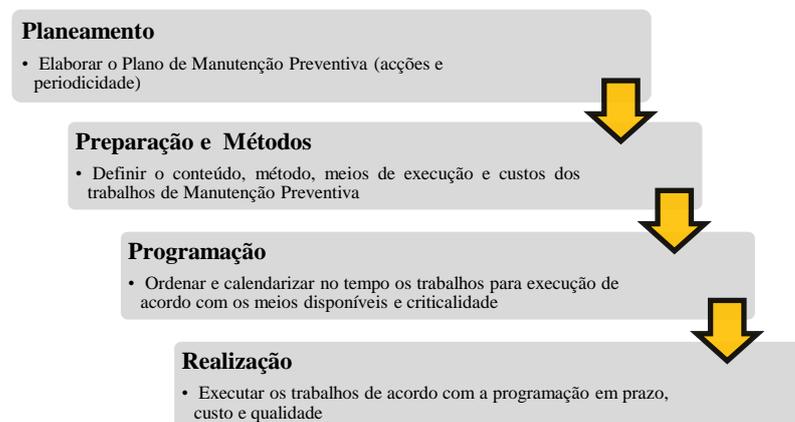


Figura 6 - Organização do trabalho de Manutenção (Pinto, 2002)

2.6 TPM – Total Productive Maintenance

A Manutenção Produtiva Total, conhecida normalmente pela sua abreviatura TPM (*Total Productive Maintenance*) pode ser definida como uma estratégia que visa a melhoria da eficiência do sistema de produção através de um conjunto de actividades de manutenção. Foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial e aplicada pelos japoneses em inícios dos anos 70, nomeadamente pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

Incide numa nova forma de abordar os problemas industriais na interface Manutenção/Produção envolvendo a transferência de competências entre os diferentes níveis de uma organização. Usualmente a maioria das indústrias encontra-se organizada com a manutenção e a produção em lados distintos, apesar de ambos departamentos lutarem pelo mesmo objectivo de constituírem uma unidade produtiva para a empresa. Trata-se portanto de um mecanismo que visa a cooperação entre estes departamentos com o objectivo de eliminar desperdícios, melhorar a qualidade do produto, aumentar a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos.

Esta abordagem reúne em uma única equipa, constituída por operadores e técnicos de manutenção a fim de identificarem as tarefas responsáveis pelos atrasos e não conformidades prejudiciais à produtividade. Deixa de existir a linha de separação entre Manutenção/Produção, passando a existir uma zona em que as tarefas são partilhadas, ou seja, ambas partes são formadas e certificadas para executar as tarefas anteriormente identificadas. Sendo assim, quando necessário, os operadores podem rapidamente corrigir algumas não conformidades, efectuando pequenas reparações de forma autónoma, evitando a paragem longa de produção devido à necessidade de contactar o departamento de Manutenção.

Como consequência, dá-se uma mudança de atitude, elimina-se o pensamento “Nós da Produção operamos, vocês da Manutenção, reparam” e todos acabam por se sentir mais proprietários e responsáveis pelos equipamentos. Os técnicos de manutenção tornam-se mais orientados para o processo e nessa altura, a equipa de TPM foca-se na melhoria do equipamento e eliminação de tarefas desnecessárias.

Como a implementação do TPM produz uma profunda alteração na cultura a todos os níveis da organização, é essencial que seja muito bem delineada e tenha em consideração todas as pessoas afectadas, dando a oportunidade para que façam parte do processo de implementação de forma a sentirem-se incentivadas. (McCarthy e Rich, 2004; Maggard, 2007)

Benefícios da implementação do TPM:

- Melhoria da qualidade do produto (Diminuição do retrabalho e sucata)
- Diminui os tempos de setup e de estabilização do processo
- Redução de custo de produção
- Melhoria da fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos
- Trabalho em equipas polivalentes de operadores e técnicos
- Aumento da qualidade do serviço de manutenção
- Redução do número de avarias

Para a sua implementação, existe uma metodologia que é baseada em oito princípios, normalmente conhecidos como os oito pilares do TPM, como ilustra a figura seguinte:

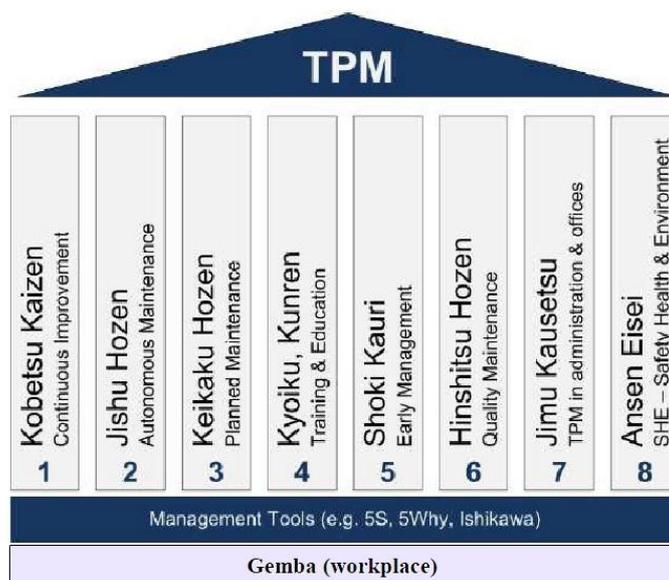


Figura 7 - Os 8 pilares do TPM (Almada-Lobo, 2010)

É importante destacar que a base de sustentação para qualquer pilar do TPM, ou seja, para qualquer projecto de melhoria contínua, são ferramentas de gestão tais como: os 5S, Ishikawa, Deming Cycle e os 5 Why's.

Os 8 pilares do TPM:

Pilar 1 – Melhoria Contínua

Este pilar visa a melhoria contínua com o objectivo de eliminar todo o tipo de perdas que reduzem a eficiência global do equipamento (OEE), melhorando assim a eficiência da produção.

Pilar 2 – Manutenção Autónoma – Manutenção de 1º Nível

Este pilar incide na melhoria da eficiência dos equipamentos através de pequenas tarefas de manutenção (limpeza, lubrificação, inspecção, etc.) por parte dos operadores antes de pôr em funcionamento os equipamentos.

Pilar 3 – Manutenção Planeada

Este pilar visa a estruturação do planeamento das intervenções de manutenção, minimizando as paragens não programadas e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

Pilar 4 – Formação e Treino

O objectivo deste pilar é promover uma estratégia de formação e treino para todos os colaboradores envolvidos de forma a aumentar a sua eficácia e as suas aptidões no desempenho das respectivas actividades.

Pilar 5 – Gestão Antecipada

Centra-se em técnicas de planeamento de projectos com o objectivo de diminuir as fases de arranque de fábricas e produtos, optimizando o tempo para o seu desenvolvimento.

Pilar 6 – Manutenção da Qualidade

Este pilar baseia-se no conceito que as condições dos equipamentos afectam significativamente a garantia da qualidade dos produtos. Compreende actividades que se destinam a manter o equipamento em condições para se obter produtos conformes.

Pilar 7 – TPM Office

Este pilar está ligado à eliminação do desperdício e à melhoria da produtividade e eficiência na área administrativa através de meios distintos, tais como: auto-organização, cooperação, optimização do trabalho em equipa e melhoria dos processos.

Pilar 8 – Segurança e Ambiente

O objectivo principal deste pilar consiste na criação de um ambiente de trabalho seguro, visa a eliminação dos acidentes de trabalho. Consiste na criação de um sistema que respeite a saúde e bem-estar dos funcionários, assim como a preservação do meio ambiente envolvente, prevenindo riscos ambientais. (Almada-Lobo, 2010)

2.7 Ferramentas de melhoria contínua

2.7.1 5 S

É uma ferramenta de melhoria contínua que ficou originalmente conhecida por 5S por se fundamentar em 5 palavras japonesas começadas por S. O seu objectivo consiste na melhoria e na organização de todos os tipos de locais de trabalho. (Smith e Hawkis, 2004)

Tabela 1 - 5S

| S | Objectivo |
|---------------------------------|--|
| Seiri Arrumação | Separar o necessário do inútil, eliminando o desnecessário |
| Seiton Organização | Ter sempre à mão o que é necessário. Ordenar e organizar tudo para que todos possam encontrar e utilizar. |
| Seiso Asseio | Promover a limpeza do equipamento e do local de trabalho. |
| Seiketsu Normalização | Manter limpo o que está limpo. Estender a melhoria a todas situações similares criando rotinas |
| Shitsuke Disciplina | Cultivar o hábito de seguir as normas, criando sempre rotinas de revisão/auditoria e um bom ambiente de trabalho |

2.7.2 Ishikawa (Diagrama Causa – Efeito)

O diagrama de Causa-Efeito, é também conhecido por diagrama de Ishikawa, nome do seu inventor, Kaoru Ishikawa. É utilizado para explorar todas as causas reais ou possíveis de um problema ou efeito. A organização das causas é relativa ao seu grau de importância, resultando numa representação hierárquica que facilita a identificação da origem dos problemas e a comparação relativa das diferentes causas possíveis. Em Manutenção, são frequentemente organizados em quatro categorias principais, pessoas, materiais, processos e equipamentos, mas é inteiramente flexível de acordo com o problema em questão.

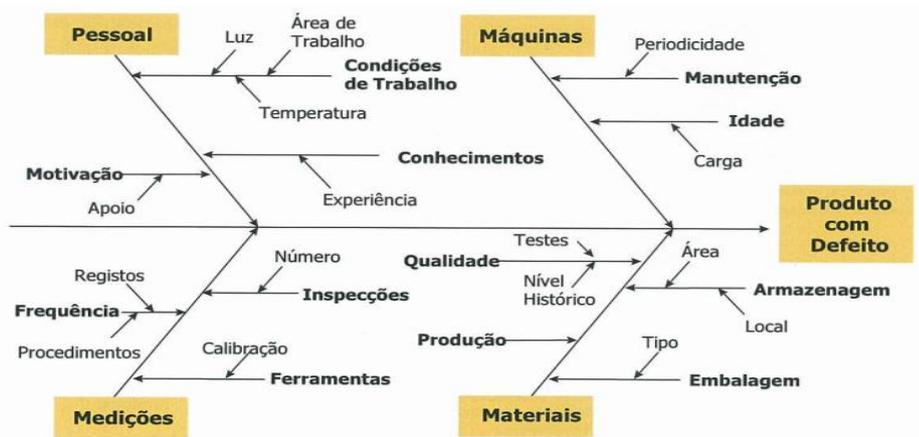


Figura 8 - Exemplo de um diagrama causa-efeito (Azevedo *et al.*, 2003)

2.7.3 Deming Cycle (Ciclo PDCA)

O Ciclo de Deming ou o Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) é uma ferramenta de melhoria contínua iterativa que pretende alcançar resultados através de uma forte sensibilização para a qualidade. É um processo interminável e fundamental de transformação que contém quatro etapas, planear, executar, verificar e agir conforme visível na figura seguinte. (Smith e Hawkins, 2004)



Figura 9 - Etapas PDCA (Azevedo *et al.*, 2003)

2.7.4 5 Why's – 5 Porquês

Os 5 “Whys” é uma técnica bastante simples desenvolvida no TPS, utilizada para determinar a raiz de um problema. É uma ferramenta regularmente utilizada na área da Qualidade, mas na prática a sua aplicação é extremamente abrangente, pode ser aplicada nas mais diversas áreas. O seu princípio é simples, perante um problema devemos realizar um conjunto de perguntas iniciadas por porquê, colocando sempre em causa a resposta anterior. Apesar de ser conhecida como os 5 porquês, a análise não está limitada a cinco perguntas, podem ser mais ou menos, sendo variável em função da complexidade do problema. (Almada-Lobo, 2010)

2.8 OEE – Overall Equipment Efficiency

Para verificar o sucesso das alterações impostas por qualquer estratégia é necessário medir e comparar.

No caso do TPM é normalmente utilizado um indicador chave de performance (KPI) capaz de reflectir os resultados decorrentes da sua implementação e medir a eficácia real dos equipamentos/processos ou até mesmo de toda organização.

Este indicador é conhecido por OEE, abreviatura de *Overall Equipment Efficiency* e é expresso em percentagem, ou seja, quanto maior o seu valor mais eficientemente esta a ser aproveitada a capacidade de um determinado equipamento/processo.

Tem em consideração a disponibilidade, a performance e a qualidade do produto fabricado durante um determinado período de tempo. Permite a discriminação dos desperdícios existentes e consequente indicação de pontos onde se pode actuar para melhorar o processo produtivo. (Willmott e McCarthy, 2001; OEE, 2011)

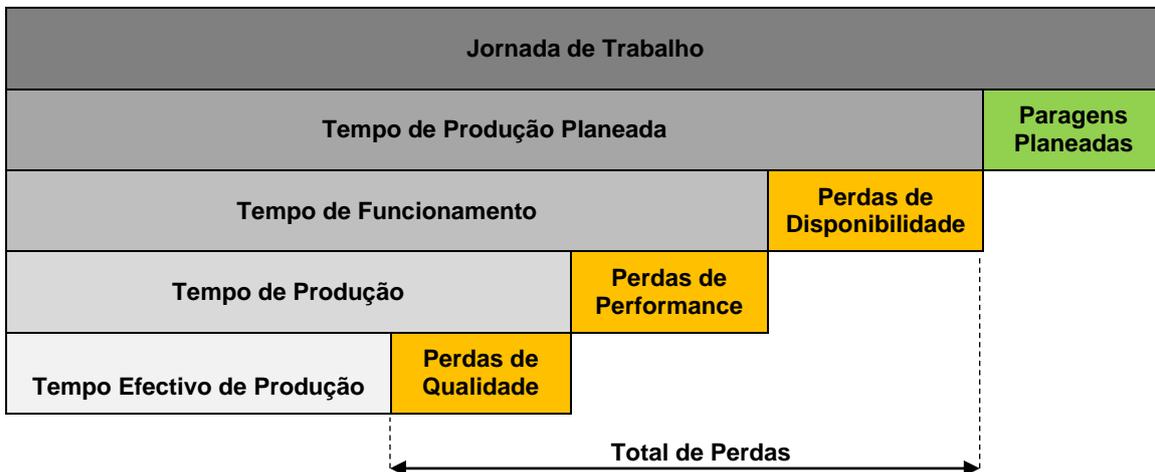


Figura 10 - Esquema OEE (Almada-Lobo, 2010)

A obtenção do OEE baseia-se no produto de três factores, são eles:

- Disponibilidade - Evidencia as perdas de disponibilidade de produção devido aos setups, avarias, dificuldades no arranque (afinação) e falta de material.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Funcionamento}{Tempo\ de\ Produção\ Planeada}$$

- Performance - Identifica as perdas de velocidade, tal como microparagens, atrasos e aumento do tempo de ciclo (redução de velocidade).

$$Performance = \frac{Tempo\ de\ Ciclo\ Ideal}{\frac{Tempo\ de\ Funcionamento}{Total\ de\ Peças\ Produzidas}} \text{ (ou Tempo de ciclo real)}$$

- Qualidade - Reflete a percentagem de peças conformes efectivas, realça as perdas por sucata, peças defeituosas e aquelas que precisam de rework.

$$Qualidade = \frac{Total\ de\ Peças\ Conformes\ Produzidas}{Total\ de\ Peças\ Produzidas}$$

- OEE – O valor obtido será entre 0 e 100%

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$$

Ou ainda, de uma forma expedita:

$$OEE = \frac{\text{Tempo Efectivo de Produção}}{\text{Tempo de Produção Planeada}}$$

2.9 Lean

Shingo, um dos fundadores do *Toyota Production System* (TPS), onde formalmente começou o *Lean Manufacturing*, definiu *Lean* como uma batalha contra todos os tipos de desperdício prejudiciais à eficiência da produção, apesar de o termo ter sido criado por James P. Womack e sua equipa de pesquisa do MIT. Foi publicado pela primeira vez em 1990 no livro “*The Machine That Changed the World*”.

A definição popular de *Lean* consiste num conjunto de técnicas, que quando combinadas e amadurecidas, permitem reduzir e eliminar desperdícios, melhorar a qualidade, reduzir o tempo da produção e consequentemente os custos através da utilização de ferramentas de melhoria contínua (*kaizen*) e da eliminação de todo fluxo que não gera valor acrescentado ao produto/cliente.

Não é uma tática, nem um programa de redução de custos, é um novo modo de pensar/agir. Ao ter que ser aplicado a toda a organização, requer uma enorme transformação da cultura organizacional. Como referido, a ideia central é maximizar o valor para o cliente, minimizando o desperdício, ou seja, significa apoiar a criação de mais valor com a utilização de menos recursos. (Smith e Hawkis, 2004; Wilson, 2010)

2.10 Manutenção Lean

O *Lean Maintenance* tem como ponto de partida o *Lean Manufacturing* (Figura 10) mas aplica algumas novas técnicas que promovem uma implementação mais estruturada. O seu fundamento básico é o TPM. Rege-se pelos mesmos princípios, portanto antes da aplicação de qualquer ferramenta *Lean*, o TPM deve ser implementado e explorado de forma eficaz.

Leis da Manutenção *Lean*:

- Equipamentos com a manutenção adequada produzem produtos de qualidade
- Equipamentos com manutenção inadequada produzem produtos de qualidade duvidosa
- Equipamentos inoperáveis não produzem

Uma organização que tenha adoptado todas as práticas do *Lean Manufacturing* não pode assumir que esteja preparada para implementar essas mesmas alterações na organização da Manutenção. Esta possui requisitos exclusivos para que seja eficaz.

Sem uma Manutenção *Lean*, o *Lean Manufacturing* nunca pode alcançar os melhores resultados possíveis. Como referido, por definição, *Lean* significa qualidade e valor ao menor custo possível, sem a máxima fiabilidade do equipamento, a máxima qualidade não pode ser alcançada.

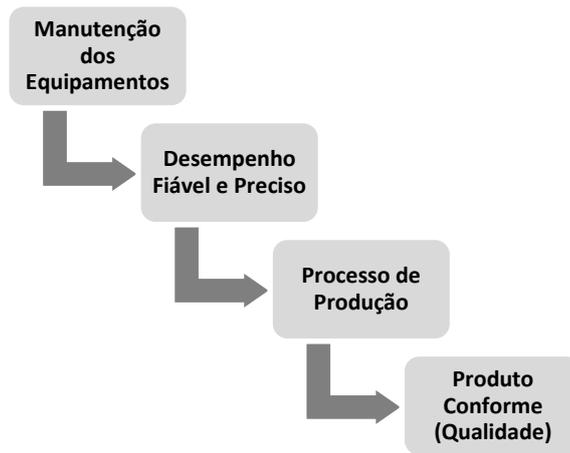


Figura 11 - *Lean Manufacturing*

Objectivos da Manutenção *Lean*:

Tabela 2 - Objectivos da Manutenção *Lean*

| <i>Minimizar</i> | <i>Maximizar</i> |
|---|--|
| Tarefas (operador, técnico, mecânico, etc.) | Fiabilidade |
| Problemas e não conformidades | Quantidade produzida |
| Manutenção dos componentes e materiais | Repetibilidade do processo |
| Energia, Matérias-primas, contratos de serviços e despesas gerais | Segurança dos trabalhadores, do público e do meio ambiente |

Para atingir os referidos objectivos a Manutenção *Lean* actua segundo quatro dimensões:

- Prática

Manutenção *Lean* pode ser encarada como um conjunto de atitudes práticas de manutenção, como por exemplo: nunca enviar um técnico para reparar algum equipamento sem um plano de trabalho, uma lista de matérias e ferramentas necessárias. Vão surgir melhorias graduais ao longo dos anos pois o aperfeiçoamento da prática vem através da sua aplicação ao longo do tempo.

- Atitude

Relacionado com a prática é preciso ter a atitude correcta. Trabalhar para produzir um produto ou serviço com o menor número de intervenções possível.

- Tecnologia

Os avanços tecnológicos podem acontecer a qualquer momento, a inovação é contínua. As organizações que querem implementar uma Manutenção *Lean* têm que viver constantemente em busca de novas tecnologias.

- Duração

A chave da poupança de recursos ou mesmo de capital dos projectos *Lean* é o tempo ou a duração. Num único projecto, não faz grande diferença, mas ao longo de alguns anos pode fazer uma diferença substancial. (Levitt, 2009)

2.11 F.M.E.A.

Failure Mode and Effect Analysis – F.M.E.A. – é uma ferramenta de melhoria da Qualidade, que consiste num método analítico e sistemático de identificação e prevenção de potenciais falhas que possam ocorrer em produtos ou processos.

Idealmente deve ser aplicada durante a fase de projecto, mas, a sua aplicação em produtos ou processos já existentes também pode trazer um enorme benefício. Deste modo, com base nos riscos identificados podem ser tomadas as devidas acções preventivas e correctivas, eliminando assim as reclamações dos clientes e reduzindo custos.

Os estudos do FMEA devem ser sempre efectuados por uma equipa multidisciplinar, reunindo profissionais provenientes de diversas funções da organização com um domínio e experiência abrangentes sobre o tema a ser analisado. Como tal, reúne, normalmente, no âmbito industrial, engenheiros de projecto, engenheiros de produção e técnicos da qualidade e técnicos de manutenção, entre outros,

Esta ferramenta foi uma inovação da indústria aeroespacial norte americana em 1960, especialmente dedicada aos assuntos relacionados com a segurança. Actualmente é aplicada por um número crescente de organizações e nomeadamente pela indústria automóvel devido a evolução dos Sistemas de Qualidade. Actualmente, tornou-se tornar uma exigência adicional incorporada ao desenvolvimento de produtos para assegurar o mínimo risco ao satisfazer requisitos dos clientes. (Mcdermott *et al*, 1996)

Esta análise:

1. Identifica os potenciais modos de falha

O modo de falha é definido como sendo a forma que um produto ou processo pode falhar para atingir os requisitos previamente definidos e devem ser descritos de forma técnica.

2. Avalia os potenciais modos de falha

Os efeitos potenciais de uma falha são definidos pela forma de como determinado modo de falha é percebido pelo cliente. Inclui as análises das consequências das falhas e sua respectiva severidade.

3. Identifica as potenciais causas da falha

Sabendo que os modos de falha ocorrem em consequência das suas causas potenciais, estas causas, devem ser indicadas em termos do que é preciso ser corrigido ou controlado.

4. Identifica os tipos de controlo necessários

As actividades de controlo são aquelas que previnem ou detectam a causa da falha ou do modo de falha, se focados na prevenção trazem um melhor retorno para a organização.

5. Identificar e avaliar os riscos

A avaliação do risco constitui uma das principais etapas. Este é avaliado de 3 formas:

Severidade – É a avaliação do nível e impacto da falha no cliente;

Probabilidade – É a frequência com que pode ocorrer a falha;

Detecção – É avaliação da capacidade dos meios de controlo detectarem a causa ou o modo de falha. (Azevedo *et al*, 2003)

Tabela 3 - Exemplo F.M.E.A.

| F.M.E.A. – Worksheet | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|----------|-----|---------------------------------------|-------------|
| Processo: PM 630 | | | | | Responsável: xxx | | | | |
| Componente: Amarres | | | | | Data de criação: 25/06/2011 | | | | |
| Equipa: x / xx / xxx | | | | | Data de revisão: - | | | | |
| Requisitos | Modo Potencial de Falha | Severidade | Causa Potencial de Falha | Probabilidade | Controlo Actual | Detecção | IPR | Acções Correctivas | Responsável |
| Correcta ligação entre a ferramenta e a mesa móvel (martelo) | Ligação insegura | 3 | Fuga no circuito hidráulico | 5 | Inspecção Mensal | 3 | 45 | Revisar ao circuito e eliminar a fuga | xx |
| | | 3 | Avaria da Bomba Hidráulica | 3 | Inspecção Anual | 6 | 54 | Reparar a Bomba Hidráulica | xx |

O IPR significa Índice de Prioridade de Risco é calculado pelo factor dos três índices.

A escala usada foi entre 1 a 10 onde:

| | |
|----------------------|--|
| Severidade | 1: O efeito não é perceptível 10: Efeito crítico (perigo máximo) |
| Probabilidade | 1: Muito remota 10: Acontecimento certo |
| Detecção | 1: Detecção assegurada (sistema automatizado) 10: Impossível detectar |

2.12 8D

É uma metodologia sistemática e estruturada utilizada para a resolução de problemas e prevenção de recorrências que envolve 8 passos. Deve ser utilizada porque na maior parte dos casos, os problemas são complexos, mal definidos e a sua resolução em equipa é sempre vantajosa devido a tendência de interpretação por diferentes perspectivas.

Estrutura do processo 8D

1ºD - Definir a equipa

Seleccionar os membros constituintes da equipa face aos conhecimentos técnicos necessários para a implementação das acções correctivas e identificar o seu líder.

2ºD – Descrever o problema

Identificar e descrever correctamente o problema através da utilização de ferramentas de apoio específicas.

3ºD – Implementar e verificar medidas de contenção provisórias

Definir e implementar medidas de contenção com o objectivo de isolar o cliente da consequência do problema enquanto o mesmo não é resolvido de forma permanente.

4ºD – Definir e verificar a causa principal

Listar todas as potenciais causas e seleccionar a causa principal com base nos dados obtidos.

5ºD – Escolher as acções correctivas permanentes

Definir as potenciais acções correctivas e seleccionar a acção apropriada com base nos custos, tempos e resultados para a eliminação do problema.

6ºD – Implementar as acções correctivas permanentes

Planear e implementar a acção correctiva seleccionada e assegurar que é eficaz e correctamente implementada.

7ºD – Prevenir a recorrência de problemas

Normalizar o procedimento e práticas de forma a alterar os sistemas que permitiram a ocorrência da falha.

8ºD – Documentar e felicitar a equipa

Rever o processo de resolução de problemas, seleccionar os documentos e melhorias a reter e fechar formalmente o relatório 8D. (Azevedo e Pereira, 2001)

2.13 Norma ISO/TS 16949-2009

“As normas da família ISO 9000 são referenciais para a implementação de sistemas de gestão da qualidade que representam um consenso internacional sobre boas práticas de gestão e com o objectivo de garantir, da primeira e de todas as vezes, o fornecimento de produtos que satisfaçam os requisitos dos clientes ou estatutários e/ou regulamentares, bem como a prevenção dos problemas e a ênfase na melhoria contínua”. (Azevedo, 2010)

A norma ISO/TS 16949 (anexo C) foi desenvolvida pela Internacional Automotive Task Force (IATF – Grupo de fabricantes de automóveis e suas associações) para responder a necessidade de unificação dos requisitos exigidos pelos construtores automóvel. Trata-se de uma ampliação da série de normas internacionais ISO 9000 e pressupõe a certificação segundo a norma ISO 9001 (Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos), resulta da harmonização de diversos referenciais para a qualidade, entre eles, QS 9000 (E.U.A.), VDA6 (Alemanha), EAQF (França) e VSQ (Itália).

A certificação segundo esta norma promove a melhoria contínua e é imprescindível para fornecedores, fabricantes de equipamentos e componentes para automóveis e, em geral, para qualquer profissional relacionado com este sector. Entre os benefícios decorrentes desta certificação, destacam-se, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços, transparência dos processos internos, reforço da credibilidade da organização e acesso a indústria automóvel no mundo. (AEP, 2011; TÜV 2011)

3 Apresentação pormenorizada do problema em questão

Este capítulo visa caracterizar a situação real da secção envolvida neste Projecto. Procura descrever de forma pormenorizada os problemas que o originaram e serão alvo de análise e melhoria.

Numa primeira fase foi preciso uma grande familiarização com o ambiente fabril, compreender genericamente o seu modo de funcionamento, para então ser possível concentrar os esforços no departamento de manutenção e no desenvolvimento do respectivo Projecto.

A Inapal Metal S.A. pode ser subdivida em três secções distintas de acordo com o tipo de processo de produção: estampagem, soldadura e PQ 25 (linha de montagem). Quer a área de estampagem, quer a área de soldadura possuem como filosofia de funcionamento a produção em lotes, enquanto que no PQ 25 a produção funciona em contínuo, ou seja, como uma linha de produção onde é feita a assemblagem de diversos componentes, tanto de origem interna como externa.

3.1 OEE – Análise IM

Nos últimos meses a empresa tem vindo a ser reestruturada. Desde Janeiro deste ano adoptou como indicador de desempenho (KPI) o OEE (Tabela 4), cujo valor é calculado por secção. A eficiência global é obtida através da contribuição das três secções. Uma vez que a utilização desta métrica é recente, não existem ainda dados fiáveis suficientes que permitam traçar um histórico correcto da sua evolução para uma análise íntegra de eficiência. Deste modo não se pode avaliar de forma detalhada o comportamento da organização como um todo, mas podemos analisar individualmente as secções de acordo com a informação disponível.

Tabela 4 - OEE IM

| Mês | Secção | Indicador | | | OEE | |
|-----------|------------|-----------------|-------------|-----------|--------|--------|
| | | Disponibilidade | Performance | Qualidade | Secção | Global |
| Janeiro | Estampagem | 76,7% | 100% | 86,7% | 66,4% | 74,2% |
| | Soldadura | 87,3% | 100% | 94,7% | 82,7% | |
| | PQ 25 | 86,2% | 100% | 100% | 86,2% | |
| Fevereiro | Estampagem | 81,3% | 85,1% | 89,6% | 61,9% | 67,0% |
| | Soldadura | 90,1% | 87,4% | 94,7% | 82,7% | |
| | PQ 25 | 82,5% | 100% | 100% | 82,5% | |
| Março | Estampagem | 81,5% | 85,1% | 89,5% | 62,1% | 67,2% |
| | Soldadura | 90,2% | 95,5% | 99,4% | 85,6% | |
| | PQ 25 | 84,2% | 100% | 100% | 82,7% | |
| Abril | Estampagem | 78,9% | 89,5% | 90,7% | 64,1% | 73,9% |
| | Soldadura | 83,0% | 82,8% | 99,6% | 85,6% | |
| | PQ 25 | 90,5% | 92,4% | 98,5% | 82,4% | |
| Maio | Estampagem | 81,2% | 90,9% | 88,9% | 65,5% | 73,9% |
| | Soldadura | 89,2% | 82,8% | 99,2% | 73,3% | |
| | PQ 25 | 89,7% | 89,3% | 98,3% | 78,7% | |

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que a estampagem é sistematicamente responsável pela obtenção de um OEE baixo.

É importante salientar que existe uma divergência significativa na forma de cálculo do OEE de acordo com o apresentado no capítulo anterior e a forma de cálculo considerada pela IM.

Segundo a teoria, o tempo de setup é considerado como paragem não planeada, ou seja, é prejudicial para este indicador. A IM, considera os referidos tempos como paragens planeadas, não afectando o índice de disponibilidade. Esta consideração deve-se ao facto da existência de um projecto em paralelo para a criação de um módulo standard de produção em que os setups de cada equipamento são definidos e planeados no tempo. Mesmo assim, era importante que sempre que o tempo de setup ultrapasse o estipulado, essa diferença fosse considerada como uma paragem não planeada.

De forma esquemática pode-se verificar a diferença nas figuras 13 e 14.

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------|------------|--|
| Tempo de Produção Planeada | | | Paragens Planeadas | | |
| | | | Intervalos | Man. Prev. | |
| Tempo de Funcionamento | Perdas de Disponibilidade | | | | |
| | Afinações | Avarias | Setups | | |

Figura 12 - OEE segundo a teoria apresentada

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------|------------|
| Tempo de Produção Planeada | | Paragens Planeadas | | |
| | | Setups | Intervalos | Man. Prev. |
| Tempo de Funcionamento | Perdas de Disponibilidade | | | |
| | Afinações | Avarias | | |

Figura 13 - OEE de acordo com a IM

Recordando, o índice de disponibilidade é dado por:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Funcionamento}{Tempo\ de\ Produção\ Planeada}$$

Isto é, o tempo de funcionamento mantém-se constante, a diferença está no tempo de produção planeada, que quanto maior, menor será o índice de disponibilidade, ou seja, menor será o OEE. A não consideração pela IM dos setups melhora o valor do OEE.

Tendo em conta que todos os dados até aqui apresentados estão de acordo com a forma de cálculo da IM, pode-se efectuar comparações internas, não é possível comparar com indústrias similares que utilizem o OEE como indicador, pois não se estaria a comparar indicadores idênticos.

Caso este projecto incidisse noutras áreas, como por exemplo nas técnicas SMED, já não seria possível utilizar a métrica conforme está. O resultado desta técnica não seria reflectido no indicador, tornando-se impossível medir a sua eficácia.

Foi decidido, com a administração, que o intuito deste projecto, nesta fase, começaria pela secção de estampagem, nomeadamente, na melhoria da disponibilidade dos equipamentos e conseqüente ganho de eficiência. O objectivo é actuar na diminuição das paragens não planeadas ocorridas devido a avaria de equipamentos.

3.2 A secção de estampagem

De forma a poder melhorar um processo ou procurar melhorias de eficiência é importante conhecer e compreender o tipo de tecnologia envolvida. Sem tal conhecimento não é possível actuar de forma coerente e eficaz.

A estampagem é um processo de conformação plástica que envolve corte ou deformação de chapa metálica a frio. Esta operação é normalmente executada com o auxílio de uma ferramenta acoplada a uma prensa.

A chapa é posicionada no interior da ferramenta sobre uma matriz (fêmea) e submetida à força de um punção (macho), adquirindo assim o material a forma geométrica da matriz. É um processo de elevada cadência e bom acabamento que não precisa de operações posteriores. Em contrapartida, o elevado custo da ferramenta só será convenientemente amortizado se a quantidade produzida for elevada.

Normalmente, na estampagem, as prensas utilizadas podem ser mecânicas ou hidráulicas. Tendo em conta que a IM apenas possui prensas mecânicas, apenas será explicado, de uma forma sucinta, o seu modo de funcionamento.

Nas prensas mecânicas, é utilizado um motor eléctrico de corrente contínua (arrefecido por ventilação forçada) com um variador de velocidade para dar início ao movimento do volante de inércia. Quando actuado o sistema de embraiagem-travão, ocorre o acoplamento de engrenagens que actuam sobre o excêntrico do sistema biela-manivela responsável por transformar o movimento rotativo em linear. Esse acoplamento causa o movimento da parte móvel superior da prensa (designada por martelo), onde se aplica a força para conformar a chapa. Para não sobrecarregar o motor, o retorno da parte móvel ocorre com auxílio de um sistema hidráulico, os equilibradores.

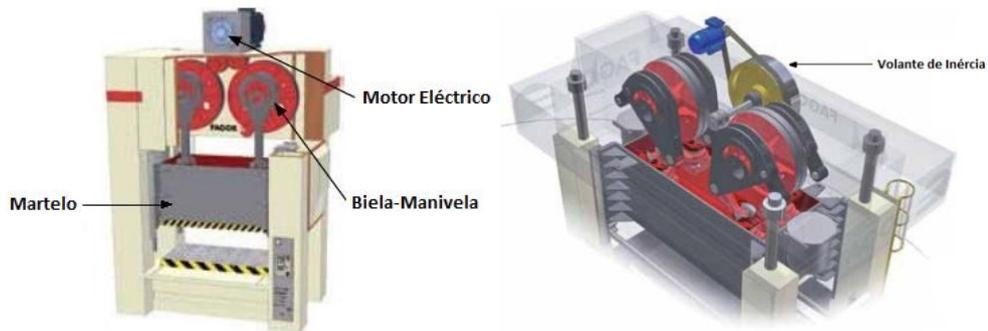


Figura 14 - Esquema de funcionamento de uma prensa mecânica



Figura 15 - Esquema de uma prensa mecânica com sistema de alimentação e transfer automático



Figura 16 - Exemplos de ferramentas de estampagem

3.2.1 O layout da secção de estampagem



- | | | | |
|----------|----------|----------|-----------|
| 1-PM 502 | 3-PM 200 | 5-PM 315 | 7-PM 1200 |
| 2-PM 501 | 4-PM 400 | 6-PM 630 | |

Figura 17 - Layout da secção de estampagem¹

Como é visível na figura anterior, a secção de estampagem é constituída por sete prensas mecânicas com capacidades entre 200 a 1200 toneladas. Ao longo deste trabalho serão identificadas por PM e sua capacidade, por exemplo, PM630, significa Prensa Mecânica de 630t de capacidade.

3.3 A disponibilidade

Nesta secção da fábrica, é utilizado também como indicador de acompanhamento da situação real, o “Seguimento de produção”. Neste indicador a disponibilidade é controlada e atualizada diariamente.

Este é o procedimento de registo permite a construção do OEE, é utilizado por equipamento e discrimina todos os tempos, tempos de produção, paragens planeadas e paragens não planeadas (No anexo I encontra-se um exemplo da informação registada). Além da situação diária, mostra também o acumulado semanal e anual do equipamento em questão. A título de exemplo na figura 18 apresenta-se o “Seguimento de Produção” relativo à PM1200.

¹ No anexo J é possível ver o layout total da secção.

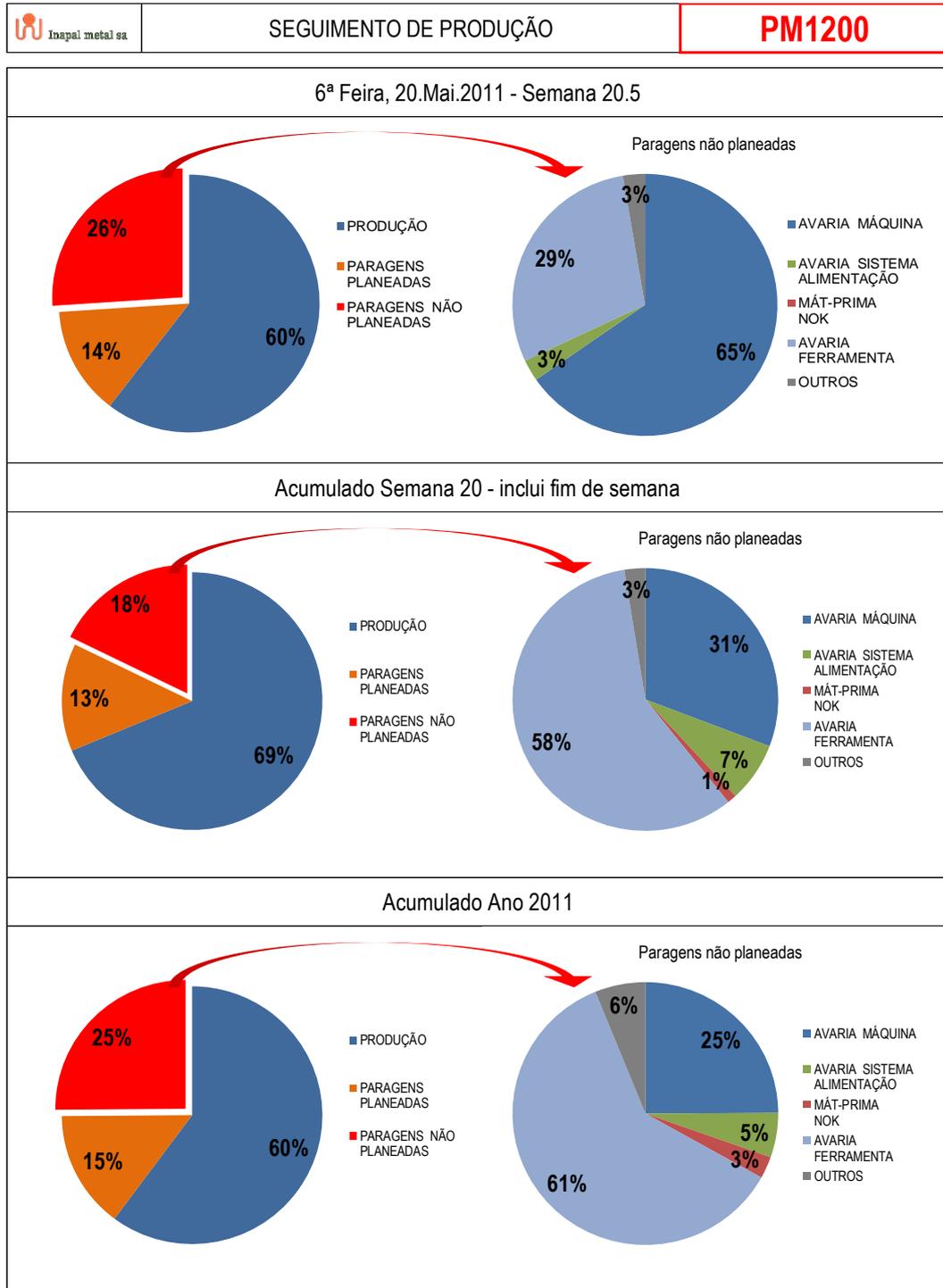


Figura 18 - Exemplo do Indicador de Seguimento de Estampagem

De acordo com o exemplo anterior, este indicador permite identificar o motivo das perdas de disponibilidade causadas pelas paragens não planeadas. Sem dúvida que a área mais crítica é a de ferramentas, área essa que integra outro projecto que ocorre em paralelo. O actual Projecto tem como objectivo actuar segundo a minimização das avarias a nível de equipamentos e sistemas de alimentação de material.

3.4 Análise de dados

Através da análise dos dados referentes ao indicador de “Seguimento de produção” é possível identificar o tempo de produção efectivo e o tempo perdido devido as mais diversas causas.

De forma a obter uma primeira fotografia global do estado da secção actual, a primeira análise realizada a partir dos dados existentes, foi do acumulado de toda secção de estampagem de Janeiro até Maio. A situação observada foi a que se segue.

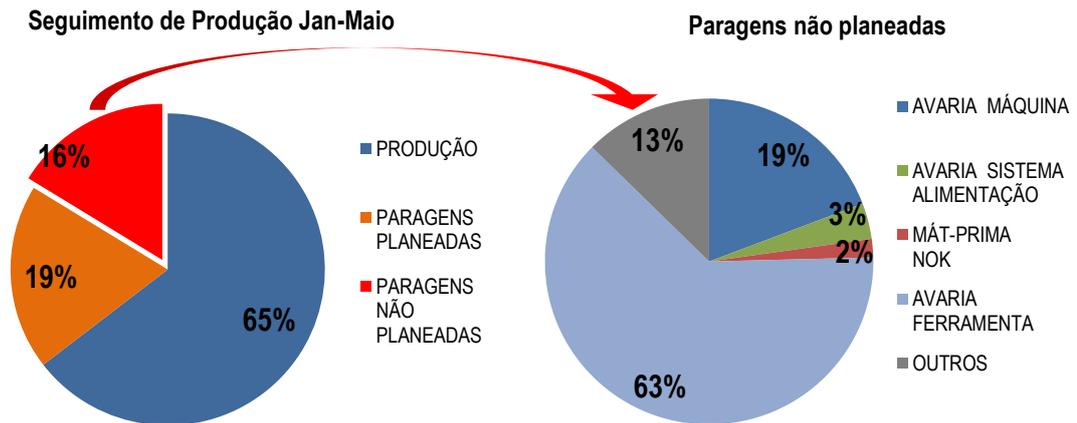


Figura 19 – Seguimento de Produção acumulado 2011

De uma forma geral, pode-se concluir que dos 16% das paragens não planeadas, 3,5% devem-se a avarias dos equipamentos e respectivos sistemas de alimentação. Como é uma análise geral de todos equipamentos, a informação retirada é apenas uma primeira impressão, pouco específica e inconclusiva.

Com o intuito de refinar a análise anterior, foi realizado um estudo acumulado, por equipamento, que destacasse quais eram os mais problemáticos.

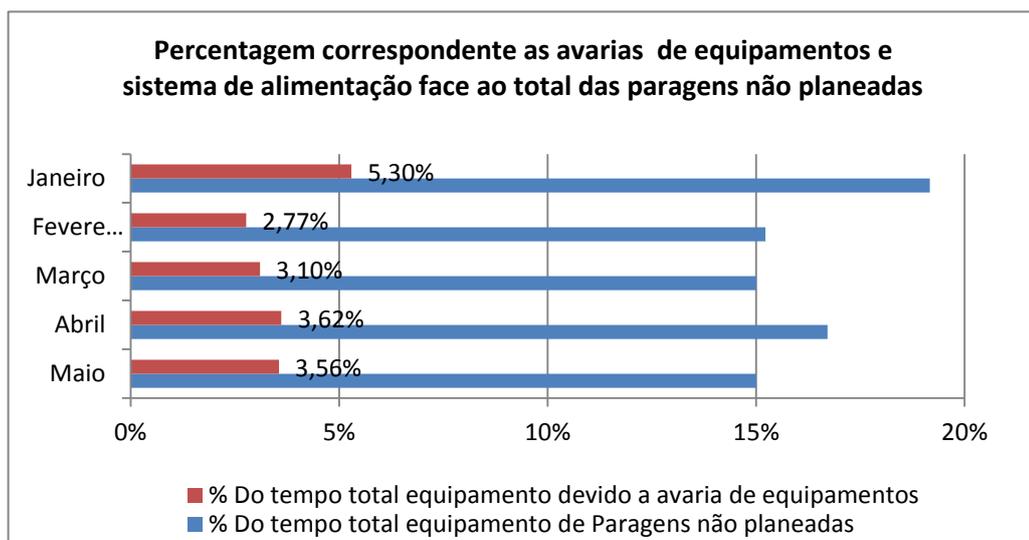


Figura 20 - Comparação entre as paragens não planeadas totais face as avarias de equipamentos e sistemas de alimentação

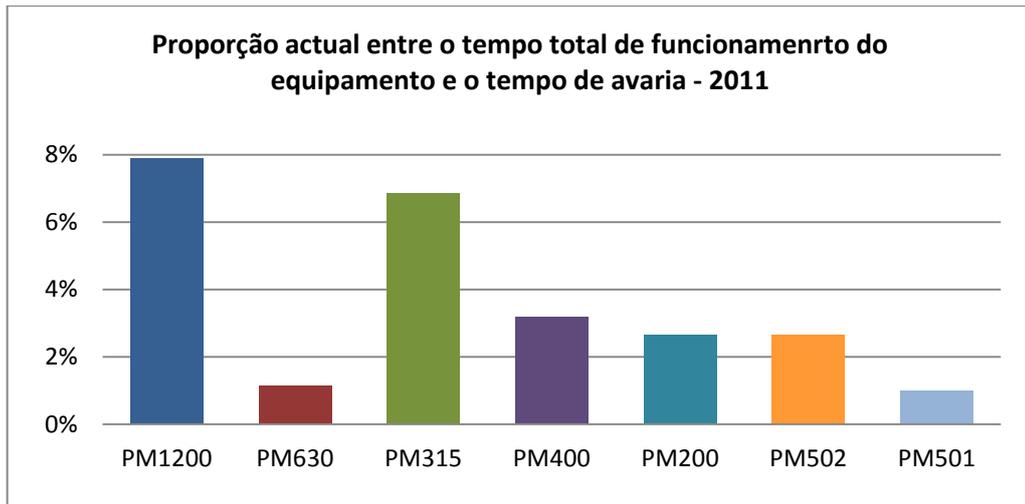


Figura 21 - Proporção actual entre o tempo total de funcionamento do equipamento e o tempo de avaria

Como é perceptível na figura 21, destacam-se dois equipamentos com maior proporção de avarias: a PM1200 e a PM315.

Após a realização de um estudo comparativo por mês, obteve-se:

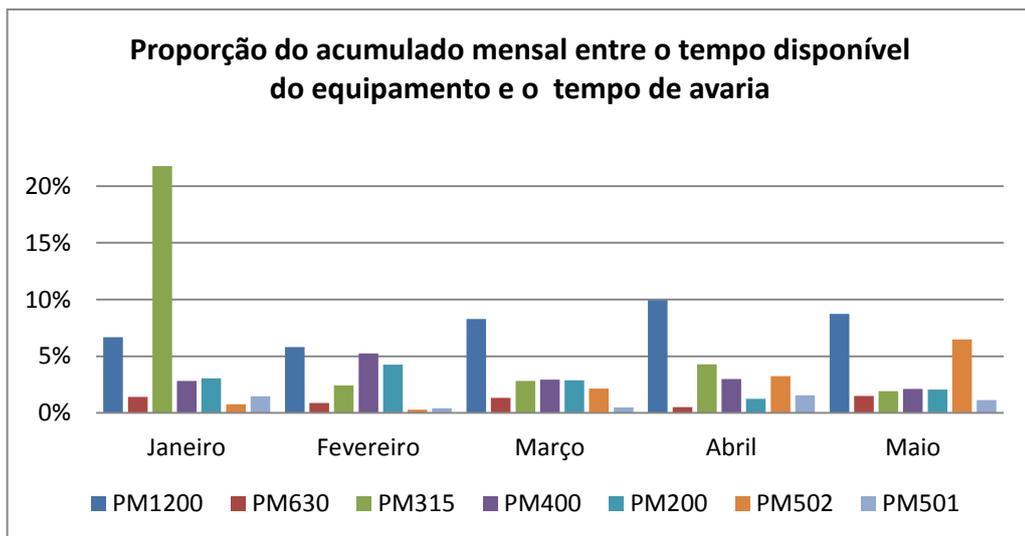


Figura 22 - Proporção do acumulado mensal entre o tempo disponível do equipamento e o tempo de avaria

Analisando o gráfico, é possível concluir que, em Janeiro, a PM315 sofreu uma avaria que obrigou uma paragem prolongada. Porém observando o comportamento desta máquina ao longo dos outros meses, pode-se dizer que se tratou de uma avaria pontual pelo que se pode desprezar. Uma segunda análise ao gráfico 22 permite concluir que a PM1200 é aquela que possui uma maior taxa de avaria, mais constante e mais acentuada ao longo destes meses quando comparada ao resto do parque de máquinas.

Como a PM1200 é uma prensa mecânica que possui sistema de transfer automático para além do alimentador de chapa, é importante analisar qual será o tipo de falha responsável pela maior parte das avarias.

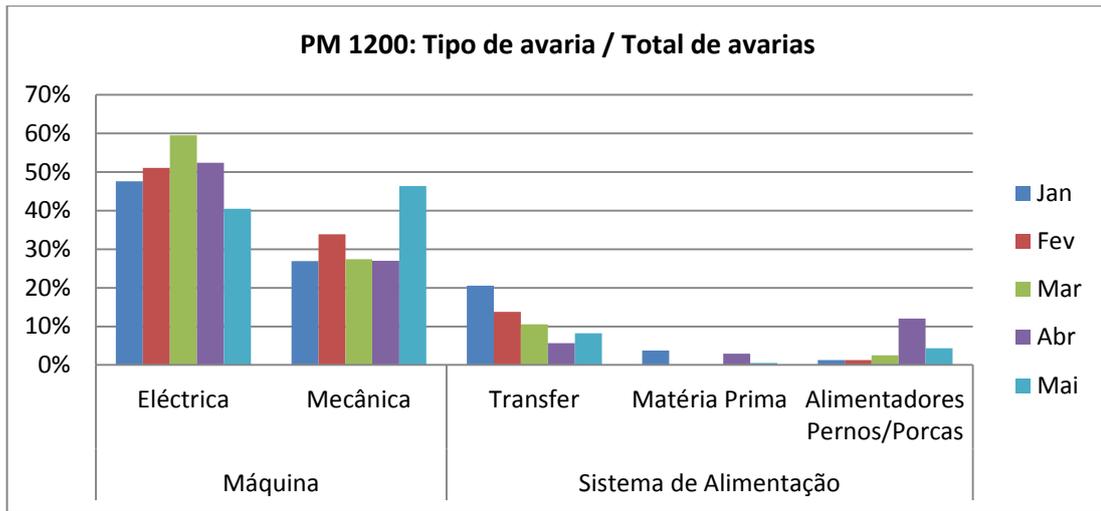


Figura 23 - PM1200 Rácio Tipo de avaria e Total de avarias

Observando o gráfico rapidamente se conclui que as avarias eléctricas são aquelas que apresentam uma maior taxa de incidência

Caso existisse um registo de intervenção de manutenção que permitisse tratar os dados de forma computadorizada, a próxima análise a ser efectuada seria identificar quais as intervenções eléctricas mais recorrentes, tentando assim actuar de forma selectiva e diminuindo estes incidentes não planeados.

3.5 Análise alternativa

A estrutura de análise até aqui apresentada foi suficiente para expor os maiores problemas existentes na secção e encontrar o equipamento crítico. Isso só foi possível porque o universo de equipamentos era reduzido, apenas sete. Caso o universo de equipamentos fosse consideravelmente maior, seria preciso proceder de um outro modo menos específico e mais abrangente, conforme abordado em seguida.

1º Passo: Análise do OEE

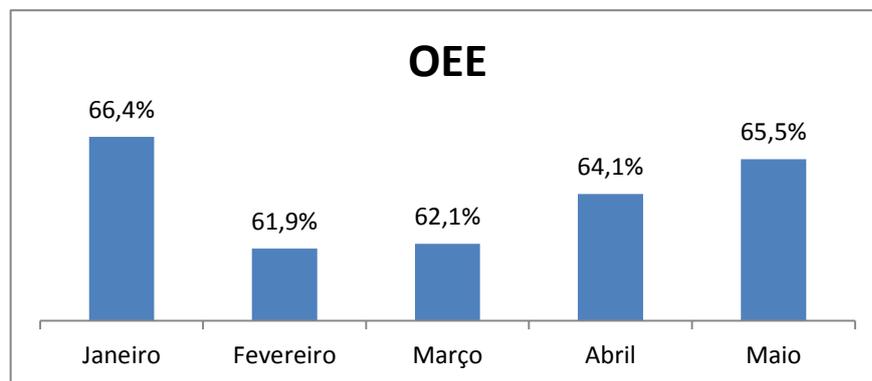


Figura 24 - OEE

Facilmente se conclui que o mês com menor eficiência é o mês de Fevereiro.

2º Passo: Análise dos tipos e dos locais de perda

Tipos de perda:

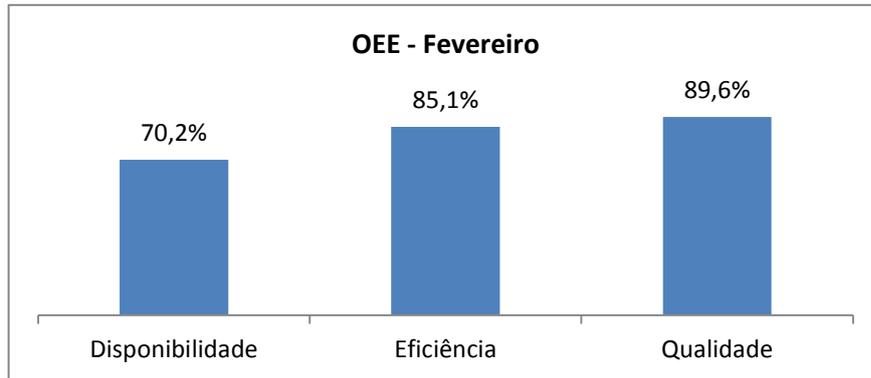


Figura 25 - OEE relativo ao mês de Fevereiro

Conclusão: O índice mais crítico é o de disponibilidade.

Locais de perda:

Face ao universo de dados disponível de todos equipamentos é preciso seleccionar aqueles que apresentam uma menor eficiência.

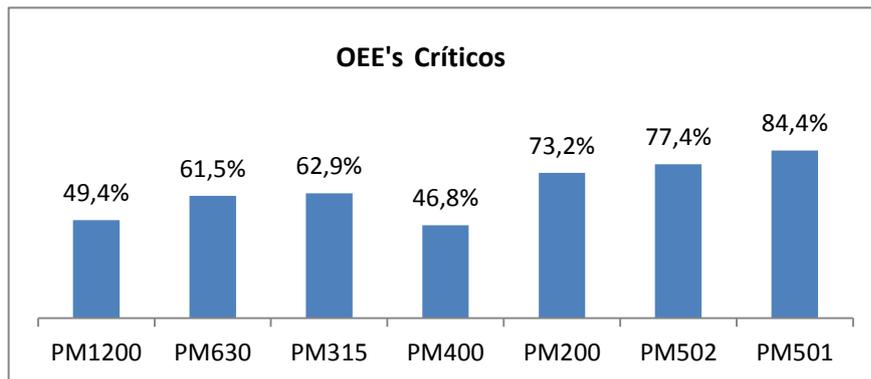


Figura 26 - OEE's Críticos

Existem dois equipamentos críticos, PM400 e PM1200.

3º Passo: Análise dos equipamentos críticos – Histórico

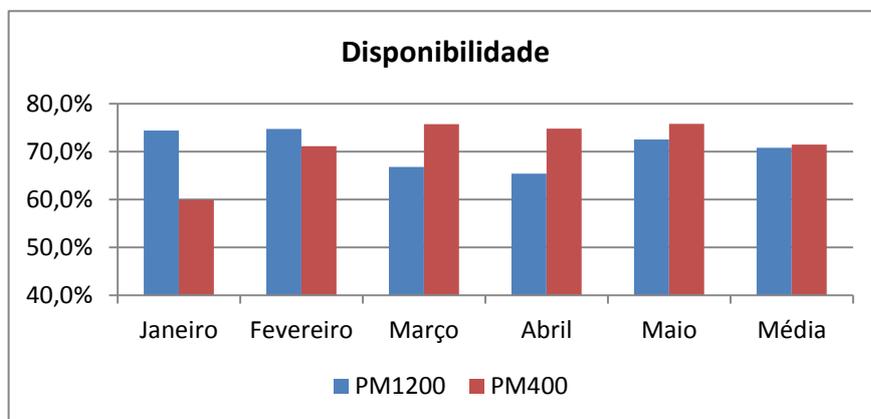


Figura 27 - Disponibilidade mensal

Com base no histórico disponível, podemos concluir que a PM1200 apresenta uma pior disponibilidade. Em média os valores encontram-se relativamente próximos devido a algum factor que prejudicou a disponibilidade da PM400, possivelmente uma avaria.

Depois da análise dos dados concluída, é então preciso definir um plano de acções com vista a combater as principais perdas evidenciadas. Este plano de acções inicialmente pode ser específico para o equipamento em questão, depois de medida a eficácia dessas acções é então preciso ponderar a sua aplicação transversalmente a todos equipamentos, com o intuito de prevenir que essas situações se repitam.

3.6 Política de manutenção da secção de estampagem

Antes da intervenção na secção de manutenção realizavam-se para além da manutenção autónoma, dois tipos de manutenção, a manutenção correctiva e a manutenção preventiva, tanto sistemática como condicionada (preditiva).

3.6.1 Estado da Manutenção de 1º Nível (Manutenção Autónoma)

A Manutenção Autónoma, realizada pelo próprio operador antes de dar início a produção, encontra-se correctamente implementada. Cada equipamento, neste caso, cada prensa, possui uma folha de acções de manutenção e uma *check list* (Anexo H) que o operador deve executar antes de começar efectivamente a produção. Estas acções consistem em verificações simples, como por exemplo, pressões de funcionamento em certos manómetros que se encontraram correctamente assinalados. No caso de se detectarem anomalias o procedimento é contactar os técnicos de manutenção.

3.6.2 Estado da Manutenção Preventiva

O plano de Manutenção Preventiva para a secção de estampagem é constituído por um conjunto de acções de manutenção (Anexo D) e um planeamento que indica a semana em que as acções devem ser efectuadas (Figura 28). A lista de tarefas de manutenção apresentadas no anexo são pouco específicas, não estão definidas por equipamento, nem possuem uma periodicidade adaptada a cada caso. No plano de intervenções não existe informação de qual acção deve ser realizada, assim como, não indica quais já foram realizadas e em quais equipamentos.

O plano de manutenção é fixo, ou seja, não permite a transição das acções não realizadas, o que torna impossível controlar e recuperar as acções em atraso. Desta forma, independentemente do seu estado, as acções só voltam a ser lançadas quando cumprida a sua periodicidade. A falta de um plano flexível e actualizável torna esta situação precária e pouco fiável.

Como se verifica observando o planeamento das acções realizadas (Figura 28), a percentagem de Manutenção Preventiva realizada pode ser considerada elevada (superior a 70% - visível na figura 28 e no anexo F). Isto acontece porque esse indicador é calculado com base no número de acções realizadas face ao número total de acções que deveriam ser realizadas, não sendo baseado na duração e importância da intervenção. Uma observação atenta permite concluir que esse elevado numero de tarefas executadas deve-se à acção de mudança de filtros, que são normalmente realizadas atempadamente, enquanto que as outras intervenções, mais

específicas e críticas, poucas vezes são executadas. Resumindo, este indicador não reflecte a situação real da Manutenção Preventiva.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA PRENSAS MECÂNICAS ANO 2011



| Máquina | Janeiro | | | | Fevereiro | | | | Março | | | | Abril | | | | Maio | | | | Junho | | | | | |
|--------------------------|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | cw1 | cw2 | cw3 | cw4 | cw5 | cw6 | cw7 | cw8 | cw9 | cw10 | cw11 | cw12 | cw13 | cw14 | cw15 | cw16 | cw17 | cw18 | cw19 | cw20 | cw21 | cw22 | cw23 | cw24 | cw25 | cw26 |
| PM 1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 630 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 315 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 501 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM 502 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nº de tarefas executadas | 9 | | | | 10 | | | | 10 | | | | 9 | | | | 10 | | | | 0 | | | | | |
| Total (em %) | 75 | | | | 83 | | | | 77 | | | | 75 | | | | 83 | | | | 0 | | | | | |

1º turno: Abílio Lopes / João Gonçalves ou Horácio Gonçalves
 2º turno: Octávio Azevedo / Rui Maia ou António Azevedo
 3º turno: Octávio Silva / Filipe Ferreira
 (3º turno - mudança dos filtros motor ventilador)

Nota: as manutenções às máquinas devem conter a data e a assinatura na semana em que foi realizada tarefas na manutenção das máquinas (folha anexo)

OBS:

Figura 28 - Plano de Manutenção Preventiva - Prensas

3.6.3 Manutenção Preditiva

Relativamente a este tipo de manutenção que pressupõe acompanhamento e a monitorização da situação real, existem apenas duas acções definidas. Uma consiste na análise de todos tipos de óleos constituintes das prensas, sejam apenas de lubrificação ou pertencentes ao circuito hidráulico, a outra consiste na análise da evolução das folgas dos barramentos dos equipamentos (guias do martelo).

3.7 Monitorização da secção de Manutenção de Equipamentos

Os indicadores e respectivas metas operacionais utilizados pela administração para monitorizar e acompanhar a secção de manutenção de equipamentos são os apresentados na figura a seguir.



Quadro de Monitorização e Acompanhamento - Manutenção de Equipamentos

Indicadores

| Descrição | # | Tipo | Formula de Calculo | Métrica Interna | Meta | Fonte | Frequência |
|--|------------|-------------|--|-----------------|------|-----------|------------|
| Pedidos de intervenção por avarias | ME1 | Estratégico | nº de pedidos para a execução de actividades de manutenção curativa (valor absoluto) | N.º | 100 | ME | |
| Actividade dos equipamentos (taxas de disponibilidade) | ME2 | Operacional | nº de horas em que os equipamentos estão disponíveis/nº total de horas de trabalho | % (<) | 100% | ME | |
| Manutenção preventiva vs curativa | ME3 | Estratégico | Hrs manutenção preventiva/ Hrs manutenção curativa (rácio) | Rácio (≥) | 1 | ME | |
| Stock de spares | ME4 | Operacional | Valor do stock de spares/custo de manutenção (%) | % | | Cp | |

Figura 29 - Quadro de monitorização e Acompanhamento – Manutenção Equipamentos

Na figura 30 e 31, é possível ver o histórico de informações disponível dos indicadores acima definidos.

Monitorização

| # | Histórico | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun |
|------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| ME1 | | 183 | 159 | 231 | 116 | 232 | |
| ME2 | | 94,7% | 97,3% | 97,0% | 96,4% | 96,4% | |
| ME3 | | - | - | - | 0,2 | 0,1 | |
| ME4 | | - | - | - | - | - | |

Figura 30 - Quadro resumo da monitorização da manutenção dos equipamentos

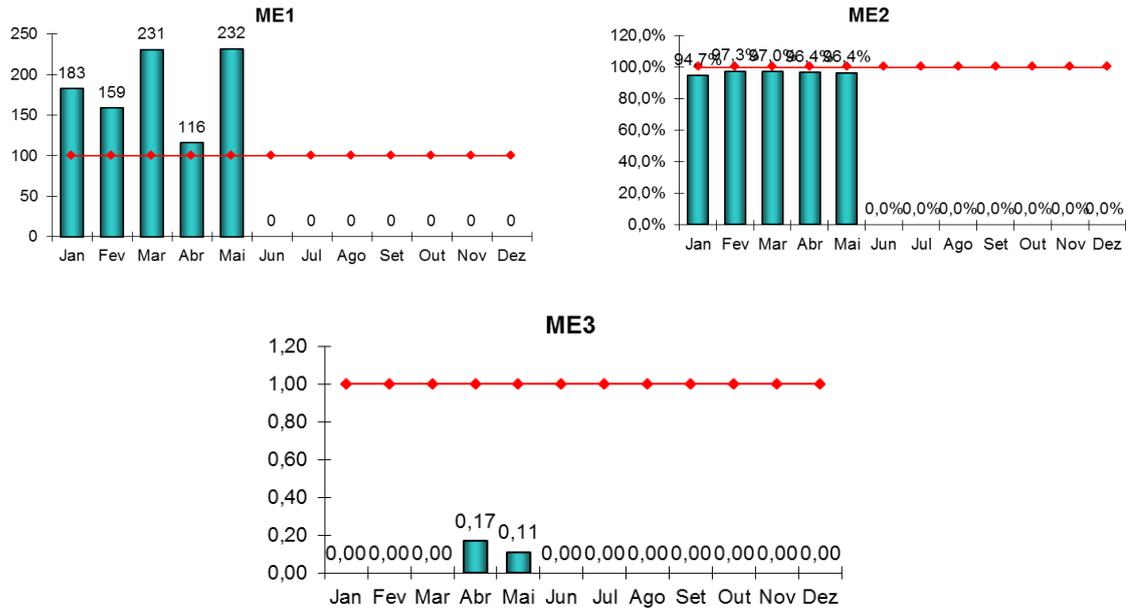


Figura 31 - Gráficos dos indicadores de Manutenção ME1, ME2 e ME3, respectivamente

Pela observação dos indicadores acima, é possível concluir que não existe uma relação aparente entre o número de intervenções por avaria (ME1) e a taxa de disponibilidade dos equipamentos (ME2). Ou seja, independente do número de avarias, a disponibilidade não foge a média, varia entre os 96% e os 97%. Este valor vai de encontro a primeira análise efectuada no início do capítulo, onde em média as paragens não planeadas são de aproximadamente 3,5% desde o início do ano (valores referentes à Manutenção de Equipamentos).

O indicador estratégico que reflecte a situação real da manutenção é o ME3, apesar de poucos dados disponíveis (Abril e Maio), logo a partida é possível concluir que a empresa esta longe do seu objectivo, isto é, ao contrário da sua meta, praticamente toda actividade de manutenção existente é de carácter curativo.

4 Apresentação das medidas estudadas e implementadas

Relativamente à situação anteriormente descrita é possível de forma sucinta constatar dois problemas. Um relacionado com a falta de histórico que permita o tratamento estatístico dos dados relativos aos registos de manutenção e outro que corresponde às lacunas no funcionamento e execução do plano de Manutenção Preventiva.

Por outro lado, ambas as dificuldades se encontram relacionadas, ou seja, a partir do momento em que não existe um histórico de avarias que possa ser analisado, dificilmente se consegue elaborar um plano de manutenção preventiva eficaz. Uma vez que a secção de estampagem trabalha 7 dias por semana, 24 horas por dia, com uma equipa de 12 técnicos de manutenção, este registo e análise é essencial. Não há uma troca de informações entre a equipa sobre as intervenções decorridas que seja fiável e completa, ou seja, não há informação sobre quantas vezes determinado equipamento foi intervencionado e de que forma. A informação trocada nas mudanças de turno é a nível das acções pendentes que precisam ser concluídas.

De forma a atacar esta situação, ficou definido logo a partida à necessidade de desenvolvimento de uma base de dados (BD) que auxiliasse a gestão da informação referente a manutenção.

A base de dados em questão tem como objectivo permitir o correcto registo das intervenções de manutenção para posterior análise e a correcta gestão das acções de manutenção preventiva, nomeadamente no controlo dos atrasos. Através dessa informação será possível identificar o tipo de avaria mais recorrente por equipamento e actuar no sentido de as prevenir.

De forma esquemática:



Figura 32 - Esquema de funcionamento da BD

Para tornar a implementação da BD possível, paralelamente a sua modelação e criação foi necessário efectuar alterações a nível da documentação utilizada pelo departamento. A documentação existente até a data, não permitia a análise informática dos dados relativos as intervenções, este motivo conduziu a necessidade da sua alteração. De forma a evitar ambiguidades no preenchimento dos novos registos e permitir a sua análise, foram também criados códigos relativos as intervenções.

4.1 Requisição de trabalho de Manutenção

Como referido, uma das maiores dificuldades existentes para o tratamento dos dados das intervenções de manutenção encontrava-se a nível da documentação utilizada (as requisições de trabalho). Estas, conforme até então definidas, não eram compatíveis com as alterações a serem implementadas para o registo na BD e conseqüente tratamento informático.

| | | | | | | |
|---|-------------|---|---------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|
|  Inapal metal sa | | Requisição de Trabalho | | | N.º 14927 | |
| Equipamento _____ | | Urgência: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | | N.º Obra _____ | |
| Motivo da avaria: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Requisitante: | | Chefe Turno | Data ____/____/____ | Hora ____:____ | N.º Operador _____ | Rubrica _____ |
| Descrição da intervenção: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Observações: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Manutenção: | Início | Data ____/____/____ | Hora ____:____ | Tempo de duração _____ CHT | N.º Operador _____ | |
| | Fim | Data ____/____/____ | Hora ____:____ | | Rubrica _____ | |
| Validação: | Chefe Turno | Data ____/____/____ | Hora ____:____ | N.º Operador _____ | Rubrica _____ | |

Mod. DEP/25-Rev. 00

Figura 33 - Requisição de Trabalho (Antiga)

Nas requisições de trabalho antigas, conforme visível na figura acima, o motivo da avaria e a descrição da intervenção eram preenchidos a mão, dependendo sempre do técnico e do colaborador que deram início a sua abertura e ao seu seguimento.

Outra das dificuldades existentes, era no preenchimento do campo da duração da intervenção em CHT², apesar da existência de tabelas de apoio para conversão, esta nem sempre era efectuada correctamente.

Foi transmitido pelos operadores que em alguns casos, o motivo da avaria era preenchido após a intervenção do técnico. Essa informação não foi surpreendente, já que muitas vezes o requerente (chefe de equipa) não possui o conhecimento necessário para explicitar adequadamente a sua causa real. A informação transmitida pelo requerente era sempre suficiente para efectuar uma triagem inicial, direccionando para o tipo de técnico necessário, eléctrico, mecânico e em qual parte do equipamento.

² Centésimo Hora Tempo – Tempo na base 100, por exemplo, 100 CHT's correspondem a 60 minutos na base 60.

4.2 Novo registo de intervenção de manutenção

Com a finalidade de permitir a manipulação dos dados informaticamente e substituir os diferentes tipos de registo existentes pela fábrica, criou-se um registo que abrangesse todos os seus sectores, harmonizando assim toda a documentação utilizada pelo departamento de manutenção.

Este novo registo, designado por “Registo de Intervenção de Manutenção” pretende sistematizar e parametrizar o preenchimento das requisições, evitar as ambiguidades e viabilizar o posterior tratamento das informações.

Associado ao novo registo de intervenção e de forma a complementa-lo, foi necessário criar um cartão individual para cada técnico de manutenção através de um amplo levantamento e respectiva codificação de meios, tarefas e objectos de intervenção. O código criado harmoniza o preenchimento das requisições e possibilita o seu tratamento informático.

Os cartões e a respectiva codificação são específicos por sector, para além dos da manutenção de equipamentos, existem cartões para a manutenção de ferramentas de estampagem e de soldadura (serralharia). A título de exemplo, nas figuras 34 e 35 é possível observar um cartão. Observa-se também a diferença entre a codificação da parte eléctrica (códigos 200) e da parte mecânica (códigos 300):

| | | | | | | | |
|---|------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|
|  | | Tabela de Códigos | | | | Peixoto | |
| | | Registo de Intervenção | | | | 253 | |
| Centro Custo | | Código Tarefa | | | | | |
| Cód. | Descrição | Cód. | Descrição | Cód. | Descrição | Cód. | Descrição |
| 1227 | Bancada | 01 | Acabamento | 11 | Rectificação | | |
| | | 02 | Afinação | 12 | Soldadura | | |
| 1666 | Fresadora | 03 | Projecto | 13 | Montagem | | |
| | | 04 | Desbaste | 14 | Desmontagem | | |
| 1928 | Fresadora CNC | 05 | Ensaio | 15 | Logística | | |
| | | 06 | Electrificação | | | | |
| 1667 | Torno | 07 | Instalação / Infra-estrutura | | | | |
| | | 08 | Limpeza | | | | |
| | | 09 | Preparação | | | | |
| 1231 | Projecto | 10 | Programação | 99 | Diversos | | |

Figura 34 - Cartão de Codificação - Frente

| Objecto da Intervenção | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------|
| Cód. | Descrição | Cód. | Descrição | Cód. | Descrição |
| 201 | Alimentadores | 224 | Lubrificação | 301 | Bomba Hidráulica |
| 202 | Autómato | 225 | Manga Robot | 302 | Bomba dos amarres |
| 203 | Barreiras Segurança | 226 | Motor | 303 | Cabeçote |
| 204 | Botoneiras | 227 | Parâmetros | 304 | Casquilhos |
| 205 | Cabo | 228 | Pontos / Cordões | 305 | Cavilha |
| 206 | Cames | 229 | Pressostacto | 306 | Cilindros |
| 207 | Cartas Electrónicas | 230 | Relés | 307 | Discos Embragem/Travão |
| 208 | Carreira | 231 | Repartidores | 308 | Filtros |
| 209 | Conectores / Ficha | 232 | Sensor | 309 | Manómetro |
| 210 | Contacto | 233 | Sensores Segurança | 310 | Mangueira |
| 211 | Contactos Eléctricos | 234 | Shunts Secundárias | 311 | Maxilas |
| 212 | Controlador Tecna TE500 | 235 | Temporizador | 312 | Motor |
| 213 | Disjuntor | 236 | Tiristor | 313 | Óleo |
| 214 | Display | 237 | Toroidal | 314 | Parafusos |
| 215 | Encoder | 238 | Transformadores | 315 | Rolamentos |
| 216 | Electroválvula | 239 | Ventiladores | 316 | Roletes |
| 217 | Escovas do Motor | 240 | Rede Eléctrica | 317 | Rótulas |
| 218 | Filtro | | | 318 | Vedantes / Retentores |
| 219 | Fusível | | | 319 | Válvula |
| 220 | Interruptor / Fim de curso | | | 320 | Válvula Esférica / Passador |
| 221 | Interruptores / Arrancadores | | | 321 | Rede Ar comprimido |
| 222 | Interface | | | 322 | Rede Água |
| 223 | Lâmpadas | 299 | Diversos Eléctrica | 399 | Diversos Mecânica |

Figura 35 - Cartão de Codificação - Verso

De forma esquemática, apresenta-se na figura 36, o novo registo que será alvo de análise no item a seguir. Uma observação atenta ao registo integral no anexo Q, permite concluir que este ao ser preenchido por códigos e com a quantidade de informação que recolhe pretende alterar a filosofia de registo até então existente.

4.2.1.1

4.2.1.2

4.2.1.3

4.2.1.4

4.2.1.5

| Inapal metal sa | | | | | | | | | | Registo de Intervenção de Manutenção | | | | | | | | | | Registo Nº | |
|-----------------------------------|--|---------------------|--|---------------------|--|---|--|-------------------------|--|---|--|---------------------|--------------------|-------------|--|----------|--|-----|--|------------|--|
| De | | Sector | | Resp. | | Op. Nº | | Assunto | | NºObra | | Data | | Hora | | / / | | / / | | | |
| Para | | Man.Eléctrica | | Man.Mecânica | | Man.Ferramentas | | Man.Edifícios | | | | | | | | | | | | | |
| Manutenção Ferramentas Estampagem | | | | | | | | | | Manutenção Ferramentas Soldadura / PQ25 | | | | | | | | | | | |
| Peça fora de cota | | Est. | | Falha de furação | | Est. | | Porto NOK | | Furos NOK | | | | | | | | | | | |
| Rebarba na furação | | Est. | | Marcas na peça | | Est. | | Falha de soldadura | | Peça NOK | | | | | | | | | | | |
| Falha de marcação | | Est. | | Gripagem na peça | | Est. | | Eletrodo NOK | | Fuga de ar / água | | | | | | | | | | | |
| Empeno de abas | | Est. | | Saída de sucata | | Est. | | Grampo partido | | Toca de ferramenta | | | | | | | | | | | |
| Colunas a girar | | Est. | | Gustamento de banda | | Est. | | Limpeza NOK | | Aparafusamento NOK | | | | | | | | | | | |
| Casquilhos partidos | | Est. | | Elevação de banda | | Est. | | Rebitagem NOK | | Calson NOK | | | | | | | | | | | |
| Banda fica presa | | Est. | | Elementos caídos | | Est. | | Cordão NOK | | Base NOK | | | | | | | | | | | |
| Elementos presos | | Est. | | Falha de transfer | | Est. | | Manutenção Equipamentos | | | | | | | | | | | | | |
| Falha de cavitação | | Est. | | Acidente ferramenta | | Est. | | Avaria mecânica | | | | | Avaria hidráulica | | | | | | | | |
| Falha de descansa/calços | | Est. | | Fissura | | Est. | | Avaria pneumática | | | | | Avaria eléctrica | | | | | | | | |
| Empeno de placas | | Est. | | | | | | Ruído anormal | | | | | Falha de segurança | | | | | | | | |
| Rebarba perférica | | Est. | | | | | | Elemento partido | | | | | | | | | | | | | |
| Observação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| # | | Oper. Nº | | Centro de Custos | | Código Tarefa | | Objecto da Intervenção | | Estágio Ferramenta Parte Máquina | | Acção Subst. Recup. | | Data Inicio | | Data Fim | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | / / | | h | | / / | | | |
| # | | Material Designação | | Ref. IM | | Dimensão | | Quant. | | Obs. | | Stock Fim | | Oper. Nº | | Data | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | / / | | | | | |
| Tipo de Intervenção | | Man. Curativa | | Reposição Stock | | Man. Curativa / Classificação da Avaria | | Validação Chefe | | Introdução Dados | | | | | | | | | | | |
| | | Man. Preventiva | | Melhoria Contínua | | Principal | | Secundária | | Motivo | | Data | | / / | | Data | | / / | | | |
| | | Ferramenta Nova | | Outros | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 36 - Novo Registo de Intervenção de Manutenção

4.2.1 Registo de Intervenção de Manutenção – Modo de preenchimento

Neste item será explicado o modo de preenchimento do novo registo.

4.2.1.1 Dados iniciais

| Inapal metal sa | | | | | | | | | | Registo de Intervenção de Manutenção | | | | | | | | | | Registo Nº | | | |
|-----------------|--|---------------|--|----------------|--|-----------------|--|---------------|--|--------------------------------------|--|-----|--|---------|--|--------|--|--------|--|------------|--|----------|--|
| De | | Sector | | Produção | | Resp. | | Bruno | | Op. Nº | | 123 | | Assunto | | PM1200 | | NºObra | | Data | | 01/05/11 | |
| Para | | Man.Eléctrica | | x Man.Mecânica | | Man.Ferramentas | | Man.Edifícios | | | | | | | | | | 1919 | | Hora | | 10h00 | |

Figura 37 - Dados iniciais do Registo de Intervenção de Manutenção

Estes campos são preenchidos pelo requerente da intervenção, neste caso o chefe de equipa da produção. Logo à partida este, especifica o tipo de Manutenção a que recorre, podendo optar entre: Manutenção Eléctrica, Mecânica, Ferramentas ou Edifícios. No campo assunto indica o equipamento em questão e o respectivo número de obra, que traduz a codificação do equipamento. O número de obra corresponde a um inventário de todos os bens existentes na empresa, para não criar códigos redundantes, utilizou-se os números já existentes.

4.2.1.2 Dados de entrada

| Dados de Entrada | Manutenção Ferramentas Estampagem | | | | Manutenção Ferramentas Soldadura / PQ25 | | | |
|------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------|-------------------|--|---------------------|---|--|
| | Peça fora de cota | Est. | Falha de furação | Est. | Ponto NOK | Pinos NOK | | |
| | Rebarba na furação | Est. | Marcas na peça | Est. | Falha de soldadura | Peça NOK | | |
| | Falta de marcação | Est. | Gripagem na peça | Est. | Eléctrodos NOK | Fuga de ar / água | | |
| | Empeno de abas | Est. | Saída de sucata | Est. | Grampo partido | Troca de ferramenta | | |
| | Colunas a gripar | Est. | Guiamento de banda | Est. | Limpeza NOK | Aparafusamento NOK | | |
| | Casquilhos partidos | Est. | Elevação da banda | Est. | Rebitagem NOK | Celeron NOK | | |
| | Banda fica presa | Est. | Elementos caídos | Est. | Cordão NOK | Base NOK | | |
| | Elementos presos | Est. | Falha de transfer | Est. |  Manutenção Equipamentos | | | |
| | Falha de cravação | Est. | Acidente ferramenta | Est. | Avaria mecânica | Avaria hidráulica | | |
| Falta descansos/calços | Est. | Fissura | Est. | Avaria pneumática | Avaria eléctrica | | x | |
| Empeno de placas | Est. | | | Ruído anormal | Falha de segurança | | | |
| Rebarba periférica | Est. | | | Elemento partido | | | | |
| Observação | Botoneira mesa de comando | | | | | | | |

Figura 38 - Dados de Entrada do novo Registo de Intervenção de Manutenção

Estes dados continuam a ser preenchidos pelo chefe de equipa, mas já é uma primeira especificação da avaria. Estamos a tratar da avaria de um equipamento, portanto o campo utilizado é o de Manutenção de equipamentos. Neste exemplo, uma botoneira esta partida, logo, esta avaria é classificada como eléctrica. O campo observação é utilizado se necessário para indicar ao técnico em que parte da máquina se encontra o problema.

4.2.1.3 Registo de intervenção

| Registo de Intervenção | # | Oper. N° | Centro de Custo | Código Tarefa | Objecto da Intervenção | Estágio Ferramenta Parte Máquina | Acção | | Data Inicio | | Data Fim | |
|------------------------|---|----------|-----------------|---------------|------------------------|----------------------------------|--------|--------|-------------|-------|----------|-------|
| | | | | | | | Subst. | Recup. | | | | |
| | 1 | 256 | 1227 | 14 | 204 | Mesa de comando | x | | 01/05/11 | 10h05 | 01/05/11 | 10h25 |
| | 2 | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 3 | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 4 | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 5 | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 6 | | | | | | | | / / | h | / / | h |

Figura 39 - Registo de Intervenção pertencente ao novo Registo de intervenção de Manutenção

Após a intervenção, o técnico de manutenção preenche este registo identificando-se com o seu número interno de operador, preenche o centro de custo associado a reparação uma vez que meios diferentes, possuem custos diferentes. No caso de ser na máquina, o centro de custo considerado é a bancada de trabalho (centro de custo 1227). De seguida indica a tarefa que realizou, neste caso a desmontagem (tarefa 14) e qual o objecto da intervenção (objecto 204 – botoneira). A informação “Parte Máquina” é só para ser preenchida caso o técnico considere relevante. Seguidamente indica a acção realizada, ou seja, se substituiu ou recuperou. Após a descrição de toda actividade, indica o dia e a hora de início e de fim. Não se optou pelo registo simples da duração porque em muitos casos, a intervenção pode demorar mais de um dia e, portanto, não ser realizada seguidamente. Neste caso o objectivo é o registo parcial da actividade, por exemplo, desmontar num dia, montar noutro.

Em muitos casos, as intervenções realizadas precisam de outros trabalhos, nomeadamente da serralharia para rectificar, alterar ou recuperar componentes. Anteriormente seria necessário preencher outra requisição de trabalho, mas actualmente, a mesma requisição segue com o trabalho. Desta forma, obtém-se um melhor e mais real controlo dos custos de determinada intervenção.

4.2.1.4 Registo de Materiais

| # | Material Designação | Ref. IM | Dimensão | Quant. | Obs. | Stock Fim | Oper. Nº | Data |
|---|---------------------|-------------|----------|--------|------|-----------|----------|----------|
| | Botoneira | 33020400001 | - | 1 | - | 2 | 256 | 01/05/11 |
| | | | | | | | | / / |
| | | | | | | | | / / |
| | | | | | | | | / / |
| | | | | | | | | / / |
| | | | | | | | | / / |
| | | | | | | | | / / |

Figura 40 - Registo de Materiais do Registo de Intervenção de Manutenção

O campo apresentado é reservado para o registo dos materiais utilizados na reparação. Este é preenchido pelo técnico com a designação e referência dos elementos utilizados. Não foi criada uma nova codificação para os materiais, estes são identificados com a mesma codificação que a IM utiliza no armazém. O campo “Stock Fim” tem a finalidade de funcionar como uma alerta para o responsável de manutenção, devendo ser preenchido com a restante quantidade dos elementos em stock. No exemplo acima, significa que, no armazém restavam apenas 2 componentes dos utilizados. Assim, face a utilização de determinado material e dependendo da quantidade ainda existente, o responsável sabe se precisa ou não efectuar novas encomendas.

Em comparação, na ficha de trabalho antiga, nem sempre era possível saber qual foi o material utilizado em determinada intervenção. Era suposto anexar ao registo de manutenção a requisição do material utilizado do armazém, mas nem sempre isso acontecia. Nesta como demonstrado, existe um espaço dedicado a essa finalidade, que propositadamente utiliza os mesmos códigos.

4.2.1.5 Tipo de intervenção e classificação da avaria

| Tipo de Intervenção | Man. Curativa | <input checked="" type="checkbox"/> | Reposição Stock | Man. Curativa / Classificação da Avaria | | | Validação Chefia | | Introdução Dados | |
|---------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|---|------------|---------|------------------|----------|------------------|-----|
| | Man. Preventiva | | Melhoria Contínua | Principal | Secundária | Motivo | Oclávio | | | |
| Ferramenta Nova | | | Outros | | | Partida | Data | 01/05/11 | Data | / / |
| Obs. | | | | | | | | | | |

Figura 41 - Tipo de Intervenção do Registo de Intervenção de Manutenção

No campo acima é classificado o tipo de intervenção, tratando-se neste caso trata-se uma manutenção curativa. Relativamente à sua classificação, esta tem como objectivo caminhar no sentido da sua causa real, descrevendo rapidamente, a causa principal, secundária e o motivo. A título de exemplo do objectivo deste campo, podemos pensar numa avaria do motor, esta seria a sua causa principal. Como secundária seria a avaria de um rolamento e como motivo a falta de lubrificação. Desta forma apuramos rapidamente que o motivo real da avaria do motor deve-se a falta de lubrificação.

No “campo” validação chefia, introduziu-se um novo conceito. Nas requisições anteriores, a validação era efectuada pelo chefe de equipa. No novo sistema será diferente, quem valida o trabalho é o técnico. Nem sempre nas acções curativas se consegue realizar correctamente a reparação, ou seja, é feita uma solução provisória, porque é preciso produzir. Na situação inicial, desde que funcionasse, o chefe de equipa validava. Com o novo sistema, só será validada pelo técnico quando este deixar a máquina em perfeitas condições. Caso seja uma

solução provisória, utilizará o campo observações e indicará, por exemplo, “A máquina está a trabalhar, mas é preciso ainda substituir o contactor do botão”. Então, essa requisição quando recebida pelo gabinete não é validada até que a reparação seja efectuada de forma definitiva, atitude que até então não era possível.

4.3 Manutenção Preventiva – Definições e planeamento das acções

Foi necessária realizar uma actualização do plano de acções de manutenção preventiva. Esta actualização teve como base os manuais dos equipamentos e o conhecimento dos técnicos de manutenção responsáveis quer pela parte eléctrica, quer pela parte mecânica.

As acções revistas e criadas foram definidas por subconjunto e codificadas, ou seja, um determinado código de acção possui além da respectiva descrição, a definição de outros parâmetros, tais como, a periodicidade, o procedimento, a necessidade ou não de imobilização do equipamento, a duração prevista, e o número de técnicos necessários para a sua execução.

Cada código refere-se a uma determinada acção que pode pertencer a mais que um equipamento e cada acção possui uma determinada instrução como podemos ver no anexo G.

As instruções ainda não estão completamente elaboradas mas virão a funcionar como um manual de instruções com fotografias e os passos necessários para a execução da manutenção. Vão ser organizadas numa capa através do respectivo código de acção e pretendem que a informação passe a estar organizada e acessível para todos os técnicos.

| EQUIPAMENTOS | | | MÁQUINAS ESTAMPAGEM | | |
|--------------|--------------------------------------|----------------|--|--|--|
| Nº | ACÇÃO / SUBCONJUNTO | DESCRIÇÃO | PM 1200 | PM 630 | PM 400 |
| 12 | Motor Principal - Rolamentos | Tipo Man. | Mecânica | Mecânica | Mecânica |
| | | Periodicidade | 4 | 4 | 4 |
| | | Imobilização | S | S | S |
| | | Procedimento | Verificar e lubrificar os rolamentos | Verificar e lubrificar os rolamentos | Verificar e lubrificar os rolamentos |
| | | Lista Material | (a designar) | (a designar) | (a designar) |
| | | Duração | 15min | 15min | 15min |
| | | Nº Operadores | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Motor Principal - Escovas e Colector | Tipo Man. | Eléctrica | Eléctrica | Eléctrica |
| | | Periodicidade | 52 | 52 | 52 |
| | | Imobilização | S | S | S |
| | | Procedimento | Limpeza do motor principal e verificação/substituição das escovas. Limpeza do colector (rotor) e verificar o estado das correias (Pedir auxilio a Man. Mecânica) | Limpeza do motor principal e verificação/substituição das escovas. Limpeza do colector (rotor) e verificar o estado das correias (Pedir auxilio a Man. Mecânica) | Limpeza do motor principal e verificação/substituição das escovas. Limpeza do colector (rotor) e verificar o estado das correias (Pedir auxilio a Man. Mecânica) |
| | | Lista Material | (a designar) | (a designar) | (a designar) |
| | | Duração | 3h | 3h | 3h |
| | | Nº Operadores | 1 | 1 | 1 |
| 14 | Finais de curso e sensores | Tipo Man. | Eléctrica | Eléctrica | Eléctrica |
| | | Periodicidade | 8 | 8 | 8 |
| | | Imobilização | S | S | S |
| | | Procedimento | Verificar finais de curso e sensores | Verificar finais de curso e sensores | Verificar finais de curso e sensores |
| | | Lista Material | (a designar) | (a designar) | (a designar) |
| | | Duração | 15min | 15min | 15min |
| | | Nº Operadores | 1 | 1 | 1 |

Figura 42 - Exemplos de acções de Manutenção Preventiva criados

Durante a elaboração das novas acções referidas procurou-se condensar o máximo de acções na mesma tarefa desde que compatível e justificável. Estamos a tratar de equipamentos de grandes dimensões e de elevada cadência produtiva, ou seja, as intervenções que obrigam a imobilização dos equipamentos representam elevados custos. Assim, para evitar o desperdício de mão-de-obra e perdas de produção em intervenções deste género, condensou-se este tipo de acções, rentabilizando a acção/intervenção.

A condensação das acções teve essencialmente como critério rentabilizar (e poupar) da melhor forma possível o tempo necessário em tarefas de preparação para a intervenção. Por exemplo, na acção 13, visível na figura anterior, a limpeza do motor exige que este seja desmontado, aproveitando-se então para realizar outras acções preventivas que precisem da mesma preparação, tais como verificação e possível substituição das escovas, limpeza do colectador, entre outras. O mesmo critério aplica-se a outras acções existentes, em que se aproveita outras tarefas de preparação, por exemplo, a desmontagem de uma blindagem.

Estas acções de manutenção preventiva geridas pela base de dados permitem três estados:

Verificada e Executada (VE) – Significa que a acção foi verificada e executada correctamente, neste caso, só se repete após decorrida a sua periodicidade para o equipamento em questão.

Não Executada (NE) – Implica que a acção não foi executada nem verificada, ou seja, esta acção encontra-se em atraso. Nestas condições, será sempre lançada no plano semanal seguinte de manutenção preventiva, e quando executada, só volta a ser novamente lançada após passar a sua periodicidade decorrida a partir da data de execução.

Verificada e Não Necessária (VNN) – Este último é o estado mais importante, é aquele cujo objectivo é definir a periodicidade óptima de intervenção. Visa tornar o plano de manutenção o mais real e eficaz possível, ou seja, o técnico ao executar determinada acção verifica que não é necessária e regista esse facto. Isso informa que a periodicidade de tal acção em determinado equipamento pode ser alargada.

4.4 Funcionamento na Interface Manutenção / Produção

Como já referido, o correcto funcionamento desta interface é de extrema importância para a eficiência das organizações. Actualmente, existe uma breve reunião de acompanhamento da produção ao início de cada manhã onde estão presentes os responsáveis do planeamento, produção e manutenção. Uma vez que ainda não existe um elo de ligação informático entre estes departamentos, será aproveitada esta oportunidade para se conseguir conciliar as intervenções de manutenção preventiva com o plano diário de produção. Selecciona-se a melhor oportunidade para a realização das intervenções que exigem a imobilização do equipamento através do tempo estipulado previsto para a acção, devendo esta ser conciliada com mudanças de ferramentas (setups), intervalos, ou então, quando não existem ordens de produção para o respectivo equipamento.

4.5 Base de dados

A base de dados não existe independentemente das pessoas, não as substitui, é apenas um sistema onde toda a informação está organizada, disponível e acessível. Pretende que tudo se realize com menos trabalho e mais eficiência, auxiliando a gestão, não resolvendo problemas.

O seu desenvolvimento foi efectuado em paralelo com outro projecto existente também ligado à manutenção, nomeadamente à Manutenção de Ferramentas de estampagem. O objectivo desta acção conjunta foi tornar esta ferramenta de apoio à gestão de informação o mais abrangente possível.

Neste caso específico, a parte correspondente à manutenção de equipamentos, tem como objectivo, colaborar na gestão das manutenções preventivas, registar as avarias e reter

informações relevantes acerca das intervenções, para posteriormente ser possível analisar, reflectir e actualizar as acções preventivas.

Ao nível da informação retida acerca dos registos de intervenção, o tratamento de dados e respectiva análise é muito flexível. Podemos analisa-los de diversas formas e obter todos os relatórios que considerarmos relevantes. Foi esta a forma encontrada para se conseguir a acumulação sistematizada do histórico destes equipamentos, desde o número de intervenções, a duração, os técnicos intervenientes, o material utilizado, entre outros.

Procurou-se criar uma interface cuja utilização fosse intuitiva, através de operações simples e directas, de forma a não sobrecarregar a pessoa responsável pela introdução dos dados na base de dados.

A base de dados vai estar acessível a todos os responsáveis do departamento de manutenção e, nesta fase inicial, enquanto não existem os postos de registo automático (tema abordado no Capítulo 5) existirá alguém encarregado pela introdução dos registos. Relativamente à gestão das acções de manutenção preventiva, essa ficará a cargo do responsável de Manutenção dos Equipamentos. Quando existir um histórico razoável, esta é a pessoa indicada para analisar todo o registo de intervenções e poder alterar o plano de acções actualmente existente e, assim, melhorar o plano de Manutenção Preventiva, adequando-o iterativamente à realidade da secção.

Fluxo de funcionamento do registo na BD das intervenções curativas:

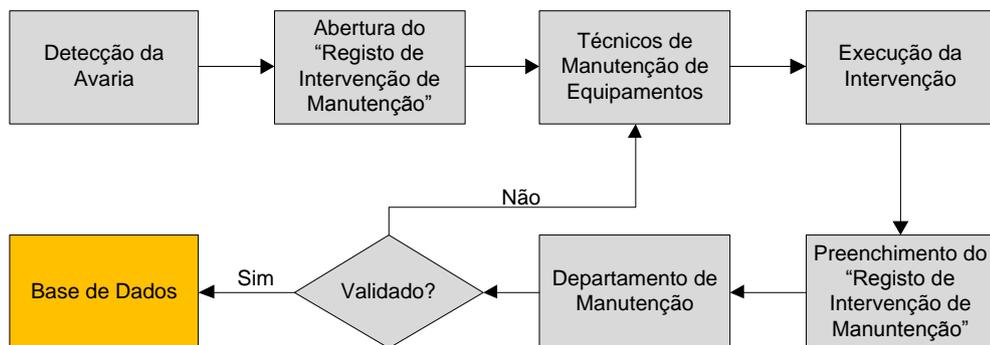


Figura 43 - Fluxo de funcionamento do registo na BD das intervenções curativas

Fluxo de funcionamento das acções de Manutenção Preventiva na BD:

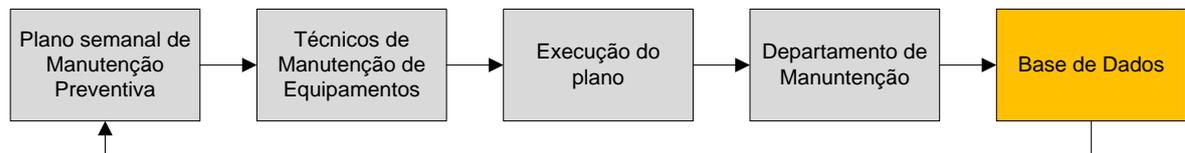


Figura 44 - Fluxo de funcionamento das acções de Manutenção Preventiva na BD

5 Apresentação do protótipo desenvolvido

A base de dados pode ser subdivida em três partes distintas, uma relativa ao registo e armazenamento de informações acerca das intervenções de carácter curativo, e as outras duas, são referentes ao apoio na gestão das manutenções preventivas, distinguindo-se entre preventivas de equipamentos e de ferramentas (projecto referido que decorre em paralelo).

Nos capítulos anteriores, foram apresentados os problemas existentes e a actualização da documentação de forma a obter o correcto registo da informação relevante referente às manutenções curativas que se pretende analisar.

Depois de criado o novo registo de intervenção, procedeu-se à criação e desenvolvimento da base de dados.

Face à quantidade de informação disponível com os novos registos, foi realizado um esforço para distinguir o que realmente era informação importante e tratável de informação que não traria nenhum valor acrescentado à análise. Afinal, o excesso informação desnecessária apenas atrapalha as tomadas de decisão.

Após essa decisão, os esforços centraram-se na melhor maneira de ajustar o seu relacionamento. Na figura seguinte apresenta-se o diagrama de relações definido para a parte correspondente ao novo registo.

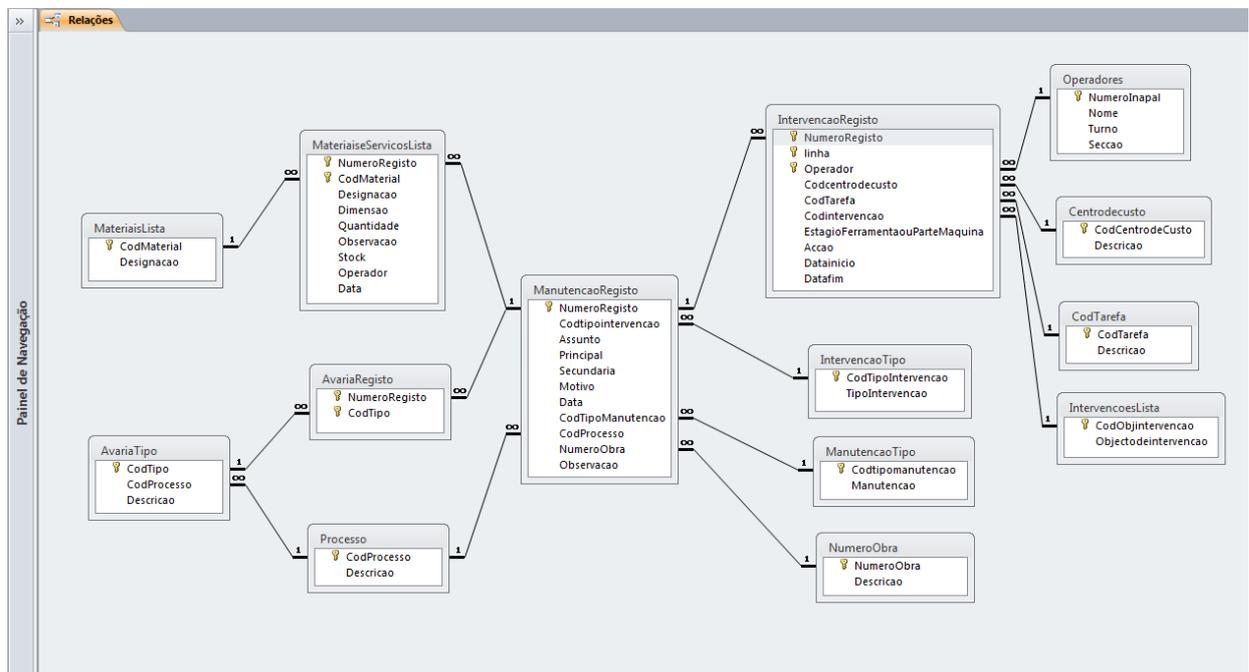


Figura 45 - Esquema de relações BD - Registo de Intervenção

Após a definição das relações deu-se início à criação das interfaces. Estas tiveram como objectivo principal uma utilização que fosse intuitiva, através de operações simples e directas, utilizando maioritariamente o teclado para a inserção dos códigos o que facilita o registo de dados. Na figura seguinte apresenta-se o interface inicial de utilização da BD.

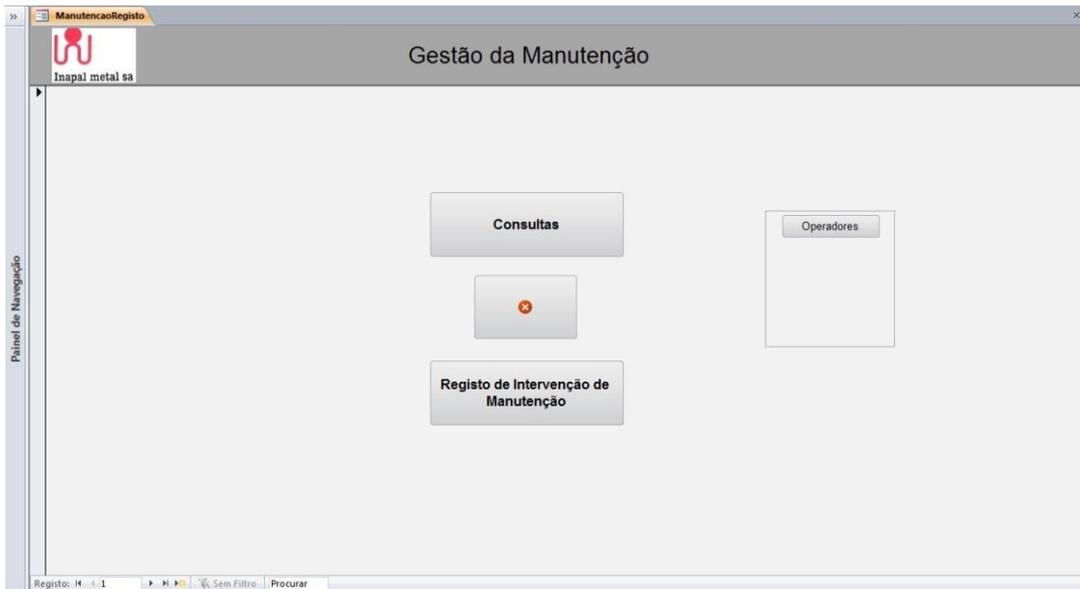


Figura 46 - Formulário inicial

Neste formulário destacam-se dois botões, por um lado um referente a consultas, utilizado para consultar as intervenções de Manutenção Preventiva, por outro, o acesso ao registo de intervenção de manutenção. Este último tanto permite a introdução de novos registos como possibilita a pesquisa de registos de intervenções já decorridas. No menu à esquerda, existe um botão de acesso ao menu operadores, que permite efectuar a gestão do pessoal afecto a Manutenção.

Acedendo à opção “Registo de Intervenção de Manutenção”, será apresentado o seguinte menu:

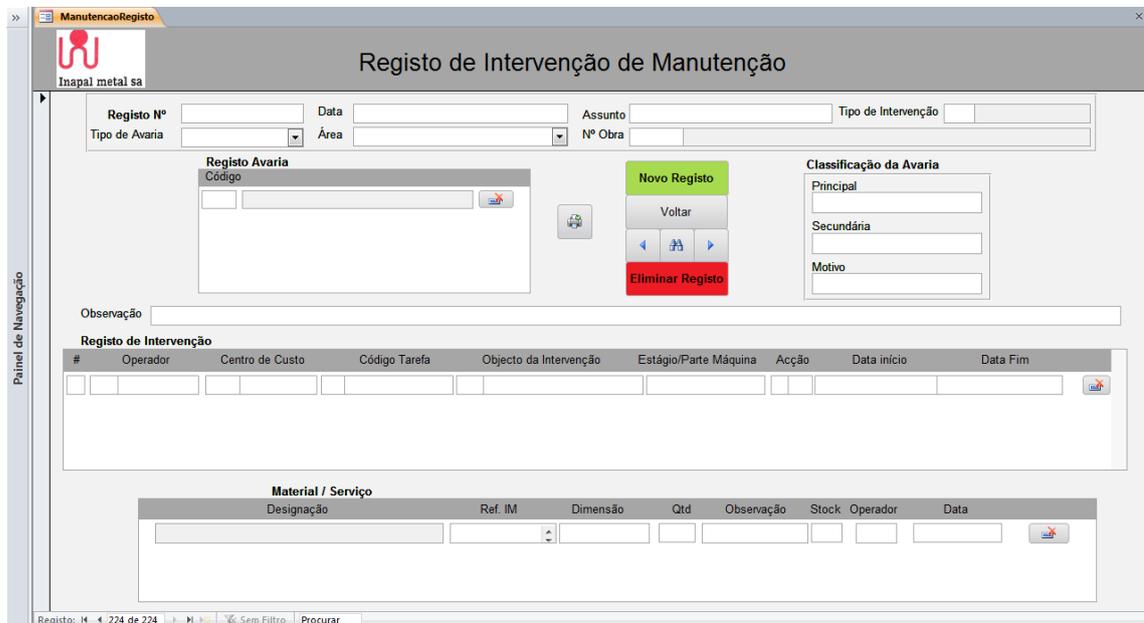


Figura 47 - Menu "Registo de Intervenção de Manutenção"

Como referido, para facilitar o preenchimento deste formulário optou-se por codificar a folha do registo de intervenção, ou seja, este formulário é preenchido com códigos utilizados pelos operadores. Automaticamente aparecerá a descrição correspondente a cada código inserido. No anexo K é possível visualizar um exemplo de um registo preenchido.

Quando se acede ao menu “Consultas” visualiza-se o seguinte menu:

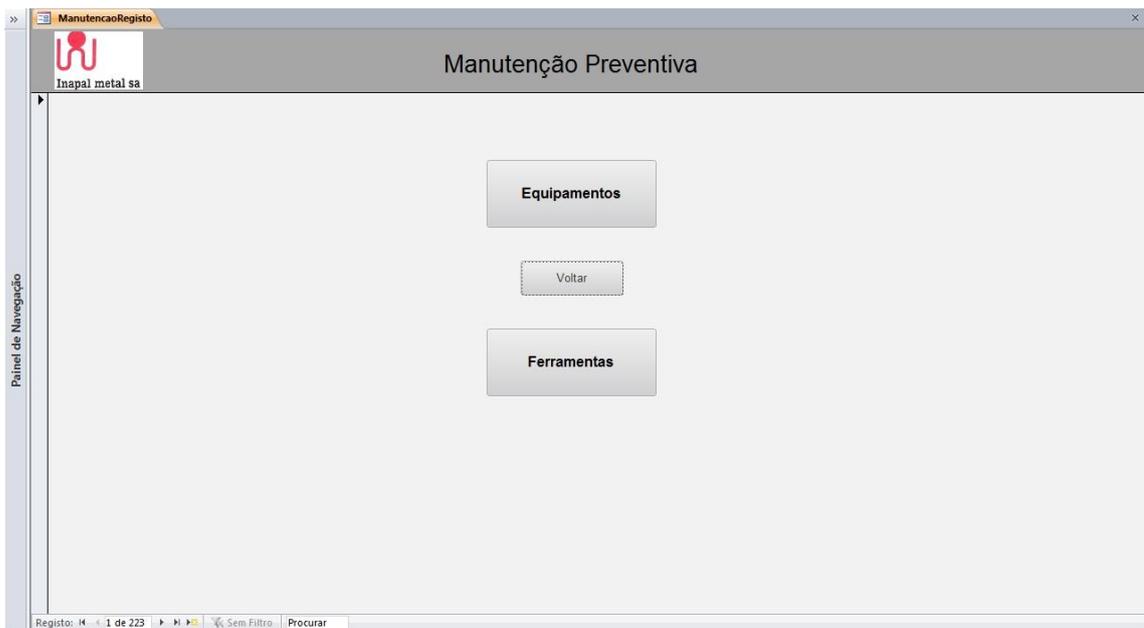


Figura 48 - Menu de opção entre a Manutenção Preventiva

Neste menu apenas podemos escolher entre a consulta da Manutenção Preventiva de Equipamentos ou da Manutenção Preventiva de Ferramentas.

Como o âmbito deste projecto incide apenas na Manutenção de Equipamentos, não será aqui demonstrada a parte relativa a Manutenção Preventiva de Ferramentas.

Na figura seguinte encontra-se as relações definidas para a parte da BD correspondente à Manutenção Preventiva de Equipamentos.

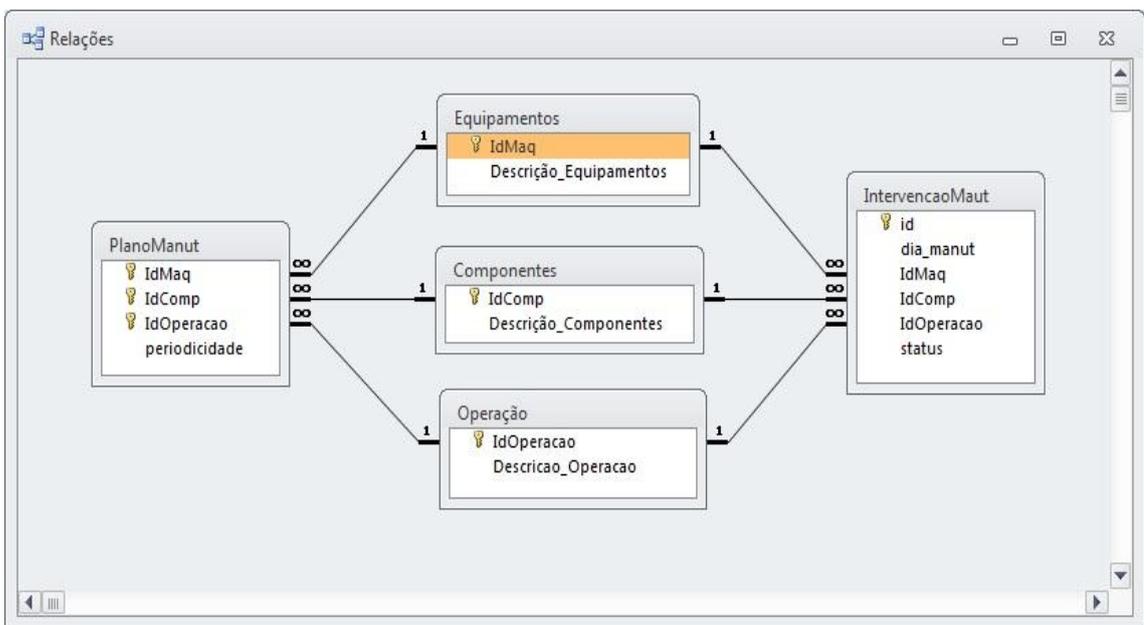


Figura 49 - Diagrama de Relações da Manutenção Preventiva de Equipamentos

Como visível na figura seguinte, o acesso ao menu equipamentos permite-nos as seguintes diversas opções das quais destacam-se o Registo de Execução e o Plano Semanal.

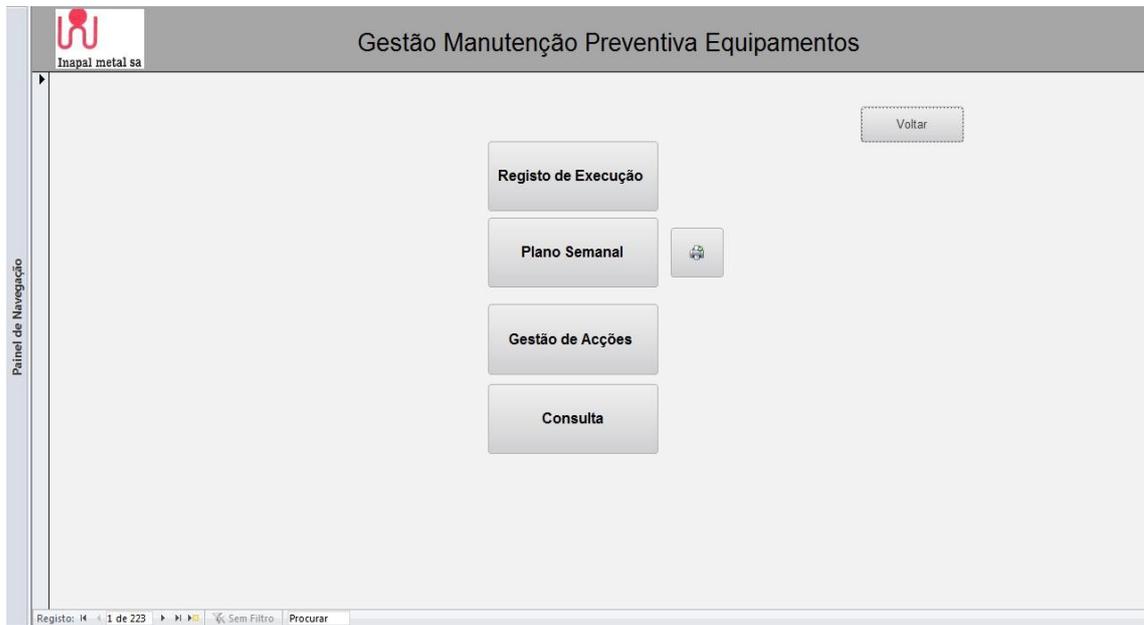


Figura 50 - Menu Equipamentos da BD

Seleccionando o “Registo de Execução de Manutenção Preventiva” será apresentado a seguinte interface:

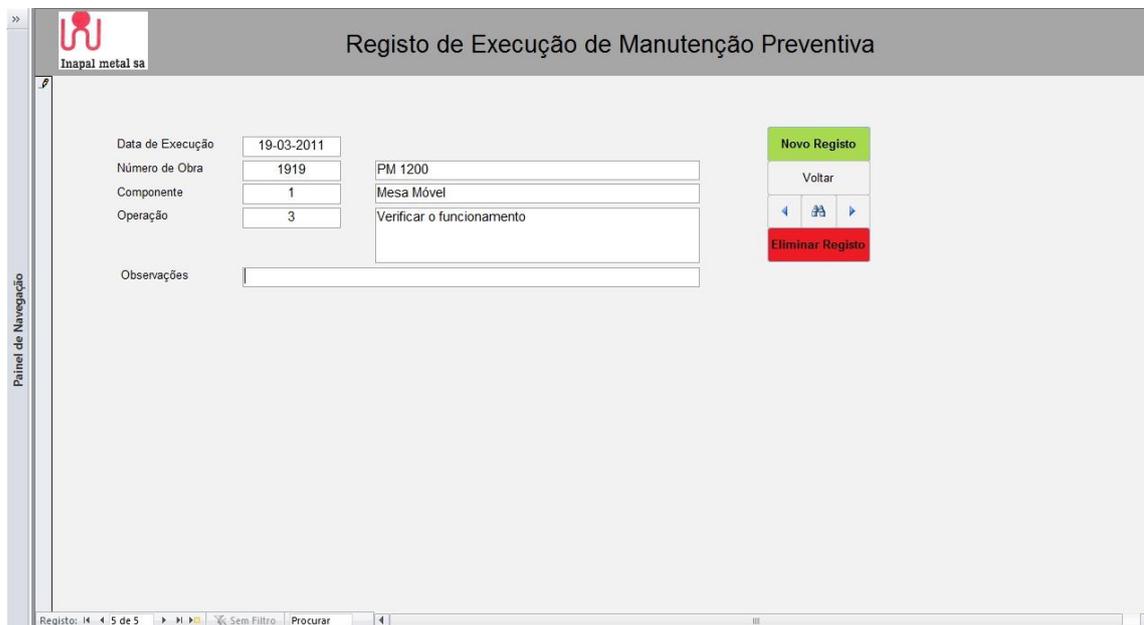


Figura 51 - Menu Registo de Execução de Manutenção Preventiva

Esta é utilizada para preencher os registos de manutenção que foram executados do plano semanal de Manutenção Preventiva, menu que será apresentado a seguir. É preenchido através da codificação criada e com a data de execução e todos os pormenores necessários à identificação da acção.

Por outro lado, se seleccionarmos o “Plano semanal de Manutenção Preventiva” obtemos um plano de acções (figura 52) correspondente à semana actual definido com base na periodicidades das acções existentes para os equipamentos e no registo das actividades executadas para contemplar os atrasos caso existam.

| Inapal metal sa | | Plano de Manutenção Preventiva | | | Legenda: | | Data de Lançamento: | |
|-----------------|------------|---------------------------------|---|-------------|---|-------|---------------------|--|
| | | Manutenção Mecânica | | | NE - Não Executado VE - Verificado e Executado VNN - Verificado e Não Necessário S - Substituição R - Recuperação | | 08/Jul/11 | |
| Equipamento | Componente | Acção | Classificação | Data Início | Data Fim | Acção | Nº Op. | |
| 1505 | PM 501 | 3 Sistema Embraiagem Travão Mec | 3 Verificar o funcionamento | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | | NE VE VNN | __/__/__ h | __/__/__ h | S R | | |
| | | | | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| 1698 | PM 400 | 2 Cabeçote | 2 Verificar o sistema de lubrificação | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | | NE VE VNN | __/__/__ h | __/__/__ h | S R | | |
| | | | | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| 1917 | PM 200 | 9 Valvula Sobrecarga | 6 Verificar a pressão de abertura da válvula | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | | NE VE VNN | __/__/__ h | __/__/__ h | S R | | |
| | | | | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| 1919 | PM 1200 | 5 Blindagens | 4 Verificar o estado dos parafusos e as zonas de aperto | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | | NE VE VNN | __/__/__ h | __/__/__ h | S R | | |
| | | | | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | 3 Sistema Embraiagem Travão Mec | 3 Verificar o funcionamento | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |
| | | | NE VE VNN | __/__/__ h | __/__/__ h | S R | | |
| | | | | __/__/__ h | __/__/__ h | | | |

Página 1 de 1

Figura 52 - Plano de Manutenção Preventiva - Prensas

Os outros menus disponíveis encontram-se em anexo e têm como função consultar o plano de acções de Manutenção previamente criado (anexo N e O), permitindo também a sua alteração (anexo P).

5.1 Análise e tratamento de dados

A base de dados foi desenvolvida em Microsoft Access e é capaz de armazenar toda informação recolhida a partir do novo registo de intervenção, mas em contrapartida este programa não permite um tratamento de dados tão flexível quanto desejado.

Para conseguir uma maior flexibilidade, coerência e funcionalidade no tratamento de toda informação recolhida recorreu-se ao Microsoft Excel, nomeadamente, a uma funcionalidade específica e robusta, às tabelas dinâmicas (*Pivot Table*).

As tabelas dinâmicas são iterativas e permitem a conjugação dos dados de diversas formas a partir da exportação de diferentes tabelas do Microsoft Access. Esta ferramenta proporciona rapidamente a análise de um número elevado de informação e possibilita, filtrar, ordenar, agrupar e organizar conforme necessário e de acordo com o critério que se pretende, disponibilizando todas as funcionalidades usuais disponíveis do Microsoft Excel (inclusive a realização de gráficos). A figura seguinte representa uma lista de campos exportada da base de dados criada, ou seja, uma lista de campos exportada do Microsoft Access para o Microsoft Excel.

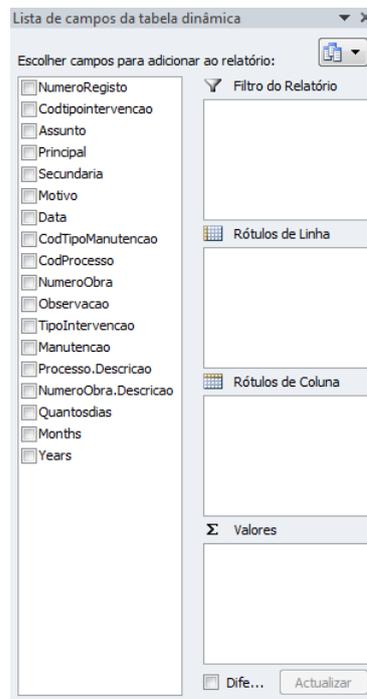


Figura 53 - Lista de campos da tabela dinâmica

A título de exemplo, a partir da lista dos campos disponíveis acima, é possível seleccionar aqueles que se considerem mais convenientes, organizá-los e agrupá-los conforme necessário para a consulta que se pretenda realizar. Também é possível incluir totais, médias, valores máximos, mínimos, entre outras opções.

Devido a motivos de ordem superior, a substituição dos registos iniciou na serralharia, portanto, apresento aqui algumas das potencialidades de análise da ferramenta criada, com dados relativos à Manutenção de Ferramentas uma vez que o procedimento é análogo para os equipamentos.

| Row Labels | Count of Assunto | Row Labels | Count of Assunto |
|----------------|------------------|--------------------|------------------|
| BF 658 | 12 | Faurecia 672 | 1 |
| SNOP 800 | 8 | VW 173/4 | 1 |
| Faurecia 706 | 7 | 089^/034 | 1 |
| Faurecia 658 | 6 | 124/5 | 1 |
| Opel 266/7 | 6 | BF 277 | 1 |
| Faurecia 484 | 6 | Opel 904/5 | 1 |
| Opel 695 | 5 | 904/905 | 1 |
| Faurecia 868/9 | 5 | SNOP 400/410 | 1 |
| SNOP 770 | 4 | BF 485 | 1 |
| VW 067/8 | 4 | VW 067/068 | 1 |
| VW 529/30 | 4 | Faurecia 970 | 1 |
| Faurecia 602 | 3 | BF 602 | 1 |
| Opel 690/1 | 3 | Faurecia 984 | 1 |
| Faurecia 707 | 3 | Opel 661 | 1 |
| Opel 901/2 | 3 | I.PALMELA 661 | 1 |
| Faurecia 277 | 3 | Faurecia 586/7 | 1 |
| Faurecia 150 | 3 | IM Palmela | 1 |
| Faurecia 502/3 | 3 | BF 707 | 1 |
| Faurecia 408 | 3 | IM Palmela - 347 | 1 |
| Opel 347 | 3 | Opel 968/750 | 1 |
| Faurecia 698 | 3 | 277 | 1 |
| BF 502/503 | 2 | SNOP 400 | 1 |
| Opel | 2 | 941 | 1 |
| BF 484 | 2 | BF 868/869 | 1 |
| Faurecia 276 | 2 | Faurecia 151 | 1 |
| VW 193/4 | 2 | SNOP 800/515 | 1 |
| Faurecia 408/9 | 2 | OPEL 200 | 1 |
| Opel 691 | 2 | Faurecia 408 G | 1 |
| BF 151 | 2 | 953/4 | 1 |
| 248 | 2 | 970 | 1 |
| Faureci 277 | 1 | Opel 307/8 | 1 |
| BF 706 | 1 | Opel 056 | 1 |
| Opel 561 | 1 | Opel 124/5 | 1 |
| Faurecia 340 | 1 | Grand Total | 153 |

Figura 54 - Exemplo de consulta realizada a BD

O exemplo acima mostra-nos a quantidade de vezes que cada ferramenta foi intervencionada e na última linha, o total de intervenções. Caso houvesse dados relativos aos equipamentos, esta consulta, mostraria o número de vezes que determinado equipamento foi intervencionado. Se houvesse um histórico suficiente, seria interessante, utilizar a opção filtro por data para limitar no tempo a análise efectuada. Nos anexos L e M são demonstradas outras possibilidades de consulta/análise.

5.2 “Registo de Intervenção de Manutenção” – O futuro

Nesta fase de implementação, habituação e formação acerca do preenchimento do novo registo, este é feito em papel. Estamos perante uma fase transitória, o objectivo é a criação de um posto de registo automático através de um dispositivo com um ecrã táctil. Quando inserido os dados pelos respectivos intervenientes a informação é automaticamente armazenada na BD, deixando as folhas de serem utilizadas. A maior vantagem não se limita à possibilidade de se poder acompanhar em tempo real a situação da manutenção, nem na economia de papel, mas na poupança do tempo das pessoas encarregues de inserir os registos na BD, permitindo que se ocupem com outras funções de carácter mais relevante.

5.3 Outros projectos de modificação e melhoria

Nesta secção são apresentadas pequenas alterações e melhorias realizadas em paralelo com o projecto no departamento de Manutenção.

5.3.1 Organização dos dossiers dos equipamentos

Nesta secção é de elevada importância que os dossiers dos equipamentos estejam disponíveis e correctamente identificados uma vez que são muitas vezes solicitados para consulta em caso de avarias.

Antes:



Figura 55 - Fotografias tiradas antes da organização dos dossiers

Depois:



Figura 56 - Fotografias tiradas depois da organização dos dossiers

5.3.2 Organização da secretaria dos técnicos de manutenção

A secretária dos técnicos de manutenção é o espaço existente para o preenchimento dos registos e, em muitas vezes, para a consulta dos dossiers. Também é o espaço onde são deixadas as requisições finalizadas antes de serem entregues ao responsável do departamento. Pelas funções aqui descritas, é preciso que seja organizada e que cada elemento tenha o seu respectivo lugar. É a única maneira de funcionar correctamente uma vez que é utilizada por toda a equipa técnica de Manutenção de equipamentos.

Antes:



Figura 57 - Fotografias da secretaria dos técnicos de Manutenção - Antes

Depois:



Figura 58 - Fotografias da secretaria dos técnicos de Manutenção - Depois

5.3.3 Actualização da listagem de componentes sobressalentes

Com base nos dossiers dos equipamentos e no levantamento do material existente em armazém, foi actualizada a lista de componentes sobressalentes necessários para cada uma das prensas do sector de estampagem. A título de exemplo, encontra-se no anexo E uma lista dos componentes sobressalentes para a PM 630.

5.3.4 Revisão e actualização das fichas de Manutenção de 1º Nível – PM1200

Sendo este equipamento o mais importante da secção e aquele que segundo a análise efectuada anteriormente (capítulo 3) é o mais problemático, foi realizada uma revisão da ficha de manutenção de 1º nível e uma actualização das condições de verificação.

Além do descrito, também se realizou uma acção de formação a todos os operadores do equipamento, para esclarecer o modo de procedimento e sensibilizá-los da importância deste tipo de verificações na prevenção de anomalias mais graves.



| PLANO VISUAL DE INTERVENÇÃO | | | | | | |
|---|--|------|-----------------|--|--------------|--------------------|
| EQUIPAMENTOS: PM 1200 / GRUPO ALIMENTAÇÃO | | | | RESPONSÁVEL: Operador | | |
| SECÇÃO: Estampagem | | | | NÍVEL: 1 | | |
| N.º OP. | NOME | FOTO | ACÇÃO | INSTRUÇÃO | TEMPO (SEG.) | FREQÜÊNCIA |
| 1 | MÁQUINA E POSTO DE TRABALHO | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR ARRUMACÃO E LIMPEZA | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 2 | KIT'S DE LIMPEZA, DE FERRAMENTAS E SAVETAS | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR SE ESTÃO COMPLETOS | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 3 | PRESSÃO LUBRIFICAÇÃO ANTES DO FILTRO | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR MANÓMETRO 70 ± 30 (bar) | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 4 | AR DE ALTA PRESSÃO | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR MANÓMETRO 8 - 10 (bar) | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 5 | PRESSÃO MÍNIMA EQUILIBRADORES | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR MANÓMETRO 5 - 7 (bar) | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 6 | PRESSÃO AR EQUILIBRADORES | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR MANÓMETRO (VALORES CONFORME A FERRAMENTAS) | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |
| 7 | AR DE BAXA PRESSÃO | | CONTROLO VISUAL | VERIFICAR MANÓMETRO 6 - 8 (bar) | 10 | 1 X TURNO (INÍCIO) |

Figura 59 - Fotografias tiradas durante a revisão e actualização das fichas de 1º Nível

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

6.1 Situação do Projecto

O novo “Registo de Intervenção de Manutenção” encontra-se nesta altura a funcionar em todas as secções. Apesar de ter existido alguma dificuldade na sua implementação, isso foi ultrapassado através de um acompanhamento próximo e acções de formação. Após o reconhecimento da sua importância foi notória a aceitação e o envolvimento de todos.

Por esta altura ainda não é possível apresentar resultados quantificados já que, tal como foi dito ao longo deste trabalho, a prevenção não é recompensada de imediato e a parte da BD correspondente a gestão da manutenção preventiva não se encontra implementada. Espera-se que toda a informação e flexibilidade actualmente existente para o tratamento de dados referentes às manutenções curativas sejam exploradas de forma coerente e correctamente interpretadas. Só assim num futuro próximo, poderá haver uma Manutenção Preventiva que leve à diminuição das avarias, um aumento da disponibilidade dos equipamentos e uma consequente melhoria da eficiência de toda organização.

6.2 Trabalhos futuros

Em relação aos trabalhos futuros, sem dúvida que a maior aposta deve centrar-se na formação dos trabalhadores para que se crie uma verdadeira cultura de mudança e melhoria aos mais diversos níveis. São eles que estão em contacto directo com os problemas e com as dificuldades existentes, possuem uma percepção única da realidade, tornando-se numa fonte de sugestões inigualável. Esta formação deveria ser aliada a técnicas de melhoria contínua, através da aplicação dos 5's, técnicas SMED e um reforço na Manutenção de 1º nível.

É importante sensibilizar toda organização para a necessidade de investir em prevenção e consciencializá-la para que os equipamentos se encontram indisponíveis, em média, 3,5% do tempo de produção e que este valor, corresponde a 104 horas de paragem não planeadas (perda de produção) por equipamento desde o início do ano (Janeiro-Maio). Ou seja, uma correcta atitude perante estes valores e os valores correspondentes a outros tipos de avaria, nomeadamente, as ferramentas (situação crítica), podem significar uma diminuição da taxa de indisponibilidade. A elevada carga dos equipamentos, não significa valor acrescentado, se não se traduzir em eficiência. O tempo de indisponibilidade poderia viabilizar novos projectos, ou até mesmo, a economia do trabalho em horas extraordinárias.

Nesta altura e face ao estudo aqui presente, relativamente à PM1200 era de grande importância ponderar uma intervenção de carácter profundo, criando um plano de acções para imobilizar a máquina durante o tempo necessário para melhorar a sua fiabilidade. Considerando em termos económicos as vantagens que uma intervenção desse nível permite face ao custo de uma paragem não planeada, num equipamento como este que representa uma das artérias principais da fábrica.

Apesar da entrada em vigor num futuro próximo de um plano iterativo de manutenção preventiva, é preciso que este seja cumprido. Numa fase inicial era interessante a criação de uma equipa responsável pelas intervenções preventivas. As avarias inesperadas têm tendência a diminuir com um plano de manutenção preventiva, mas não desaparecem de todo, e nesta

altura inicial, é preciso ter consciência que existirão em simultâneo com as acções preventivas, o que pode levar a necessidade de reforçar a equipa de técnicos de Manutenção.

Eventualmente o sistema deverá evoluir no sentido da Manutenção Preditiva, registando e controlando novos parâmetros, tais como a verificação do paralelismo entre a mesa e o martelo, análise de vibrações e análise termográfica das peças em movimento. Assim, as intervenções seriam mais precisas, mas isto só será possível quando a cultura de prevenção esteja optimizada.

É importante avançar o mais rápido possível com a ideia de abranger neste projecto as outras secções, sedimentando-o na empresa antes que seja vencido pela tamanha inércia de alteração de procedimentos causada pela urgência das acções curativas.

Referências

- AEP. (2011), Associação Empresarial de Portugal, <http://www.aeportugal.pt>, último acesso: Abril 2011
- Almada-Lobo, B. (2010), “*Acetatos de apoio as aulas de Gestão da Manutenção – FEUP*”
- Alves, J., Lopes, A., Meneses, I., Pires, M. R., Pimenta, E. e Milheiro, A. (2010), “*Guia Interpretativo da norma ISO/TS 16949:2009*”, Emissão: Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica, LDA.
- Azevedo, A. e P., Paula (2001), “*Ficha Técnica de 8D – Técnicas de Resolução de Problemas*”, Emissão: Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica, LDA.
- Azevedo, A., Alves, J., Pimenta, E. e Pereira, P. (2003) “*Fichas Técnicas de Ferramentas da Qualidade*”, Emissão: Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica, LDA.
- Azevedo, A. (2010), “*Acetatos de apoio as aulas de Gestão da Qualidade Total - FEUP*”
- Cabral, J. P. S. (2006a), “*Organização e Gestão da Manutenção*”, Edições Lidel, Lisboa
- Cabral, J. P. S. (2009b), “*Gestão da Manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*”, Edições Lidel, Lisboa
- Iberogestão, (2011), *Manual da Qualidade Iberogestão – Abril de 2011*
- Inapal Metal, (2011), *Manual da Qualidade Inapal Metal S.A. – Abril de 2011*
- Levitt, J., (2009), “*The Handbook of Maintenance Management*”, Edições Industrial Press, Estados Unidos
- Maggard, B. N. (1992), “*TPM that works: The theory and design of total productive maintenance: a guide for implementing TPM*”, Edições TPM Press, Estados Unidos
- McCarthy, D. e Rich, Dr. N. (2004), “*Lean TPM – A blueprint for change*”, Edições Elsevier Butterworth-Heinemann, Inglaterra
- Mcdermott, R. E. e Mikulak, J. R. e Beauregard, M. R (1996), “*The basics of FMEA*”, Edição Productivity, Estados Unidos
- Pinto, C. V. (2002), “*Organização e gestão da manutenção*”, Edições Monitor, Lisboa
- Smith, R. e Hawkis, B., (2004), “*Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*”, Edições Elsevier Butterworth-Heinemann, Inglaterra
- The fast Guide to OEE, <http://www.oee.com> último acesso: Abril 2011
- TÜV. (2011), TÜV Rheinland Portugal, <http://www.tuv.pt>, último acesso: Abril 2011

Wilson, L., (2010), “*How to implement Lean Manufacturing*”, Edições McGrawHill, Estados Unidos

Willmott, P. e McCarthy, D. (2001), “*TPM – A Route to World-Class Performance*”, Edições Butterworth Heinemann, Inglaterra

ANEXO A: Apresentação Iberogestão – Lda.

A Iberogestão – Gestão Integrada e Tecnológica, Lda, é uma empresa de consultoria de gestão fundada em 1989 cujo objectivo é *“Contribuir de forma envolvente e eficaz para a melhoria da Competitividade Empresarial e Organizacional, propondo soluções técnicas e operacionais à medida do Cliente”*.

Trata-se uma empresa certificada desde 1997 segundo a NP EN ISO 9001, no âmbito: Consultoria em organização, gestão, sistemas da qualidade e integração tecnológica, formação, diagnósticos e estudos. Certificada também segundo a Norma ISO 9001:2000 desde 2001 - Sistema de gestão da qualidade.

Oferece aos seus clientes soluções inovadoras e globais para o negócio ou actividade perfazendo a cobertura da cadeia de valor desde a estratégia até à implementação dos sistemas de planeamento, execução e controlo.

Desenvolve as suas actividades num vasto conjunto de sectores: Indústria, Telecomunicações, Saúde, Ensino, Automóvel, Serviços, Autarquias, Alimentar, Banca e Seguros, Administração Pública, Distribuição, entre outras.

Em relação a indústria automóvel, a IBG detém uma longa experiência neste sector de actividade apresentando soluções técnicas e organizacionais para melhorar a competitividade das empresas nas áreas mais expostas ao rigor da avaliação dos grandes fabricantes da indústria automóvel.

Instalações e logótipo da Iberogestão:



ANEXO B: Apresentação Inapal Metal S.A.

A Inapal Metal SA, foi constituída no ano de 1972 em Leça do Balio, dedicando-se a fabricação de componentes metálicos destinados a indústria automóvel.

Na década de 80, adaptou as suas linhas de estampagem para a produção de carters e tampas de válvulas com destino a fábrica da Renault em Cacia. Devido a evolução da indústria automóvel, inicia investimentos em uma nova tecnologia, fabrico de peças em materiais compósitos (plásticos) para a produção de para-choques e protecções laterais.

Em meados desta mesma década, a empresa, parte para um conceito de grupo, separando as suas actividades de metalomecânica e plásticos em duas empresas juridicamente independentes. Decorrente desta estratégia, constituiu em 1989 e 1991 a Inapal Metal SA e a Inapal Plásticos SA, respectivamente em associação com a Lebranchu e a Menzolit Werk, parceiros com dimensão europeia e específicos por área.

Desde o início de 1997, as empresas tem uma estrutura de gestão independente, e em 1998, face a necessidade de expansão, remodelação dos meios de fabrico e com vista ao aumento da produção, a Inapal Metal SA, procedeu a aquisição de uma nova unidade fabril situada no concelho da Trofa, para a qual, transferiu-se completamente durante o ano 2000.

Na sequência de ter ganho em 2006 o *Outsourcing* do *Clinching* da Volkswagen Sharan, reuniu todas as condições necessárias e criou uma nova unidade de produção localizada em Palmela no parque industrial da Autoeuropa. Nessa mesma altura, também adquiriu uma nova prensa de 1200 toneladas para a unidade da Trofa.

Até 1998, a Inapal Metal SA, baseava toda sua actividade em apenas 7 produtos direccionados para a Renault e a Opel.

A diversificação estratégica tanto de clientes como de produtos levou à redefinição dos seus meios técnicos e humanos de forma a assegurarem a produção de cerca de 500 referências distribuídas por 12 clientes.

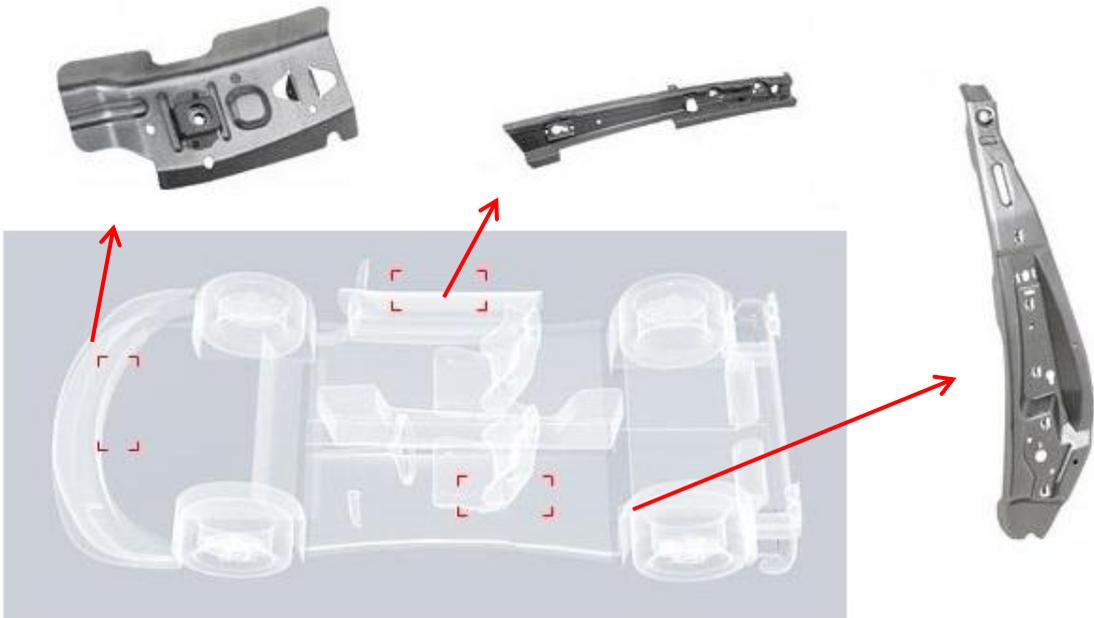
Em 2008 face a crise mundial instalada no sector automóvel a estratégia definida levou a constituição da Inapal Palmela, uma empresa juridicamente distinta da Inapal Metal, mas contando com as suas sinergias.

No ano de 2009, ocorreu a transferência da linha de estruturas (PQ24) da Tecnoconfor Barcelona para a Inapal Trofa, obrigando um aumento significativo dos recursos, quer humanos, quer técnicos.

Instalações e logótipo da IM:



Exemplos de componentes produzidos pela IM:



ANEXO C: Norma ISO TS 16949 - 2009

A referida norma aborda a Manutenção de Equipamentos e assuntos relacionados com a execução deste trabalho nos seguintes itens:

Item : 7.5.1.3. Verificação das afinações iniciais (“Job Set-up”)

REQUISITO

Os “Job Set-up” devem ser verificadas sempre que se execute um novo começo de trabalho, mudança de material, mudança de trabalho.

Instruções de trabalho devem ser acessíveis para o pessoal responsável pela afinação inicial. A Organização deve usar métodos estatísticos para verificação onde aplicável.

Nota: Comparações com última peça são recomendadas.

Item: 7.5.1.4. Manutenção Preventiva e Preditiva

REQUISITO:

A organização deve identificar equipamentos-chave de processo e providenciar recursos para a manutenção das máquinas/equipamentos e desenvolver um sistema de manutenção preventiva total, planeado e efectivo. Este sistema deve incluir no mínimo:

- *Actividades de manutenção planeada,*
- *Embalagem e preservação do equipamento, ferramentas/molde e equipamento de controlo,*
- *Disponibilidade de peças de substituição para equipamentos chave de fabricação,*
- *Objectivos de manutenção documentados, avaliados e em melhoria.*

A organização deve utilizar métodos de manutenção preditiva para melhorar continuamente a eficiência e a eficácia do equipamento de produção.

Item: 7.5.2. Validação dos Processos de produção e de fornecimento/provisão do serviço

REQUISITO

A organização deve validar quaisquer processos de produção e de fornecimento do serviço em que a saída resultante não possa ser verificada por subsequente monitorização ou medição, e como consequência, as deficiências apenas se manifestam depois de o produto estar em utilização ou de o serviço ter sido prestado.

A validação deve demonstrar a aptidão destes processos para atingir os resultados planeados.

A organização deve estabelecer disposições para estes processos que incluam, conforme aplicável:

- a) *Critérios definidos para revisão e aprovação dos processos;*
- b) *Aprovação do equipamento e qualificação do pessoal;*

- c) *Utilização de métodos e procedimentos específicos;*
- d) *Requisitos para registos;*
- e) *Revalidação.*

Item: 7.5.3.1. Identificação e Rastreabilidade - Suplemento

A Organização deve identificar o produto através de meios adequados ao longo da realização do produto.

A Organização deve identificar o estado do produto em relação a requisitos de monitorização e de medição.

Onde a rastreabilidade for um requisito, a Organização deve controlar e registar a identificação única do produto (Veja-se requisito 4.2.4)

NOTA: Em alguns sectores industriais, a gestão da configuração é um meio através do qual são mantidas a identificação e a rastreabilidade.

Interpretação e desenvolvimento

Deve ser definido o modo de identificação do produto em todas as fases de produção e instalação. Este modo de identificação, sempre que exigido, deve ser tal que, permita a rastreabilidade do produto, isto é, que seja possível conhecer a história do produto (como e quando o produto ou a operação de execução foi realizado, que lote de matéria prima utilizou, quais os produtos de processos que foram utilizados, em que turno foi executado, qual o operador designado, condições e resultados das inspecções efectuadas...).

A identificação do estado do produto em relação a monitorização e medição deve ser considerada.

Também é condição de identificação e rastreabilidade as condições do processo (máquina, molde ou ferramenta, gabarits, meio de inspecção e controlo, operador, parâmetros de afinação e execução do processo).

Lista de comprovação

- *Métodos para identificação do produto durante todas as fases da produção que incluam o estado relativo às medições e monitorizações efectuadas*
- *Registos da identificação dos produtos*
- *Condições de rastreabilidade, quando definidas*
- *Identificação de requisitos legais ou regulamentares*

Documentos e registos

- *Documentos de identificação dos produtos*
- *Registos da identificação do produto e das condições operativas do processo produtivo quando a rastreabilidade é um requisito*

(Alves *et al*, 2010)

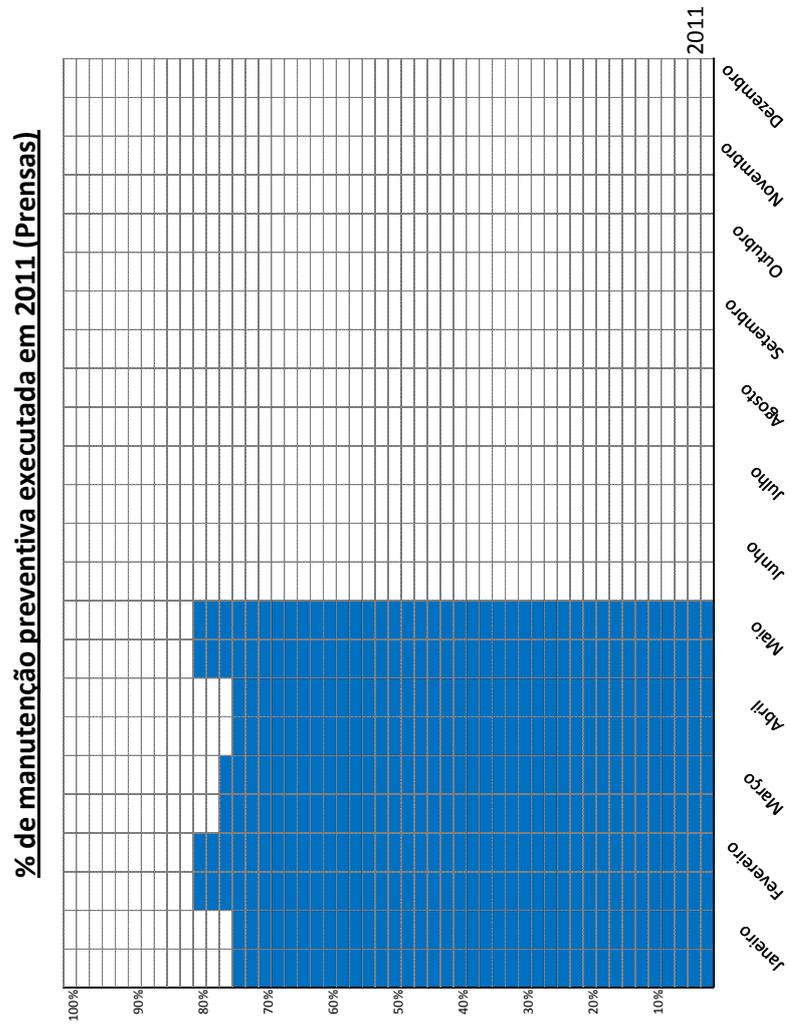
ANEXO D: Tarefas de Manutenção Preventiva – Prensas Mecânicas

| | | |
|--|---|-----------------------------------|
|  Inagal metal sa | MANUTENÇÃO PREVENTIVA Prensas Mecânicas (PM 1200 - 630 - 400 - 315 - 200 - 501 - 502) | |
| Data de Emissão: 02/2011 | Data de Revisão: Nº Revisão: | Aprovado por: <i>Kivi Feixote</i> |

TAREFAS:

| |
|---|
| 45 minutos para: <ul style="list-style-type: none">- VERIFICAR SISTEMA DE SEGURANÇA (BOTONEIRAS DE EMERGÊNCIA / PORTAS)- VERIFICAR NÍVEIS DE ÓLEO GRUPOS HIDRÁULICOS- VERIFICAR DISCOS DE TRAVÃO (PM 501/502)- EFECTUAR PURGAS DOS EQUILIBRADORES- LUBRIFICAR VÁVULA SISTEMA DE EMBRAIAGEM/TRAVÃO- VERIFICAR DISCOS DO SISTEMA DE AFINAÇÃO MARTELO (PM 400) |
| +/- 4h para: <ul style="list-style-type: none">- VERIFICAR E/OU SUBSTITUIR CORREIAS MOTOR PRINCIPAL- ELIMINAR FUGAS NO CIRCUITO PNEUMÁTICO- ELIMINAR FUGAS NO CIRCUITO HIDRÁULICO- REPARAR BLINDAGENS DANIFICADAS- VERIFICAR E/OU REPARAR SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DE CHAPA- VERIFICAR E/OU SUBSTITUIR FILTROS HIDRÁULICOS- VERIFICAR AFINAÇÃO GUIAS MARTELOS- VERIFICAR E/OU REPARAR SISTEMA DE APERTO DE FERRAMENTAS (AMARRES)- VERIFICAR E/OU REPARAR FICHAS DE LIGAÇÃO (SENSORES / BI-MANUAL / MESAS)- LIMPEZA QUADROS ELÉCTRICOS (INTERIOR / EXTERIOR / FILTROS)- LIMPEZA DO MOTOR PRINCIPAL E VERIFICAÇÃO DAS ESCOVAS- SUBSTITUIR LÂMPADAS AVRIADAS (ILUMINAÇÃO INTERIOR QUADRO ELÉCTRICO, PRENSA E QUADRO DE COMANDO)- LIMPEZA FILTRO VARIADOR MOTOR PRINCIPAL |
| 3º TURNO: |
| 30 minutos/ máquina para: <ul style="list-style-type: none">- SUBSTITUIÇÃO FILTRO MOTOR VENTILADOR (MOTOR PRINCIPAL)- VERIFICAR E REAPERTAR SUPORTE VENTILADOR |
| TEMPO TOTAL MANUTENÇÃO POR MÁQUINA : +/- 5h15 |

ANEXO F: Gráfico de seguimento da execução de Manutenção Preventiva na secção de Estampagem



ANEXO G: Instruções de Manutenção Preventiva – Exemplo

| | | | |
|--|--|---------------|--------------|
|  Inapal metal sa | Departamento de Manutenção Instruções de Manutenção Preventiva | | 18 |
| | Equipamento: | PM 400 | Rev. Interna |
| Ação: | Amarres de elevação da mesa móvel – Grupo Hidráulico | Responsável | R.P. |

Segurança:



Instruções:

Localização do Grupo Hidráulico:



Verificação:
 1 - Nível do óleo
 2 - Pressão de Funcionamento 220/250 bar

Amarres:



Verificação:
 1-Estado dos acessórios conectores
 2-Estado da mangueira de ligação
 3-Estado do suporte e parafuso

Lista de Material:

ANEXO I: Informação disponível através do “Seguimento de Produção”

| DIA | Referência | PM 200 | | PARAGENS PLANEADAS | | | | PARAGENS NÃO PLANEADAS | | | | | | | | produção teórica | |
|------------|------------|-----------------------|----------|--------------------|--------|-----------|---------|------------------------|----------|----------------------------|-----------|----------|---------------|---------------|--------|------------------|--------|
| | | cadencia inst [p/min] | PRODUÇÃO | INTERVALO | SETUP | | ENSAIOS | AVARIA MÁQUINA | | AVARIA SISTEMA ALIMENTAÇÃO | | | MÁT-PRIMA NOK | AVARIA FERRAM | OUTROS | | |
| | | | | | FERRAM | MÁT-PRIMA | | ELÉCTRICA | MECANICA | TRANSFER | MÁT-PRIMA | PER/PORC | | | | | |
| 02-05-2011 | 770 | 55 | 405 | 30 | 40 | 15 | | | | | | | | | 170 | | 22275 |
| 02-05-2011 | 97 | 60 | 530 | 60 | 50 | 20 | | | | | | | | | 30 | 20 | 31800 |
| 03-05-2011 | 97 | 60 | 310 | 30 | | | | | | | | | | | | | 18600 |
| 03-05-2011 | 15 | 55 | 410 | 30 | 40 | 10 | | | | | | | | | 70 | 60 | 22550 |
| 04-05-2011 | 15 | 55 | 130 | | | | | | | | | | | | | | 7150 |
| 04-05-2011 | 15 | 55 | 60 | 40 | 40 | | | | | | | | | | 140 | 50 | 3300 |
| 04-05-2011 | 770 | 55 | 210 | 30 | 80 | | | | | | | | | | 120 | 60 | 11550 |
| 05-05-2011 | 770 | 55 | 675 | 30 | | | | | | | | | 25 | | | | 37125 |
| 05-05-2011 | 15 | 55 | 85 | 30 | 50 | | | | | | | | | | 50 | 15 | 4675 |
| 06-05-2011 | 15 | 55 | 270 | 120 | | | | | | | | | | | 70 | | 14850 |
| 06-05-2011 | 67 | 60 | 380 | 30 | 60 | 15 | | | | | | | | | | 15 | 22800 |
| 09-05-2011 | 640 | 60 | 290 | 30 | 110 | | | | | | | | | | | 30 | 17400 |
| 09-05-2011 | 770 | 55 | 300 | 30 | 70 | | | 20 | | | | | | | 70 | 10 | 16500 |
| 10-05-2011 | 770 | 55 | 400 | 30 | | | | | | | | | | | 50 | | 22000 |
| 10-05-2011 | 400 | 60 | 300 | 30 | 70 | | | | | | | | | | 50 | 10 | 18000 |
| 10-05-2011 | 15 | 55 | | | 20 | | | | | | | | | | | | 0 |
| 11-05-2011 | 15 | 55 | 210 | | 20 | | | | | | | | | | | | 11550 |
| 11-05-2011 | 15 | 55 | 125 | 30 | 75 | | 65 | | | | | | | | 105 | | 6875 |
| 11-05-2011 | 67 | 60 | 160 | 30 | 60 | | 70 | | | | | | | | | 10 | 9600 |
| 12-05-2011 | 67 | 60 | 205 | 30 | 50 | | | | | | | | | | | 5 | 12300 |
| 12-05-2011 | 770 | 55 | 60 | 30 | 30 | | | | | | | | | | 120 | | 3300 |
| 12-05-2011 | 400 | 60 | 330 | | 30 | | | | | | | | | | | | 19800 |
| 12-05-2011 | 15 | 55 | | | 70 | | | | | | | | | | | | 0 |
| 13-05-2011 | 15 | 55 | 500 | 30 | | | | | | | | | | | 25 | | 27500 |
| 13-05-2011 | 15 | 55 | 295 | 30 | 45 | 25 | | | | | | | | | | 10 | 16225 |
| 16-05-2011 | 15 | 55 | 190 | | | | | | | | | | | | | | 10450 |
| 16-05-2011 | 770 | 55 | | 30 | 40 | | | | | | | | | | 50 | | 0 |
| 16-05-2011 | 248 | 32 | 140 | | 30 | | | | | | | | | | | | 4480 |
| 16-05-2011 | 30 | 28 | 330 | 30 | 45 | | | 40 | | | | | | | | 35 | 9240 |
| 16-05-2011 | 67 | 60 | 210 | 30 | 40 | | | | | | | | | | | 20 | 12600 |
| 17-05-2011 | 67 | 60 | 130 | 30 | | | | | 180 | | | | | | | | 7800 |
| 17-05-2011 | 770 | 55 | | | 30 | | | | | | | | | | 40 | | 0 |
| 17-05-2011 | 640 | 60 | 290 | 30 | 50 | | | | | | | | | | | | 17400 |
| 17-05-2011 | 503 | 40 | 105 | | 50 | | | | | | | | | | | 25 | 4200 |
| 18-05-2011 | 503 | 40 | 50 | | | | | | | | | | | | | | 2000 |
| 18-05-2011 | 15 | 55 | 60 | | 80 | | | | | | | | | | 30 | | 3300 |
| 18-05-2011 | 15 | 55 | 200 | 60 | 90 | 10 | | | | | | | | | 30 | 10 | 11000 |
| 18-05-2011 | 97 | 60 | 290 | | 30 | | | | | | | | | | 20 | | 17400 |
| 19-05-2011 | 15 | 55 | 25 | | | | | | | | | | | | | | 1375 |
| 19-05-2011 | 770 | 55 | 10 | | 75 | | | | | | | | | | 90 | 10 | 550 |
| 19-05-2011 | 15 | 55 | 155 | 30 | 60 | 10 | | | | | | | | | | 15 | 8525 |
| 20-05-2011 | 15 | 55 | 320 | 30 | | | | | | | | | | | | | 17600 |
| 20-05-2011 | 67 | 60 | 205 | | 30 | | | 45 | | | | | | | | | 12300 |
| 20-05-2011 | 770 | 55 | 170 | 30 | 70 | | | | | | | | | | 45 | 15 | 9350 |
| 23-05-2011 | 770 | 55 | 700 | 60 | | 10 | | | | | | | | | 70 | | 38500 |
| 24-05-2011 | 770 | 55 | 150 | | | | | | | | | | | | 40 | | 8250 |
| 24-05-2011 | 67 | 60 | 235 | 30 | 40 | | 60 | | | | | | | | 15 | | 14100 |
| 24-05-2011 | 67 | 60 | 205 | 30 | 30 | 15 | 60 | | | | | | | | 50 | | 12300 |
| 25-05-2011 | 97 | 60 | 440 | 30 | 20 | 10 | | 120 | | | | | | | | | 26400 |
| 25-05-2011 | 15 | 55 | 230 | 30 | 55 | 10 | | | | | | | | | | 15 | 12650 |
| 26-05-2011 | 15 | 55 | 190 | | | | | | | | | | | | | | 10450 |
| 26-05-2011 | 293/2 | 40 | 160 | 30 | 30 | | | | | | | | | | | | 6400 |
| 26-05-2011 | 67 | 60 | | | 50 | | 20 | | | | | | | | | | 0 |
| 26-05-2011 | 640 | 60 | 180 | 30 | 45 | 10 | | | | | | | | | | 35 | 10800 |
| 26-05-2011 | 400 | 60 | 110 | | 60 | | | | | | | | | | | 10 | 6600 |
| 27-05-2011 | 400 | 60 | 170 | | | | | | | | | | | | | | 10200 |
| 27-05-2011 | 67 | 60 | | 30 | 30 | | 60 | | | | | | | | | | 0 |
| 27-05-2011 | 770 | 55 | 310 | 30 | 80 | | | | | | | | | | 90 | | 17050 |
| 27-05-2011 | 15 | 55 | | | 65 | | | | | | | | | | 80 | 15 | 0 |
| 30-05-2011 | 15 | 55 | 320 | 30 | 40 | | | | | | | | | | 70 | | 17600 |
| 30-05-2011 | 67 | 60 | 365 | 30 | 50 | | | 20 | | | | | | | 35 | | 21900 |
| 31-05-2011 | 67 | 60 | 80 | | | | | | | | | | | | | | 4800 |
| 31-05-2011 | 42 | 0 | 290 | 30 | 30 | | | | | | | | | | 30 | | 0 |
| 31-05-2011 | 34 | 70 | 345 | 30 | 40 | 5 | | | | | | | | | 50 | 20 | 24150 |
| 31-05-2011 | 97 | 60 | 360 | 30 | 40 | 20 | | | | | | | | | 30 | 10 | 21600 |
| | | | 14360 | 1480 | 2435 | 185 | 335 | 245 | 180 | 0 | 0 | 25 | 0 | 1935 | 530 | | 791045 |

ANEXO K: Formulário de Intervenção Curativa - Preenchido



ManutencaoRegistro

Registo de Intervenção de Manutenção

Assunto: Faurecia 602 Tipo de Intervenção: 1 Man. Curativa

Nº Obra: 4036 (32.005.280 (9218020) - FERRAMENTA PROGRESSIVA (602C))

Registo Nº: 205 Data: 13-05-2011 06:55:00

Man. Ferramentas: Man. Ferramentas Estampagem Área: Man. Ferramentas Estampagem

Registo Avaria

Código: 2 Rebarba na furação

4 Empeno de abas

Classificação da Avaria

Principal:

Secundária:

Motivo:

Observação:

| Registo de Intervenção | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|-----------------|---------------|------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|
| # | Operador | Centro de Custo | Código Tarefa | Objecto da Intenvenção | Estágio/Parte Máquina | Acção | Data inicio | Data Fim | |
| 1 | Fábio | 1227 | Bancada | 11 Rectificação | 140 Matriz - Furação normalizada | 6º 1 Sub | 14-05-2011 19:00:00 | 14-05-2011 21:00:00 | <input type="button" value="Editar"/> |
| 2 | Fábio | 1227 | Bancada | 11 Rectificação | 157 Puncão - Furação normalizada | 6º 1 Sub | 14-05-2011 21:00:00 | 14-05-2011 22:00:00 | <input type="button" value="Editar"/> |
| 3 | Fábio | 1227 | Bancada | 8 Limpeza | 199 Diversos | 6º 2 Rep | 14-05-2011 22:00:00 | 14-05-2011 23:00:00 | <input type="button" value="Editar"/> |

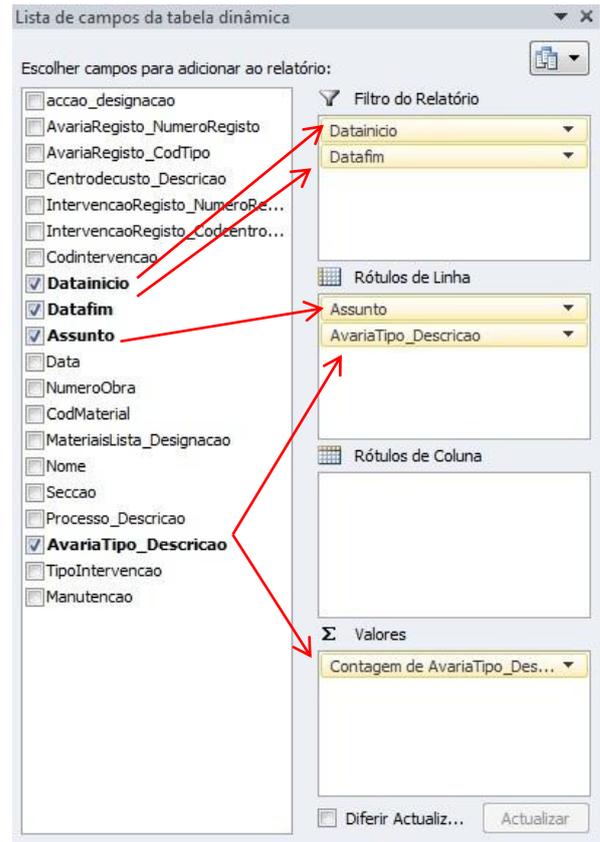
Material / Serviço

| Designação | Ref. IM | Dimensão | Qty | Observação | Stock | Operador | Data |
|--------------------------|-------------|----------|-----|------------|-------|----------|------------|
| PUNCAO DA 8,15 L=93 | 33661000013 | | 2 | | | 149 | 14-05-2011 |
| MATRIZ DDHP 20 8,35 L=30 | 33661000248 | | 1 | | | 149 | 14-05-2011 |

Registo: 205 de 223 Sem Filtro Procurar

ANEXO L: Análise/Consulta de Intervenção Curativa – Exemplo 1

| Datainicio | (Tudo) |
|---------------------|----------------------------------|
| Datafim | (Tudo) |
| Rótulos de Linha | Contagem de AvariaTipo_Descricao |
| SNOP 800 | 60 |
| Banda presa | 9 |
| Elementos caídos | 5 |
| Elementos presos | 1 |
| Peça fora de cota | 12 |
| Rebarba na furação | 21 |
| Rebarba periférica | 12 |
| BF 658 | 39 |
| Banda presa | 8 |
| Rebarba na furação | 8 |
| Rebarba periférica | 23 |
| Faurecia 707 | 24 |
| Elevação da banda | 12 |
| Rebarba na furação | 12 |
| Faurecia 706 | 22 |
| Banda presa | 3 |
| Empeno de abas | 16 |
| Peça fora de cota | 3 |
| Faurecia 276 | 20 |
| Elementos caídos | 18 |
| Gripagem na peça | 2 |
| SNOP 770 | 15 |
| Elementos caídos | 8 |
| Empeno de abas | 7 |
| Faurecia 602 | 15 |
| Empeno de abas | 6 |
| Rebarba na furação | 9 |
| Faurecia 484 | 14 |
| Elementos caídos | 4 |
| Gripagem na peça | 4 |
| Rebarba na furação | 6 |



Neste exemplo podemos observar por ferramenta quais anomalias sofreram e o número de vezes que se repetiram. A informação está por ordem decrescente, começa assim pela mais crítica, ou seja, aquela que apresenta um maior número de problemas. Poderia ser filtrada por data se o histórico assim o justificasse. De forma análoga para os equipamentos, apareceria por prensa e pelo tipo de avaria.

ANEXO M: Análise/Consulta de Intervenção Curativa – Exemplo 2

| Datainicio | (Tudo) |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Datafim | (Tudo) |
| Rótulos de Linha | Contagem de CodMaterial |
| (em branco) | |
| PUNCAO DA 13,2 L=100 | 12 |
| MOLA GAS TPC 25X38 | 12 |
| PUNCAO PT 10 8,2 L=100 L1=20 M2 | 12 |
| PARAF UMB CAB CIL DIN912 M8X140 | 12 |
| MOLA GAS HR 300-25 | 12 |
| PUNCAO PB 10 L=80 | 12 |
| EXTRACTOR CAB CIL 3,2 x 80 | 11 |
| CAVILHA DIN6325 D=8X50 | 11 |
| PUNCAO PT 16 9,15 L=100 L1=25 | 11 |
| PUNCAO PET 10 6,6 L=100 L1=20 | 11 |
| PARAF UMB CAB CIL DIN912 M8X40 | 11 |
| PUNCAO PET 13 10,2 L=100 L1=25 | 11 |
| MATRIZ MDHP 12,5 4 L=45 A2 | 11 |
| PUNCAO PEW 13 12,5x9,3 L=80 L2=30 | 11 |
| PUNCAO DA 9,1 L=110 | 10 |
| PUNCAO PT 10 9,1 L=100 L1=30 | 10 |
| CAVILHA DIN6325 D=3X24 | 10 |
| PUNCAO PT 25 20,5 L=100 L1=25 | 10 |
| PUNCAO MPE 12,1 L=70 VAN4 | 9 |
| MOLA GAS TPK 25X50 | 9 |
| MOLA G 50 x 76 | 9 |
| MOLA G 25 x 38 | 9 |
| PUNCAO PB 9,4 L=70 | 9 |
| MOLA GAS TPK 600-38 | 9 |
| MATRIZ DDHP 16 7,4 L=20 | 9 |

Lista de campos da tabela dinâmica

Escolher campos para adicionar ao relatório:

AvariaRegisto_NumeroRegisto

Centrodecusto_Descricao

IntervencaoRegisto_Codcentro...

Datainicio

Datafim

Duração

ManutencaoRegisto_NumeroRe...

ManutencaoRegisto_Codtipoint...

Assunto

Data

ManutencaoRegisto_CodTipoM...

ManutencaoRegisto_CodProcesso

NumeroObra

CodMaterial

MateriaisLista_Designacao

Nome

Seccao

Processo_Descricao

AvariaTipo_Descricao

TipoIntervencao

Manutencao

Filtro do Relatório

Datainicio

Datafim

Rótulos de Coluna

Rótulos de Linha

MateriaisLista_Designacao

Valores

Contagem de CodMaterial

Diferir Actualiz... Actualizar

Neste caso é possível verificar os materiais utilizados nas intervenções curativas e a respectiva quantidade, podendo também filtrar por data, como referido anteriormente. Nos componentes dos equipamentos seria um processo análogo apesar de neste caso aparecerem componentes para ferramenta. Também seria possível e interessante analisar os componentes por equipamento.

ANEXO N: Interface de Consulta do Plano Manutenção Preventiva

»

Inapal metal sa

Consulta Plano de Manutenção Preventiva

Escolher o Equipamento:

PM 1200

PM 400

PM 630

PM 315

PM 501

PM 200

PM 502

Voltar

Panel de Navegação

Registo: 1 de 13

Sem Filtro

Procurar

ANEXO O: Consulta do Plano de Manutenção Preventiva – PM 1200

>>  **Consulta Plano de Manutenção PM1200**

| | Componente | | Operação | Periodicidade |
|---|---|---|--|---------------------------------|
| 1 | <input type="text" value="Cabeçote"/> | 1 | <input type="text" value="Substituir os Filtros"/> | <input type="text" value="11"/> |
| 1 | <input type="text" value="Mesa Móvel"/> | 1 | <input type="text" value="Substituir os Filtros"/> | <input type="text" value="1"/> |
| 2 | <input type="text" value="Mesa Móvel"/> | 2 | <input type="text" value="Verificar o sistema de lubrificação"/> | <input type="text" value="12"/> |
| 3 | <input type="text" value="Cabeçote"/> | 3 | <input type="text" value="Verificar o funcionamento"/> | <input type="text" value="5"/> |
| 4 | <input type="text" value="Cabeçote"/> | 4 | <input type="text" value="Verificar o estado dos parafusos e as zonas de aperto"/> | <input type="text" value="5"/> |

Registo: 4 < 5 de 5 > | Sem Filtro | Procurar

ANEXO P: Interface de Gestão das Acções de Manutenção Preventiva

The screenshot displays the 'Gestão das Acções de Manutenção Preventiva' interface. At the top left, there is a logo for 'Inapal metal sa'. The main title 'Gestão das Acções de Manutenção Preventiva' is centered at the top. Below the title, there are four input fields for data entry: 'Número de Obra', 'Componente', 'Operação', and 'Periodicidade'. To the right of these fields is a green 'Nova Acção' button. Below the 'Nova Acção' button is a 'Voltar' button, and further down are navigation arrows and a red 'Eliminar Acção' button. On the left side, there is a vertical sidebar labeled 'Painel de Navegação'. At the bottom of the interface, there is a footer area with pagination information: 'Registos: 11 de 11' and a search button labeled 'Procurar'.

ANEXO Q: Novo Registo de Intervenção de Manutenção

|  Registo de Intervenção de Manutenção | | | | | | | | | | Registo N° | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------|---|---------------|---|----------------------------------|-----------|---------------------|-------------|------------|----------|-----|---|
| De | Sector | | | Resp. | Op. N° | Assunto | | N°Obra | Data / / | | | | |
| Para | Man.Eléctrica | Man.Mecânica | Man.Ferramentas | Man.Edifícios | | | | | Hora | h | | | |
| Dados de Entrada | Manutenção Ferramentas Estampagem | | | | Manutenção Ferramentas Soldadura / PQ25 | | | | | | | | |
| | Peça fora de cola | Est. | Falha de furação | Est. | Ponto NOK | | | Pinos NOK | | | | | |
| | Rebarba na furação | Est. | Marcas na peça | Est. | Falha de soldadura | | | Peça NOK | | | | | |
| | Falha de marcação | Est. | Gripagem na peça | Est. | Electrodos NOK | | | Fuga de ar / água | | | | | |
| | Empeno de abas | Est. | Saída de sucata | Est. | Grampo partido | | | Troca de ferramenta | | | | | |
| | Colunas a gripar | Est. | Guiamento de banda | Est. | Limpeza NOK | | | Aparafusamento NOK | | | | | |
| | Casquilhos partidos | Est. | Elevação da banda | Est. | Rebitagem NOK | | | Celeron NOK | | | | | |
| | Banda fica presa | Est. | Elementos caídos | Est. | Cordão NOK | | | Base NOK | | | | | |
| | Elementos presos | Est. | Falha de transfer | Est. | Manutenção Equipamentos | | | | | | | | |
| | Falha de cravação | Est. | Acidente ferramenta | Est. | Avaria mecânica | | | Avaria hidráulica | | | | | |
| | Falha descanso/calços | Est. | Fissura | Est. | Avaria pneumática | | | Avaria eléctrica | | | | | |
| | Empeno de placas | Est. | | | Ruído anormal | | | Falha de segurança | | | | | |
| | Rebarba periférica | Est. | | | Elemento partido | | | | | | | | |
| | Observação | | | | | | | | | | | | |
| Registo de Intervenção | # | Oper. N° | Centro de Custo | Código Tarefa | Objecto da Intervenção | Estágio Ferramenta Parte Máquina | Acção | | Data Início | | Data Fim | | |
| | | | | | | | Subst. | Recup. | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 2 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 3 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 4 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 5 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 6 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 7 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 8 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 9 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 10 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 11 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 12 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 13 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 14 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 15 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 16 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 17 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| | 18 | | | | | | | | | / / | h | / / | h |
| 19 | | | | | | | | | / / | h | / / | h | |
| 20 | | | | | | | | | / / | h | / / | h | |
| Material / Serviço | # | Material Designação | Ref. IM | Dimensão | Quant. | Obs. | Stock Fim | Oper. N° | Data | | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| | | | | | | | | | | / / | | | |
| Tipo de Intervenção | Man. Curativa | Reposição Stock | Man. Curativa / Classificação da Avaria | | | Validação Chefe | | Introdução Dados | | | | | |
| | Man. Preventiva | Melhoria Contínua | Principal | Secundária | Motivo | | | | | | | | |
| | Ferramenta Nova | Outros | | | | Data | / / | Data | / / | | | | |
| Obs. | | | | | | | | | | | | | |