



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

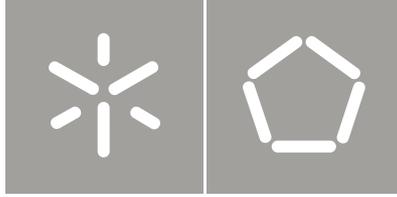
Ricardo Filipe Barbosa Magalhães Estudo e Análise de Procedimentos de Manutenção Industrial

Ricardo Filipe Barbosa Magalhães

Estudo e Análise de Procedimentos de
Manutenção Industrial

UMinho | 2012

Outubro de 2012



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Filipe Barbosa Magalhães

Estudo e Análise de Procedimentos de
Manutenção Industrial

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor António Alberto Caetano Monteiro

Agradecimentos

Queria aproveitar este espaço para agradecer a todos aqueles que contribuíram, de forma directa ou indirecta, para a realização deste trabalho de dissertação.

À minha família, em especial aos meus pais, Augusto e Belmira, que sempre me apoiaram e incentivaram ao longo deste percurso.

À minha namorada Isabel, pelo seu amor e carinho demonstrados em todos os momentos, pelo tempo que abdicou em ajudar-me e por ter estado sempre ao meu lado neste longo percurso académico.

Ao meu irmão, Daniel, à minha cunhada, Fernanda e ao meu afilhado, Afonso, por todo o contributo que sempre ofereceram.

A todos os meus amigos e colegas de universidade, pelo convívio, pelos conselhos, pelos conhecimentos trocados e pela ajuda nos momentos mais difíceis.

A todos os meus amigos que sempre me apoiaram e tiveram presentes nesta etapa da minha vida.

Ao Grupo Cabelte, em especial às empresas do polo de Ribeirão, por me terem recebido e permitido a realização deste trabalho. A todos os funcionários dos vários departamentos deste polo industrial nomeadamente o planeamento, a gestão da produção, a logística e a qualidade. Dedico especial agradecimento ao pessoal da manutenção que muito conhecimento me transmitiu, ao Carlos Sá, que me acompanhou e me aconselhou ao longo deste trajecto. Ao director industrial do polo industrial, José F. Costa, pelo voto de confiança dado para a realização deste trabalho.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

Resumo

A manutenção surge na indústria como um meio de apoio à produção, uma vez que o investimento das empresas nesta área permite a redução do custo de não-disponibilidade dos equipamentos e desta forma manter os equipamentos disponíveis para a respectiva produção. Além deste objectivo geral e de conhecimento comum, a manutenção é aplicada com o intuito de garantir o bom funcionamento dos equipamentos, tendo em vista a melhoria contínua. Para a aplicação de novas metodologias de manutenção é necessário o estudo dos acontecimentos ocorridos no serviço da manutenção, de forma a averiguar as causas das avarias, e daí estudar medidas e métodos de melhoria recorrendo a estudos que têm em conta a vertente económica e técnica. Contudo, para realizar estes estudos, é necessária a existência de uma estrutura devidamente organizada.

Este trabalho assenta na aplicação de medidas organizativas de melhoria do sistema de manutenção num conjunto de empresas do grupo Cabelte que se dedica, essencialmente, ao fabrico de cabos eléctricos e de comunicação para a indústria eléctrica, automóvel e de construção civil. É também efectuada, na perspectiva de averiguar a qualidade da manutenção aplicada numa empresa do grupo, uma análise de todas as intervenções realizadas aos equipamentos instalados, num determinado intervalo de tempo.

No primeiro capítulo serão apresentados todos os conceitos que servem de base para um trabalho que envolve toda esta temática, sendo o princípio para a tomada de decisões.

No capítulo dois poderá encontrar-se a caracterização do grupo empresarial em estudo e do serviço de manutenção que suporta este trabalho de dissertação.

No capítulo três será apresentado o caso de estudo nomeadamente o conjunto de medidas implementadas no âmbito da organização e gestão do serviço de manutenção.

No quarto capítulo apresentar-se-á toda a análise realizada ao serviço de manutenção aplicada na empresa do grupo, nomeadamente a Cabelauto.

Por último, o capítulo cinco conta com a apresentação das conclusões e propostas de trabalho futuro a executar nas empresas do grupo.

Abstract

Maintenance appears in industry as a mean to support production. Because the industrial investment in this field permits cost reduction of the non-available equipment and so it permits to keep the equipments available to production. Beyond this main purpose, maintenance is applied with the objective of keeping equipment functioning under good condition, where continuous improvement must always be a goal. The application of new methods of maintenance demands the study of problems occurred during the maintenance service. This study permits evaluating the source of the problems, and then, to study new measures and methods of improvement envisaging both economic and technical needs. To do these studies, it is mandatory the existence of a well-organized structure.

This work assents in the application of organization measures of improvement of the maintenance system in a group of industries dedicated to the fabrication of electrical and communication cables to the electrical, automobile and civil construction industries. Also the perspective of evaluating the quality of the applied maintenance in an industry of the group was taken in to account, with an analysis of all the interventions made in the installed equipments in a given time interval.

In the first chapter the concepts that are the base of a work that involves all this theoretical information are introduced, setting the principles to support decision making.

In chapter two the characterization of the industrial group under study and the maintenance service that is the base of this work is presented.

In chapter three it is presented the case of study, namely the group of measures implemented in the organization and maintenance management.

In the fourth chapter it is presented the analysis made to the maintenance service applied in the industrial group, namely Cabelauto.

In the fifth chapter the conclusions of the work are presented, and some proposals of future work that can be made in the company.

Índice

1	Manutenção Mecânica	1
1.1	Descrição, noções introdutórias e importância	1
1.2	Tipos de manutenção	2
1.2.1	Manutenção Correctiva.....	3
1.2.2	Manutenção Preventiva.....	5
1.2.3	TPM – Manutenção Produtiva Total.....	8
1.2.4	RCM- Manutenção centrada na fiabilidade	10
1.3	Níveis de manutenção	10
1.4	Aspectos Organizativos da Manutenção	11
1.4.1	Componentes da organização da manutenção	11
1.4.2	Gestão dos recursos não-humanos	15
1.4.3	Função Planeamento da manutenção	16
1.4.4	Função Controlo da manutenção	17
1.4.5	Importância dos manuais técnicos	20
1.5	Custos da manutenção.....	20
1.5.1	Custos directos de manutenção	20
1.5.2	Custos indirectos da manutenção.....	22
1.5.3	Custos de ciclo de vida de um equipamento	23
1.5.4	Optimização dos custos de avaria	24
1.6	Apontadores de desempenho da manutenção	25
1.6.1	Tempos relativos à manutenção.....	25
1.6.2	Indicadores de desempenho da manutenção	26
2	Caracterização da empresa.....	33
2.1	Unidade Fabril – Cabelauto	35
2.2	Unidade fabril – Cabelte BT	40
2.3	Unidade fabril – Cabelte AL – Unidade de Produção de Alumínio	42
2.4	Unidade fabril – Cabelte Metals	45
2.5	Caracterização do departamento de manutenção.....	49
2.5.1	Estrutura organizativa e tarefas do pessoal.....	49
2.5.2	Recursos materiais	51
2.5.3	Documentação Técnica.....	52
2.5.4	Gestão dos materiais	53

2.5.5	Sequência para resolução de um pedido de intervenção.....	54
3	Caso de estudo – Implementação de medidas organizativas de Manutenção.....	56
3.1	Descrição dos sistemas e subsistemas no <i>software</i> de apoio à manutenção	57
3.2	Execução de fichas de manutenção de 1º nível por equipamento.....	59
3.3	Execução de cartas de lubrificação por equipamento	60
3.4	Reajustar o plano de manutenção preventiva sistemática.....	62
3.5	Alteração do <i>check-list</i> de manutenção preventiva sistemática.....	62
3.6	Definição de um plano de manutenções preventivas condicionadas por equipamento	64
3.7	Elaboração de instruções de manutenção de 1º nível;	65
3.8	Definição de responsáveis pela execução das tarefas de lubrificação e de 1º nível	66
3.9	Lançamento de Auditorias Flash	67
4	Análise do serviço de manutenção em estudo	68
4.1	Relação da manutenção correctiva por tipos de equipamento	70
4.2	Relação da manutenção preventiva por tipos de equipamento	72
4.3	Relação da manutenção / trabalhos novos por tipos de equipamento.....	74
4.4	Relação da manutenção / outros por tipos de equipamento	76
4.5	Relação dos parâmetros de manutenção por equipamento	78
4.6	Indicadores de manutenção.....	83
4.6.1	Cálculo da fiabilidade	84
4.6.2	Cálculo da manutenibilidade.....	85
4.6.3	Cálculo da disponibilidade.....	86
4.7	Análise das intervenções nos equipamentos críticos	87
4.7.1	Análise nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	87
4.7.2	Análise nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar.....	91
4.7.3	Análise nos equipamentos do tipo cableamento	94
4.7.4	Análise nos equipamentos do tipo extrusão.....	97
4.7.5	Análise nos equipamentos do tipo grupos de transferência	101
4.8	Análise geral do serviço de manutenção.....	104
5	Conclusão e propostas de trabalho futuro	107
	Referências Bibliográficas	110
	Anexo A – Exemplo de fichas elaboradas no âmbito do caso de estudo.....	112

Índice de figuras

Figura 1 – Tipos de Manutenção (adaptado de [5]).....	3
Figura 2 – Manutenção Correctiva – Desempenho típico (adaptado de [1]).....	4
Figura 3 – Manutenção Preventiva – Desempenho típico (adaptado de [1]).....	5
Figura 4- Estrutura horizontal de uma organização (adaptado de [9])	12
Figura 5 – Sequência de tarefas da função planeamento (adaptado de [12]).....	16
Figura 6 – Função Custos vs TTR (adaptado de [6]).....	21
Figura 7 – Iceberg de custos (adaptado de [6]).....	22
Figura 8-Gráfico de Custo do ciclo de vida de um equipamento (adaptado de [1]).....	23
Figura 9 – Deliberação do nível de manutenção vs Custos (adaptado de [1]).....	24
Figura 10 – Tempos de vida de um equipamento (adaptado de [9])	26
Figura 11 – Disponibilidade de um equipamento [1]	29
Figura 12 – Curva da banheira (adaptado de [1])	32
Figura 13 – Logos empresa em estudo	33
Figura 14 – Instalações das empresas em estudo.....	33
Figura 15 – Organigrama base da empresa.....	35
Figura 16 – <i>Layout</i> Cabelauto.....	36
Figura 17 – Trefiladora unifilar	37
Figura 18 – Trefiladora multifilar	37
Figura 19 – Cableadoras	38
Figura 20 – Linhas de extrusão	38
Figura 21 – Grupos de transferência.....	39
Figura 22 – Descascador de fio.....	39
Figura 23 – <i>Layout</i> de produção Cabelte BT	40
Figura 24 – Grupo de medição Cabelte BT	42
Figura 25 – <i>Layout</i> Cabelte AL	43
Figura 26 – Grupos de transferências AL.....	44
Figura 27 – Trefiladora Unifilar de Alumínio	44
Figura 28 – Cableadora de Alumínio.....	44
Figura 29 – Linha de extrusão de alumínio	45
Figura 30 – <i>Layout</i> Cabelte Metals.....	46
Figura 31- Fornos de cobre	47
Figura 32 – Linha de trituração de cabos e fios	48

Figura 33 - Pré-destroçador e triturador de purgas	48
Figura 34 – Extrusora de purgas	48
Figura 35 – Máquina escavadora com garras	49
Figura 36 – Organigrama do departamento de manutenção	50
Figura 37 – Ficha de manutenção de 1º nível	60
Figura 38 – Carta de lubrificação Linha de extrusão	61
Figura 39 – <i>Check-list</i> manutenção preventiva.....	63
Figura 40 – Exemplo de uma ficha de manutenção condicionada.....	65
Figura 41 – Descrição de uma tarefa exemplo do manual de instruções.....	66
Figura 42 – Extracto da lista de responsáveis pelo respectivo sector	67
Figura 43 – Gráfico de pareto da distribuição de manutenção correctiva	71
Figura 44 - Gráfico de pareto da distribuição dos tempos técnicos de reparação em manutenção correctiva	71
Figura 45 - Gráfico da distribuição da média dos tempos técnicos de reparação em manutenção correctiva	72
Figura 46 – Gráfico de pareto da distribuição do número manutenção preventivas	73
Figura 47 – Gráfico de pareto da distribuição dos tempos técnicos de reparação em manutenção preventiva	73
Figura 48 – Gráfico de distribuição da média dos tempos de intervenção em manutenção preventiva.....	74
Figura 49 - Gráfico de pareto da distribuição do número de manutenção trabalhos novos.....	75
Figura 50 - Gráfico de pareto da distribuição dos tempos de intervenção em manutenção trabalhos novos	75
Figura 51 – Gráfico de distribuição da média dos tempos intervenção em manutenção trabalhos novos	76
Figura 52 - Gráfico de pareto da distribuição do número de intervenções em manutenção outros.....	77
Figura 53 - Gráfico de pareto da distribuição dos tempos intervenção em manutenção outros	77
Figura 54 - Gráfico de distribuição da média dos tempos de intervenção em manutenção trabalhos outros.....	78
Figura 55 – Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	88
Figura 56 – Causas de avaria nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	88

Figura 57 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	89
Figura 58 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	90
Figura 59 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar.....	90
Figura 60 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar	91
Figura 61 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar	92
Figura 62 - Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar	93
Figura 63 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar	93
Figura 64 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar	94
Figura 65 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo cableamento	95
Figura 66 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo cableamento	95
Figura 67 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo cableamento	96
Figura 68 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo cableamento.....	96
Figura 69 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo cableamento	97
Figura 70 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo extrusão.....	98
Figura 71 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo extrusão	98
Figura 72 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo extrusão	99
Figura 73 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo extrusão	100
Figura 74 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo extrusão .	100
Figura 75 – Número de intervenções por equipamento do tipo grupos de transferência	101
Figura 76 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo grupos de transferência.....	102
Figura 77 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência.....	103

Figura 78 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência.....103

Figura 79 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência.....104

Índice de tabelas

Tabela 1 – Lei de estudo da fiabilidade e parâmetros a utilizar.....	30
Tabela 2 – Codificação dos equipamentos de produção da Cabelauto	37
Tabela 3 - Codificação de equipamentos Cabelte BT.....	41
Tabela 4- Codificação de equipamentos UPR-Alumínio.....	43
Tabela 5 – Codificação de equipamentos Cabelte Metals	47
Tabela 6 – Percentagem inicial de implantação de TPM.....	56
Tabela 7- Exemplo de uma descrição de componentes e subcomponentes.....	57
Tabela 8 – Distribuição dos tipos de intervenção pelos tipos de manutenção.....	68
Tabela 9 – Número de intervenções por tipo de manutenção	69
Tabela 10 – Tempo utilizado por tipo de manutenção.....	69
Tabela 11 – Custos de intervenção por tipo de manutenção.....	70
Tabela 12 - Equipamentos por número de intervenções e tipo de manutenção.....	78
Tabela 13 – Equipamentos por tempos de intervenção por tipo de manutenção.....	80
Tabela 14 - Equipamentos por média dos tempos de intervenção por tipo de manutenção	82
Tabela 15 – Equipamentos com menor MTBF.....	84
Tabela 16 – Equipamentos com maior MTTR	85
Tabela 17 – Equipamentos produtivos com maior MTTR	86
Tabela 18 – Equipamentos com menor disponibilidade	86

1 Manutenção Mecânica

1.1 Descrição, noções introdutórias e importância

A expressão “manutenção”, segundo F. Monchy [1], teve início nas unidades militares durante as guerras uma vez que o objectivo era de “manter nas unidades a capacidade em efectivos e material num nível constante. Após o seu aparecimento começou a ser aplicado na indústria no fim da década de quarenta. Segundo J-P. Souris [2] esta aparece associada à evolução do termo “conservação”, uma vez que o desenvolvimento dos equipamentos incorporam uma maior automatização o que implica o desenvolvimento crescente da manutenção face a essa antiga actividade de conservação.

A manutenção é uma área da empresa onde se gera muitas despesas, sendo que apontam para um valor acima dos investimentos médios anuais em empresas dos EUA e da Europa. Isto deve-se a uma deficiente aplicação da manutenção. A crescente evolução da automatização nos equipamentos leva a que se tenha de tomar uma atitude mais cuidada com a manutenção, para que não exista um aumento do custo de não disponibilidade de um equipamento. Existem casos diferentes de aplicação extrema e necessária, nas linhas de produção e de processo onde é necessário manter os equipamentos o máximo de tempo possível disponíveis, bem como em empresas de transporte e hospitais onde além da exigência da disponibilidade aparece também a questão de segurança [1].

O processo de acréscimo de valor a um produto depende de equipamentos e processos. Estes processos são planeados de forma a garantir as entregas nas devidas alturas de forma a satisfazer o cliente. Do crescente uso, o equipamento começa a degradar-se pelo que aparece a manutenção como a função que restitui os equipamentos, colocando-os numa situação operacional e com nível de desempenho exigidos pelos processos onde estão inseridos [3].

Existem várias definições para manutenção, sendo que duas estão definidas segundo a norma EN 13306 e a AFNOR NF X60-010. A primeira define-a como: ”combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida”. A segunda define-a como “o conjunto de acções que permite manter, ou restabelecer, um bem num

estado específico, em condições de assegurar um serviço determinado, com um custo global mínimo”.

Segundo aponta Vítor Pinto [4], o valor da manutenção pode ser vista por três razões de diferente grandeza:

- Razões económicas: com a correcta aplicação da manutenção consegue-se tirar o maior rendimento dos investimentos realizados em equipamentos e instalações; diminuir os desperdícios, rejeições e queixas do artigo; apoiar indirectamente para que as entregas ocorram dentro do estabelecido; reduzir o consumo de energia, seja eléctrica, água, ar, entre outras;
- Razões legais: existe legislação que assenta em antever situações que possam pôr em causa o factor de segurança, incómodo, poluição ou de insalubridade;
- Razões de ordem social: os grupos sociais que sejam afectados pelo funcionamento dos equipamentos podem-se impor, caso entendam que as condições de operação nocivas devam ser reduzidas ou eliminadas. Pode não existir nenhuma questão legal que imponha isso à empresa, mas a imagem da mesma pode estar em causa.

1.2 Tipos de manutenção

Existem vários tipos de manutenção, a começar pela necessária distinção entre os trabalhos que são planeados e os não-planeados. Os primeiros são aqueles que podem surgir da necessidade de uma melhoria, de uma prevenção, ou da necessidade de repor algum componente resultante de avaria e que deve, tal como o nome indica, ser planeado junto da produção para que seja minimizado ao máximo a paragem do equipamento. O segundo recai nos trabalhos que surgem após uma avaria e tem como objectivo colocar o bem no estado que possa realizar a função para que está destinado. Os tipos de trabalhos podem ser esquematizados, como está apresentado na Figura 1.

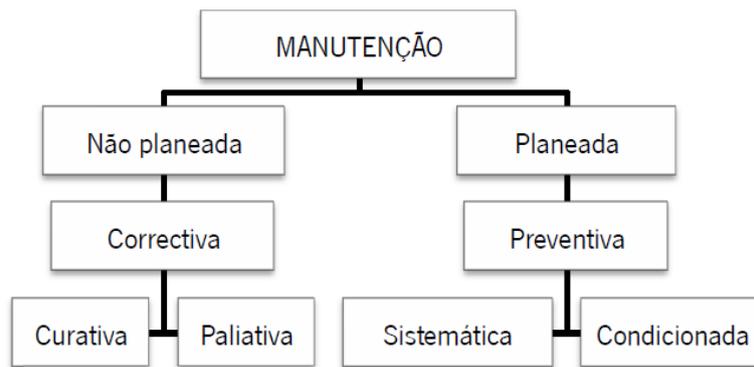


Figura 1 – Tipos de Manutenção (adaptado de [5])

1.2.1 Manutenção Correctiva

A manutenção correctiva é a forma mais antiga de manutenção, que se baseia em ter o equipamento em trabalho contínuo e intervir quando existe uma avaria ou uma degradação abaixo do esperado e que impossibilite a produção, sendo então realizada a reparação. A norma EN 13306 [5] define a manutenção correctiva como uma manutenção efectuada após a detecção de uma avaria e destina-se a repor o bem num dado estado em que possa realizar uma função requerida.

Este tipo de manutenção intervém sempre que um componente avaria, procedendo-se à reparação, não fazendo qualquer outro tipo de intervenção caso não ocorra uma avaria. A manutenção correctiva não concentra custos decorrentes da actividade até haver uma avaria, contudo é a filosofia que tem mais custos associados por várias razões como:

- Formação de *stocks* que direcciona a um elevado investimento imobilizado de componentes que podem ser desnecessários;
- Necessidade de horas-extra dos técnicos o que leva a um aumento desta despesa;
- Não seja possível planejar as paragens das máquinas, e com isso pare a produção em qualquer altura, criando entraves ao planeamento da produção. Isto leva a atrasos nas encomendas, nas entregas, perda de imagem e de confiança do cliente;
- Tempos de paragem dos equipamentos elevados devido à inexistência de um plano de execução da reparação da avaria;
- Degradação acentuado da vida útil dos equipamentos devido à degradação dos materiais provocados pelas elevadas taxas de avarias.

Segundo F. Monchy [1] pode-se dividir a manutenção correctiva em dois tipos, a paliativa e a curativa.

A manutenção correctiva paliativa abrange todas as intervenções realizadas nos equipamentos antes da correcção da avaria, que pode ser com o equipamento em funcionamento, sendo de carácter temporário.

A manutenção correctiva curativa, tal como o nome indica, está associada às intervenções efectuadas nos equipamentos de forma a colocar o mesmo em funcionamento, eliminando a avaria assinalada. Este tipo, ao contrário da anterior, tem carácter definitivo.

Na Figura 2 podemos verificar a demonstração da sintetização das formas de manutenção apresentadas com o nível de desempenho dos equipamentos em que, TBF define-se como o tempo de bom funcionamento e TDM como o tempo de manutenção.

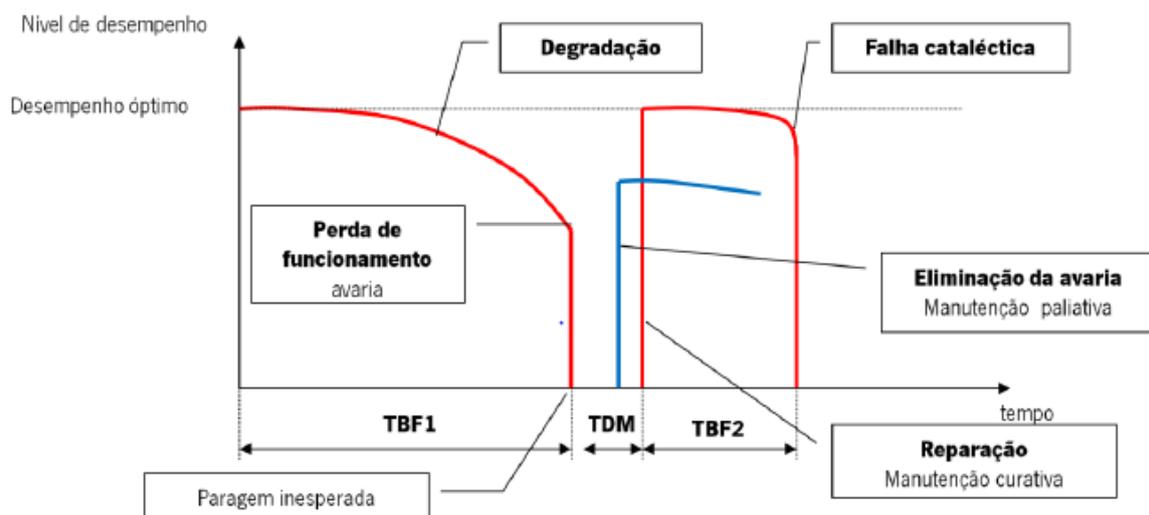


Figura 2 – Manutenção Correctiva – Desempenho típico (adaptado de [1])

Existe outra variante da manutenção correctiva que segundo Souris [2] se denomina de manutenção de melhoria. Encaixam-se neste tipo todas as intervenções que visam fazer modificações no equipamento de forma a melhor o seu desempenho. É feita a intervenção quando a alteração for identificada, sendo que esta melhora o funcionamento do equipamento ou a sua manutenibilidade [2]. Segundo Sousa [3] todas as melhorias tendem a alterar padrões iniciais do fabricante de forma a aperfeiçoar as características a nível operacional, segurança ou ambiental, podendo também traduzir-se numa diminuição de outros tipos de manutenção. Este trabalho, apesar de estar incluído numa manutenção correctiva, deve ser planeado e desta forma pode cair nos tipos de manutenção planeada.

A norma EN 13306 [5] enuncia outro tipo de manutenção correctiva, que é a manutenção de urgência. Está definida como sendo feita imediatamente após a detecção de uma falha de modo a não ter consequências graves.

1.2.2 Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção é empregue quando se pretende diminuir a probabilidade de ocorrer uma avaria, ou então de reduzir a qualidade de um determinado produto e quando bem programado permite aumentar a fiabilidade.

A manutenção preventiva está descrita na norma EN13306 [5] como uma intervenção efectuado em intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, com o objectivo de reduzir a probabilidade de ocorrer uma avaria ou existir uma degradação de um bem.

Este tipo de manutenção tem um custo elevado quando não é implementado de maneira correcta. Isto deve-se à substituição de peças antes dos limites de vida útil, o que faz com que exista um desperdício da peça antiga quando entra uma nova nesse lugar.

Na Figura 3 é possível verificar o desempenho típico dos componentes que sofram este tipo de intervenção. Tal como no caso anterior, TBF define-se como o tempo de bom funcionamento e TDM como o tempo de manutenção.

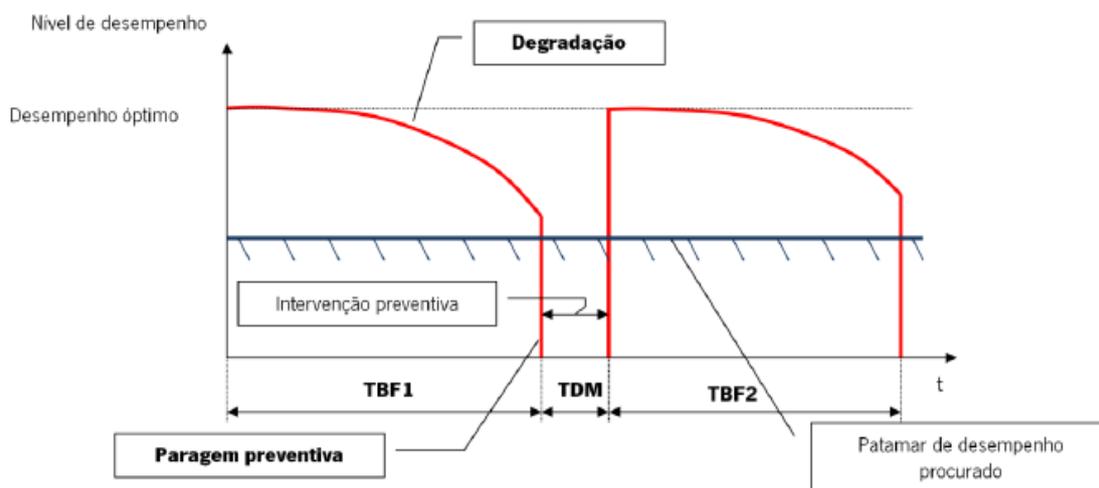


Figura 3 – Manutenção Preventiva – Desempenho típico (adaptado de [1])

Aquando da implementação deste tipo de manutenção é necessário proceder a uma divisão dos equipamentos em elementos passíveis de sofrer manutenção. Estes elementos

devem sofrer visitas periódicas e ser substituídos. Esta periodicidade é calculada pelo estudo das leis de degradação através do estudo do desempenho dos elementos. O planeamento deve ser elaborado de forma a precisar o trabalho a executar pelos técnicos, que elaboram um relatório onde estão discriminados os vários resultados desde medidas a observações.

A maioria das acções presentes num programa de manutenção preventiva pode definir-se sobre a forma de: lubrificação que tem o intuito de impedir o desgaste das peças em contacto, originando uma redução do calor gerado, protegendo-as da corrosão; de ensaios operacionais, funcionais e oficinais; de inspecção visual em que o técnico utiliza os sentidos, conhecimentos e experiência sem intervenção de equipamentos; sobre a forma de ajustes de valores bases nominais específicos dos equipamentos e por último a revisão que pode ser do tipo parcial ou geral.

A manutenção preventiva pode ser ainda dividida em preventiva sistemática e preventiva condicionada.

1.2.2.1 Manutenção Preventiva Sistemática

É realizada com base num programa de intervenções previamente estabelecido e tem como base o tempo ou unidades de uso. A norma EN 13306 [5] descreve-a como uma intervenção efectuada em intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, sem controlar o estado do bem.

É um enorme salto perante a manutenção preventiva, pois possibilita a diminuição da taxa de avarias já que o equipamento sofre manutenção antes da ocorrência de uma avaria. Estas intervenções são realizadas em períodos equivalentes para equipamentos iguais pelo que não considera as diferentes situações de trabalho e de solicitação. Desta forma é uma política que é eficaz quando o mecanismo de falha é do tipo desgaste.

O intervalo de tempo em que serão realizadas as intervenções é difícil de determinar uma vez que varia de equipamento para equipamento, alterando com a complexidade do mesmo [3].

1.2.2.2 Manutenção Preventiva Condicionada

Este tipo de manutenção surge quando há uma evidência de avaria, ou então quando o equipamento está perto do limite de degradação admissível pré-determinado. É um tipo de

intervenção que só é empregue em órgãos com elevado custo de substituição e que podem ser controlados por métodos não destrutivos.

A manutenção preventiva condicionada está definida na norma EN 13306 [5] como sendo a manutenção do tipo preventiva baseado no acompanhamento do funcionamento do órgão e/ou dos padrões significativos desse funcionamento.

Na norma EN 13306 [5] está ainda definido outro tipo de manutenção preventiva condicionada denominada de preditiva. Está descrita como a manutenção condicionada efectuada de acordo com antevisões extrapoladas da análise e da exploração dos parâmetros significativos de degradação de um bem.

Segundo Sousa [3], existem várias formas e técnicas de controlar as várias condições tais como:

- Análise de vibrações;
- Medições ultra-sónicas;
- Termografia;
- Inspeção visual;
- Análise de parâmetros de rendimento;
- Análise de lubrificantes;

O plano de manutenção preventiva condicionada surge, segundo Sousa [3], com o desenvolvimento das seguintes etapas:

- Escolha de equipamentos e das instalações – seleccionados por ordem de importância no sistema produtivo ou por possuírem órgãos de elevado custo.
- Escolha da técnica de controlo- seleccionada de acordo com o parâmetro a controlar;
- Descrição do programa- seleccionadas as máquinas e descritos os pontos a controlar e a referida periodicidade;
- Definição de padrões- é definido um valor de referência para cada ponto e respectivo parâmetro a controlar, de forma a definir os intervalos de alerta necessários. Os valores de referência são definidos pelo fabricante, por estudos ou por experiência da empresa;
- Recolha de dados- realizado por operadores que retiram os valores dos pontos especificados nas tarefas, no momento determinado e fazem o registo;

- Análise dos dados- tratamento computacional dos dados, com recurso a gráficos de tendência de valores e emissão de um alerta quando excedidos os valores de alerta;
- Análise e correcção de avarias- são planeadas paragens do equipamento de acordo com o grau iminente de avaria, que pode parar o fabrico ou esperar por um período de paragem;

1.2.3 TPM – Manutenção Produtiva Total

A manutenção produtiva total, ou TPM, é uma definição moderna de manutenção que surgiu no Japão na década de 70 aquando da aplicação da técnica Kanban na empresa japonesa Nippon Denso do grupo Toyota [6].

A grande novidade que apareceu com esta nova filosofia foi o maior envolvimento do pessoal da produção nas actividades de manutenção, uma vez que estes são os maiores conhecedores do equipamento e proporcionam melhores condições de prevenção de avarias. Os técnicos de manutenção ficam libertos de algumas tarefas, focando-se em outras tarefas mais específicas.

A implementação do TPM tem como objectivo eliminar falhas, defeitos, qualquer tipo de perdas e desperdícios, conseguindo aumentar a eficiência das máquinas. Para atingir estes objectivos envolvem-se desde operadores das máquinas, o pessoal da manutenção, os quadros intermédios e de nível superior [6].

A aplicação do TPM surge com o objectivo, segundo Cabral [6], de eliminar as sete grandes perdas envolvidas nas avarias nomeadamente a perda por avaria/falha, por mudança de produto e afinações, devido à ferramenta ou molde, por pequenas paragens, por quebra de velocidade, por produto defeituoso e retrabalhado, e por último, no respectivo arranque das máquinas após a paragem;

A essência do TPM aparece, segundo Sousa [3], assente em oito pilares fundamentais, tais como:

- Estruturação da manutenção autónoma;
- Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico de manutenção;
- Manutenção da qualidade;
- Melhorias individualizadas nas máquinas;

- Estruturação da manutenção planeada;
- Controlo inicial do equipamento e produtos;
- TPM dos escritórios;
- Higiene, segurança e controlo ambiental;

São usados vários indicadores através do TPM de forma a quantificar a melhoria do rendimento dos equipamentos. Segundo Sousa [3], um dos mais importantes é o que quantifica o nível de disponibilidade de um equipamento: o rendimento global de uma máquina ou OEE (Overall Equipment Efficiency) é dado por:

$$OEE=DOP \times ID \times TQU \times 100 \quad (1)$$

Em que:

DOP- disponibilidade operacional (dado pelo rácio do tempo de produção pelo tempo programado para produção)

ID- indicador de desempenho (dado pelo rácio do tempo teórico do ciclo de produção pelo tempo real do ciclo)

TQU- taxa de qualidade (dado pelo rácio do número de unidades produzidas com qualidade pelo número de unidades totais produzidas)

É possível verificar que o rendimento está dependente das três variáveis anteriores: a disponibilidade operacional, o desempenho e a qualidade da produção. Por isso qualquer melhoria nestes pontos reflecte um aumento de produtos produzidos com qualidade.

Segundo Cabral [6] pretende-se com a implementação do TPM, e com a eliminação das sete grandes perdas, obter praticamente zero-avarias, reduzir tempos de paragem de produção, aumentar a fiabilidade dos equipamentos, diminuir defeitos de qualidade, aumentar a produtividade, economizar recursos, reduzir acidentes de trabalho, aumentar a motivação dos trabalhadores, criar um ambiente agradável de trabalho e por último melhorar a imagem empresarial.

1.2.4 RCM- Manutenção centrada na fiabilidade

A manutenção centrada na fiabilidade, RCM (do inglês Reliability centered maintenance), surge quando todos os processos de gestão da manutenção têm por base decisões fundamentadas na fiabilidade dos equipamentos e dos componentes.

Segundo Moubray [7] este método está definido como um processo usado para determinar as carências da manutenção de um bem físico inserido no contexto operacional.

Por isso, as técnicas associadas a esta metodologia supõem os conhecimentos dos conceitos de fiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade.

Esta metodologia apareceu associada à indústria aeronáutica sendo que já se propagou a todos os tipos de indústria. Segundo Moubray [7] divide-se em quatro etapas, começando com a divisão do sistema, determinação de itens significativos, classificação das falhas e determinação das acções de manutenção a implementar.

1.3 Níveis de manutenção

Os níveis de manutenção são um conjunto de tarefas de manutenção ou intervenções que variam de nível consoante o nível de complexidade ou tipo de trabalho. Estes mesmos níveis têm um responsável associado, sendo que varia de empresa para a empresa a definição dos mesmos. Com o aparecimento do TPM, começaram a ser atribuídas ao responsável pelo equipamento partes das tarefas de manutenção.

Estão definidos através da norma AFNOR X60-010 [8] citada por Miranda [9] e Souris [2] os 5 níveis de manutenção onde é possível verificar a sua descrição pormenorizada, desde a natureza de trabalhos, pessoa responsável, documentação, local de intervenção, tipo de ferramentas, peças consumíveis, entre outros. Então os níveis aparecem descritos da seguinte maneira.

Os trabalhos de primeiro nível são trabalhos simples executados pelo operador do equipamento. São operações previstas pelo construtor, em órgãos acessíveis, sem ser necessário desmontar qualquer componente ou então substituir elementos consumíveis acessíveis sem comprometer a segurança do executante. As instruções devem estar descritas no manual do equipamento. Caso existam componentes de peças consumíveis, o seu *stock* deve ser reduzido;

Os de segundo nível já pressupõem a eliminação de avarias por um técnico com qualificação média que os substitui por elementos *standard* previstos para esses fim, operações menores de manutenção preventiva e controlo do funcionamento com ferramentas descritas no manual de manutenção. A documentação deve estar disponível sob instruções de utilização/conservação. As peças a serem usadas nas avarias devem estar perto do local da respectiva intervenção.

Quanto aos trabalhos de terceiro nível já é realizado um diagnóstico e identificação de avarias urgentes, intervenções por substituição de órgãos funcionais, afinações gerais, pequenas reparações mecânicas, e organização de intervenções de manutenção preventiva conforme instruções recebidas. As intervenções são realizadas no próprio local da avaria, na oficina da manutenção, por pessoal especializado e com ferramentas definidas no manual de manutenção. A documentação deve estar disponível para os técnicos de manutenção e as peças consumíveis no armazém consoante o 1º e 2º nível;

Os de quarto nível são os trabalhos de manutenção preventiva e correctiva, com a verificação por entidades reconhecidas dos padrões secundários. Os técnicos devem ser muito especializados e usar ferramentas previstas no manual de manutenção, equipamentos das oficinas, bancos de medição e padrões secundários. As peças consumíveis devem ser disponibilizadas segundo a política de manutenção adoptada para as respectivas intervenções.

O quinto e último nível pressupõem trabalhos complexos de melhoria, substituição, reconstrução, grandes reparações e revisões gerais. Todos os componentes estão descritos pelo construtor do equipamento.

1.4 Aspectos Organizativos da Manutenção

Neste subcapítulo apresentam-se os campos importantes num sistema de organização do serviço de manutenção.

1.4.1 Componentes da organização da manutenção

1.4.1.1 Estrutura da função manutenção

A manutenção tem como objectivo apoiar a produção. Segundo Sousa [3] a visão da produção em relação à manutenção é de curto prazo; contudo a manutenção é obrigada a ter uma visão a médio e longo prazo com vista à vida útil e do custo de vida dos equipamentos.

A administração deve estabelecer desde cedo as responsabilidades referentes à produção e manutenção de forma a não criar conflitos entre as duas áreas.

Inicialmente a manutenção era vista e colocada como subordinada da produção. Contudo as duas funções devem relacionar-se entre si de modo a trabalharem juntas com o intuito de atingirem a máxima eficácia e eficiência, e ao mesmo tempo implementar métodos de gestão que melhorem as relações funcionais entre ambos [3].

O modelo apresentado na Figura 4 pressupõe a divisão das respectivas áreas com a retirada da subfunção “Conservação” que estava sob a alçada da produção para a criação da função manutenção. Este modelo pressupõe uma horizontalização dos dois serviços. Esta área é independente da produção, apesar de estabelecerem as respectivas relações para atingir os mesmos objectivos [9].

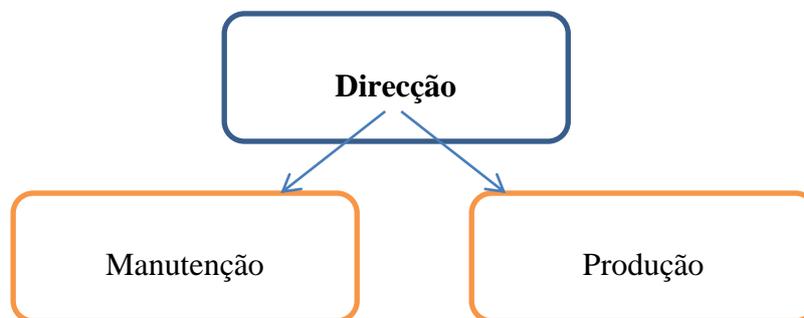


Figura 4- Estrutura horizontal de uma organização (adaptado de [9])

Segundo Ben-Daya e Duffuaa [10], pode-se diferenciar três tipos de estrutura de manutenção: centralizada, descentralizada ou híbrida. A escolha da estrutura depende de vários aspectos como: filosofia da empresa, tamanho da empresa, carga de trabalho, características dos equipamentos, conhecimentos dos técnicos, entre outros. A estrutura centralizada é definida pela existência de um responsável pela manutenção que supervisiona o pessoal da manutenção. Uma estrutura descentralizada caracteriza-se por existir um grupo de pessoal sobre a alçada de um responsável pelo departamento/sector onde estão inseridos. Numa estrutura híbrida existe uma divisão de técnicos por diferentes sectores e que estão sob a supervisão de um responsável da manutenção dos vários sectores.

Segundo Sousa [3], a organização pode ser classificada em três tipos:

- Organização por especialidade: Tipo de estrutura em que os técnicos desempenham funções em concordância com a sua especialidade;

- Organização funcional: aplicada em empresas com elevado número de intervenções de manutenção correctiva; a estrutura está dividida conforme os tipos de trabalho: correctiva, preventiva e de melhoria;
- Organização operacional: estrutura que adapta os técnicos conforme o tipo de trabalho necessário. Aparece quase sempre associado a empresas de prestação de serviços.

1.4.1.2 Recursos humanos

Uma estrutura organizativa de manutenção pode ser composta por técnicos e engenheiros. Estes são as pessoas que têm mais conhecimento sobre a empresa e que estão sempre aptas a enfrentar os diversos problemas que possam aparecer, dando garantias à produção da sua capacidade para os auxiliar no cumprimento do plano de produção. Os respectivos recursos humanos necessitam de ferramentas e métodos que façam com que o sector da manutenção cumpra com os requisitos para que estão propostos dentro de uma empresa.

Numa perspectiva de minimizar custos, os quadros das empresas são cada vez mais reduzidos, mas mantém-se o objectivo de ter pessoal mais qualificado. Então, é aí que surge a subcontratação que permite equilibrar as equipas conforme a carga de trabalho, e até dirigir os esforços do pessoal mais antigo para as intervenções mais críticas. Toda a necessidade de pessoal a subcontratar é revista pelo planeamento que toma essa decisão com vista às necessidades. Segundo Souris [2], a subcontratação pode ser para realizar funções como as manutenções preventivas, planeadas, correctivas, os serviços pós-venda, novos trabalhos, reparação e recolocação em funcionamento e serviços (conservação, limpeza de vias de acesso, segurança, calibração, ensaios e análises).

Está definido na norma EN 13269:2007 [11] a estrutura para a realização de um contrato tipo de prestação de serviços de manutenção bem como directrizes para elaborar um contrato de manutenção.

1.4.1.3 Organização interna de uma estrutura da função manutenção

Uma equipa de manutenção, para que possa desempenhar as suas funções está organizada e dividida segundo os diversos factores. Segundo Sousa [3] os factores seguintes relacionam as várias organizações possíveis:

- Dimensão da empresa;

- Ramo de actividade;
- Tecnologia das instalações e/ou fábricas;
- Tipo e quantidade de equipamentos que lhe estão afectos;
- Grau de dispersão geográfica da área das instalações sob responsabilidade;
- Outras actividades que possam ser da responsabilidade da manutenção;

Segundo Varela Pinto [12] podem existir três áreas funcionais de manutenção que variam de acordo com os objectivos e conteúdos da estrutura organizativa, que são as seguintes:

- 1) Área responsável pelas tarefas de Planeamento, Programação, Preparação e estudos de metodologias a utilizar na realização dos trabalhos;
- 2) Área funcional que agrupa a execução ou realização dos trabalhos;
- 3) Área funcional destinada aos estudos da Engenharia de Manutenção;

A primeira área designada, segundo Sousa [3], por “Gabinete de planeamento” ocupar-se-á das seguintes tarefas:

- a) Organização da documentação técnica;
- b) Criação de documentos referentes aos planos de manutenção dos equipamentos e instalações que depende do tipo de manutenção utilizada (Preventiva, Correctiva) em cada equipamento.
- c) Preparação de trabalhos, definição de especializações do pessoal responsável, materiais e serviços, métodos operatórios e avaliação dos custos das intervenções;
- d) O planeamento e programação das intervenções de forma a adaptar as necessidades aos meios humanos e materiais;

A segunda área, que funciona em linha com o “Gabinete de Planeamento”, executa todos os trabalhos definidos no respectivo prazo, com os respectivos recursos, custos e qualidade previstas.

A última área, nomeadamente de Estudos e de Engenharia de Manutenção tem como funções a análise de fiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos com o objectivo de estudar soluções de forma a introduzir melhorias e progredir nos respectivos índices.

1.4.2 Gestão dos recursos não-humanos

1.4.2.1 Gestão dos equipamentos

A documentação técnica é a base para o bom funcionamento das actividades de manutenção. Segundo Varela Pinto [12], nasce com a criação de um inventário de equipamentos, que lista todos os que estão sob a alçada da manutenção. De seguida, através de um sistema de codificação interna, identificam-se os equipamentos para mais fácil localização e identificação. É também necessário proceder à codificação dos sistemas/subsistemas que estão associados aos equipamentos de forma a ter uma visão qualitativa dos respectivos componentes através da análise de intervenções. Com a identificação específica dos equipamentos consegue-se determinar custos associados às intervenções de manutenção.

A codificação deve ser empregue de forma que seja possível associar a referência de cada equipamento a uma lista de módulos, histórico de avarias, peças de reserva entre outros. Com o inventário todo criado é possível elaborar para cada equipamento um arquivo, denominado de manual técnico que contém todos os detalhes técnicos.

O fabricante elabora no seu manual umas directrizes a utilizar no plano de manutenção, que será realizado pelo departamento de manutenção, mas que pode ser alterado de forma a adequar ao uso, ao tipo de operação, ou outras características próprias específicas de cada processo de fabrico.

1.4.2.2 Gestão de componentes

Uma estrutura organizada de manutenção tem de conseguir gerir os materiais a usar pelas equipas. Entende-se por materiais, por exemplo, peças de reserva, consumíveis, entre outros. Para uma boa gestão deve-se ter em conta os componentes que se vai comprar e armazenar, uma vez que a armazenagem importa custos tais como o valor contabilístico, custo de armazenagem, perda de valor do produto, obsolescência do componente, etc.

Por isso é importante numa estrutura organizada gerir bem a logística do departamento, nomeadamente no estudo de peças e materiais necessários no tempo correcto.

Segundo Cabral [6], a gestão de materiais e peças deve estar orientada segundo quatro requisitos:

- A gestão dos artigos de manutenção engloba, além dos componentes de *stock*, os artigos não existentes no armazém mas que são necessários à manutenção;
- O serviço de gestão deve relacionar as peças de reserva com os equipamentos onde serão usados, dada a compatibilidade de peças em equipamentos; A codificação e referenciação utilizada devem permitir pesquisas rápidas;
- Deve ser feita uma correcta organização dos artigos, para os mesmos não estarem duplicados com referências diferentes, evitando um aumento do número de peças em *stock*.

1.4.3 Função Planeamento da manutenção

Existem outras actividades que estão sob a alçada de uma organização interna de manutenção. Segundo Sousa [3] existem actividades ou funções como Planeamento, Preparação e métodos de trabalho, Programação do trabalho e a Realização ou Execução que integram essa organização. Todas estas etapas ocorrem de forma sequencial como é possível verificar na Figura 5.

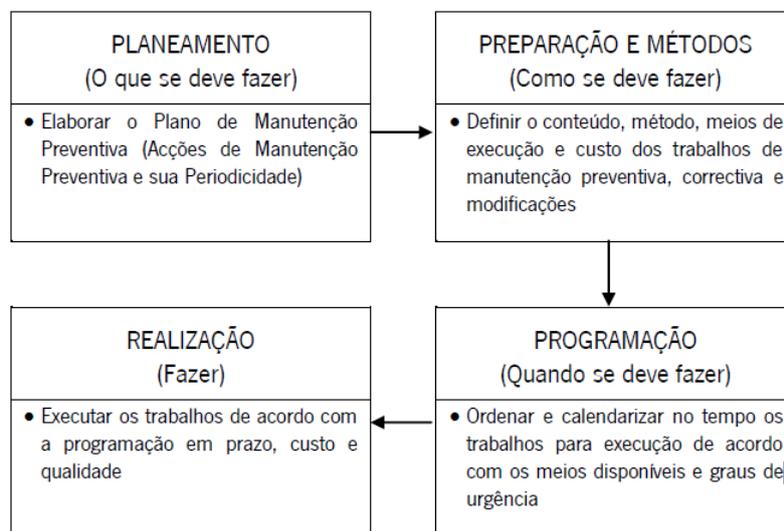


Figura 5 – Sequência de tarefas da função planeamento (adaptado de [12])

A criação dos planos de manutenção, preparação de trabalhos de manutenção preventiva e de manutenção correctiva originados a partir de avarias, preparação de contractos de trabalho subcontractados a outras entidades são definidos e integrados nas tarefas de Planeamento, Preparação e Métodos.

A preparação dos trabalhos é responsável por definir o tipo de trabalho, as ferramentas e os materiais a usar numa intervenção ao executante. Com isto cria-se uma maior disponibilidade e uma rápida intervenção dos técnicos de manutenção dada a preparação dos trabalhos por parte de outrem.

A fase posterior é responsável por programar as actividades de manutenção segundo prazos e prioridades de execução sem esquecer de relacionar a necessidade de mão-de-obra com os tipos de trabalho uma vez que pode ser necessário, em situações especiais, a subcontratação. A programação deve ter em conta as prioridades dos trabalhos que podem estar associados a uma classificação de urgência dos tipos de trabalho. Esta classificação vai ser específica para cada empresa e para cada tipo de produção.

O último passo recai na realização dos trabalhos que foram pré-preparados e programados. Nesta etapa são definidos os responsáveis pelos trabalhos sem esquecer que os mesmos devem cumprir com os objectivos estabelecidos na programação do trabalho, nomeadamente o prazo, o custo, a qualidade e a segurança da execução dos trabalhos.

1.4.4 Função Controlo da manutenção

Segundo Sousa [3], a função controlo em manutenção encerra o ciclo de organização dos trabalhos de manutenção. Devem ser informados os intervenientes da conclusão e do estado dos trabalhos actualizando os respectivos registos históricos e contabilísticos. Deve-se informar o planeamento da cessação dos trabalhos em curso, de novas intervenções que resultaram de outros trabalhos, dos desvios ao previsto ou outros assuntos relacionados com as intervenções. Após actualização dos registos históricos e contabilísticos deve-se informar a contabilidade sobre o cálculo dos custos dos trabalhos executados.

1.4.4.1 Registo Histórico

Este registo tem como base a ordem de trabalho, que possibilita à engenharia de manutenção a análise das avarias através do estudo do comportamento dos equipamentos, conseguindo melhorar a actividade da estrutura da manutenção de forma a aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

O estudo do comportamento dos equipamentos é possível pela análise do histórico porque este possui informação sobre o tipo de avaria, periodicidade de ocorrência e custo que permite através de análise binomial determinar o tipo de manutenção que deve ser empregue.

Segundo Cabral [6] o histórico de trabalhos de um equipamento deve possuir os seguintes campos:

- Data da execução, e se possível, a anotação do valor do contador do equipamento;
- Tipo de trabalho (preventiva sistemática, melhoria, correctiva, etc.)
- Descrição;
- Tempos associados: tempo de espera (TDE), tempo de manutenção (TDM), período de intervenção (TDM), o tempo de reparação (TDR) e o tempo de indisponibilidade por avaria (TIA).
- Mão-de-obra utilizada (HH-Hora Homem) e custo;
- Custos dos componentes e materiais utilizados;
- Soma dos custos;
- Sintoma e causa de avaria (quando aplicado);

Segundo Sousa [3] o registo das intervenções, e por sua vez, a criação de um histórico, terá importante ênfase nas decisões de carácter económico, através da idealização de um período óptimo para substituição do equipamento. O histórico pode ser explorado de forma a determinar alguns parâmetros que permitem ter uma noção do estado do equipamento como:

- Disponibilidade- cálculo da disponibilidade com o equipamento em condições normais;
- Fiabilidade- cálculo das respectivas leis, perfil de avarias, taxa de avarias, etc.;
- Métodos-determinação de melhoramentos (através da análise de pontos críticos) e de avarias frequentes que pode levar a uma melhor preparação por parte do Planeamento das respectivas intervenções;
- Gestão de *stocks*- análise da taxa de consumo de peças para criação de uma quantidade a possuir em armazém;
- Gestão de manutenção- cálculo dos custos por equipamento, por sistema, por especialidade, tipo de trabalho, tipo de avaria, etc.;

Segundo [6] os registos históricos são também analisados através de modelos matemáticos (conhecidos por leis) que permitem determinar pontos críticos ou prever um comportamento.

Estes modelos podem ser:

- Lei do desgaste - permite ter uma noção do perfil de desgaste de órgãos e componentes conforme o tempo de uso, permitindo planejar o tipo e data prevista para a intervenção;
- Lei da fiabilidade - tenta-se associar uma lei que melhor descodifica a distribuição de avarias conseguindo prever o comportamento do equipamento ao longo do tempo;
- Lei de Pareto - permite determinar as avarias mais importantes. O processo é simples e inicia-se com a divisão das avarias por origem e natureza. De seguida associa-se uma quantificação tal como tempo de reparação e procede-se à ordenação por ordem ascendente. Com esta análise é possível verificar quais as avarias que devem ser analisadas dado que com a quantificação utilizada em cima, estaria em evidência as avarias com mais tempos de reparação.

1.4.4.1.1 Ordem de trabalho

A ordem de trabalho é o objecto mais importante para o bom funcionamento de um sistema de gestão de manutenção uma vez que neste documento estão descritos todos os pormenores associados a uma intervenção. Este documento dá informação ao operador do tipo de trabalho, prazos, custos associados, meios necessários para a execução. A ordem de trabalho deve ser concluída com o preenchimento de campos que dão informação sobre a descrição real do trabalho, permitindo verificar se existiu alguma diferença face ao planeado.

A ordem de trabalho pode ter vários campos. Contudo, deve compreender os requisitos necessários para a satisfação dos responsáveis pela tarefa, pelo planeamento e dos dados necessários para o registo histórico.

1.4.4.2 Registo Contabilístico

Este tipo de registo permite o acompanhamento da evolução dos custos associados a um equipamento e com isso determinar um período óptimo para proceder à sua substituição ou intervenção de melhorias gerais. Segundo Sousa [3] deve haver informação sobre:

- Custo de aquisição;
- Custo das intervenções;
- Valor do equipamento (actualizado com o valor das amortizações e valorizações devido a melhorias realizadas)

1.4.5 Importância dos manuais técnicos

As equipas responsáveis pelas intervenções necessitam de informação muito pormenorizada acerca dos equipamentos de forma a melhorar a sua capacidade de eliminação de avarias. Além do conhecimento adquirido pela prática, são necessários outros conhecimentos. Esses estão evidenciados em manuais e documentos técnicos que permitem empregar as melhores técnicas durante as intervenções da manutenção.

Estes manuais podem ser específicos ou gerais, e segundo Sousa [3] podemos ter:

- As especificações técnicas/literatura sobre os equipamentos;
- Documentos referentes à compra (garantia, empresa representante...);
- Manuais eléctricos, hidráulicos, pneumáticos, automação, etc.;
- Manuais de manutenção, produção, processo;
- Desenhos mecânicos e informações de implantação dos equipamentos (ligações, fundações...)
- Desenhos técnicos das instalações;
- Regulamentos, legislação, normas referentes às aplicações;
- Literatura técnica geral;

1.5 Custos da manutenção

A manutenção tem um papel importante numa empresa, pois é a área onde é investido uma parte das receitas de uma empresa. Daí, surge todo o compromisso que é imputado à manutenção nomeadamente a disponibilidade dos equipamentos para a produção. Assim, a manutenção tem a função de contribuir para a eficácia económica da empresa. Segundo Souris [2] os custos de manutenção podem-se dividir em custos directos de manutenção, custos indirectos de manutenção e custos do ciclo de vida, etc.

1.5.1 Custos directos de manutenção

Segundo Monchy [1] os custos directos de manutenção correspondem a:

- Custo de mão-de-obra; relação multiplicativa entre o tempo gasto numa intervenção e a taxa horária;

- Despesas gerais do serviço de manutenção: custos de mão-de-obra administrativa, custos fixos e adicionais à manutenção como por exemplo os administrativos, telefones ou climatização;
- Custo de posse de *stock*, de máquinas e ferramentas, inerentes à manutenção. Gastos correspondentes à posse dos materiais em armazém, da existência do armazém, do pessoal ligado ao funcionamento do mesmo, custos qualificados pela taxa de amortização, dado que existe uma desvalorização por uso ou obsolescência, e um valor residual;
- Custos das peças consumíveis: custos do valor das peças, do transporte e execução da encomenda;
- Custos dos contractos de manutenção: valores referentes às obrigações pecuniárias;
- Custos de trabalhos subcontratados: valores dependentes dos tipos de trabalhos executados descritos pelas entidades prestadoras do serviço;

Segundo Monchy [1], os custos directos da manutenção (CM) variam com o Tempo Técnico de Reparação (TTR). O Tempo Técnico de Reparação e por sua vez os custos das mesmas, variam de acordo com o nível de preparação, qualificação do pessoal e a logística.

Na Figura 6 está representada a relação entre os custos de manutenção e o TTR. É possível verificar o custo mínimo associado a um TTR económico pelo que qualquer tentativa de diminuir esse tempo de intervenção implica um aumento do custo.

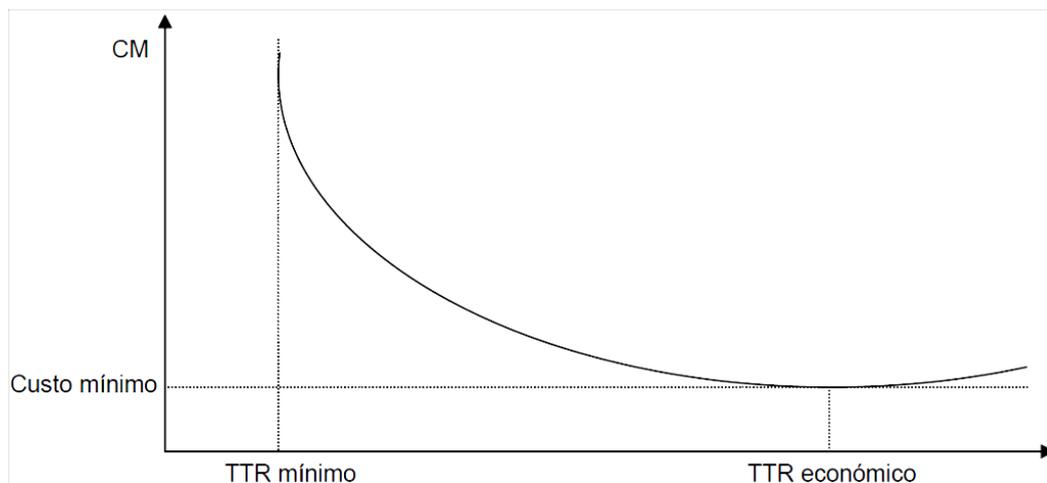


Figura 6 – Função Custos vs TTR (adaptado de [6])

1.5.2 Custos indirectos da manutenção

Os custos indirectos constituem outra fatia dos custos associados à manutenção. Segundo F. Monchy [1] estes podem ser descritos como:

- Custos de não produção: estão incluídos os custos de produtos não fabricados, produtos perdidos durante uma avaria, a perda da qualidade, a perda de produtos desclassificados;
- Custos de mão-de-obra da produção não ocupada: operador do equipamento que não pode produzir devido à avaria;
- Custos de amortização do equipamento suspensos;
- Gastos induzidos: compreende os custos de não entrega das encomendas nos prazos previstos, perdas de clientes, de imagem e penalidades;
- Gastos com o reinício do processo de produção;

Ainda segundo Cabral [6], estes custos consequentes da manutenção são mais preocupantes que os próprios custos directos contabilísticos da manutenção. Só que não existe uma forma de quantificar esses valores sendo que é possível ter uma ideia através do iceberg dos custos, Figura 7, onde é possível verificar que os custos directos (ponta do iceberg) são quatro vezes menores que os outros custos que são dificilmente quantificáveis.



Figura 7 – Iceberg de custos (adaptado de [6])

1.5.3 Custos de ciclo de vida de um equipamento

O custo de ciclo de vida de um produto ou equipamento, LCC (do Inglês Life Cycle Cost), agrupa todos os custos que estão em volta do equipamento, desde o seu projecto ao seu abate. É possível com esta técnica visualizar o comportamento dos custos ao longo da vida do equipamento.

Com a análise destes custos pretende-se escolher a melhor abordagem para que os custos sejam minorizados ao máximo. Ou seja, na área da manutenção é uma ferramenta que permite justificar algum investimento que se queira fazer, uma vez que é fundamentado através dos custos totais e não só nos iniciais.

Os custos do ciclo de vida podem ser divididos em dois grandes grupos. Segundo Assis e Julião [13], estes diferenciam-se em custo de propriedade e custos de operação. Os custos de propriedade são considerados como a soma de todos os custos a ter com o equipamento desde a instalação ao abate e compreende três subgrupos de custos: custos de aquisição e instalação, custos de manutenção e custos de desactivação e eliminação. Os custos de operação são todos os outros custos relacionados com a actividade da produção como por exemplo a energia, mão-de-obra e consumíveis. Segundo Sousa [3] pode existir ainda um terceiro grupo denominado de custos de oportunidade.

Segundo Mochy [1] é possível caracterizar os custos do ciclo de vida num gráfico onde é possível verificar o comportamento dos custos.

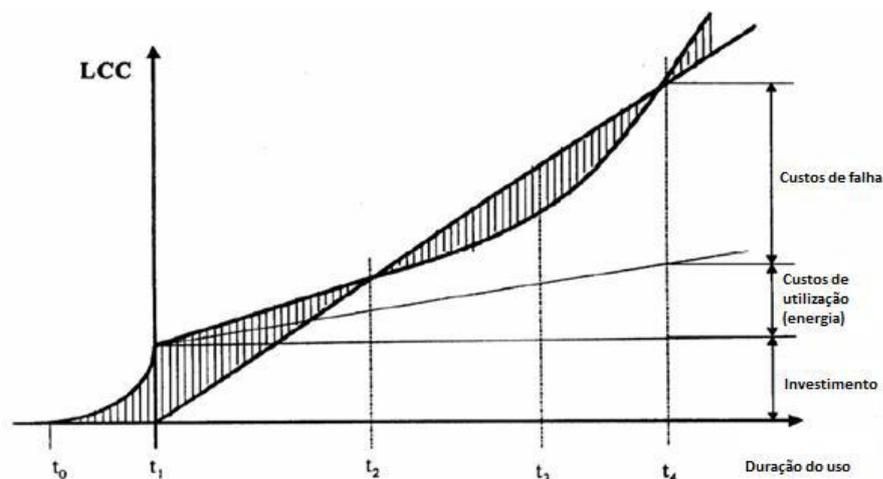


Figura 8-Gráfico de Custo do ciclo de vida de um equipamento (adaptado de [1])

O gráfico apresentado na Figura 8 relaciona os vários tipos de custo com os respectivos instantes de tempo que são:

t_0 – Deliberação sobre a compra

t_1 – Início do trabalho

t_2 – Amortização do equipamento

t_3 – Rendibilidade máxima

t_4 – Interrupção da manutenção

1.5.4 Optimização dos custos de avaria

Os custos de avaria estão directamente relacionados com a abordagem que é feita pela manutenção, uma vez que se aumentarmos as despesas com a manutenção, numa perspectiva de diminuir o tempo de paragem por avaria, diminui-se então os custos indirectos. Assim sendo, pode-se concluir que os custos directos são inversamente proporcionais aos custos indirectos [1].

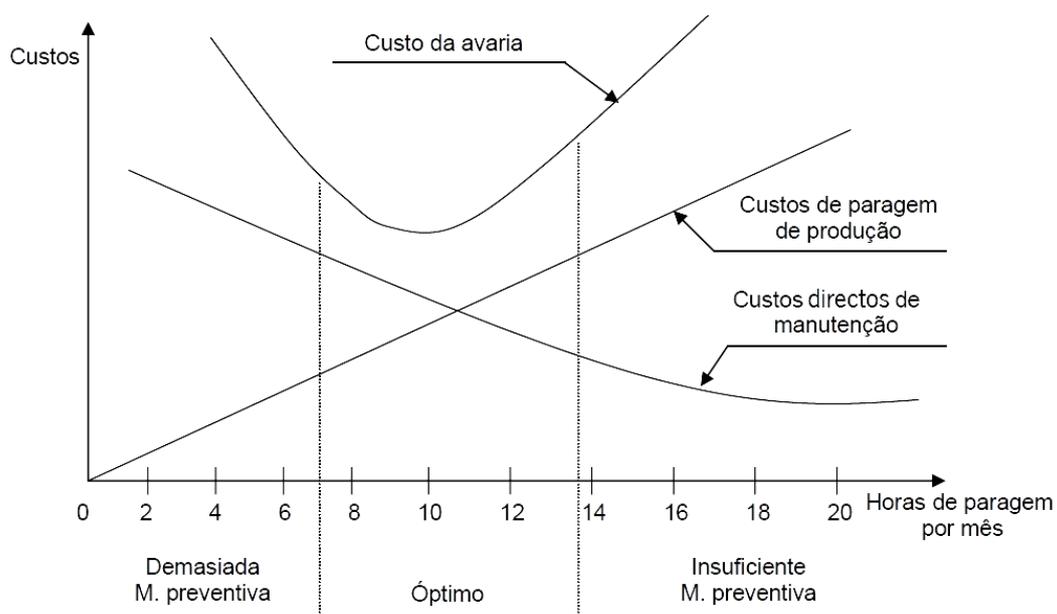


Figura 9 – Deliberação do nível de manutenção vs Custos (adaptado de [1])

Contudo, não se pode aumentar demasiado o nível de manutenção pois apesar de os custos indirectos diminuírem, os custos directos aumentariam. Por isso, pode-se tentar chegar a um patamar de manutenção que seja possível optimizar os diferentes custos. Isso é possível verificar com o auxílio do gráfico representado na Figura 9.

1.6 Apontadores de desempenho da manutenção

A actividade da manutenção requer uma flexibilidade de recursos e técnicas que influenciam os respectivos resultados finais. Os diversos recursos, técnicas e formas de atingir os objectivos já foram enunciados anteriormente. Neste capítulo é demonstrada a forma como se pode averiguar o exercício da actividade da manutenção através da estudo da respectiva actividade nas intervenções realizadas. Para isso, existem diversos indicadores que se baseiam no estudo de parâmetros usados pela manutenção, tal como: tempos relativos à manutenção, materiais, custos, mão-de-obra, etc.

A junção destes parâmetros permite o cálculo de indicadores que podem ditar vários resultados tais como:

- Qualidade do serviço de manutenção;
- Qualidade das intervenções;
- Análise do tipo de intervenção a implementar;
- Custos de material;
- Custos de mão-de-obra;
- Etc.

Desta forma, são apresentadas a seguir as terminologias usadas para chegar aos vários indicadores.

1.6.1 Tempos relativos à manutenção

Todo o serviço de manutenção necessita de ser quantificado, de forma a facilitar a análise por parte da gestão da manutenção. Segundo Miranda [9], para o serviço de gestão da manutenção os tempos totais de paragem (T.A.) dividem-se em tempos associados à manutenção (T.A.M.) e tempos não associados à manutenção (T.A.F.), sendo este último denominado de tempo de espera e está associado à manutenção. O tempo de bom funcionamento ou tempo efectivo de funcionamento (T.B.F.) é mensurado através de contadores colocados nos equipamentos. A soma destes três parâmetros permite calcular o “tempo requerido” (T.O.) ao equipamento.

$$T.O. = \sum TBF + \sum TAM + \sum TAF \quad (2)$$

Por isso, o “tempo requerido” a um equipamento é o tempo total que o equipamento dispõe para o uso, e que compreende os vários tempos, desde tempos de produção, tempos de

paragem devido à manutenção ou à produção. Segundo Miranda [9] é possível decompor o “tempo requerido” em dois instantes diferentes ($T_O=t_1-t_0$) e visualizar o seu comportamento.

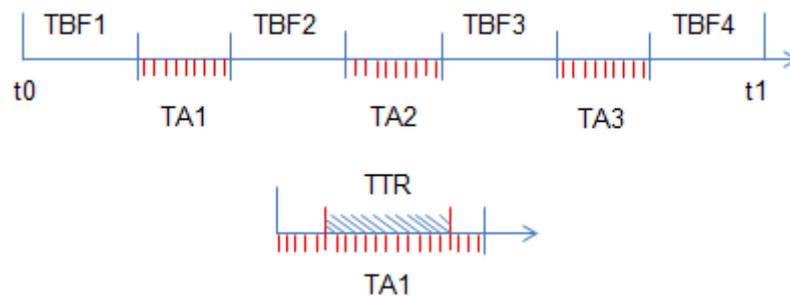


Figura 10 – Tempos de vida de um equipamento (adaptado de [9])

Como é possível visualizar na Figura 10, pode-se dividir os tempos de paragem “T.A.” em tempos atribuíveis à manutenção. Segundo Miranda [9] nesses tempos estão incluídos a análise da avaria, comunicações internas, diagnóstico e preparação da intervenção e o dito tempo técnico de reparação que inclui tarefas de reparação como: acesso ao componente com avaria, limpeza, intervenção, montagem, verificações, regulações, controlos e acompanhamento do arranque.

1.6.2 Indicadores de desempenho da manutenção

Os indicadores aparecem associados à área da manutenção como forma de avaliar o desempenho e controlar todo o processo, com o intuito de acompanhar a evolução do serviço prestado com vista à melhoria contínua.

Esta melhoria consiste em analisar de forma crítica a situação actual e assim examinar e aplicar formas de os melhorar, sendo que no final devem ser revistos os resultados das respectivas alterações.

Os indicadores de desempenho, segundo Sousa [3], são ferramentas que permitem analisar o resultado do serviço e que possibilita a definição do objectivo a alcançar e verificar o seu comportamento. Por isso, é possível na manutenção lançar objectivos, avaliar o seu cumprimento através de instrumentos e por último as acções correctivas em caso de falha do que era suposto atingir.

Segundo Cabral [6], o pormenor de se circunscreverem indicadores-chave de desempenho de manutenção, incentiva por si só a exigência de estimular uma gestão da manutenção segundo boas práticas, de forma a atingir os objectivos propostos.

Existe uma norma, a NP EN 15341:2009 [14], que apresenta os três macro-grupos de indicadores de desempenho que são:

- Indicadores económicos;
- Indicadores técnicos;
- Indicadores organizacionais;

Estes vários indicadores podem ter diferentes interesses, consoante os vários níveis hierárquicos existentes numa empresa, desde o administrador, ao responsável pela manutenção, dado que cada tipo de indicador faculta diferentes valores com maior interesse a cada nível de uma estrutura de uma empresa.

Dentro destes indicadores encontram-se três indicadores principais e que são os mais básicos na área da manutenção que são:

- Fiabilidade
- Manutenibilidade
- Disponibilidade

1.6.2.1 Fiabilidade

Um equipamento pode ser caracterizado por vários componentes, sendo a fiabilidade uma das mais importantes. Este indicador, segundo a norma NF X06-501 [15], é expressado pela probabilidade que um dispositivo ou componente ter de cumprir uma função previamente estabelecida por um período de tempo determinado.

Segundo Miranda [9], a este factor aparece associada outra característica nomeadamente a qualidade. Qualidade é a conformidade de um componente à função estabelecida à saída da fábrica. Assim, pode-se estabelecer que a fiabilidade é a extensão da qualidade no tempo, já que o objectivo da fiabilidade é manter a aptidão do produto à função pré-requerida num período de tempo.

Logo, é possível verificar que a fiabilidade é caracterizada pela média dos tempos de bom funcionamento, sendo calculada pela seguinte expressão:

$$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF_i}{n} \quad [2]$$

Em que:

- TBF_i - Tempo de bom funcionamento entre avarias;
- n - número de avarias;

1.6.2.2 Manutenibilidade

Esta característica é mais um indicador de manutenção e, segundo a norma NF X60-010 [8] é a probabilidade de que o estado de bom funcionamento de um componente após uma avaria, seja restituído por um dado intervalo de tempo.

Assim sendo, esta característica é baseada na média dos tempos técnicos de reparação, que é expressa pela seguinte equação:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{n} \quad [3]$$

Em que:

- TTR_i - Tempo técnico de reparação;
- n - número de avarias;

1.6.2.3 Disponibilidade

A disponibilidade aparece como um indicador que conjuga e relaciona os dois parâmetros anteriores. Esta característica está definida como a probabilidade de um componente estar em funcionamento. [9]

A norma NP EN 13306 [5] define como a aptidão de um componente cumprir uma determinada função, nas devidas condições, num certo momento e num intervalo de tempo pré-estabelecido.

A expressão utilizada para a caracterização deste indicador é:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad [4]$$

O aumento deste indicador é o objectivo principal de um serviço de manutenção. Como é possível verificar através da fórmula [4], para esse aumento acontecer é necessário aumentar a fiabilidade e diminuir os tempos de reparação. A fiabilidade tem limitações de crescimento nomeadamente de ordem tecnológica e de ordem financeira, já que é possível aumentar a fiabilidade só que os custos de manutenção aumentam exponencialmente. Contudo é possível encontrar um ponto de cruzamento entre os níveis de fiabilidade e manutenção e o custo de disponibilidade que é caracterizado por a zona económica e ideal.

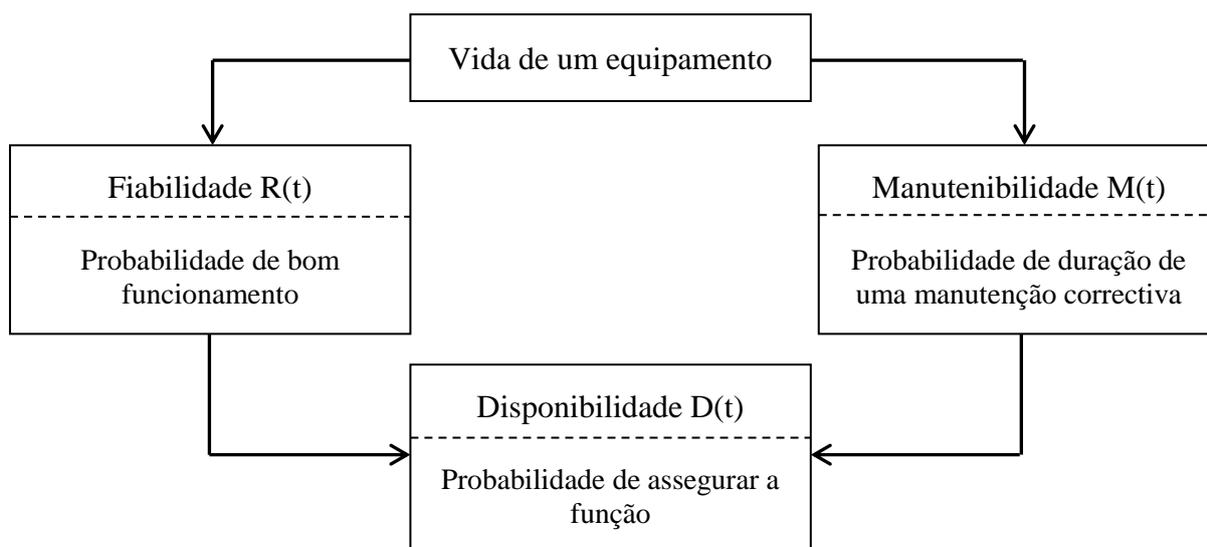


Figura 11 – Disponibilidade de um equipamento [1]

A disponibilidade pode ainda ser afectada pelo tempo médio de espera que ocorre entre a identificação da avaria e o início da respectiva reparação. Este tempo médio de espera é conhecido por MWT (Mean Waiting Time). Com o acréscimo deste tempo consegue-se pormenorizar e distinguir o tempo que está destinado à reparação e o tempo que resta para as outras actividades. Assim sendo a expressão ganha o seguinte elemento:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \quad [5]$$

1.6.2.4 Estudo da fiabilidade

Segundo Monchy [1], a fiabilidade trata-se da probabilidade de um componente ou equipamento estar em bom funcionamento num certo instante.

Sendo $R(t)$ a função fiabilidade e $F(t)$ a função acumulada de avarias, que traduz a probabilidade de um equipamento estar inoperacional num certo instante, nasce a seguinte equação:

$$F(t) + R(t) = 1 \quad [6]$$

Estas duas funções são complementares pelos valores que traduzem.

Existem outros parâmetros que ficam ligados aos indicadores apresentados que são a taxa de avarias (λ) e a taxa de reparações (μ), sendo calculados da seguinte forma:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad [7]$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad [8]$$

Estas expressões são calculadas a partir de valores médios o que faz com que a veracidade dos resultados esteja comprometida. Segundo Sousa [3] estes parâmetros podem ser acompanhados através de algumas funções que têm em conta os seus valores instantâneos, nomeadamente:

F(t)- Função acumulada de avarias

R(t) – Função Fiabilidade

f(t)- Função densidade de probabilidade de avaria;

Para analisar a fiabilidade existem várias leis, sendo que as mais usuais são as seguintes [16]:

Tabela 1 – Lei de estudo da fiabilidade e parâmetros a utilizar

Lei	Parâmetros de estudo utilizados
Exponencial negativa	λ – Taxa de avarias
Normal logarítmica	m- Média τ – Desvio-padrão
Weibull	β – Parâmetro de forma η – Parâmetro de escala γ – Parâmetro de posição

Além das leis apresentadas, existem outras com grande importância, como [17]: Binomial, Poisson, Normal, Gama, Rayleigh; Rectangular.

As leis estatísticas são escolhidas após a verificação e validação através de testes, em que é associado em erro α , denominado de nível de significância. Os mais usados são o teste do X^2 e o teste de Kolmogorov-Smirnov [17].

A lei que é mais utilizada devido à sua grande aptidão às várias situações num sistema de manutenção é a de Weibull. Esta permite caracterizar e diferenciar as várias fases da vida de um objecto de manutenção. Esta lei, tal como foi apresentado na Tabela 1, utiliza três parâmetros, o que permite ajustar as diversas realidades de um caso de estudo. A expressão matemática desta lei, proposta por Weibull é a seguinte:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad [9]$$

Sendo que:

γ – parâmetro de posição, que permite situar as curvas em relação à origem dos tempos;

η – parâmetro de escala, depende da velocidade de deterioração ($\eta > 0$)

β – parâmetro de forma ($\beta > 0$)

$\beta = 1$ – forma exponencial (taxa de avarias, λ , constante)

$3 < \beta < 4$ – forma de sino (lei normal, taxa de avarias, λ , crescente)

$\beta < 1$ – forma que corresponde ao fim dos defeitos de rodagem (taxa de avarias. λ , diminui)

A taxa de avarias é calculada a partir dos parâmetros anteriormente citados, sendo que é o valor instantâneo e é dada pela seguinte expressão:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (10)$$

O parâmetro β , denominado de forma, caracteriza as várias fases do ciclo de um equipamento, sendo que é representada através da curva da banheira (Figura 12) em que é possível verificar que a taxa de avarias não é constante ao longo do tempo.

$\beta < 1$ - Juventude, $\lambda(t)$ decrescente, defeitos de rodagem

$\beta = 1$ – Maturidade, $\lambda(t)$ constante, forma exponencial

$\beta > 1$ – Obsolescência, $\lambda(t)$ crescente, forma de sino

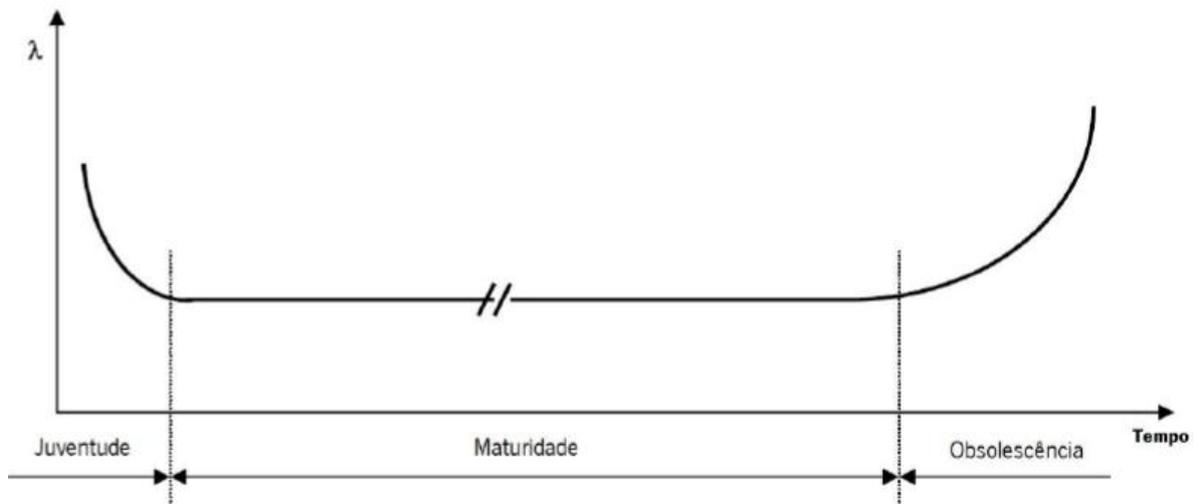


Figura 12 – Curva da banheira (adaptado de [1])

No presente capítulo foi possível apresentar todos os fundamentos teóricos utilizados como base no caso prático em estudo, nomeadamente no âmbito da organização e implementação de procedimentos de manutenção industrial.

2 Caracterização da empresa

O caso em estudo que esteve em torno desta dissertação envolve quatro empresas do grupo Cabelte, designadamente a Cabelauto, a Cabelte BT, Cabelte Metals e Cabelte (AI). O grupo Cabelte tem como domínio o fabrico de cabos de transmissão de energia e de dados nomeadamente cabos eléctricos de baixa, média e alta tensão, cabos de alumínio, cabos para a indústria automóvel e cabos de fibra óptica. Dado ser um grupo com uma produção elevada e contínua, distribuída entre 3 a 5 turnos, e com graus de exigência em termos de disponibilidade de equipamentos, torna-se extremamente importante uma boa gestão de manutenção sendo esse o objecto de estudo que está em torno deste trabalho.

As quatro empresas encontram-se no polo industrial do grupo, na Vila de Ribeirão, no concelho de Vila Nova de Famalicão. Na Figura 13 estão apresentados os logotipos das empresas em estudo e na Figura 14 as respectivas instalações exteriores.



Figura 13 – Logos empresa em estudo

O polo industrial de Ribeirão está localizado em:

Av. Indústria ,380
4760-806 Ribeirão
V.N. de Famalicão - Portugal
Tel. +351 252 499 120
Fax. +351 252 499 167



Figura 14 – Instalações das empresas em estudo

A Cabelauto pertence ao Grupo Cabelte e resultou da junção estratégica entre duas empresas, a já enunciada e a japonesa Sumitomo. A Cabelte detém 50,57% das acções enquanto a Sumitomo detém a restante percentagem.

A Cabelauto, tal como é possível identificar no nome, tem como actividade industrial o fabrico de cabos para a indústria automóvel. Esta foi a primeira fábrica do grupo a ser instalada no concelho de Vila Nova de Famalicão. Isto deveu-se ao facto de a empresa querer preparar novas pessoas para produzir cabos com especificações mais apertadas, situação que ia ser mais complicada ao instalar-se na casa-mãe já que os operadores estão habituados a trabalhar com especificações menos rígidas exigidas por os cabos de alta e média tensão. A este facto aliou-se também a localização estratégica da cidade, bem como a evolução da indústria na mesma, conseguindo escolher mão-de-obra com qualidade.

Desta forma a empresa oferece uma larga gama de produtos que estão de acordo com as principais especificações técnicas Europeias e Japonesas (classe 2 = 105°C e classe 3 = 125°C).

O grupo encontra-se então homologado pelas seguintes marcas automóvel

- VOLKSWAGEN
- VOLVO
- MERCEDES (DC)
- FIAT
- PSA
- SAAB
- HONDA
- TOYOTA
- SUZUKI

E através dos seus clientes para as seguintes marcas automóvel:

- RENAULT - Lear
- JAGUAR - Lear
- FORD - Lear
- Fios tipo AV, AVS, AVSS – Sumitomo e Yazaki
- Fios tipo CHFUS – Sumitomo

A Cabelte BT tem como fim a produção de cabos eléctricos de baixa tensão. Esta empresa começou a laborar em meados do ano 2010 quando a Cabelte decidiu centralizar a produção deste tipo de cabos num local único, uma vez que anteriormente estava dividido entre várias empresas do grupo.

A Cabelte tem uma unidade de produção de cabos de alumínio neste polo industrial, denominado de unidade de produção de Ribeirão, que permite produzir outros tipos de cabos de alumínio o que faz com que o grupo consiga responder à necessidade do mercado neste campo.

Outro recente investimento do grupo foi a criação da Cabelte Metals, que começou a laborar no ano de 2008 e tem como principal objectivo a transformação das matérias-primas utilizadas pelo grupo. Esta empresa tem uma parte que se centra na fundição dos metais, nomeadamente fundição do cobre e muito brevemente fundição de alumínio, e outra que trata da reciclagem de cabos e fios de cobre que faz com que seja possível recolocar algumas matérias-primas novamente no ciclo produtivo.

Este polo industrial, apesar de dividido em várias empresas, tem os vários departamentos comuns entre si. Esta está organizada e dividida em vários sectores, estando no topo da hierarquia a direcção executiva e de seguida a direcção industrial do polo. A direcção industrial, por sua vez, faz o controlo dos vários departamentos espalhados pela unidade fabril dos quais se destacam, o departamento de manutenção, o departamento de qualidade, o gabinete de gestão e planeamento da produção, o departamento da engenharia de processos e por último a logística.



Figura 15 – Organograma base da empresa

2.1 Unidade Fabril – Cabelauto

A Cabelauto foi a primeira empresa a instalar-se no polo de Ribeirão no ano 1995 sendo que no início tinha uma capacidade fabril baixa, aumentando ao longo dos anos produzindo agora cerca de 6000 km/fio auto por mês. Esta unidade labora em três turnos durante os cinco dias da semana conseguindo assim ter uma produção ininterrupta.

A produção da Cabelauto está basicamente dividida em duas partes, a unidade elementar de produção do cobre (UEP-Cobre), e a unidade elementar do PVC (UEP-PVC). Na Figura 16 apresenta-se o *layout* desta unidade fabril. Como é possível verificar a empresa está organizada segundo o percurso da matéria-prima, ou seja, o cobre entra no estado de varão, é inicialmente trefilado na trefiladora unifilar, de seguida pela trefiladora multifilar, sendo depois cableado e por último extrudido. As três primeiras zonas pertencem ao UEP-Cobre e a segunda ao UEP-PVC.

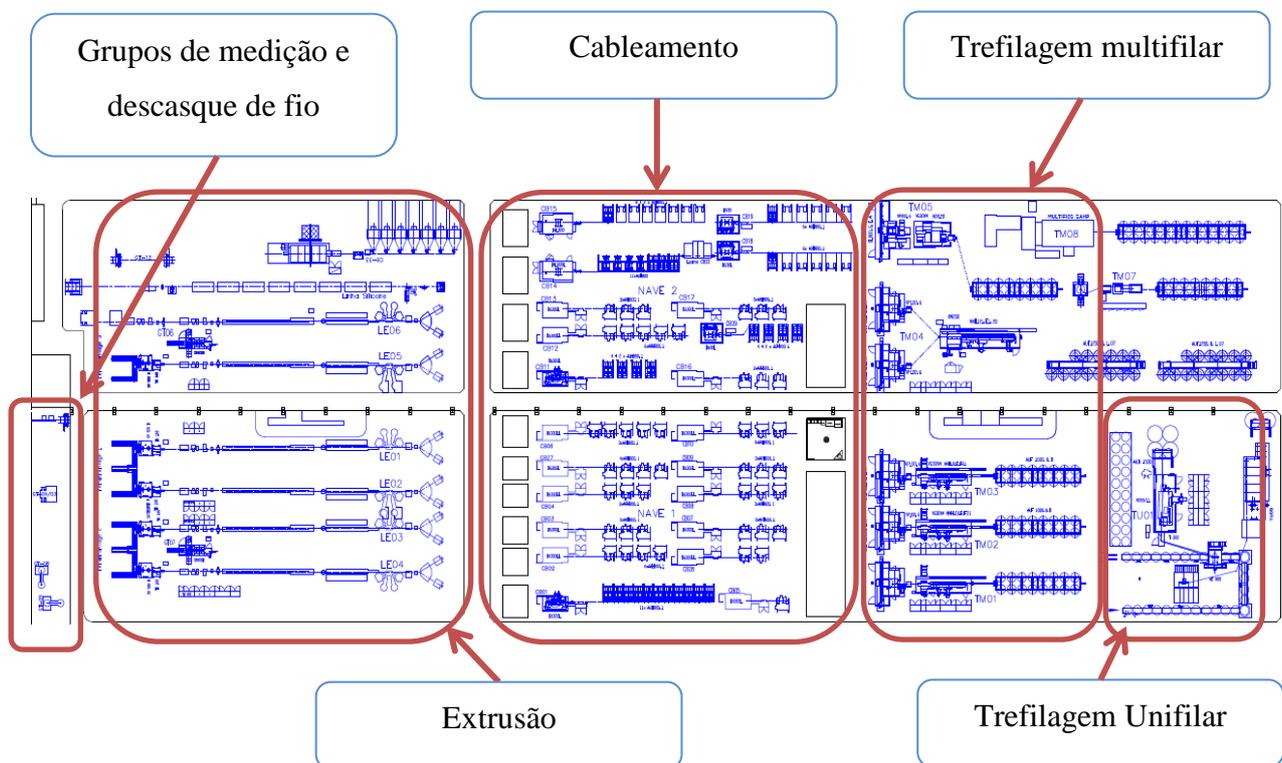


Figura 16 – Layout Cabelauto

A manutenção tem sobre o seu domínio e controlo, os vários equipamentos que estão ligados directamente à produção, os equipamentos auxiliares e as respectivas instalações.

Cada equipamento apresenta uma codificação própria que permite a identificação do equipamento dentro da empresa, distinguindo os mesmos das restantes máquinas do grupo.

Na Tabela 2 estão apresentadas a respectiva codificação dos equipamentos de produção da Cabelauto.

Tabela 2 – Codificação dos equipamentos de produção da Cabelauto

Unidade	Equipamentos	Codificação
UEP - Cobre	Trefiladora Unifilar	TU
	Trefiladora Multifilar	TM
	Cableadoras	CB
UEP - PVC	Linhas de extrusão	LE
	Grupos de transferência	GT
	Descascador de fio	Descasc.

O UEP-Cobre conta com os seguintes equipamentos:

- Trefiladora Unifilar (Figura 17)



Figura 17 – Trefiladora unifilar

- Trefiladoras Multifilares (Figura 18)



Figura 18 – Trefiladora multifilar

- Cableadoras (Figura 19)



Figura 19 – Cableadoras

O UEP-PVC tem os seguintes grupos de equipamentos:

- Linhas de extrusão (Figura 20)



Figura 20 – Linhas de extrusão

- Grupos de transferência (Figura 21)



Figura 21 – Grupos de transferência

- Descascador de fio (Figura 22)



Figura 22 – Descascador de fio

Existem também os equipamentos auxiliares à produção, nomeadamente:

- Balanças
- Pontes de medida de diâmetro
- Pontes de medida de óhmica
- Microscópios de controlo
- Central de lubrificantes
- Separador de água-óleo
- Meios de movimentação e carga
- Compressores
- Secador de ar
- Posto de transformação
- Tratamento de água da extrusão
- Máquinas de pintar legendas
- Central de bombagem de água

2.2 Unidade fabril – Cabelte BT

A Cabelte BT, como já foi referido, produz cabos eléctricos de baixa tensão. A produção é muito idêntica à da empresa anterior, ou seja, tem equipamentos e áreas muito idênticas. Esta empresa encontra-se a operar em três turnos durante os cinco dias da semana.

Esta empresa possui as seguintes áreas: UEP-Cobre e o UEP-PVC. A primeira área está centrada na área do UEP-Cobre na Cabelauto o que permite ter a matéria-prima em estado nu no mesmo local. Quanto ao UEP-PVC, está centralizado na área fabril construída para a Cabelte BT.

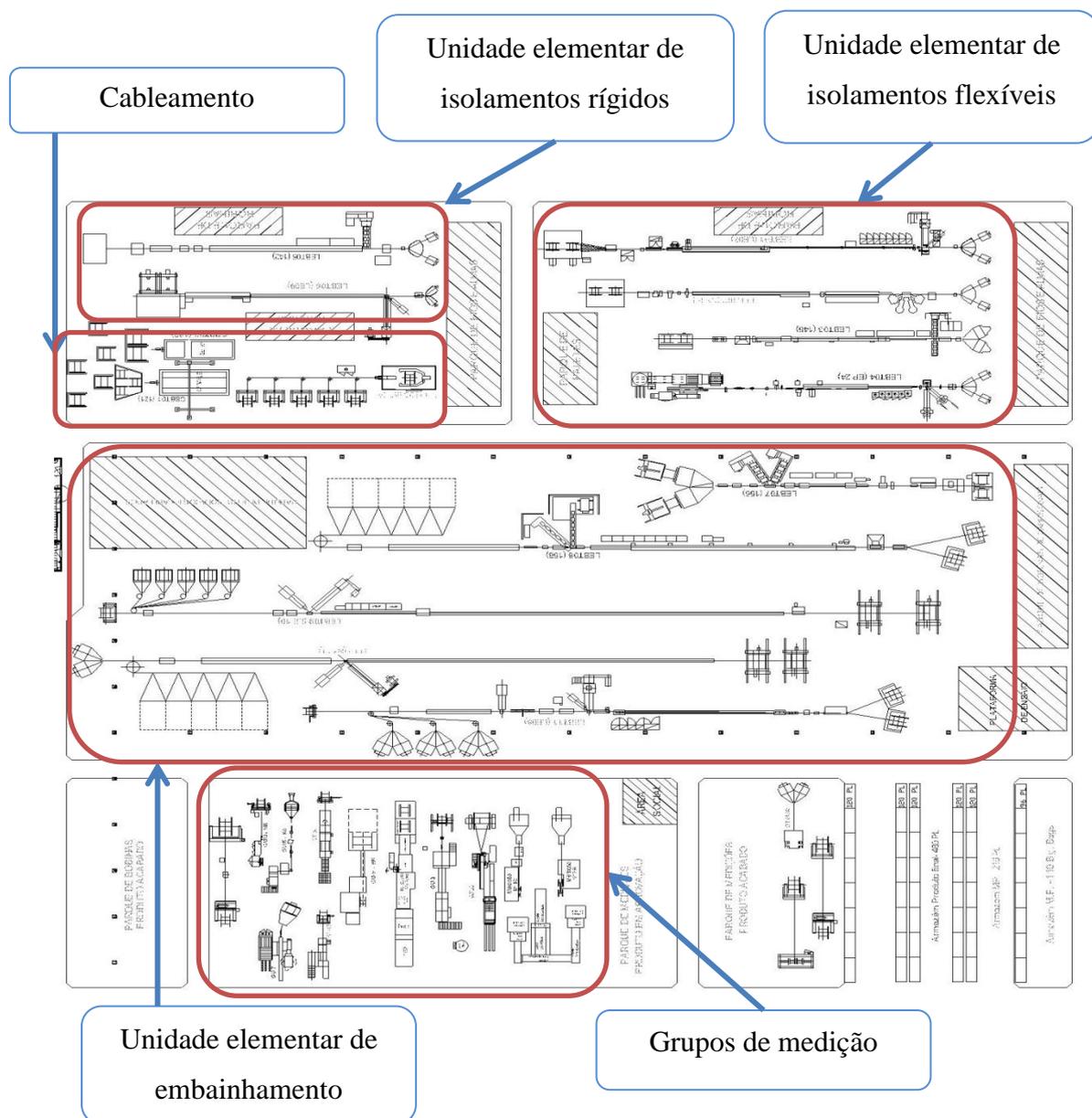


Figura 23 – Layout de produção Cabelte BT

O *layout* da fábrica encontra-se na Figura 23. A sequência de produção está organizada pelo tipo de cabos que produz, começando no tipo de produção mais elementar para o mais complexo. O processo começa na unidade elementar de isolamentos flexíveis passando depois para a unidade elementar de isolamentos rígidos. Para cada tipo de cabos isolados existe o parque de bobines de cobre que já vem trefilado da unidade instalada na área da Cabelauto. De seguida, tem a área do cableamento de cabos, a unidade elementar de embainhamento e por último, os grupos de medição. Ou seja, o cobre entra na fábrica, origina cabos isolados com almas de cobre flexíveis ou rígidos. Daí podem ser cableados e de seguida extrudidos novamente conforme as especificações de cada cabo. A etapa final é a medição que trata de preparar os cabos em embalagens directas para o cliente.

Esta unidade usa, equipamentos e uma codificação muito idêntica à da Cabelauto, para os seus como é possível verificar na Tabela 3.

Tabela 3 - Codificação de equipamentos Cabelte BT

Unidade	Equipamentos	Codificação
UEP - Cobre	Trefiladora Unifilar	TU
	Trefiladora Multifilar	TM
	Cableadoras	CB e CBBT
UEP - PVC	Linhas de extrusão	LEBT
	Grupos de medição	GMBT

Na secção 2.1 foi possível ver imagens de equipamentos deste tipo, pelo que os únicos que são diferentes são os grupos de medição. Na Figura 24 ilustra-se um equipamento deste tipo.



Figura 24 – Grupo de medição Cabelte BT

Existem também os equipamentos auxiliares à produção, nomeadamente:

- Balanças
- Pontes de medida de diâmetro
- Pontes de medida de óhmica
- Microscópios de controlo
- Meios de movimentação e carga
- Compressores
- Secador de ar
- Posto de transformação
- Tratamento de água da extrusão
- Máquina de pintar legenda
- Central de bombagem de água

2.3 Unidade fabril – Cabelte AL – Unidade de Produção de Alumínio

Neste polo está localizada a unidade de produção de cabos nus de alumínio, sendo comercializados neste estado, ou posteriormente extrudidos na fábrica do grupo em Arcozelo.

Esta empresa labora em cinco turnos durante os sete dias da semana. Esta unidade conta essencialmente com trefiladoras unifilares, cableadoras e grupos de transferência, sendo que muito recentemente adquiriram uma linha de extrusão de alumínio a frio, que permite entrar no mercado com outros tipos de cabos nomeadamente cabos ocos com variados perfis, e cabos de alumínio com a incorporação de fibra óptica na extrusão.

Na Figura 25 está representado o *layout* desta unidade, sendo que os equipamentos não estão dispostos com a mesma ordem lógica que os equipamentos da outra unidade.

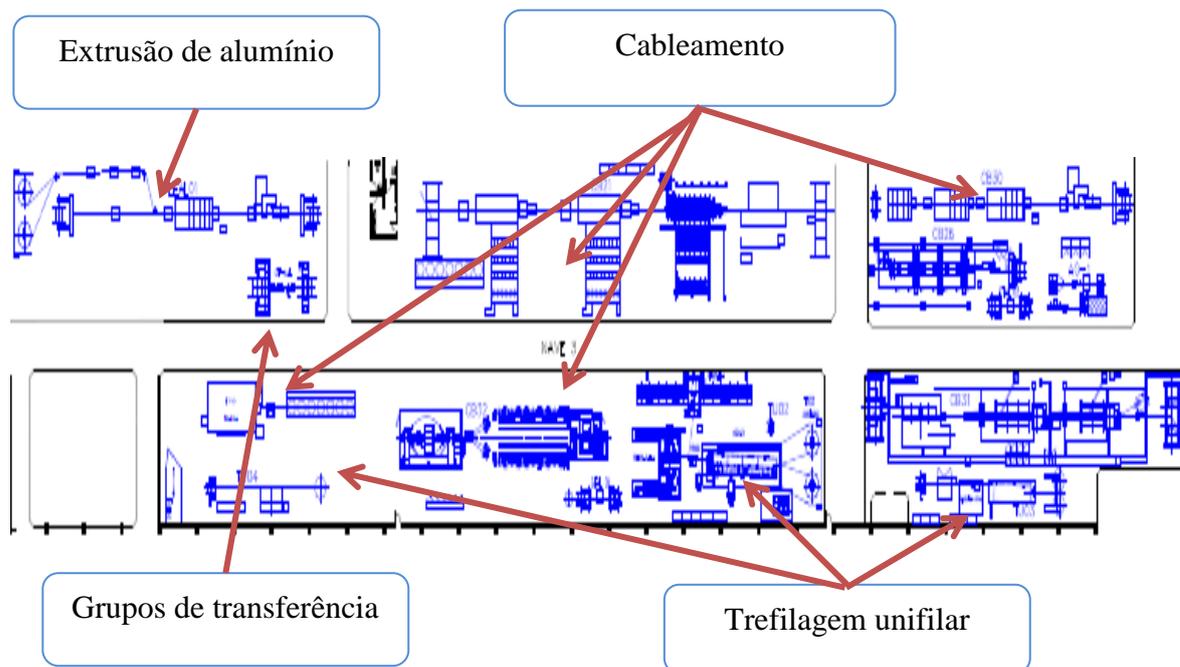


Figura 25 – Layout Cabelte AL

Todos os equipamentos desta unidade de produção estão codificados, conforme descrito na Tabela 4, da mesma forma que os da Cabelauto e Cabelte BT, sendo que o equipamento mais recente já sofreu um acréscimo em relação aos restantes equipamentos da unidade de produção, nomeadamente das duas letras referentes ao local de produção.

Tabela 4- Codificação de equipamentos UPR-Alumínio

Unidade	Equipamentos	Codificação
UPR- Alumínio	Trefiladora Unifilar	TU
	Cableadoras	CB
	Linha de extrusão a frio	LEAL
	Grupos de transferência	GTAL

Nas figuras seguintes é possível ver vários equipamentos existentes nesta unidade.

- Grupos de transferência (Figura 26)



Figura 26 – Grupos de transferências AL

- Trefiladora Unifilar (Figura 27)



Figura 27 – Trefiladora Unifilar de Alumínio

- Cableadora (Figura 28)



Figura 28 – Cableadora de Alumínio

- Linha de extrusão a frio (Figura 29)



Figura 29 – Linha de extrusão de alumínio

2.4 Unidade fabril – Cabelte Metals

A Cabelte Metals é a empresa mais recente do grupo que tem como objectivo a transformação das matérias-primas utilizadas pelo grupo. Trata da fundição de cobre e também da reciclagem dos produtos que não estão conforme as especificações denominados de sucatas. Conseguem dessa forma reinserir alguns produtos no ciclo produtivo através da re-extrusão das purgas não contaminadas na extrusão e da colocação do metal cobre triturado na fundição.

Esta unidade conta com dois fornos de fundição de cobre, uma linha de trituração de cabos e fios, um pré destroçador, um triturador de purgas e uma extrusora de purgas recicladas. A linha de destruição de cabos e fio conta com vários equipamentos, nomeadamente: um destroçador, um acumulador com variação de alimentação, moinho de cobre e um separador electroestático.

A unidade tem, também, uma máquina escavadora com garras sendo usada para transporte e movimentação dos materiais nas instalações.

Basicamente o fabrico de cabos produz inevitavelmente produtos considerados sucata, que podem ser desde cobre nu, nos sectores da trefilagem e cableamento, cabos extrudidos com alma de cobre e purgas de materiais plásticos, resultante do trabalho contínuo das extrusoras em mudanças de fabrico. Estas purgas são consideradas não contaminadas. Desta forma chega à Cabelte Metals material plástico, cabos e cobre nu.

Assim sendo, cada material segue caminhos diferentes. O material plástico (purgas não contaminadas) segue para um pré destróador. De seguida, para a trituradora de purgas, e por último, para a extrusora, onde primeiro são desaglomeradas, e posteriormente re-extrudidas, passando por uma matriz com a forma do material pronto a seguir para a extrusão.

Os cabos e o cobre vão para a linha de destruição de cabos que tritura, granula e separa os materiais, sendo que no final temos o cobre triturado e o plástico em depósitos diferentes. O plástico resultante desta transformação é denominado de contaminado e é vendido para o exterior, sendo que o que se aproveita no fim do ciclo desta máquina é o cobre triturado. Este é inserido, numa última fase, nos fornos de cobre, juntamente com cátodos de cobre puro originando o fio máquina.

No *layout* da Figura 30 é possível verificar o trajecto que os materiais sofrem nas várias áreas.

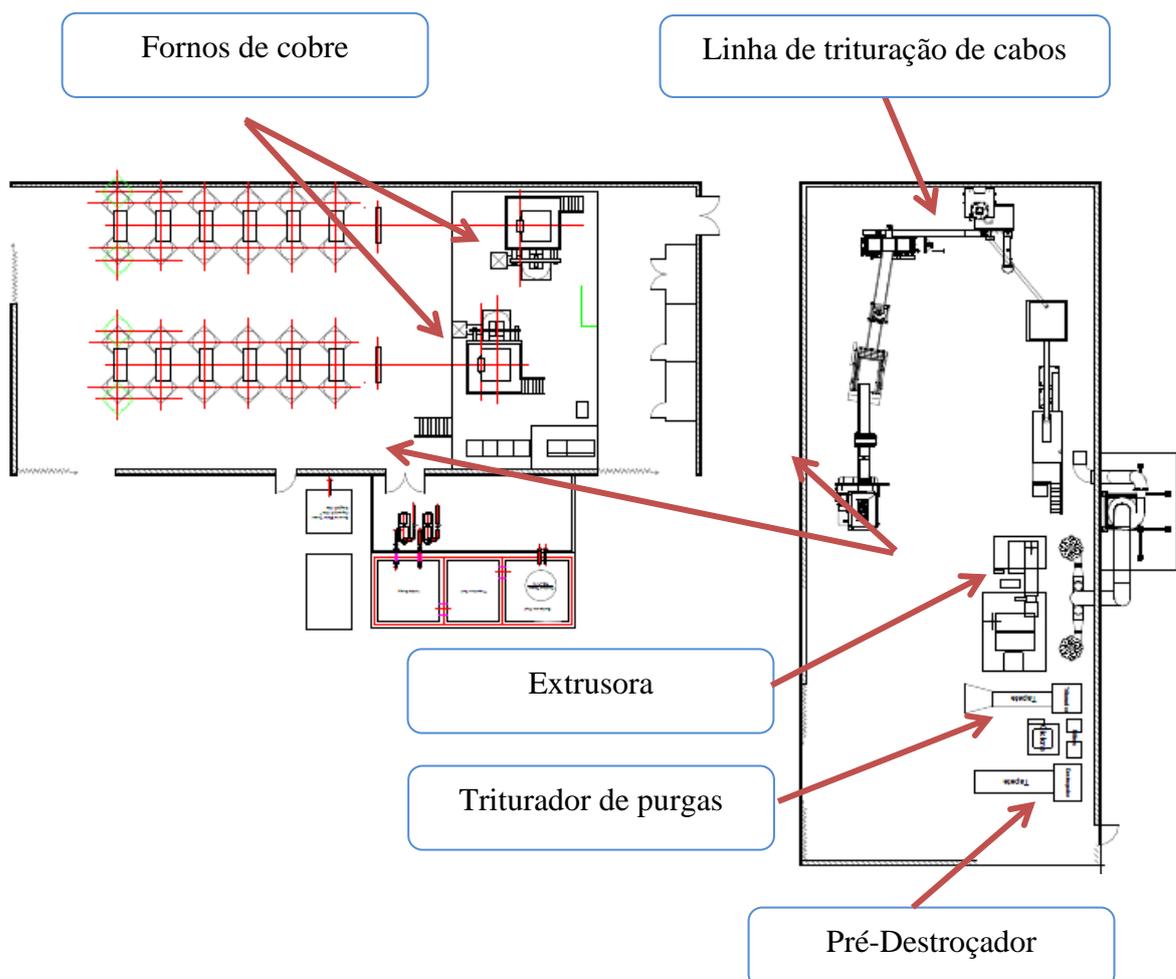


Figura 30 – *Layout* Cabelte Metals

Os equipamentos estão codificados conforme a listagem da Tabela 5.

Tabela 5 – Codificação de equipamentos Cabelte Metals

Unidade	Equipamentos	Codificação
Cabelte Metals	Fornos	CASTING
	Linha de trituração de cabos	
	Destroçador de cabos	DESTROÇADOR
	Acumulador c/ variador de alimentação	ACUMULADOR
	Moinho de cobre	MOINHO RETEC
	Separador electroestático	SEP.ELECTR.
	Pré-destroçador	PRE-GRINDER
	Triturador de purgas	TRITURADOR
	Extrusora	EXT-REC

Nas figuras seguintes estão representados os vários equipamentos enunciados acima.

- Fornos de Cobre (Figura 31)



Figura 31- Fornos de cobre

- Linha de trituração de cabos e fio (Figura 32)



Figura 32 – Linha de trituração de cabos e fios

- Pré-destroçador e triturador de purgas (Figura 33)



Figura 33 - Pré-destroçador e triturador de purgas

- Extrusora de purgas (Figura 34)



Figura 34 – Extrusora de purgas

- Máquina escavadora com garras (Figura 35)



Figura 35 – Máquina escavadora com garras

2.5 Caracterização do departamento de manutenção

O polo de Ribeirão do grupo Cabelte conta com uma equipa e um departamento de manutenção organizado de forma a responder a qualquer avaria em algum equipamento. Esta versatilidade é conseguida com a organização estrutural do respectivo departamento.

A manutenção tem várias responsabilidades sobre si, que se regem pela conservação e aumento da disponibilidade dos equipamentos. Um serviço de manutenção também tem outras tarefas como auxiliar na instalação de equipamentos, nas alterações de lay-out entre outras.

Este departamento de manutenção enquadra-se numa área funcional com tarefas de planeamento, preparação e estudo dos métodos de trabalho a utilizar (como explicado no capítulo 1.4.1.3 Organização interna de uma estrutura da função manutenção). Assim sendo, todos os trabalhos executados têm uma acção previamente planeada, bem como todos os planos de manutenção a aplicar estão de acordo com o que é definido pelo respectivo planeamento.

2.5.1 Estrutura organizativa e tarefas do pessoal

Este departamento de manutenção está dividido segundo uma hierarquia simples. No topo da hierarquia encontra-se o director industrial, sendo que logo a seguir encontra-se o supervisor do departamento. O director industrial simplesmente actua no departamento de

manutenção para decisões que ultrapassam o supervisor tais como decisões de prevalências de ordens de reparação, aceitação de trabalhos, pedidos de trabalho extra entre outros.

O supervisor do departamento é a pessoa que lida directamente com os técnicos de manutenção e com todo o serviço de manutenção, sendo responsável pela gestão de compras, pelo pessoal, planeamento, estudo e implementação de métodos que melhorem a aplicação da manutenção. Este também é quem lida, em parte, com a instalação de novos equipamentos, para que a manutenção fique desde de cedo com o conhecimento dos pormenores dos mesmos.

De seguida, na estrutura, aparecem os técnicos de manutenção, sendo que neste departamento existem quinze, desde técnicos de mecânica, a técnicos de electrotecnia e electricistas. Este número de pessoas está dividido pelos três turnos semanais e o turno de fim-de-semana. Cada turno semanal tem 4 pessoas, e ao fim de semana encontra-se apenas uma pessoa. Dessas quatro pessoas, uma fica responsável pelas intervenções correctivas curativas da unidade da Cabelauto, onde se inclui a Cabelte AI e outro com a Cabelte BT e Cabelte Metals. As outras duas pessoas ficam de apoio, sendo estas as responsáveis pelas manutenções preventivas, pelos trabalhos de melhoria, ou então, no apoio à resolução das intervenções correctivas que vão ocorrendo.

No departamento existe ainda uma pessoa responsável pela gestão das compras e dos *stocks*, e um responsável pela serralharia.



Figura 36 – Organograma do departamento de manutenção

O supervisor do departamento tem habilitações superiores na área da electrotecnia e electrónica, sendo por isso a pessoa com maior grau académico dentro do departamento. Os actuais técnicos de manutenção foram, inicialmente, operadores da produção passando à posteriori para a manutenção. Todos têm formação profissional, sendo que uns na área da electricidade, outros da electrotecnia electrónica ou mecânica, e mesmo em ambas as

áreas. Alguns técnicos já possuíam a formação quando entraram para a manutenção, outros especializaram-se após a incorporação na área.

2.5.2 Recursos materiais

2.5.2.1 As oficinas de apoio

Num departamento de manutenção é essencial considerarem-se os meios físicos. Pode-se incluir desde as instalações, meios de transporte, ferramentas, meios de medição, peças consumíveis, sobressalentes entre outros.

Neste departamento de manutenção podemos encontrar duas instalações distintas com dois armazéns distintos, um nas instalações da Cabelte BT e outro na Cabelauto, sendo o último maior, uma vez que dá apoio a mais unidades fabris.

A Cabelauto e a Cabelte BT estão equipadas com um armazém onde estão todos os consumíveis e peças sobressalentes, uma área de trabalho onde estão as bancas de trabalho e as respectivas ferramentas, o laboratório onde podem ser executados trabalhos eléctricos e electrónicos, e o gabinete do responsável de compras.

Cada técnico de manutenção é portador de um carro de ferramentas, para que se possa deslocar para cada intervenção, onde tem as ferramentas mais usuais para atender uma intervenção. As ferramentas mais específicas e de uso comum, encontram-se na oficina. Existem ferramentas específicas, usadas em manutenção preventivas, como aparelhos de análises de vibrações, e aparelhos usados em intervenções correctivas como é o caso do osciloscópio. A empresa tem, na oficina, um leque de equipamentos que auxiliam na resolução das intervenções e que são de uso comum para as várias empresas.

2.5.2.2 O *software* de assistência à manutenção

O departamento de manutenção conta com um *software* de apoio ao trabalho. Este é denominado de “MAC - Manutenção Assistida por Computador” e tem como principal objectivo auxiliar a gestão da manutenção. Este *software* foi concebido pela *Consiste* sendo agora explorado pela *Glint*.

Este recurso tem como principal objectivo a criação de uma base de dados onde consta todo o histórico de intervenções realizadas nos equipamentos, conseguindo com isso ajudar a

resolver problemas em intervenções futuras, e também explorar através do estudo dos indicadores de manutenção, a implementação de outros tipos de intervenção em alguns sistemas dos equipamentos.

Este *software* foi concebido com várias funcionalidades, tais como:

- Descrição de todos os equipamentos, sistemas e sub-sistemas;
- Registo de todas as intervenções realizadas;
- Criação de um *check-list* de operações a realizar em cada tipo de manutenção;
- Programação dos vários tipos de intervenção e um respectivo responsável;
- Fazer registos de manutenção preventiva condicionada;
- Cria um aviso quando prevê que os registos de intervenção condicionada estão abaixo do patamar admissível através da extrapolação dos dados inseridos.
- Cria um mapa das intervenções a realizar por cada semana;
- Cria um aviso quando prevê que os registos de intervenção condicionada estão abaixo do patamar admissível através da extrapolação dos dados inseridos.
- Emite um alarme sempre que existe uma avaria num equipamento;
- Permite calcular os custos associados às intervenções realizadas nos equipamentos ou sectores por tipo de manutenção.
- Permite criar um armazém virtual, com todos os consumíveis e componentes existentes na oficina, facilitando ao operador a verificação da existência de componentes.

Durante a realização deste trabalho, parte da vertente prática foi explorar e aumentou-se o uso desta ferramenta por parte do departamento de manutenção, uma vez que estes só usavam cerca de 70% da sua potencialidade.

2.5.3 Documentação Técnica

Para o bom exercício de manutenção é necessária a existência de documentação técnica, uma vez que nesta está descrita toda a informação dos componentes dos equipamentos. Na documentação estão também descritos, por parte do fabricante, todos os tipos de manutenção que os equipamentos devem ter, e daí, é mais fácil a programação das manutenções. Pode-se também encontrar os desenhos técnicos, a listas de peças sobressalente, a descrição do respectivo funcionamento do equipamento, esquemas eléctricos, pneumáticos e hidráulicos.

A partir das documentações técnicas é mais fácil a criação do respectivo *check-list* de manutenção preventiva, a criação de manutenções de 1º nível e a criação de cartas de lubrificação.

Na Cabelauto todos os equipamentos possuem a documentação técnica uma vez que estes foram adquiridos novos aquando da abertura da fábrica. Isto permitiu criar uma base de intervenções preventivas a partir destes documentos.

A Cabelte Metals também possui todos os documentos dos seus equipamentos uma vez que é uma unidade recente e que comprou todos os seus equipamentos directamente com o fabricante na abertura da mesma.

Na Cabelte BT e na Cabelte AL só parte dos equipamentos tinham a documentação o que complicou a criação dos documentos de manutenção.

2.5.4 Gestão dos materiais

A gestão de materiais numa empresa consiste em correlacionar os materiais que devem ser necessários com os materiais existentes, permitindo desta forma que o departamento de manutenção não falhe as intervenções por falta de materiais.

Neste departamento existe uma pessoa que é responsável pela gestão de materiais das quatro empresas, estando os mesmos em dois armazéns, um na Cabelte BT e outro na Cabelauto.

O responsável por esta área tem de executar todos os pedidos de material, recebê-los, lançar no respectivo sistema de manutenção e guardar o material no local próprio no armazém.

Todos os pedidos de materiais realizados pelo responsável desta área para intervenções básicas e de baixo custo são feitos de forma directa, sendo que quando é necessário algum componente fora do comum, os pedidos são analisados pelo supervisor de manutenção.

O responsável pela gestão de materiais garante a existência de materiais através de uma análise da necessidade das intervenções realizadas nos últimos anos. Este também tem o cuidado de verificar a lista de manutenção preventiva, uma vez que a partir do *check-list* consegue verificar quais os componentes que são normalmente substituídos e assim, garantir a sua existência à data das intervenções. Com isto, consegue-se que todas as intervenções corram dentro do tempo planeado.

O próximo passo a realizar no âmbito da gestão de materiais é a correlação das peças armazenadas com o respectivo equipamento.

2.5.5 Sequência para resolução de um pedido de intervenção

Um pedido de manutenção é feito por parte do trabalhador no computador do seu posto de trabalho. Em cada posto, e a partir do *software* de gestão da produção *SIIC*, o operador descreve o problema que deu origem ao seu pedido de intervenção, e de seguida contacta por telefone a manutenção discriminando o ocorrido. Faz, também, uma comunicação ao seu chefe de turno, que consoante a gravidade comunica directamente com o responsável de manutenção.

Em cada pedido de intervenção o operador dá as seguintes informações:

- Equipamento;
- Data e hora do acontecimento;
- Descrição do pedido;
- Nome do técnico que executou o pedido;
- Classe de urgência;

Após a introdução destes dados o *software* de apoio à manutenção recebe um aviso de pedido de intervenção que consoante o carácter de urgência, permite aos técnicos direccionar as suas intervenções.

Uma intervenção pode ser urgente, ou então pode ser planeada a sua execução, conforme a sua influência no funcionamento do equipamento.

Após a finalização da intervenção o técnico de manutenção tem de se dirigir ao *software* de manutenção e registar a ordem de trabalho onde introduz as seguintes informações:

- Equipamento;
- Sistema ou subsistema que sofreu intervenção;
- Tipo de intervenção (correctiva curativa, preventiva sistemática, preventiva condicionada, lubrificações, modificações, melhoria de processo, verificações);
- Tipo de avaria (avaría eléctrica, mecânica, erro de operação, melhoria, preventiva);
- Causa de avaria (erro de operação, ajuste incorrecto, falha funcional, etc.);
- Descrição do trabalho;
- Componentes que usou;
- Tempo usado na intervenção;
- Tempo de espera;
- Técnicos que estiveram alocados à intervenção e registos dos seus tempos;
- Nome dos técnicos;

Ao tipo de intervenção registada na ordem de trabalho fica associado um tipo de manutenção, ou seja, ou a manutenção correctiva, preventiva, melhoria ou outros.

Com o registo dos componentes usados, dos tempos de intervenção, automaticamente se chega a um custo referente a essa intervenção. Nestes custos não estão contemplados os custos de não produção, sendo esta uma lacuna que o *software* possui.

O registo dos sistemas e subsistemas que sofreram intervenção tem uma grande importância, uma vez que permitem determinar os sistemas críticos em equipamentos e daí estudá-los com maior cuidado.

No trabalho desenvolvido nesta empresa, foi possível aumentar o número de sistemas e subsistemas nos *softwares* da Cabelte BT, Cabelte Metals e Cabelte AL, uma vez que estas unidades não tinham qualquer descrição nos seus equipamentos no *software* de manutenção. Aquando do início deste trabalho todas as intervenções eram registadas no sistema Geral o que não possibilitava o estudo dessas avarias, servindo apenas como base de dados de histórico. A Cabelauto é que possui toda a descrição pormenorizada dos seus equipamentos permitindo realizar um estudo mais aprofundado destas avarias. Assim sendo, nos próximos capítulos estão descritos todos os estudos realizados ao histórico da Cabelauto e todo o trabalho desenvolvido e aplicado nas restantes empresas no âmbito da aplicação de medidas de melhoria na gestão da manutenção.

3 Caso de estudo – Implementação de medidas organizativas de Manutenção

Nas empresas em questão foram tomadas várias decisões a nível da optimização da filosofia do TPM já instalada em algumas empresas do grupo Cabelte. Isto nasce da necessidade de o grupo baixar os gastos com a manutenção, nomeadamente com a redução das avarias por falta de acompanhamento ou avarias que poderiam ser evitadas com uma lubrificação devida ou com a substituição de componentes nas devidas alturas. A melhoria na organização vai permitir, como já apresentado na secção 1.4.1.3, realizar estudos na perspectiva de encontrar equipamentos e sistemas críticos e daí reajustar os tipos de manutenção.

Neste polo laboram quatro empresas do grupo, sendo que apenas a Cabelauto possui uma grande percentagem de implementação do TPM. Na Tabela 6 é possível visualizar, a percentagem inicial de implementação de medidas organizativas associadas à filosofia do TPM, afecta a cada unidade fabril.

Tabela 6 – Percentagem inicial de implantação de TPM

Unidade de produção	Situação inicial
Cabelauto	100 %
Calbelte BT	0 %
Cabelte Metals	0 %
UPR-Alumínio	60 %

Após vários estudos e pela experiência de sucesso na aplicação de algumas destas medidas nas outras empresas do grupo, optou-se pela execução das seguintes:

- Descrição dos sistemas e subsistemas no *software* de apoio à manutenção;
- Execução de fichas de manutenção de 1º nível por equipamento;
- Execução de cartas de lubrificação por equipamento;
- Reajustamento do plano de manutenção preventiva sistemática;
- Alteração do *check-list* de manutenção preventiva sistemática;
- Definição de um plano de manutenções preventivas condicionadas por equipamento;
- Elaboração de instruções de manutenção de 1º nível;

- Definição de responsáveis pela execução das tarefas de lubrificação;
- Definição de responsáveis pela execução das tarefas de 1º nível;
- Lançamento das Auditorias Flash;

Todos os documentos criados e demonstrados durante este capítulo podem encontrar-se em tamanho real no anexo A.

3.1 Descrição dos sistemas e subsistemas no *software* de apoio à manutenção

O objectivo desta medida, como citado por Varela Pinto [12] na secção 1.4.2, é dividir os vários equipamentos em sistemas e subsistemas para que seja mais fácil o seu estudo no âmbito da análise de avarias. Assim sendo, é associado a um equipamento um sistema e subsistema com um código, sendo esse código reconhecido por todos os técnicos de manutenção, que o vão colocar na hora de registar uma intervenção, na respectiva ordem de trabalho.

Esta medida não produz uma redução de custos a curto prazo, mas permite realizar um estudo de componentes críticos e daí ajustar um tipo de manutenção que permita o aumento da fiabilidade. No exemplo seguinte demonstra-se a divisão feita para uma linha de extrusão e o respectivo código associado.

Tabela 7- Exemplo de uma descrição de componentes e subcomponentes

Código	Sistema	Subsistema
100	Desenroladores	
200	Tensor de fio	
300	Cabeça de extrusão	
400	Extrusora principal	
401		Aspirador
402		Doseador
410		Accionamento

Tabela 7- Exemplo de uma descrição de componentes e subcomponentes (cont.)

Código	Sistema	Subsistema
411		Motor DC
413		Conversor DC
500	Extrusora principal	
501		Aspirador
502		Doseador
510		Accionamento
511		Motor DC
513		Conversor DC
600	Calhas de arrefecimento	
602		Tina de arrefecimento
610		Acumulador
611		Circuito de água
612		Soprador
700	Cabrestante	
800	Acumulador	
810		Controlo de tensão do dancer
900	Enroladores	
910		Enrolador 1
911		Accionamento Enr. 1

Tabela 7- Exemplo de uma descrição de componentes e subcomponentes (cont.)

Código	Sistema	Subsistema
920		Enrolador 2
921		Accionamento Enr. 2
1000	Aparelhos de medição	
1110		Controladores de diâmetro
1120		Spark-test

3.2 Execução de fichas de manutenção de 1º nível por equipamento

Neste documento estão reunidas as tarefas simples de cuidado primário dos equipamentos, que normalmente são destinadas ao operador, sejam estas tarefas de limpeza ou de verificação do estado de componentes. A criação destas tarefas pode vir citada nos manuais técnicos do equipamento, ou então, devem ser tidas em conta conforme o tipo de equipamento ou tipo de produção.

O documento criado teve por base uns exemplos já existentes no grupo, sendo alterados e completados conforme as novas necessidades. Na tabela do documento pode-se encontrar o tipo de tarefa, a descrição e a sua frequência. Em alguns documentos foi ainda acrescentada ajuda visual por se tratar de equipamentos novos e os operadores não conhecerem os componentes onde devem intervir.

Continuando com o exemplo da linha de extrusão pode-se enumerar várias tarefas tais como, verificação de correias, do estado das polias, limpeza da linha e dos componentes entre outros. Na Figura 37 está demonstrada uma ficha exemplo.

		Manutenção			
Ficha de Manutenção de 1º Nível da linha de Extrusão LEBT 01					
Oper. Nº	Frequência	Pontos a Verificar	Tarefas a Executar		
1	Dária	Interior do enrolador	Limpeza e verificação do estado de conservação		
2	Dária	Linha de extrusão e sapoço arredondado	Limpeza		
3	Dária	Grupo hidráulico, fugagens e circuito pneumático da linha	Verificar a existência de fugas / arrotar		
4	Dária	Guias de fio	Verificação / correção da fixação e alinhamento		
5	Dária	Circuito de água de refrigeração do fio (serras)	Verificação / correção do estado de conservação e funcionamento		
6	Dária	Isoladores	Verificação / correção do estado de conservação e funcionamento		
7	Dária	Aparatos de medição e controlo	Limpeza e verificação do estado de conservação e funcionamento / substituição dos sensores (seca 8 em)		
8	Dária	Solenóides, lâmpadas, arrotadores, iluminação	Verificar funcionamento		
9	Dária	Controladores de diâmetro / pesos / gargantas (case extra)	Verificação / limpeza da ajuda nos lanhas		
10	Semanal	Níveis graxeiros de ventilação das guarnições elétricas e motores	Limpeza e verificação do estado de conservação / substituição		
11	Semanal	Pontos de lubrificação	Verificação, limpeza e lubrificação		
12	Semanal	Circuito hidráulico de refrigeração das extrusoras - Termocorrelador	Verificação do estado de conservação e funcionamento		
13	Quinzenal	Níveis pneumáticas	Purgar e limpar		
14	Mensal	Óleas de refrigeração, tanque de água e fio	Limpeza Geral		

A operação n.º 2.4.8.14, pode não ser executada desde que seja autorizada por um gestor de produção que assine na respectiva folha de registo.

Documento Nº	Data:
Elaborado Por:	Aprovado Por:

Figura 37 – Ficha de manutenção de 1º nível

3.3 Execução de cartas de lubrificação por equipamento

A carta de lubrificação descreve todos os pontos da máquina que requerem uma lubrificação acentuada, sendo o próprio operador a realizá-lo. O facto de realizar este documento faz com que os técnicos de manutenção sejam dispensados para outras tarefas, uma vez que os operadores das linhas são capazes de proceder a estas operações.

O processo de realização de uma carta de lubrificação segue um encadeamento lógico de tarefas de forma a não esquecer nenhum ponto. Então, procede-se aos seguintes passos:

- Verificação dos pontos, tipos e quantidade de lubrificantes aconselhados pelo fabricante;
- Verificação dos pontos no equipamento;
- Verificação da inexistência de outros pontos;
- Estudo dos tipos de lubrificantes e escolha de contratipos;
- Realização de uma ajuda visual a anexar à carta;

Para a execução destes documentos segue-se a descrição dos passos. Em primeiro lugar começa-se por ler os manuais do fabricante dos equipamentos de forma a verificar os pontos que necessitam de lubrificação. É neste momento que se identifica o tipo de lubrificante, a quantidade a aplicar e a periodicidade de aplicação. Contudo, esses pontos podem não existir uma vez que, a máquina pode ter sofrido trabalhos de melhoria e daí resultar em outros pontos. É desta forma que se realiza o segundo e terceiro passo para despistar todas essas dúvidas.

Outro passo recai sobre a escolha do tipo de lubrificante a utilizar. O fabricante de máquinas aconselha um tipo de óleo, ou um tipo de massa, que o cliente não é obrigado a utilizar, uma vez que pode já usar um tipo de marca de lubrificantes. Desta forma, é necessário determinar o contratipo dos lubrificantes aconselhados pelo fabricante.

Assim, elaborou-se uma ficha onde se encontra o tipo de lubrificante a usar, as ferramentas que podem ser necessárias à aplicação, a periodicidade, o componente e a quantidade de lubrificante. Como se trata de tarefas em que os locais de aplicação podem não estar perceptíveis acrescentou-se uma ajuda visual. Na Figura 38 é possível verificar uma carta de lubrificação criada para uma linha de extrusão.



Pontos	Tipo de Lubrificante	Procedimento / Ferramenta	Frequência	Local de Ação de Lubrificação	Quantidade de Lubrificante
1	TodalComplex 2	Lubrificar	Mensal	Fuso do enrolador	---
2	TodalComplex 2	Limpar / Lubrificar	Quinzenal	Guias de deslocamento do enrolador e distribuidor	---
3	Todalvulva HM 66	Verificar nível / Anovar	Mensal	Serena hidráulica do enrolador	---
4	Todalvulva HM 32	Verificar nível / Anovar	Quinzenal	Serena pneumática do enrolador Obs. Deixar "0" para poder aplicar a solução.	---
5	TodalComplex 2	Lubrificar com bomba de massa	Mensal	Graxor do eixo do enrolador	2 bombas
6	Kivelerex AG 11432	Limpar / Lubrificar	Mensal	Fuso e guias de massa do enrolador	---
7	TodalComplex 2	Lubrificar com bomba de massa	Mensal	Graxor pneumática do enrolador	2 bombas
8	TodalComplex 2	Lubrificar com bomba de massa	Mensal	Graxor do motor do simulador oulter (Magré)	2 bombas
9	TodalComplex 2	Lubrificar com bomba de massa	Quinzenal	Graxor de massa do simulador oulter (Magré)	1 bomba
10	TodalComplex 2	Limpar / Lubrificar com bomba de massa	Mensal	Graxor superficial deslocamento do simulador oulter (Magré)	1 bomba
11	Todal CC 320	Verificar nível / Anovar	Mensal	Caixa redutora do simulador oulter (Magré)	1/2 litro anualmente
12	Todalvulva HM 66	Verificar nível / Anovar	Mensal	Serena hidráulica do suporte do bobino do simulador	1/2 litro anualmente
13	TodalComplex 2	Limpar / Lubrificar	Dia	Guias de deslocamento do bobino de saída	---
14	Kivelerex AG 11432	Lubrificar	Mensal	Corrente do bobino de saída	---
15	Todal CC 320	Verificar nível / Anovar	Mensal	Caixa engranagens simulador principal Francis Drive	1/2 litro anualmente
16	San Inorm HT	Verificar nível / Anovar	Mensal	Termostato (Arrefecedor do fuso simulador principal)	1/2 litro anualmente
17	Todal CC 100	Lubrificar	Semanal	Parafusos do eixo enrolador	---

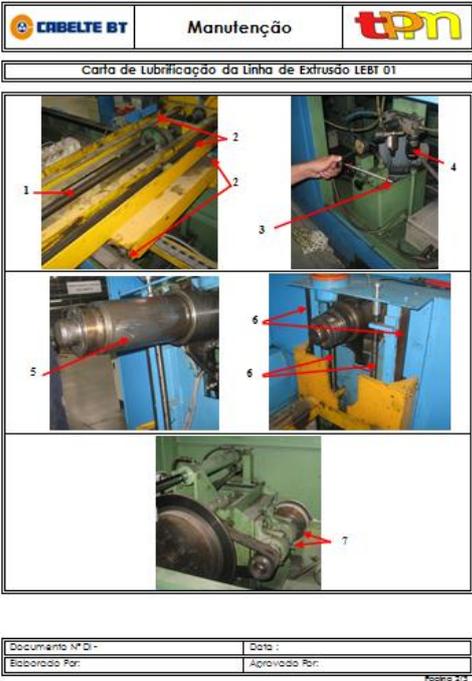


Figura 38 – Carta de lubrificação Linha de extrusão

3.4 Reajustar o plano de manutenção preventiva sistemática

O plano de manutenção preventiva sistemática utilizado nas unidades industriais eram, por vezes, extrapolado de uns equipamentos para outros, sem se ter noção de que a carga horária e a idade dos equipamentos arrastariam a uma alteração da periodicidade das mesmas. Assim sendo, foi criado um plano para as restantes unidades com base nos manuais dos fabricantes e em função das horas de trabalho, e de seguida acrescentado um plano de manutenção específico para cada equipamento.

Contudo, a solução apresentada no parágrafo anterior funciona em equipamentos novos. Para equipamentos com alguma idade e com uma elevada taxa de avarias, deve ser feita uma análise crítica e aprofundada às avarias, de forma a encontrar os sistemas críticos e novas metodologias de intervenção a realizar nos mesmos.

No caso da Cabelte BT e Cabelte Metals não é possível executar esse estudo pois o registo das suas avarias não descrevia, até à data, nenhum sistema ou componente que tivesse sofrido uma intervenção. Para a Cabelauto vai ser explicado no capítulo seguinte um estudo realizado aos seus equipamentos onde são encontrados os equipamentos e sistemas críticos, devendo, à posterior, ser realizada para as outras empresas de forma a melhorar a acção da equipa de manutenção.

Todo o novo planeamento foi programado no *software* de apoio à manutenção que faz com que este gere automaticamente uma lista de equipamentos que necessitam de intervenção preventiva.

3.5 Alteração do *check-list* de manutenção preventiva sistemática

Foi criado, em alguns equipamentos alterados, os *check-list* de manutenção preventiva sistemática a aplicar, uma vez que, em certos equipamentos o mesmo era inexistente e noutros estava descontextualizada. Nestes casos os técnicos de manutenção executavam as manutenções com base na sua experiência.

Para isso foi necessário investigar nos manuais técnicos os pontos referidos pelo fabricante, e também recorrer à experiência dos técnicos que permitiu acrescentar alguns pontos que tinham importância e não eram citados nos respectivos manuais.

Nessa lista está presente um conjunto de tópicos com tarefas a executar sendo que algumas são da responsabilidade do operador da máquina, que sempre colabora e assiste neste tipo de intervenção.

Todo este *check-list* está disponível no *software* de manutenção, para que no momento de abrir a ordem de trabalho referente à manutenção preventiva sistemática de um determinado equipamento, o mesmo seja impresso e acompanhe o técnico durante a intervenção.

Na Figura 39 pode-se visualizar uma lista de tópicos usada neste tipo de manutenção para uma linha de extrusão.

Trabalho Pré- Preparado	Descrição do Trabalho Pré-Preparado
1503/12 No. T.p.p.: 12,0 Título: Manutenção preventiva LEBT01	
Descrição do Trabalho Pré-Preparado MANUTENÇÃO PREVENTIVA Linha de extrusão LEBT01 1.-Colocar a placa de "Equipamento em Manutenção". 1.1 - Desligar o interruptor geral e bloqueá-lo com um aloquete. 2.-Efectuar as acções ordinárias abaixo indicadas. 2.1-Desenrolador duplo (bob 630) ()-Limpar o detector de soldas de poeiras ou pontas de cobre. (*) ()-Verificar se o arame do detector está em boas condições (bem fino e em posição ligeiramente mais baixa do que a base). ()-Verificar estado dos arcos. ()-Verificar fugas no circuito hidráulico de elevação da bobina. 2.2-Grupos tensores ()-Limpar de poeiras de cobre o tensor das almas de cobre. (*) ()-Verificar o estado das feixas de entrada(sem rasgos). ()-Verificar as polias dos tensores (rodar livremente e sem folgas). ()-Verificar o estado da corrente e a sua tensão. ()-Verificar o detector de fio (caso exista) e testar o seu funcionamento. 2.3-Cabeça de extrusão ()-Desligar as extrusoras e desacoplar o carrinho das cabeças. (*) ()-Verificar o estado das sondas. ()-Verificar as caixas das resistências e cabos de alimentação. ()-Verificar o circuito hidráulico (procurar fugas). ()-Verificar o nível do óleo do grupo hidráulico. (*) ()-Desmontar o bypass da extrusora auxiliar para limpeza. (*) ()-Desmontar o bypass da extrusora principal para limpeza. (*) 2.4-Caixa de refrigeração extensiva. ()-Verificar o estado e funcionamento dos bicos de refrig. (*) ()-Verificar o estado e funcionamento dos dispositivos de limpeza da humidade do fio, bem como tubos do ar. ()-Verificar o estado e funcionamento do detector quebra de fio. ()-Verificar (caso existam) o funcionamento do aspirador de humidade e da bomba de extração e respectivos tubos. ()-Verificar o estado dos roletes, passadores de esgoto e substituí-los se necessário. ()-Verificar circuito de água e eliminar fugas ou efectuar substituições necessárias. 2.5-Caixa de refrigeração fina ()-Verificar o estado das polias de desvio do fio na entrada da caixa (polias devem rodar livres e sem folgas). ()-Verificar o estado e funcionamento dos bicos de água. (*) ()-Verificar o estado dos dispositivos de limpeza de humidade do fio e respectivos tubos de ar. ()-Verificar o funcionamento (caso existam) do aspirador de humidade do fio e da bomba de extração e respectivos tubos. ()-Desmontar o filtro de entrada de água para limpeza. (*) ()-Verificar o detector de quebra de fio. ()-Verificar o estado dos roletes, passadores de esgoto e substituí-los se necessário.	()-Verificar circuito de água e eliminar fugas ou efectuar substituições necessárias. 2.6-Cabeça de medida diâmetro ()-Soprar a cabeça para retirar poeiras e limpar as lentes com lenço de papel. (*) ()-Verificar se todas as fichas estão bem finas. 2.7-Bloco de secagem ()-Verificar estado geral dos sopradores. ()-Verificar estado das mangueiras e eliminar fugas ou substituí-las se necessário. 2.8-Sparktest ()-Soprar e limpar todo o eléctrodo. (*) ()-Verificar o estado das correntes de esferas. ()-Verificar a ligação de terra da caixa. ()-Verificar se as fichas estão bem finas. 2.9-Roletes guia fio ()-Limpar e lubrificar os roletes. (*) ()-Verificar a fixação. 2.10-Dancer de saída ()-Verificar o estado da corrente (elos e desgaste). ()-Verificar o estado e folga das roldanas. ()-Verificar sistema de tensão. 2.11-Extrusoras 2.11.1-Extrusora principal (Francis Shaw tipo MP 100-24D) 2.11.1.1-Sistema de accionamento/transmissões motor/reductor ()-Verificar estado das correias (tensão e desgaste). ()-Substituir o filtro de ar do motor. (*) 2.11.1.2-Sistema de refrigeração ()-Verificar estado e fugas do circuito de água, eliminando fugas e efectuando as substituições necessárias. 2.11.1.3-Tremonhas, bloco de aspiração e doseamento ()-Verificar estado das mangueiras e eliminar fugas ou substituí-las se necessário. ()-Limpar (ou substituir) o filtro do aspirador. ()-Hotores dos colorímetros -Verificar a fixação. -Verificar os acoplamentos de borracha. -Verificar (testar) a electroválvula. -Verificar a fixação dos cabos. ()-Verificar estado geral da bomba de vácuo. 2.11.2-Extrusora auxiliar Mapé tipo El.45-3SD ()-Repetir as operações indicadas em 3.1 2.12-Enrolador duplo Gauder 41-4097 2.12.1.1-Sistema de distribuição ()-Verificar o estado dos roletes, roldanas, sem-fim e fazer todas as substituições necessárias.

Figura 39 – *Check-list* manutenção preventiva

Descrição do Trabalho Pré-Preparado
<p>2.12.1.2-Sistema carga/descarga das bobinas 1 e 2 <input type="checkbox"/>-Verificar o estado geral de funcionamento e fazer as substituições necessárias</p> <p>2.12.1.3-Sistema de accionamento das bobinas 1 e 2 <input type="checkbox"/>-Verificar o estado das correias (tensão e desgaste) e esticá-las ou substituí-las se necessário. <input type="checkbox"/>-Verificar os pinos.</p> <p>2.12.1.4-Sistema hidráulico <input type="checkbox"/>-Verificar estado da tubagem e funcionamento das electroválvulas. <input type="checkbox"/>-Verificar fugas e eliminá-las.</p> <p>2.12.1.5-Sistema de frenagem <input type="checkbox"/>-Verificar estado/desgaste do disco de frenagem. <input type="checkbox"/>-Verificar desgaste dos calços e substituí-los se necessário. <input type="checkbox"/>-Verificar folgas no sistema de accionamento.</p> <p>2.13.1 - Armário eléctricos <input type="checkbox"/>-Verificar estado dos filtros e substituí-los se necessário. <input type="checkbox"/>- Verificar/limpar/organizar cablagens nos quadros eléctricos <input type="checkbox"/>- Respeitar circuitos de potência</p> <p>NOTAS</p> <p>-Altura das escovas motores das entrusecas *motor min: 12mm -taquímetro min: 5mm</p> <p>-Altura das escovas motor cabrestante *motor min: 12mm -taquímetro min: 4mm</p> <p>3.- Executar as inspeções extraordinárias conforme ficha de inspeção anexa e fazer os registos no MAC.</p> <p>4.- Testar o circuito de emergência. <input type="checkbox"/>- Carregar em todos os botões de emergência para testar; - Os botões devem ficar actuados, e o seu desencravamento não deve provocar o arranque da máquina; <input type="checkbox"/>- Verificar as protecções e sistemas de encravamento;</p> <p>5.- Verificar dispositivos de sinalização (lâmpadas e sinalizadores).</p> <p>6.- Retirar placa de equipamento em manutenção e acompanhar o arranque</p> <p>* - operações a executar pelo operador responsável do equipamento. Nota: o responsável pela preventiva é o técnico que a executa, cabe a este verificar a correcta execução da mesma solicitando ao(s) operador(es) que o assiste(m) toda a colaboração necessária e delegando neste(s) a execução das tarefas que achar conveniente.</p>

Pag 3

Figura 39 – *Check-list* manutenção preventiva (cont.)

3.6 Definição de um plano de manutenções preventivas condicionadas por equipamento

No parque de equipamentos existentes nestas empresas, há tarefas aconselhadas pelo fabricante, nomeadamente no conhecimento da evolução do desgaste de certos componentes, sendo estes tipos de manutenção denominados de condicionada como apresentado na secção 1.2.2.2.

Existem muitos casos de tarefas de manutenção preventiva condicionada como o caso da medição de isolamentos de motores de corrente contínua, verificação das escovas, análises de lubrificantes entre outros.

Todas estas tarefas foram programadas no *software* de manutenção que semanalmente gera um percurso com todas as visitas a executar. Após estas intervenções os técnicos fazem o registo dos valores obtidos podendo verificar se os valores estão dentro do intervalo admissível. O *software* gera uma curva de tendência com os valores registados, emitindo um alarme quando prevê que um certo sistema está com os valores abaixo do normal.

Na Figura 40 é possível verificar uma ficha exemplo de manutenção preventiva condicionada.

CABELTE BT							
Inspeções por Equipamento		Equipamento :LEBT01 - Linha Extrusão Flexíveis LEBT01					
150512		Localização : R122 - Extrusão Flexíveis BT					
Órgão a Inspeccionar	Descrição da Inspeção	Trd	Tempo hh:mm	Freq	Percorso No. Ordem	Última Insp.	Próxima Insp.
Motor accionamento extrusora principal	-Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do valor na ficha de inspeções.	MAN	0 10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Motor accionamento extrusora principal - taquímetro	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas.	MAN	0 10	32 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora principal	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas.	MAN	0 10	16 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar	-Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções.	MAN	0 10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar - taquímetro	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas.	MAN	0 10	32 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente.	MAN	0 10	16 S	LE	/ /	07/05/12
Pag 1							
Órgão a Inspeccionar	Descrição da Inspeção	Trd	Tempo hh:mm	Freq	Percorso No. Ordem	Última Insp.	Próxima Insp.
Motor nº1 plasticolor ext. auxiliar	-Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente.	MAN	0 10	16 S	LE	/ /	07/05/12
Motor nº2 plasticolor ext. auxiliar	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas.	MAN	0 10	16 S	LE	/ /	07/05/12
Enrolador-Motor accionamento Bobina nº1	-Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções.	MAN	0 10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Enrolador- Motor Accionamento Bobina nº1 - Taquímetro	-Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir/verificar se tem a altura minima (min. = " " mm). -Verificar as molas dos porta escovas.	MAN	0 10	32 S	LE	/ /	07/05/12
Enrolador-Motor accionamento Bobina nº2	-Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções.	MAN	0 10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Pag 2							

Figura 40 – Exemplo de uma ficha de manutenção condicionada

3.7 Elaboração de instruções de manutenção de 1º nível;

Na secção 3.2 foi apresentada uma ficha exemplo de manutenção de 1º nível. Contudo, essa ficha é muito sucinta e resumida pelo que não se aplica a todos os equipamentos. Desta forma foi necessário criar, para equipamentos específicos, um documento mais completo em que as tarefas necessitam de ter uma descrição mais pormenorizada.

Por exemplo, para a máquina escavadora com garras no braço da Cabelte Metals (que é utilizada para colocar o material sucitado no destroçador da linha de trituração de cabos) é necessário realizar operações em que o equipamento tem que estar em certas posições e extensões. Para isso, criou-se este documento, que possui a descrição das tarefas a realizar, a periodicidade e ajuda visual.

Na Figura 41 é apresentada uma ficha exemplo.

CABELTE METALS		Manutenção	CABELTE METALS		Manutenção
Auxiliar de Explicação de Tarefas de 1º nível e de Lubrificação Komatsu			Auxiliar de Explicação de Tarefas de 1º nível e de Lubrificação Komatsu		
<p>Manutenção de 1º nível – Tarefa nº 8 Verificação, limpeza do cartucho do filtro do ar</p> <p>Execute as seguintes operações sempre que o indicador de entupimento estiver vermelho.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Abra a capota do motor. 2. Desencape os retentores (2) e remova a tampa (3). 3. Extraia o elemento filtrante primário (4). 4. Limpe o interior do corpo do filtro, a tampa (3) e a válvula de descarga (6). 5. Bata levemente o elemento filtrante (4) na palma da mão para fazer cair o pó e sople com ar comprimido a superfície interna mantendo o jato a uma distância de aproximadamente 15 cm controlando que a pressão não exceda os 4-5 bar. 6. Após limpeza, verifique a integridade do superior filtrante, inserindo uma lâmpada no interior do cartucho e também controle com atenção as vedações frontais. Se o cartucho estiver danificado, é necessário informar a manutenção, para chamar a equipa técnica. 7. Insira o cartucho limpo (4). 8. Posicione a tampa (3) com a válvula de descarga (6) virada para baixo e fixe-a com os retentores (2). 9. Pressione o botão do indicador de entupimento (1) para voltar a colocar o pistão vermelho na sua posição original. 			<p>Manutenção de 1º nível – Tarefa nº 8 (cont.) Verificação, limpeza do cartucho do filtro do ar</p> <p>Importante:</p> <p>O sistema de filtragem do ar é constituído por um elemento filtrante primário de grande capacidade e por um elemento filtrante secundário para uma protecção suplementar de segurança. O elemento filtrante primário pode ser limpo com ar comprimido, enquanto o elemento filtrante secundário só pode ser substituído.</p> <p>Limpe sempre que o pequeno pistão vermelho do indicador de entupimento (1) se tornar visível.</p> <p>Não limpe o cartucho antes que apareça o pistão vermelho no indicador de entupimento (1). De qualquer forma, verifique o estado do cartucho em cada 50 horas de funcionamento da máquina.</p> <p>Não remova o elemento filtrante secundário (5). Se for removido, o pó pode penetrar no interior da conduta de aspiração causando danos no motor.</p> <p>Para a substituição dos elementos filtrantes, sempre que após a limpeza do filtro primário, aparecer o pistão vermelho do indicador de entupimento, informe a manutenção após a 6ª limpeza do elemento filtrante primário ou após um ano de forma a providenciar a substituição dos filtros.</p>		
Documento Nº Di -		Data :	Documento Nº Di -		Data :
Elaborado Por:		Aprovado Por:	Elaborado Por:		Aprovado Por:
Página 17/10			Página 2/10		

Figura 41 – Descrição de uma tarefa exemplo do manual de instruções

3.8 Definição de responsáveis pela execução das tarefas de lubrificação e de 1º nível

De forma a garantir que as tarefas descritas nas fichas de manutenção de 1º nível e de lubrificação são empregues, foi associado a cada operador um conjunto de responsabilidades de cada ficha.

Cada ficha, dependendo do equipamento, pode ser dividida por vários operadores sendo que cada um fica com um sistema ou subsistema a seu cargo.

O operador tem ainda a responsabilidade de preencher uma ficha onde aponta e assina as tarefas executadas nas respectivas frequências de cada tarefa. Todos os meses o gestor de produção faz uma visita pelos postos de trabalho, de forma a verificar as fichas de controlo e a realização das tarefas.

Na Figura 42 encontra-se um extracto da lista de responsáveis pelas tarefas de 1º nível e de lubrificação da Cabelauto.

Máquina/Responsável		DIRECÇÃO INDUSTRIAL																													
		Plano de Atribuição de Responsabilidades - Manutenção de 1º Nível																													
		20000	20001	20002	20003	20004	20005	20006	20007	20008	20009	20010	20011	20012	20013	20014	20015	20016	20017	20018	20019	20020	20021	20022	20023	20024	20025	20026	20027	20028	
LEBT01	Desenroladores/Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr.																														
	Enrolador/Bancada																														
LEBT02	Desenroladores/Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr.																														
	Enrolador/Bancada																														
LEBT04	Desenroladores/Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr.																														
	Enrolador/Bancada																														
LEBT06	Desenroladores/Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr.																														
	Enrolador/Bancada																														
CBBT01	Cabeadora Nº1																														
	Cabeadora Nº2																														
	Cabeadora Nº3																														
LEBT08	Desenroladores/S2																														
	Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr./Enrolador/Bancada																														
LEBT09	Desenroladores/S2																														
	Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr./Enrolador/Bancada																														
LEBT11	Desenroladores/S2																														
	Emulsoras																														
	Caixas de Retir. Q.º Eléctr./Enrolador/Bancada																														

Figura 42 – Extracto da lista de responsáveis pelo respectivo sector

3.9 Lançamento de Auditorias Flash

As auditorias flash foram já usadas pelo grupo na fiscalização de tarefas de outras áreas. Contudo, serão aplicadas no âmbito da manutenção, para que exista uma maior fiscalização fora do intervalo normal esperado pelos técnicos.

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de reduzir os gastos com a manutenção. Contudo, também foi realizado com o objectivo de criar uma base uniforme entre as empresas, que possibilite a análise dos registos das intervenções conseguindo explorar os vários dados cedidos pelo *software*. Com os valores conhecidos é possível analisar as intervenções através dos vários estudos de fiabilidade citados na secção 1.6.2.1, e daí chegar a conclusões que permitam melhorar a rentabilidade dos equipamentos. Esta análise só é possível executar na Cabelauto já que é a única empresa que possui todos os registos de intervenção mais completos, sendo esse o tema de trabalho explorado no capítulo seguinte.

Assim sendo, foi realizado um estudo aprofundado aos registos das intervenções, de forma a determinar quais os equipamentos críticos e também os respectivos subsistemas que carecem de maior atenção.

4 Análise do serviço de manutenção em estudo

O trabalho desenvolvido na exploração dos registos de intervenções, realizado na Cabelauto, teve como base a informação contida no *software* de manutenção. Neste estão arquivadas todas as intervenções que foram realizadas aos equipamentos.

Assim sendo, é possível explorar o histórico através dos vários campos preenchidos numa ordem de trabalho citados na secção 2.5.5. Para determinação dos equipamentos críticos são usados os dados por tipo de intervenção realizada, ou seja, correctiva curativa, preventiva sistemática, preventiva condicionada, lubrificações, modificações, melhoria de processo, verificações.

Estes são os campos possíveis de preencher para o tipo de intervenção numa ordem de trabalho, contudo, encaixam dentro de quatro grandes grupos de tipo de manutenção. Na Tabela 8 apresenta-se a afectação do tipo de intervenção preenchida na ordem de trabalho pelo respectivo tipo de manutenção.

Tabela 8 – Distribuição dos tipos de intervenção pelos tipos de manutenção

Manutenção Correctiva	Manutenção Preventiva	Manutenção / Trabalhos novos	Manutenção / outros
Correctiva curativa	Preventiva condicionada	Modificações	Verificações
	Preventiva sistemática	Melhorias de processo	
	Lubrificações		

O estudo realizado foi feito no período de quinze anos, já que segundo Cabral [6] para realizar um estudo de intervenções e consequente extracção de indicadores de manutenção, deve-se partir de um histórico superior a 1 ou 2 anos. Neste caso o período está compreendido entre 1 de Janeiro de 1996 e 31 de Dezembro de 2011.

Assim sendo, começou-se por verificar, para cada tipo de manutenção, as respectivas quantidades de intervenções e os tempos técnicos de reparação, sendo estes os dados necessários para o cálculo de apontadores de manutenção.

Neste período foram contabilizadas 31311 intervenções com um total de 76940,4 horas gastas em manutenção.

Como é possível verificar na Tabela 9, 86,68% das intervenções estão associadas a tarefas de manutenção correctiva, sendo que na Tabela 10, identifica-se que a manutenção correctiva gastou 63,86% do tempo total das intervenções. Desta forma é possível concluir que as intervenções correctivas lideram o tipo de manutenção usada nesta empresa.

Tabela 9 – Número de intervenções por tipo de manutenção

Tipo de manutenção	Número de intervenções	
Manutenção correctiva	27140	86,68 %
Manutenção Preventiva	2122	6,78 %
Manutenção/outros	1376	4,39 %
Manutenção Trabalhos Novos	673	2,15 %
Total	31311	100 %

Tabela 10 – Tempo utilizado por tipo de manutenção

Tipo de manutenção	Tempos técnicos de reparação (horas)	
Manutenção correctiva	49132,24	63,86 %
Manutenção Preventiva	16093,01	20,92 %
Manutenção/outros	3900,7	5,07 %
Manutenção Trabalhos Novos	7814,45	10,14 %
Total	76940,4	100 %

Na Tabela 11 estão descritos os custos associados a cada tipo de manutenção. Estes custos referem-se somente aos custos da intervenção, ou seja, custos associados aos materiais e mão-de-obra, não incluindo qualquer custo indirecto, como por exemplo, custos de não produção. Verifica-se que o maior peso corresponde aos custos de manutenção associados às intervenções correctivas com um total de 2 371 003,39 euros, que corresponde a 53,56% dos custos totais.

Tabela 11 – Custos de intervenção por tipo de manutenção

Tipo de manutenção	Custos de intervenção (Euros)	
Manutenção correctiva	2371003,39	53,56 %
Manutenção Preventiva	635968,85	14,37 %
Manutenção/outros	437430,41	9,88%
Manutenção Trabalhos Novos	982071,04	22,19%
Total	4426473,70	100 %

Com o intuito de analisar de forma mais exhaustiva estes dados, é apresentado nas próximas secções a distribuição dos tipos de manutenção pelos respectivos equipamentos, de forma a averiguar quais são os equipamentos críticos.

Para essa análise, é indicada a distribuição do número de intervenções e o tempo gasto na realização das mesmas, por equipamento. Para facilitar agrupou-se os vários equipamentos pelo seu tipo, já que são equipamentos idênticos tendo, supostamente, comportamentos análogos.

4.1 Relação da manutenção correctiva por tipos de equipamento

Para as intervenções do tipo correctivo podemos verificar na Figura 43 que os equipamentos que mais sofreram este tipo de manutenção são os do tipo extrusão, cableamento, trefilagem multifilar, grupos de transferência e trefilagem unifilar. As intervenções destes cinco tipos de equipamentos perfazem 89,72% do total das intervenções.

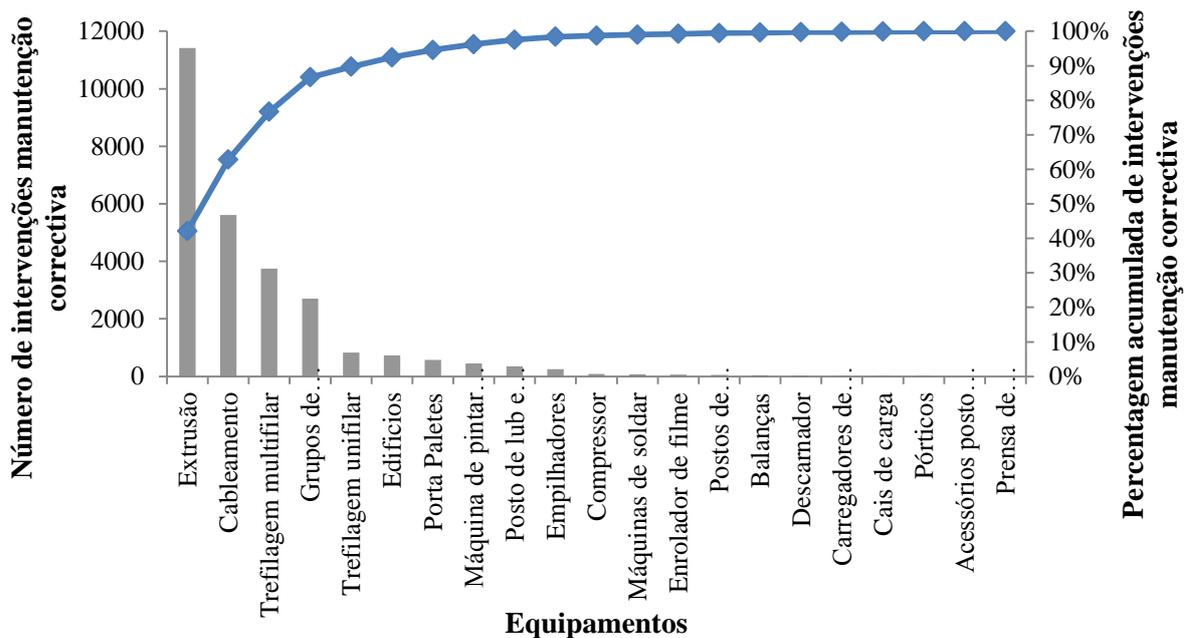


Figura 43 – Gráfico de Pareto da distribuição de manutenção correctiva

Na Figura 44 é possível verificar a divisão dos tempos técnicos de reparação deste tipo de manutenção pelos vários equipamentos, sendo que, os que utilizaram mais mão-de-obra foram a área da extrusão, cableamento, trefilagem multifilar, grupos de transferência e edifícios. O número de horas utilizadas nestes equipamentos representam 88,75% do tempo gasto em manutenção correctiva.

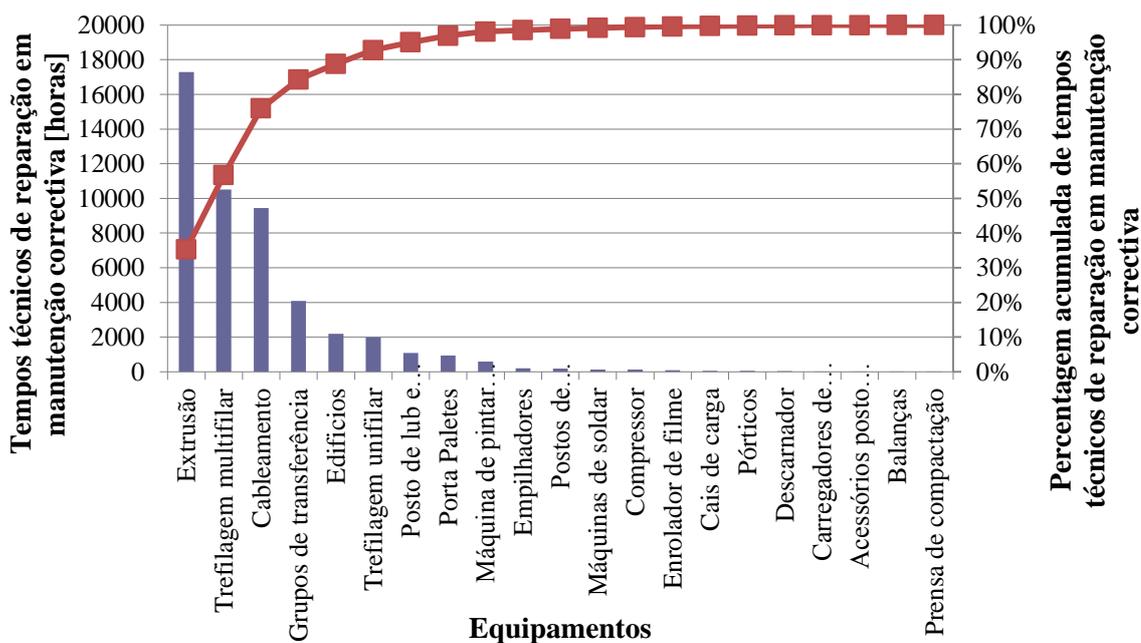


Figura 44 - Gráfico de Pareto da distribuição dos tempos técnicos de reparação em manutenção correctiva

De forma a relacionar o número de intervenções com o tempo técnico de reparação, calculou-se a média dos tempos técnicos de reparação gasto em manutenção correctiva através do rácio entre o tempo técnico e o número de intervenções. Este rácio é denominado de índice de manutenibilidade que nos permite identificar quais os equipamentos que utilizam mais mão-de-obra, resultando num aumento do custo médio de mão de obra por trabalho e aumentando o custo de não disponibilidade do equipamento. Este é um indicador de manutenção apresentado no capítulo 1, nomeadamente o MTTR.

Através da análise da Figura 45 é possível identificar que os equipamentos do tipo postos de transformação, posto de lubrificantes e tratamento, edifícios, cais de carga e trefilagem multifilar são os que possuem em média um maior tempo técnico de reparação.

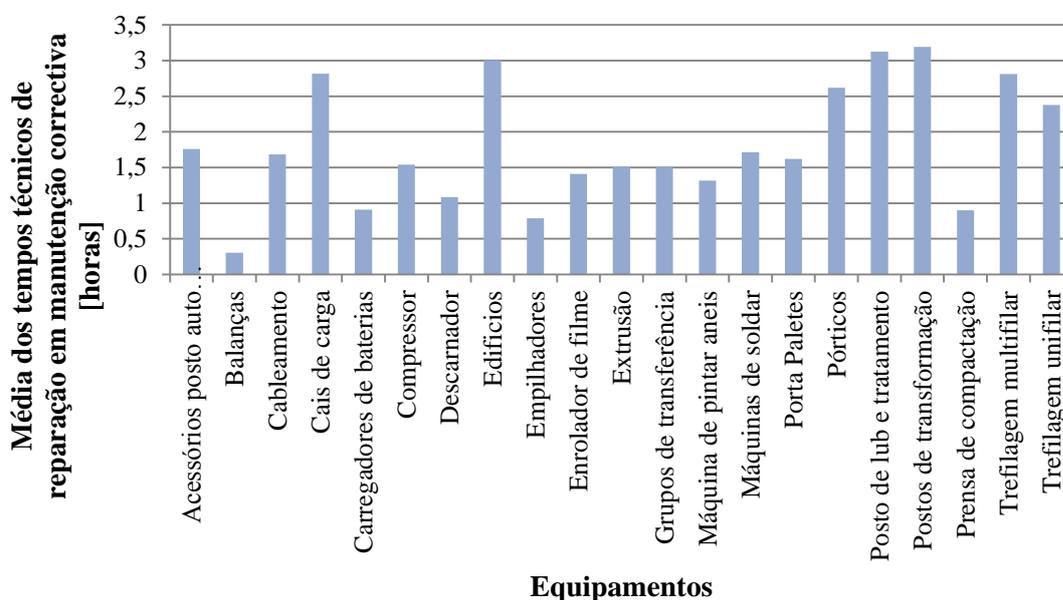


Figura 45 - Gráfico da distribuição da média dos tempos técnicos de reparação em manutenção correctiva

4.2 Relação da manutenção preventiva por tipos de equipamento

De maneira análoga ao já apresentado na secção anterior podemos verificar na Figura 46 que os equipamentos que tiveram um maior número de intervenções preventivas foram os do tipo extrusão, cableamento, trefilagem multifilar, grupos de transferência e trefilagem unifilar. A soma das intervenções realizadas nestes equipamentos perfaz 93% do total das empregues em todos os equipamentos.

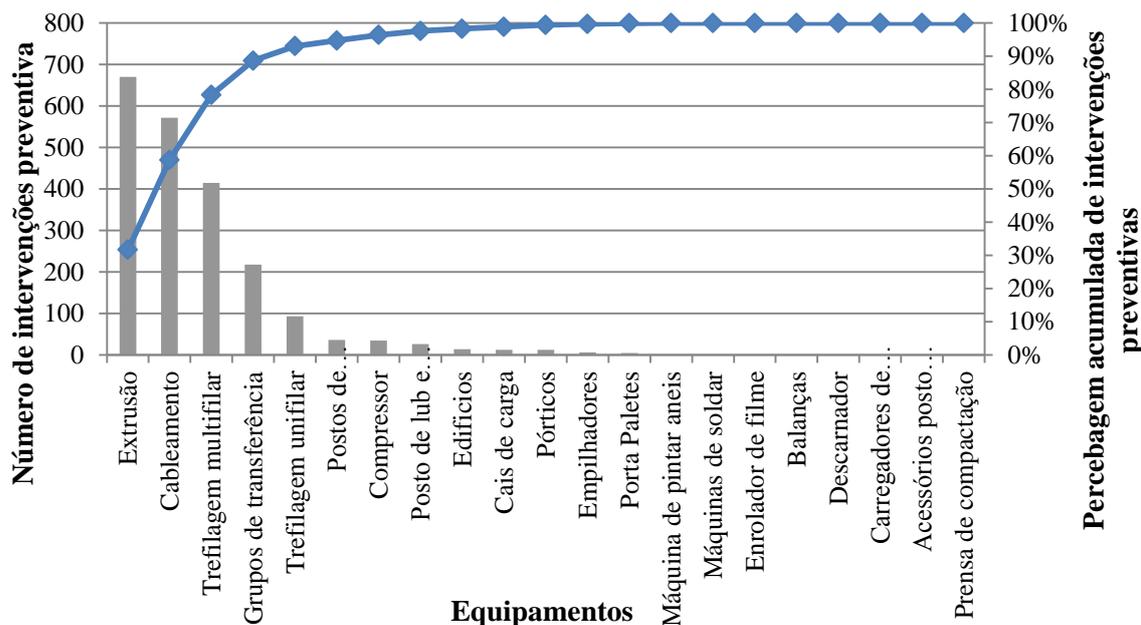


Figura 46 – Gráfico de Pareto da distribuição do número manutenção preventivas

Na Figura 47 reconhece-se os equipamentos que necessitaram de maior mão-de-obra nas intervenções preventivas, ou seja, os que possuem maior tempo de intervenção são os do tipo trefilagem multifilar, extrusão, cableamento, grupos de transferência e trefilagem unifilar que usam 97,25% do tempo total utilizado neste tipo de manutenção.

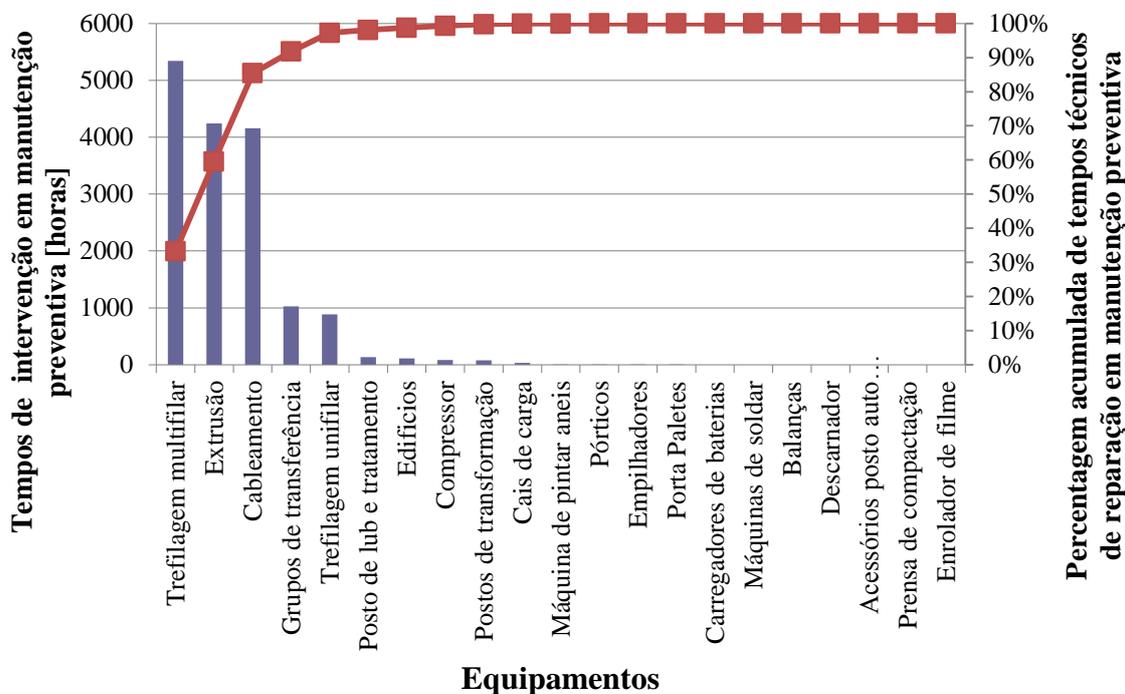


Figura 47 – Gráfico de Pareto da distribuição dos tempos técnicos de reparação em manutenção preventiva

Neste tipo de manutenção os equipamentos que se destacam por terem um valor mais elevado da média do tempo de intervenção, na Figura 48, são os do tipo: trefilagem multifilar, unifilar, extrusão, cableamento e edifícios.

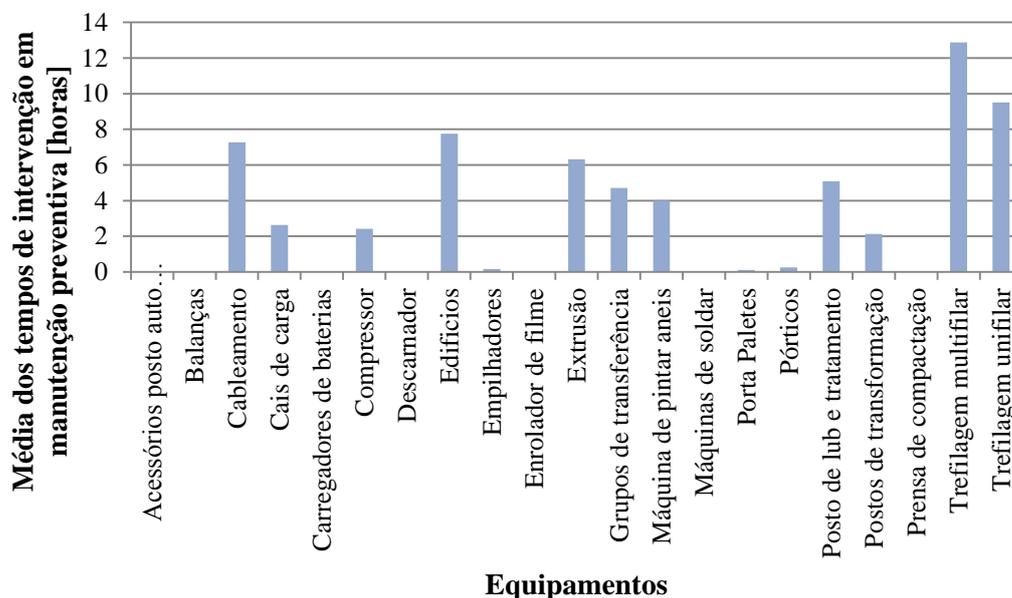


Figura 48 – Gráfico de distribuição da média dos tempos de intervenção em manutenção preventiva

4.3 Relação da manutenção / trabalhos novos por tipos de equipamento

Para este tipo de intervenção, visualiza-se na Figura 49 que os equipamentos com maior número de intervenções são os do tipo extrusão, edifícios, trefilagem multifilar, grupos de transferência e cableamento com 86,67% do total de intervenções deste tipo.

Na Figura 50 é possível verificar que relativamente ao tempo de intervenção associado a estas operações salientam-se os equipamentos do tipo: extrusão, edifícios, grupos de transferência, trefilagem multifilar e posto de lubrificantes e tratamento com uma percentagem de 86,66% do tempo total gasto neste tipo de manutenção.

Os equipamentos com mais tempo gasto, em média, por parte dos técnicos, ou seja, os que possuem maior média de tempo de intervenção são os identificados na Figura 51, nomeadamente edifícios, posto de lubrificantes e tratamento, cais de carga, compressor, posto de transformação.

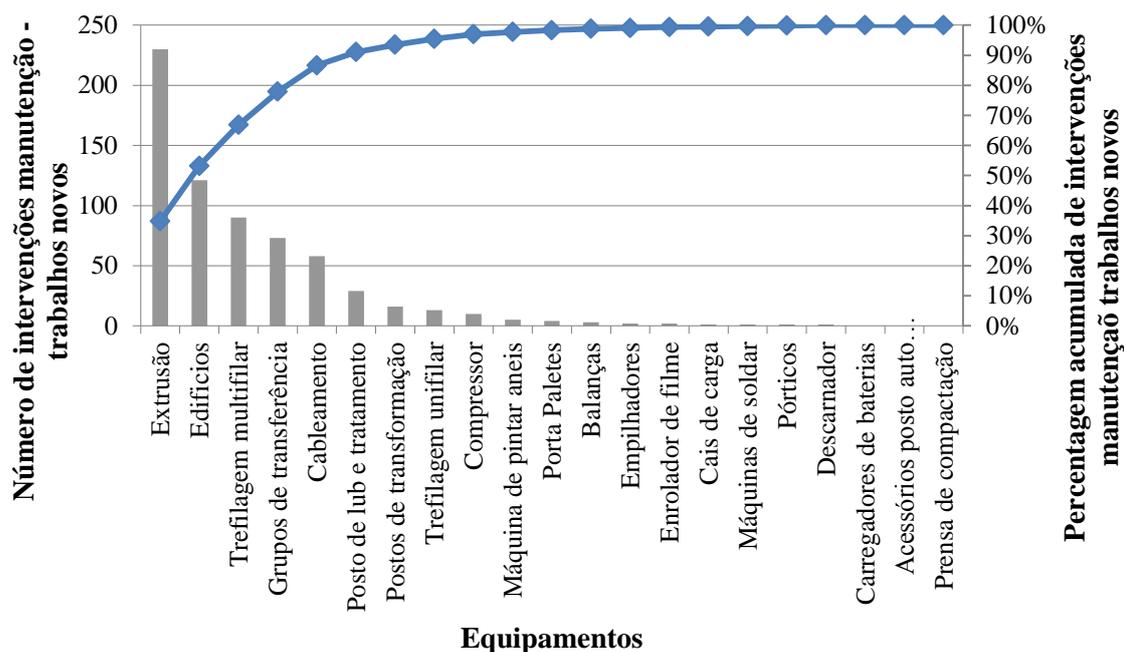


Figura 49 - Gráfico de pareto da distribuição do número de manutenção trabalhos novos

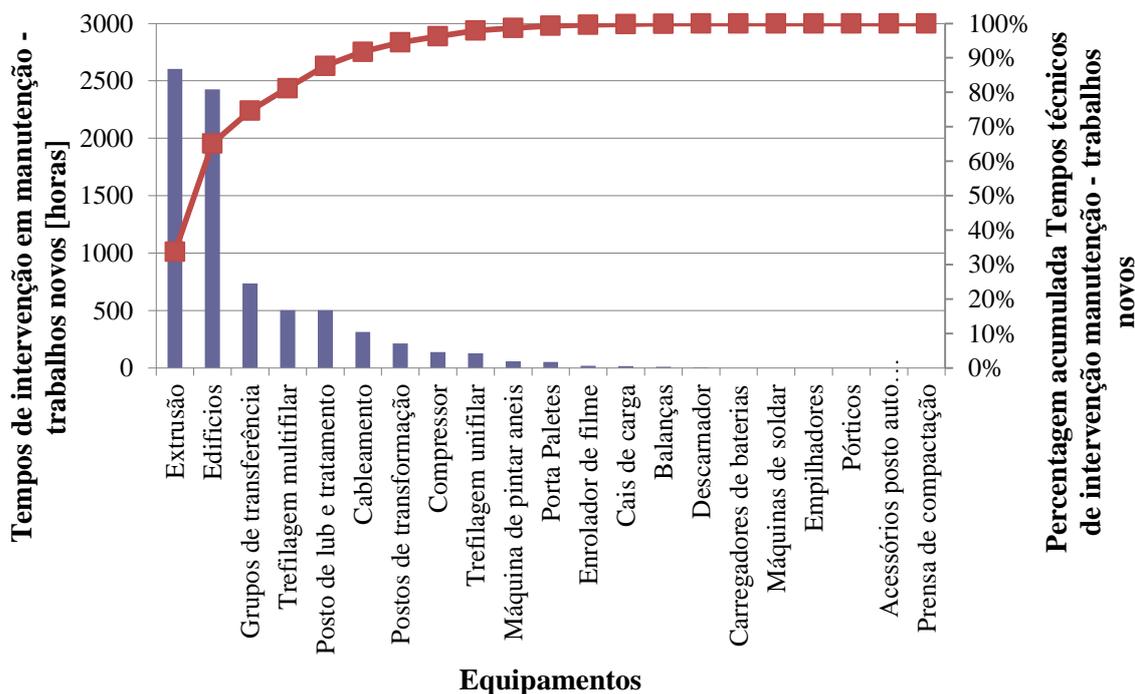


Figura 50 - Gráfico de pareto da distribuição dos tempos de intervenção em manutenção trabalhos novos

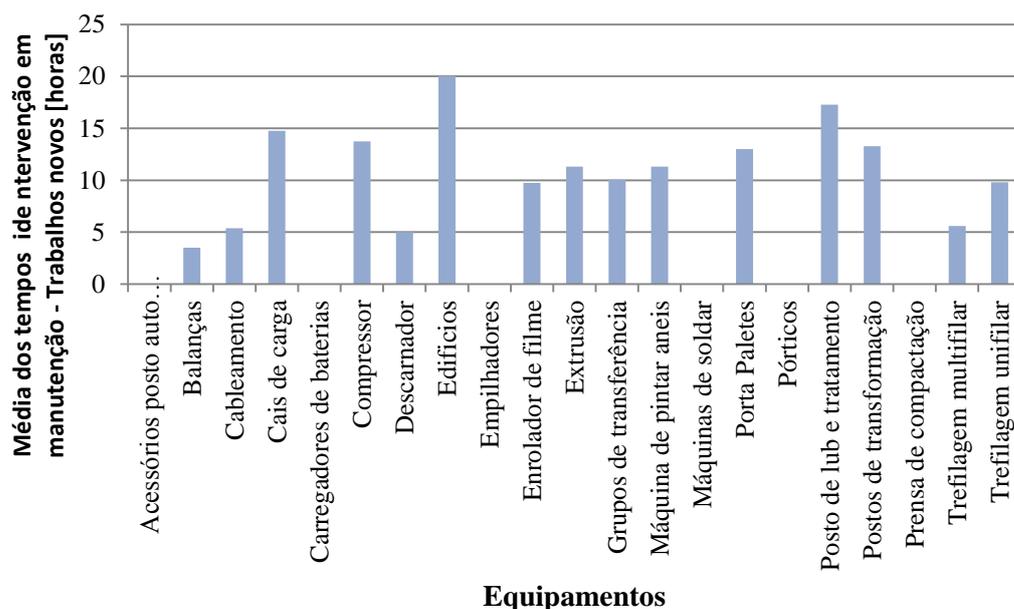


Figura 51 – Gráfico de distribuição da média dos tempos intervenção em manutenção trabalhos novos

4.4 Relação da manutenção / outros por tipos de equipamento

Na Figura 52 é possível identificar que os equipamentos que possuem maior número de intervenções, para este tipo de manutenção, são os equipamentos do tipo extrusão, edifícios, trefilagem multifilar, cableamento, posto de lubrificantes e tratamento. A soma das intervenções realizadas nestes equipamentos perfaz um total de 80,90% do total das intervenções realizadas neste tipo de manutenção.

É possível verificar na Figura 53 que, em termos de duração das intervenções, os equipamentos que possuem maior número de horas são trefilagem multifilar, extrusão, edifícios, cableamento e trefilagem multifilar com um total de 85,66% do tempo total gasto.

Os equipamentos com maior média de tempo de intervenção, como é possível identificar na Figura 54, são os do tipo pórticos, trefilagem multifilar, compressor, postos de transformação e trefilagem unifilar.

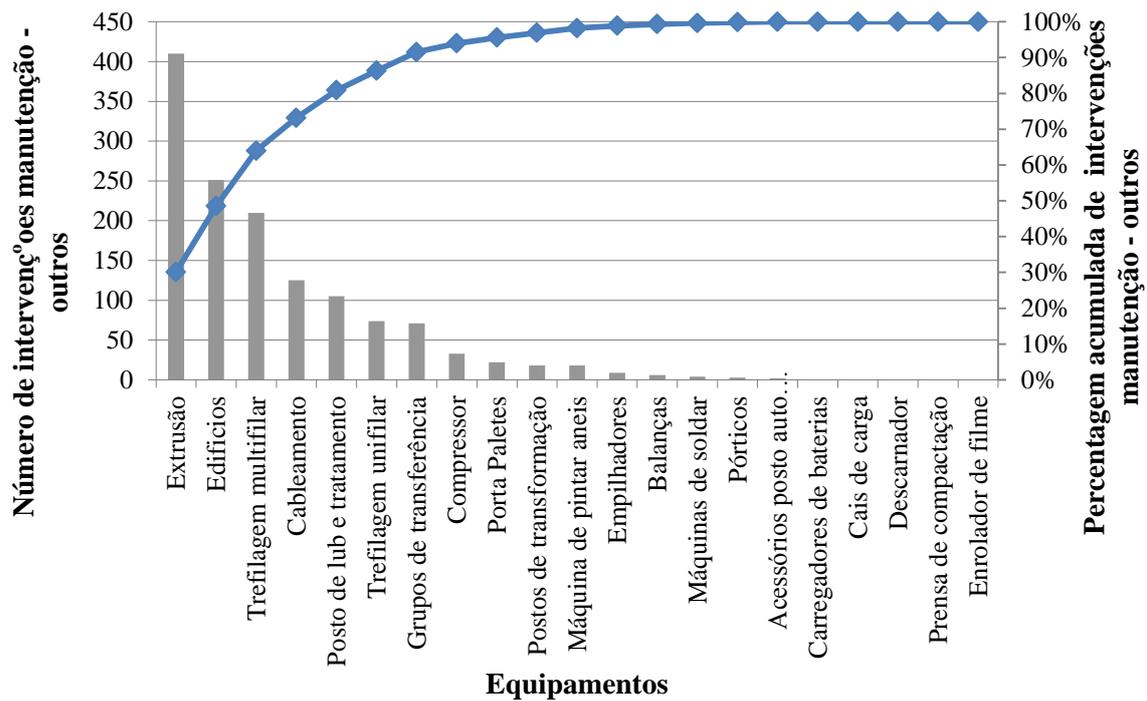


Figura 52 - Gráfico de Pareto da distribuição do número de intervenções em manutenção outros

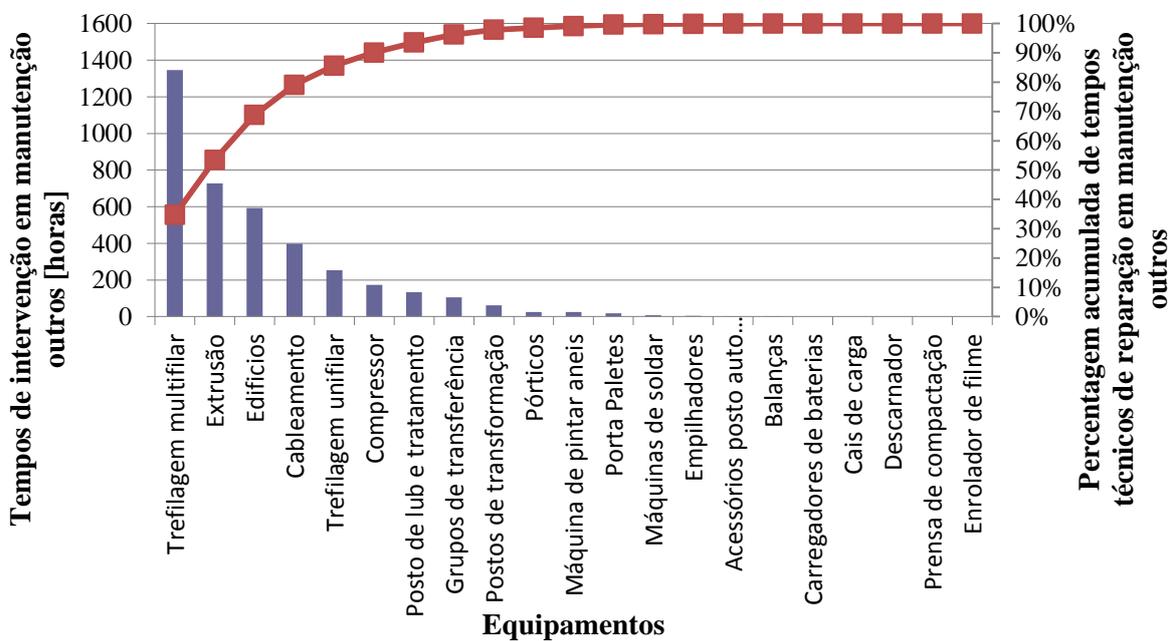


Figura 53 - Gráfico de Pareto da distribuição dos tempos de intervenção em manutenção outros

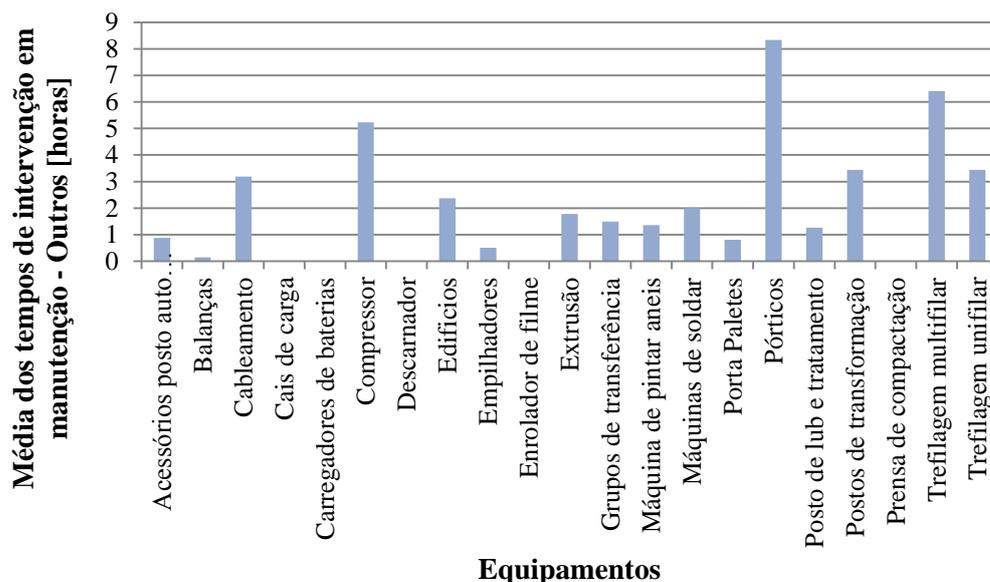


Figura 54 - Gráfico de distribuição da média dos tempos de intervenção em manutenção trabalhos outros

4.5 Relação dos parâmetros de manutenção por equipamento

Esta análise é tratada de forma diferente da anterior. Isto é, realiza-se uma discriminação dos equipamentos com maior número de intervenções, tempo de reparação e média do tempo de reparação a partir do tipo de manutenção.

Na Tabela 12 é possível identificar os equipamentos com maior número de intervenção são as linhas de extrusão da linha 5, 1, 2, 3 e 4 com um total de 28,30% do total das intervenções realizadas, para a manutenção correctiva. A extrusora 5 foi também a que sofreu mais intervenções de manutenção correctiva e trabalhos novos. No caso da manutenção preventiva a Trefiladora unifilar foi a que possui um maior número de intervenções, e por último, para a manutenção outros está a estação de tratamento e filtragem de lubrificantes.

Tabela 12 - Equipamentos por número de intervenções e tipo de manutenção

	Equipamentos	Nº de intervenções	Percentagem	Percentagem acumulada total
Manutenção Correctiva	Extrusora linha 5	2105	7,76%	7,76%
	Extrusora linha 1	1563	5,76%	13,52%
	Extrusora linha 2	1547	5,70%	19,22%

Tabela 12 - Equipamentos por número de intervenções e tipo de manutenção (cont.)

	Equipamentos	Nº de intervenções	Percentagem	Percentagem acumulada total
Manutenção Correctiva	Extrusora linha 3	1527	5,63%	24,85%
	Extrusora linha 4	1486	5,48%	30,33%
Manutenção Preventiva	Trefiladora Unifilar 1	93	4,38%	4,38%
	Trefiladora Multifilar 1	87	4,10%	8,48%
	Trefiladora Multifilar 4	85	4,01%	12,49%
	Trefiladora Multifilar 2	84	3,96%	16,45%
	Trefiladora Multifilar 3	83	3,91%	20,36%
Manutenção trabalhos novos	Extrusora linha 5	29	4,35%	4,35%
	Edifício naves 1 e 2	26	3,90%	8,25%
	Extrusora linha 3	26	3,90%	12,15%
	Linha de Extrusão 06	26	3,90%	16,05%
	Trefiladora Multifilar 4	24	3,60%	19,65%
Manutenção outros	Tratamento.e filtragem lub.	81	5,93%	5,93%
	Trefiladora Unifilar 1	74	5,42%	11,35%
	Edifícios Administrativos	66	4,84%	16,19%
	Extrusora linha 5	62	4,54%	20,73%
	Extrusora linha 4	51	3,74%	24,47%
Total	Extrusora linha 5	2248,00	7,18%	7,18%
	Extrusora linha 1	1685,00	5,38%	12,56%
	Extrusora linha 2	1666,00	5,32%	17,88%
	Extrusora linha 3	1653,00	5,28%	23,16%

Tabela 12 - Equipamentos por número de intervenções e tipo de manutenção (cont.)

	Equipamentos	Nº de intervenções	Percentagem	Percentagem acumulada total
Total	Extrusora linha 4	1608,00	5,14%	28,30%

Na Tabela 13 é possível identificar que os equipamentos que exigiram mais horas de trabalho foram as trefiladoras multifilares nº 5, nº 4 e nº 2, a linha de extrusão nº 5 e Trefiladora unifilar nº1 com uma percentagem total de 23,44% do total do tempo gasto em manutenção. A trefiladora multifilar nº 5 é a que conta com mais tempo de intervenção no caso particular da manutenção correctiva. No caso da preventiva revela-se a trefiladora multifilar nº4 a que mais tempo gasta neste tipo de intervenção. Para as intervenções de trabalhos novos aparece a nave da reciclagem, possivelmente por a sua construção e início de laboração estar compreendido entre o intervalo de tempo de estudo. Para a manutenção outros aparece o sector da trefilagem como o maior consumidor de horas de trabalho, estando incluídos neste “equipamentos” todos os componentes auxiliares à trefilagem, tanto unifilar como multifilar.

Tabela 13 – Equipamentos por tempos de intervenção por tipo de manutenção

	Equipamentos	Tempos de intervenção (horas)	Percentagem	Percentagem acumulada total
Manutenção Correctiva	Trefiladora Multifilar 5	3348,04	6,81%	6,81%
	Extrusora linha 5	2629,88	5,35%	12,16%
	Extrusora linha 1	2431,24	4,95%	17,11%
	Extrusora linha 3	2204,96	4,49%	21,60%
	Trefiladora Multifilar 4	2136,97	4,35%	25,95%
Manutenção Preventiva	Trefiladora Multifilar 4	1178,92	7,33%	7,33%
	Trefiladora Multifilar 2	1108,08	6,89%	14,22%
	Trefiladora Multifilar 5	1029,75	6,40%	20,62%
	Trefiladora Multifilar 1	1025,47	6,37%	26,99%
	Trefiladora Multifilar 3	1000,58	6,22%	33,21%

Tabela 13 – Equipamentos por tempos de intervenção por tipo de manutenção (cont.)

	Equipamentos	Tempos de intervenção (horas)	Percentagem	Percentagem acumulada total
Manutenção trabalhos novos	Edifício nave da reciclagem	1155,58	14,85%	14,85%
	Edifício naves 1 e 2	457	5,87%	20,72%
	Sector da extrusão	451,5	5,80%	26,52%
	Tratamento e filtragem lub.	440,91	5,67%	32,19%
	Grupo transferência 14	348,42	4,48%	36,67%
Manutenção outros	Sector de trefilagem	701	18,03%	18,03%
	Trefiladora Multifilar 5	440,72	11,33%	29,36%
	Trefiladora Unifilar 1	254,34	6,54%	35,90%
	Sector do cableamento	211,08	5,43%	41,33%
	Edifício naves 1 e 2	150,75	3,88%	45,21%
Total	Trefiladora Multifilar 5	4893,68	6,36%	6,36%
	Trefiladora Multifilar 4	3539,12	4,60%	10,96%
	Extrusora linha 5	3260,04	4,24%	15,20%
	Trefiladora Unifilar 1	3243,74	4,22%	19,42%
	Trefiladora Multifilar 2	3093,86	4,02%	23,44%

Quanto à média dos tempos de intervenção, na Tabela 14, surge a linha de silicone com cerca de 242,5 horas, seguido da linha de extrusão 11, edifício da reciclagem, linha de extrusão 12 e grupo de transferência 14. Estas linhas de extrusão e o grupo de transferência foram entretanto transferidas para outra unidade do grupo, pelo que não podem ser objecto de análise. A linha de silicone está classificada como a que possui maior média uma vez que estão colocadas numa só intervenção todas as horas de instalação da máquina, como é possível ver no tipo de manutenção trabalho novos.

Tabela 14 - Equipamentos por média dos tempos de intervenção por tipo de manutenção

	Equipamentos	Médios tempos de intervenção [horas]
Manutenção Correctiva	Ventilação nave 1/2	34,16666667
	Rede de água incêndio	11,48454545
	Edifício nave alumínio	5,638202247
	Custos gerais Manutenção	5,5
	Sector de trefilagem	5,28516129
Manutenção Preventiva	Edifício nave alumínio	25
	Linha de Extrusão 09	13,97222222
	Trefiladora Multifilar 4	13,86964706
	Trefiladora Multifilar 5	13,73
	Iluminação nave 1/2	13,65
Manutenção trabalhos novos	Linha de Silicone	242,5
	Linha de Extrusão 11	196
	Edifício nave da reciclagem	144,4475
	Linha de Extrusão 12	88,75
	Grupo transferência 14	43,5525
Manutenção outros	Sector de trefilagem	36,89473684
	Sector do cableamento	21,108
	Pórtico armazém cais cobre	21
	Compressor ATLAS	11,96875
	Rede de água incêndio	11

Tabela 14 - Equipamentos por média dos tempos de intervenção por tipo de manutenção (cont.)

	Equipamentos	Médios tempos de intervenção [horas]
Total	Linha de Silicone	242,5
	Linha de Extrusão 11	204,5825
	Edifício nave da reciclagem	149,4085
	Linha de Extrusão 12	92,68893
	Grupo transferência 14	53,85396

Em suma esta análise permite-nos determinar quais são os equipamentos críticos através da análise dos equipamentos com mais intervenções correctivas uma vez que são as que são impossíveis de controlar e que retiram os equipamentos à produção. Por isso, pode-se concluir que a linha de extrusão nº 5 e a trefiladora nº5 são equipamentos críticos uma vez que são, respectivamente os que possuem maior número de intervenções correctivas e o que tem mais horas de intervenção utilizadas.

No caso da média do tempo de intervenção correctiva, além dos equipamentos que foram transferidos e os auxiliares à produção, aparece a cableadora nº 18 e a trefiladora multifilar nº5 como os equipamentos com maior valor, respectivamente com 3,44 horas e com 3,32 horas. Sendo assim, estes são os equipamentos que ficam mais tempo parados em intervenção levando a que se deva reflectir sobre as intervenções nos mesmos, de forma a melhorar a análise da avaria, o diagnóstico e a sua resolução.

4.6 Indicadores de manutenção

Os indicadores foram apresentados na secção 1.6.2, sendo três principais, o de fiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Como foi visto, é necessário para o cálculo destes indicadores, ter conhecimento de alguns parâmetros tal como, o número de intervenções, tempos de intervenção e tempos de funcionamento entre avarias.

O tempo de funcionamento entre avarias é um parâmetro desconhecido, sendo que é necessário prever o valor do mesmo. Este parâmetro é dado pelo intervalo de tempo que o equipamento trabalha entre avarias. Para ter o conhecimento real deste valor era necessário

que, em cada intervenção tivesse sido retirado o valor do número de horas dos contadores dos equipamentos, permitindo determinar o valor certo e desta forma determinar qual o tempo médio real entre avarias.

Desta forma, foi calculado o valor deste parâmetro a partir da suposição de dados tal como:

- Os equipamentos trabalham 5 dias por semana, em três turnos, durante as 52 semanas do ano;
- Este valor deve ser multiplicado pelo número de anos do caso de estudo, sendo neste caso de 5 anos;
- Ao valor acima calculado é subtraído o tempo gasto em intervenções.

Estas suposições permitem chegar a um valor próximo do real, contudo não se pode considerar como o valor mais correcto.

4.6.1 Cálculo da fiabilidade

A fiabilidade de um equipamento, ou MTBF, é dada pelo rácio do tempo de bom funcionamento por o número de intervenções correctivas realizadas. Para as suposições enunciadas acima, calculou-se a fiabilidade de todos os equipamentos, estando na Tabela 15 indicados os equipamentos com menor média de tempos de bom funcionamento, ou seja, os equipamentos com menor fiabilidade.

Tabela 15 – Equipamentos com menor MTBF

Equipamentos	MTBF [horas]
Extrusora linha 5	13,27314
Extrusora linha 1	18,02912
Extrusora linha 2	18,51272
Extrusora linha 3	18,53872
Extrusora linha 4	19,30987

Podemos interpretar estes valores como sendo o intervalo existente entre avarias, ou seja, para o caso da linha de extrusão nº 5 tem um intervalo médio entre avarias de 13,27 horas. Este indicador permite concluir que a área de extrusão é propícia a avarias pelo que se deve tomar medidas de forma a melhorar este indicador.

4.6.2 Cálculo da manutenibilidade

A manutenibilidade é caracterizada pelo valor da média dos tempos técnicos de reparação. O cálculo deste indicador já foi realizado na secção 4.1, aquando do estudo da média dos tempos de reparação para o caso da análise dos equipamentos do mesmo tipo. Este indicador é dado pela divisão do somatório dos tempos técnicos de reparação, pelo número de intervenções correctivas.

Na Tabela 16 estão descritos os equipamentos com maior MTTR.

Tabela 16 – Equipamentos com maior MTTR

Equipamentos	MTTR [horas]
Ventilação nave 1/2	34,17
Rede de água incêndio	11,48
Edifício nave alumínio	5,64
Sector de trefilagem	5,29
Edifício nave da reciclagem	4,96

Mais uma vez, o cálculo deste parâmetro foi afectado pelas suposições descritas anteriormente, podendo-se interpretar que em média, uma intervenção realizada na nave 1 e 2 dura 34,17 horas.

É possível verificar na Tabela 16 a existência única de equipamentos não produtivos, que pode dever-se ao facto de existirem poucas intervenções correctivas nestes equipamentos, sendo que quando acontecem têm uma duração de intervenção elevada.

No caso dos equipamentos produtivos com maior MTTR estão descritos na Tabela 17, sendo que a cableadora nº 18 lidera com uma média de tempo de reparação de 3,44 horas. É possível identificar que a área da trefilagem também é uma área com uma média de tempo de intervenção elevada, indo de encontro ao já concluído na secção 4.1.

Tabela 17 – Equipamentos produtivos com maior MTTR

Equipamentos	MTTR [horas]
Cableadora 18	3,44
Trefiladora Multifilar 5	3,32
Trefiladora Multifilar 1	2,78
Trefiladora Multifilar 2	2,63
Cableadora 19	2,59

Para melhorar este indicador deve-se analisar as tarefas que estão a prejudicar as intervenções, ou seja, se são problemas na fase de análise e diagnóstico, de logística ou na resolução da avaria.

4.6.3 Cálculo da disponibilidade

Este parâmetro caracteriza a percentagem de disponibilidade do equipamento, ou seja quando este está afecto à produção. Este indicador é dado pela relação da fiabilidade com a manutenibilidade expresso na equação 4. Mais uma vez todo este valor é aproximado já que envolveu algumas suposições no cálculo dos parâmetros envolvidos.

Na Tabela 18 estão identificados os equipamentos com menor disponibilidade. A empresa em estudo coloca um valor objectivo mensalmente para este indicador, valor esse que varia para cada tipo de equipamento, rondando os 95%.

Tabela 18 – Equipamentos com menor disponibilidade

Equipamentos	Disponibilidade (%)
Trefiladora Multifilar 5	88,71%
Extrusora linha 5	91,40%
Extrusora linha 1	92,06%
Extrusora linha 3	92,77%
Trefiladora Multifilar 4	92,83%

Assim sendo, é possível concluir que a disponibilidade destes equipamentos está aquém do objectivo. Para melhorar este indicador deve-se tomar medidas a nível da melhoria da fiabilidade e da manutenibilidade, uma vez que são os parâmetros que influenciam este índice.

4.7 Análise das intervenções nos equipamentos críticos

O objectivo desta análise é explorar as intervenções realizadas nos equipamentos críticos, conseguindo desta forma examinar os sistemas e as causas de avaria que são críticas de forma a verificar se é possível tomar medidas para diminuir o número de intervenções e daí melhorar todos os indicadores.

A análise recaiu no estudo das intervenções correctivas já que estas são as que ocorrem fora do planeado e que devem ser evitadas, uma vez que prejudicam a produção. Por isso na secção 4.1 foi possível identificar que os equipamentos que exigem maior disponibilidade de manutenção são os equipamentos do tipo extrusão, cableamento, trefilagem multifilar, grupos de transferência e trefilagem unifilar, já que são os que têm maior número de intervenções correctivas e maior tempo de intervenção.

De seguida é analisado para cada equipamento tipo, qual o equipamento, sistema e tipo de avaria mais crítico para cada.

4.7.1 Análise nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

Para este sector, como é possível verificar na Figura 55 só existe um equipamento deste tipo, sendo a este imputadas as intervenções correctivas existentes. Com esta realidade torna-se complicada a análise uma vez que não existe um equipamento para realizar uma comparação.

Na Figura 56 consegue-se verificar que as causas de avaria mais frequentes são a falha mecânica/desgaste, outras diversas e ajuste incorrecto/desaperto. A primeira tem um elevado número de intervenções, isto pode dever-se ao facto de ser um equipamento que está constantemente em uso e possuir vários componentes que são passíveis de sofrer esta avaria. Outra causa pode ser que no início do exercício da manutenção nesta empresa, existissem poucas causas de avaria discriminadas, e que levava a que os operadores colocassem na mais geral. Durante o trabalho desenvolvido nesta empresa, e na parte da exploração do *software*,

foi realizado um aumento vários campos, sendo as causas de avaria um dos que viu o seu leque de alternativas aumentar.

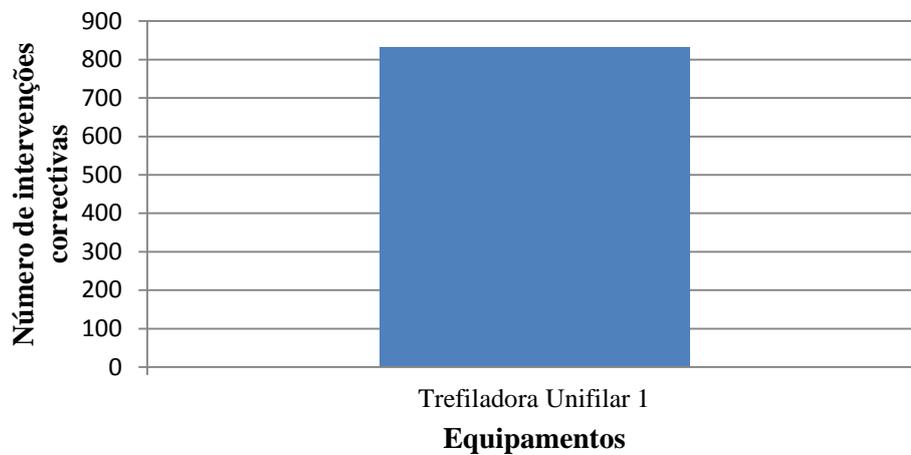


Figura 55 – Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

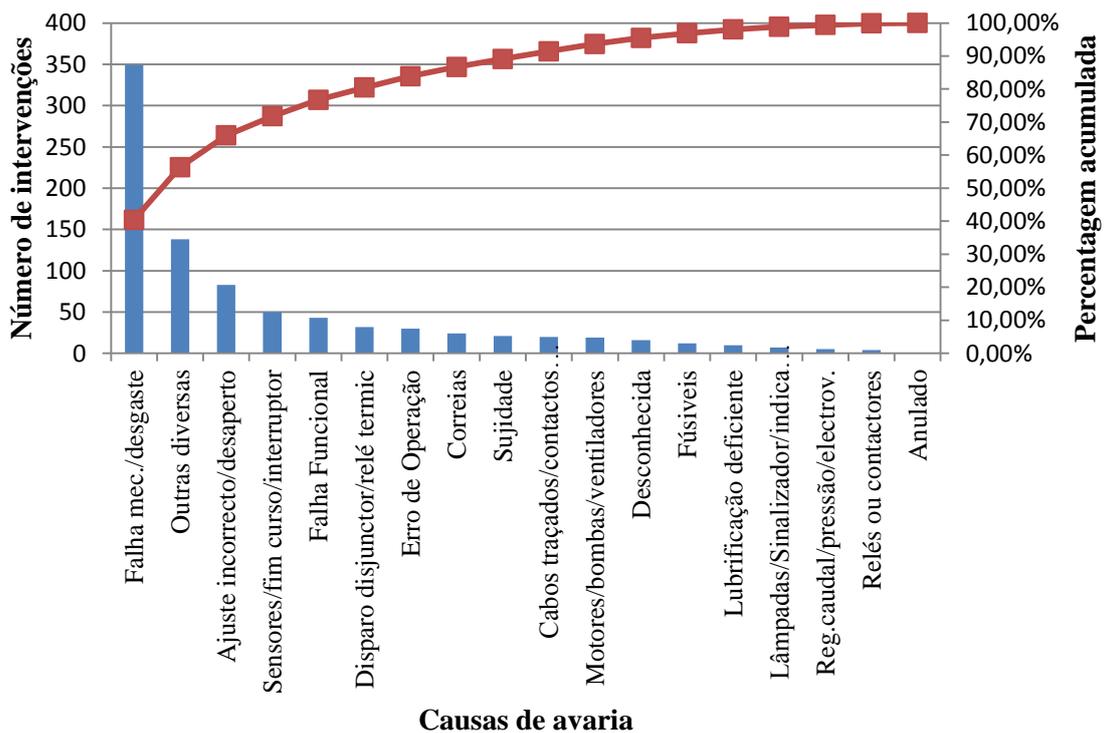


Figura 56 – Causas de avaria nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

Uma vez analisadas as causas das avarias mais frequentes é necessário investigar qual o tipo de sistema onde ocorrem mais intervenções correctivas, ou seja, os sistemas que prejudicam a fiabilidade geral do equipamento. Na Figura 57 estão apresentados esses mesmos dados que permitem concluir que os sistemas mais críticos são o geral (vários), o enrolador

de cestos, a esboçadora, o distribuidor de fio e o transportador de cestos com um total de 85,05% do número total de intervenções. Estes dados são previsíveis uma vez que são os componentes mais gerais do equipamento, ou seja, conclui-se que para este existem poucas intervenções registadas nos seus diversos subsistemas codificados.

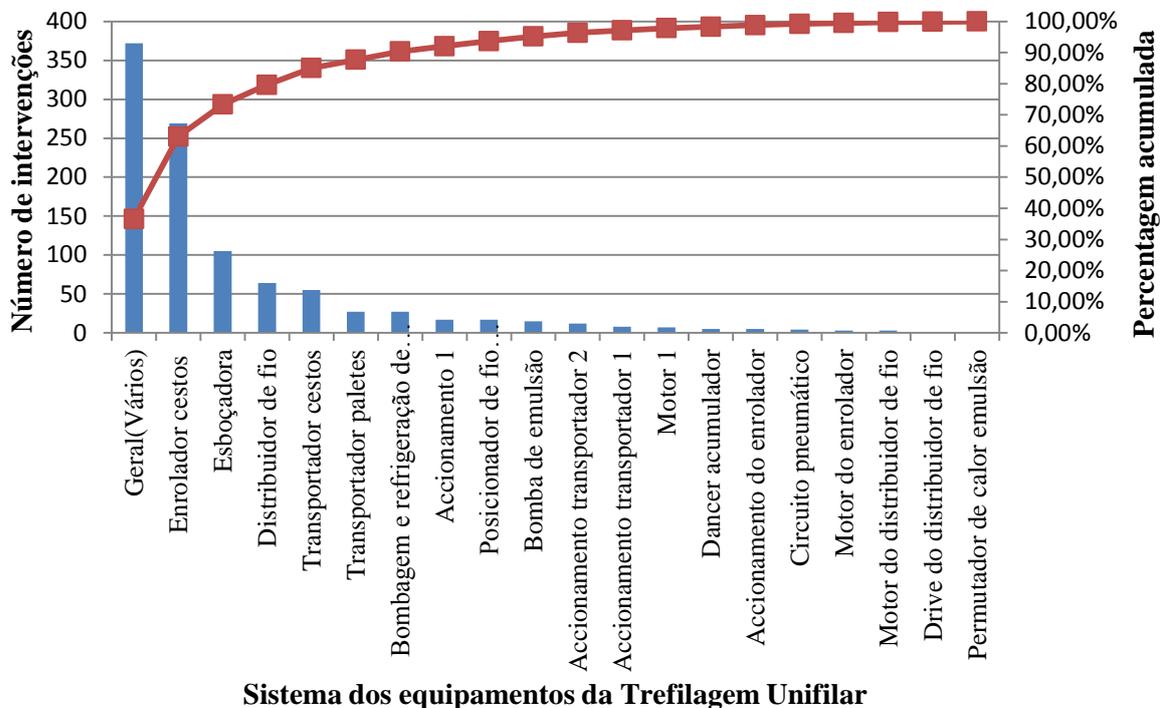


Figura 57 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

Quanto aos tempos gastos nas intervenções por cada sistema, pode-se apurar na Figura 58 os que tiveram intervenções mais longas que foram os sistemas geral (vários), enrolador de cestos, esboçadora, distribuidor de fio e bombagem e refrigeração da emulsão com 90,36 % do tempo total gasto.

Contudo com o cálculo do indicador que permite conjugar estes dois parâmetros, o tempo médio de intervenção (Figura 59), conclui-se que os sistemas que ocuparam em média mais tempo de mão-de-obra por parte das equipas técnicas foram o permutador de emulsão, motor 1, accionamento 1, geral (vários) e bomba de emulsão. Isto permite concluir que estes sistemas apesar de não terem grande número de intervenções e de tempo gasto na resolução das mesmas, são sistemas que quando avariavam exigem mais ocupação de mão-de-obra. Isto pode acontecer devido ao pouco conhecimento sobre estes equipamentos por parte dos técnicos.

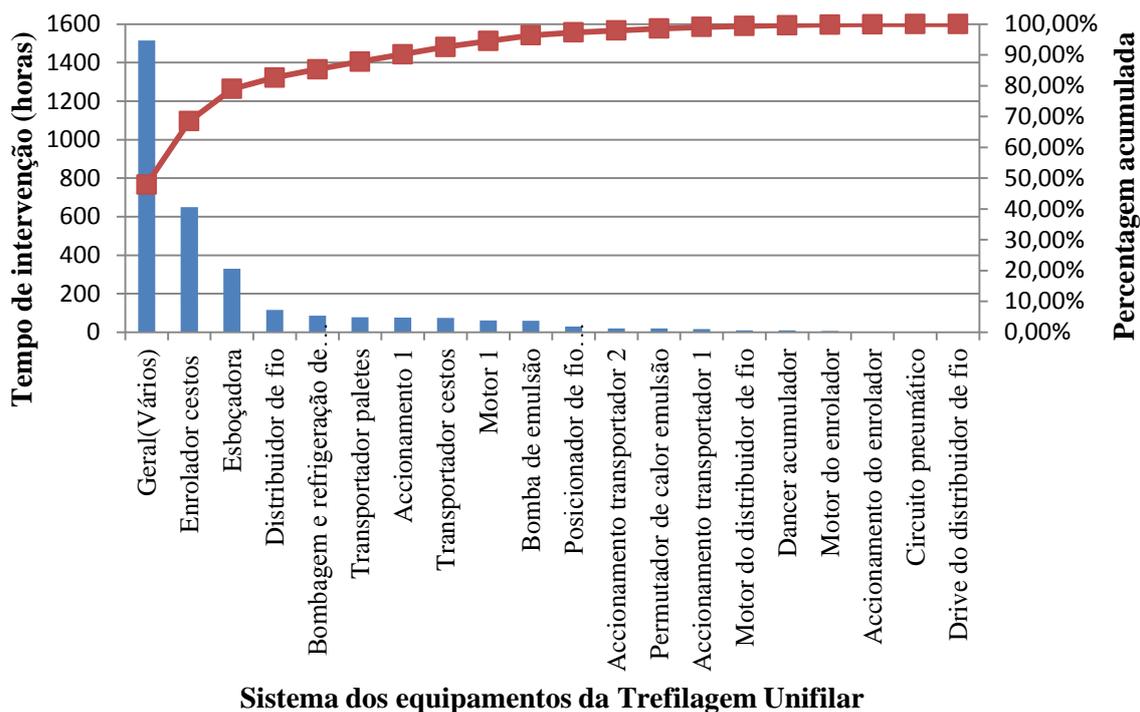


Figura 58 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

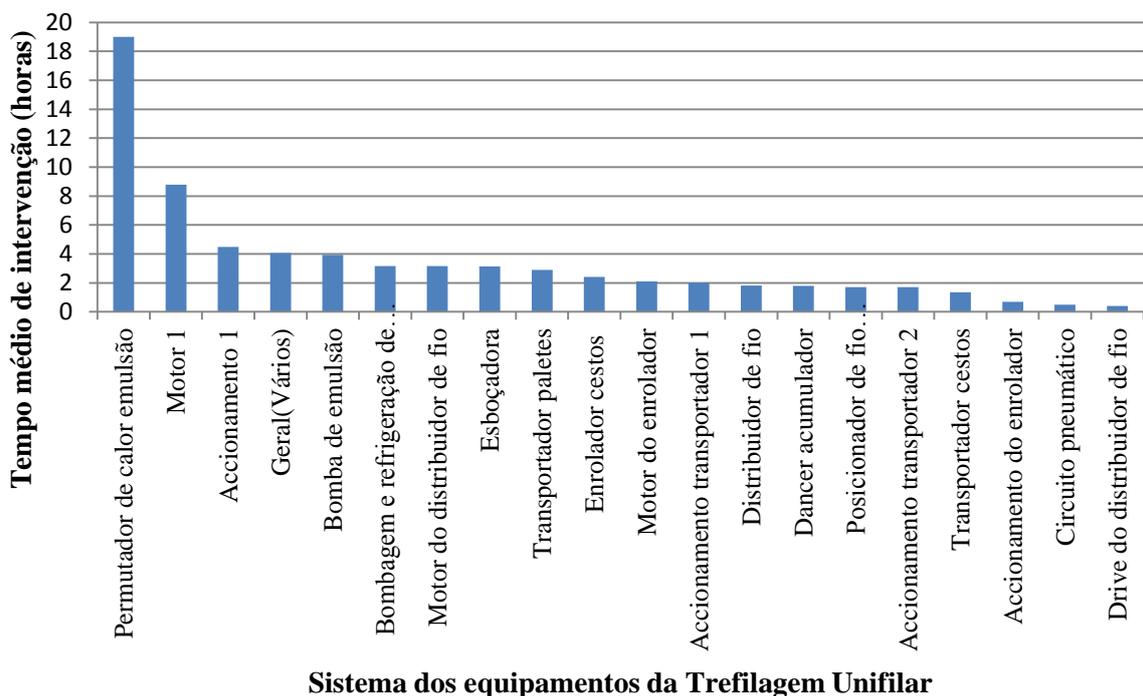


Figura 59 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

Este pequeno estudo das avarias ocorridas permite concluir quais os sistemas que devem ser alvo de um estudo mais aprofundado, de forma a aumentar os indicadores de manutenção. Esse estudo pode recair na hipótese de alterar alguns tipos de manutenção que estão a ser

empregues em alguns sistemas, em dar mais formação técnica aos técnicos para que consigam resolver algumas intervenções mais específicas, ou então substituir alguns componentes que possam estar a prejudicar o conjunto.

4.7.2 Análise nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar

De forma análoga à análise anterior, inicia-se a averiguação dos equipamentos que mais intervenções correctivas sofreram e, como é possível verificar na Figura 60 a trefiladora multifilar número 5 é a que se distingue das restantes com um número mais elevado de intervenções, somando cerca de 26,90% do total das intervenções. Este equipamento apesar de idêntico aos restantes distingue-se pelo seu elevado número de avarias. Isto permite concluir que este equipamento sofreu no seu tempo de vida acções que o fizeram ter comportamentos diferentes dos restantes, que pode ter sido, por intervenções deficientes por parte da manutenção ou mesmo, um mau uso por parte dos operadores que fez com que a fiabilidade do equipamento seja menor.

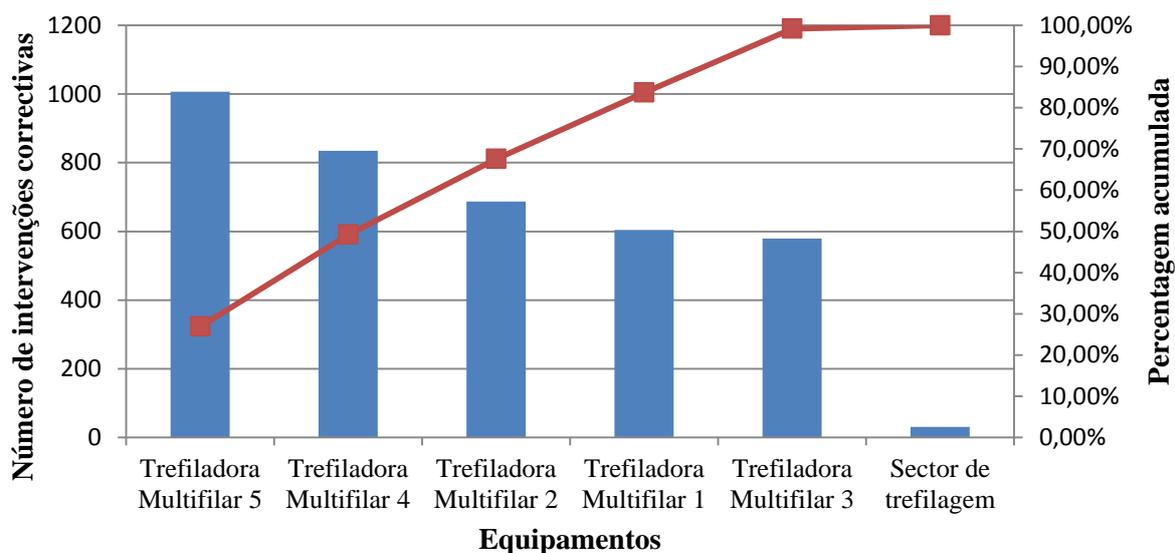


Figura 60 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo trefilagem unifilar

Na Figura 61 está apresentada a distribuição do número de intervenções pelas várias causas de avaria, que permite concluir que tal como no equipamento tipo anterior as causas outras (diversos) e falha mecânica/desgaste lideram com 39,97% do número total das intervenções ocorridas. Isto leva à mesma conclusão já enunciada anteriormente, que os técnicos não teriam, ao início, tantas causas disponíveis para caracterizar a avaria.

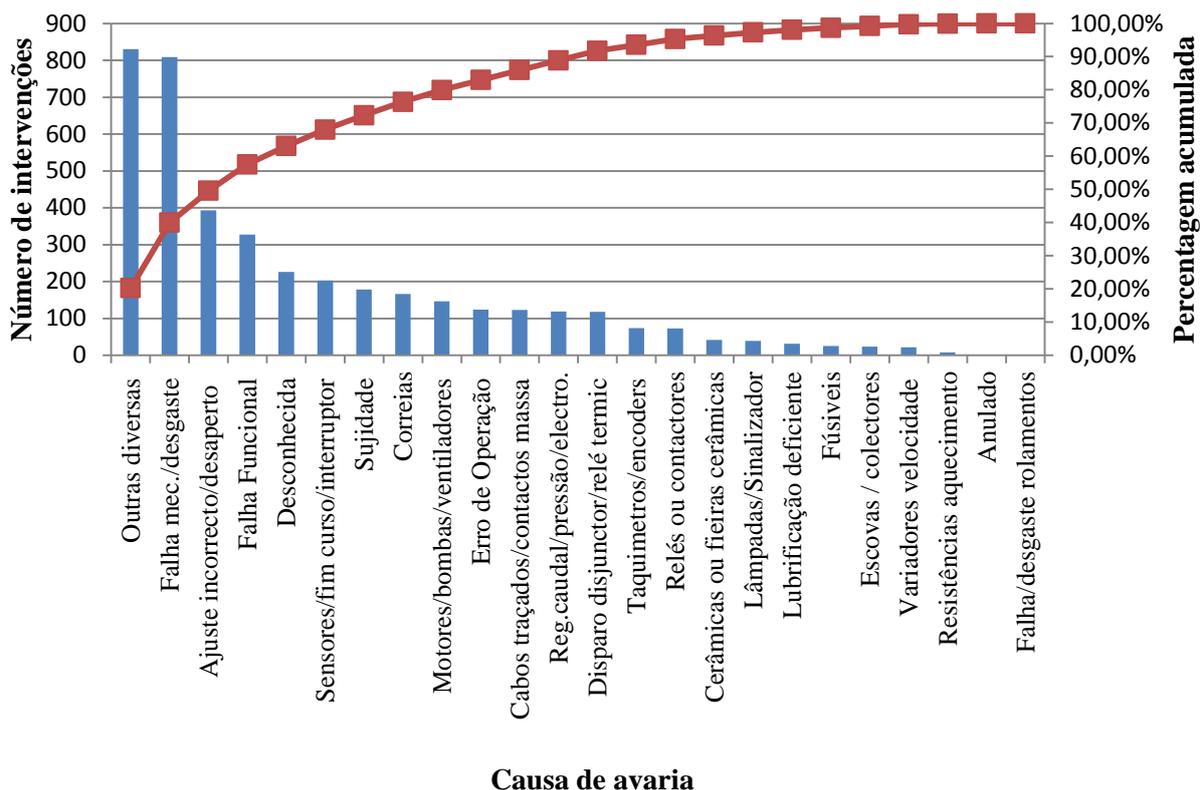


Figura 61 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar

Na Figura 62 é possível reconhecer quais os sistemas que sofreram mais intervenções, sendo o sistema geral, enrolador de bobinas, recozedor e trefiladora com um total de 74,85% do total das intervenções. Neste caso continua-se a averiguar que existe um elevado número de intervenções que são registadas no sistema geral, e que assim prejudica o estudo mais aprofundado e a aplicação de medidas para diminuir o número de avarias.

Os sistemas nos quais as intervenções foram mais longas são os vários (geral), a trefiladora, o recozedor, o enrolador de bobines e motor 1 como é possível verificar na Figura 63. Com esta análise é possível verificar que 44,76% do tempo gasto nas intervenções correctivas neste sector está associado ao sistema geral, e apenas a restante percentagem está associada a sistemas descritos dos equipamentos. Devem ser realizadas acções com o intuito de sensibilizar os técnicos para a importância da colocação do sistema correcto na ordem de trabalho, para que não exista esta discrepância de valores entre os vários sistemas.

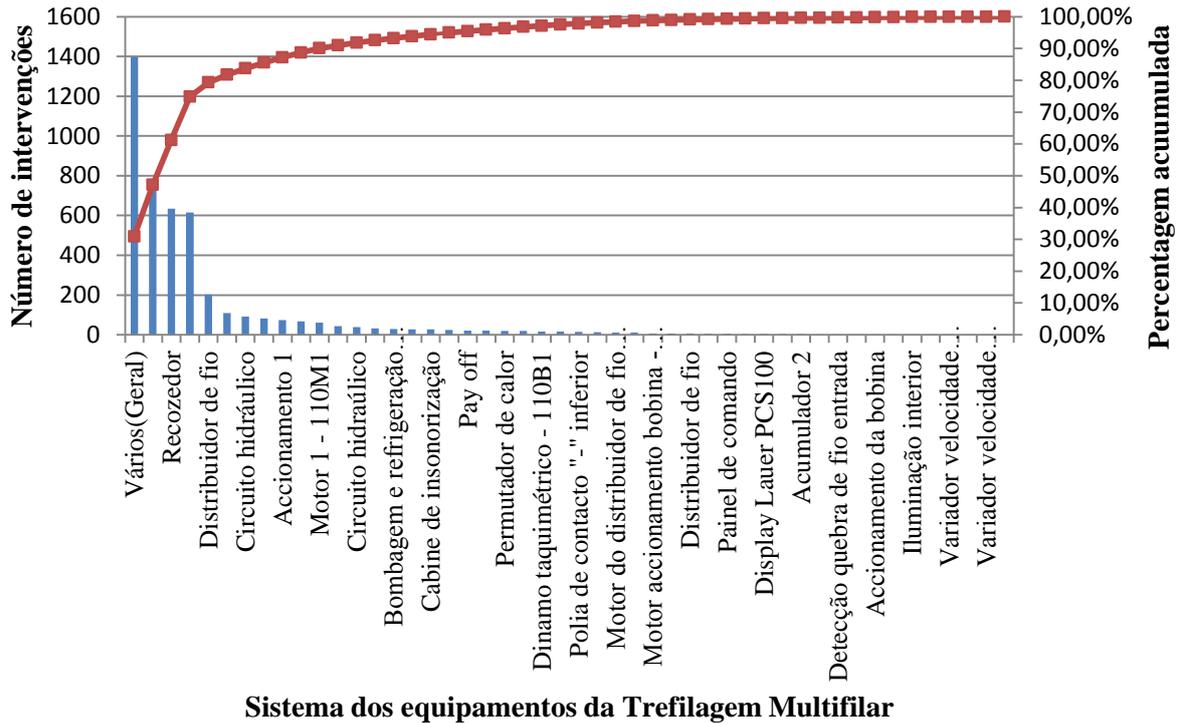


Figura 62 - Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar

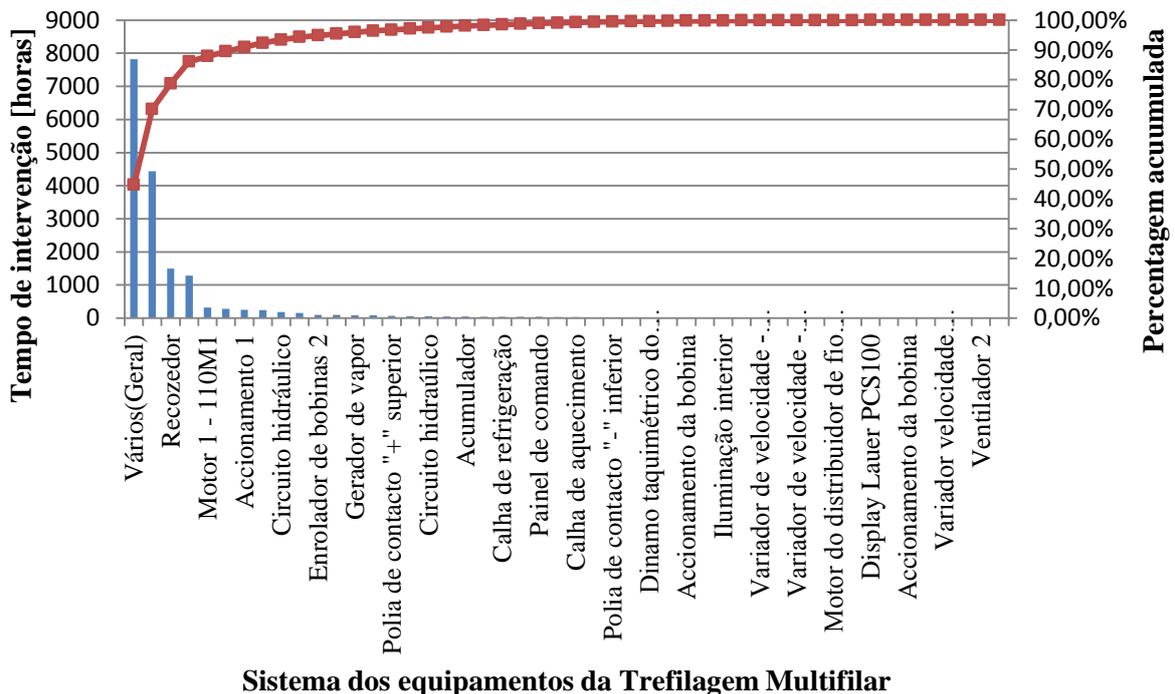


Figura 63 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar

Na Figura 64 é possível identificar os sistemas que em média ocupam mais mão-de-obra, nomeadamente a trefiladora, o painel de comando, o circuito de corrente de recozimento, o geral e o taquímetro do motor 1. Estes pontos são alvos de manutenção preventiva sistemática e condicionada, contudo com esta análise pode-se verificar que este tipo de intervenção não

está a ser correctamente implementada. Desta forma deve ser feito um estudo mais exaustivo de forma a verificar novas formas de manutenção para estes sistemas, ou então, novos intervalos de tempo para a realização dessas intervenções.

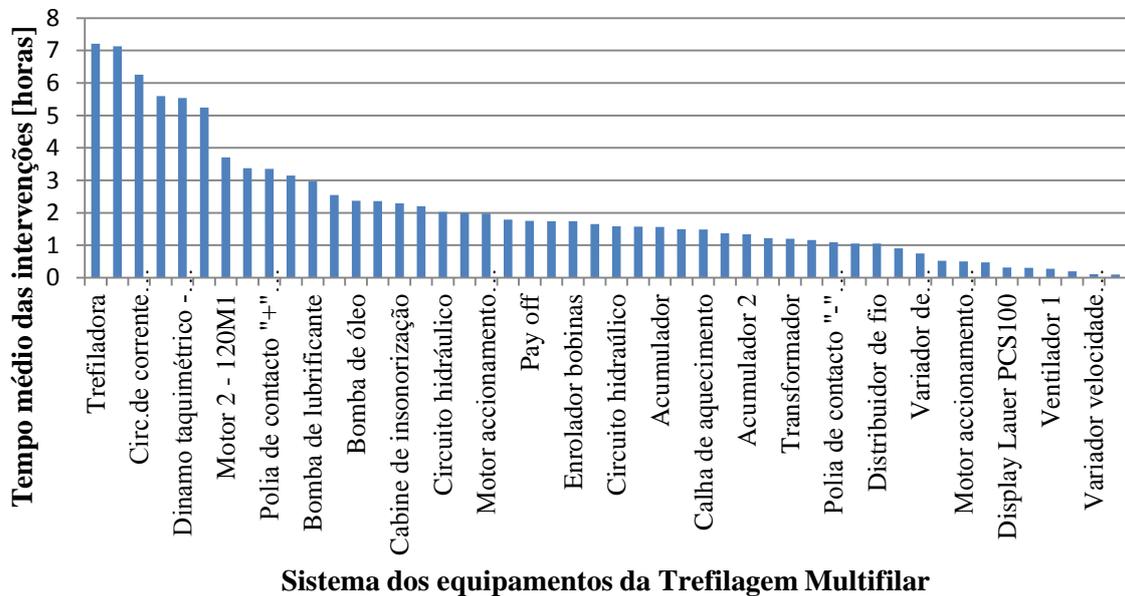


Figura 64 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo trefilagem multifilar

4.7.3 Análise nos equipamentos do tipo cableamento

Na Figura 65 é possível visualizar a distribuição da quantidade de intervenções realizadas nos equipamentos do tipo cableamento onde se nota que essa distribuição não é uniforme. Não existe uma razão lógica para isto ocorrer, sendo que os equipamentos mais críticos são a cableadora 1, 15,14, 11 e 18 com um total de 39,80% do total de intervenções realizadas.

As causas de avaria que mais se destacam são as falhas mecânicas/desgaste, outras diversas, ajuste incorrecto/desaperto, cerâmicas ou fieiras cerâmicas e correias com 74,61% do total das intervenções como é possível verificar na Figura 66. Estas primeiras três causas são, no geral dos vários tipos de equipamentos, as que mais ocorrem, sendo que a quarta causa é característica deste tipo de equipamentos. Dada a quantidade de intervenções com esta causa, permite concluir que é uma área que deve ser intervencionada com outro cuidado.

Na Figura 67 constata-se que em relação aos diferentes sistemas dos equipamentos deste tipo o sistema geral, a cableadora, o conjunto de liras são os que sofreram mais intervenções

com um total de 78,95%. Tal como nos restantes tipos de equipamento, este também tem uma grande quantidade de intervenções registadas no sistema geral.

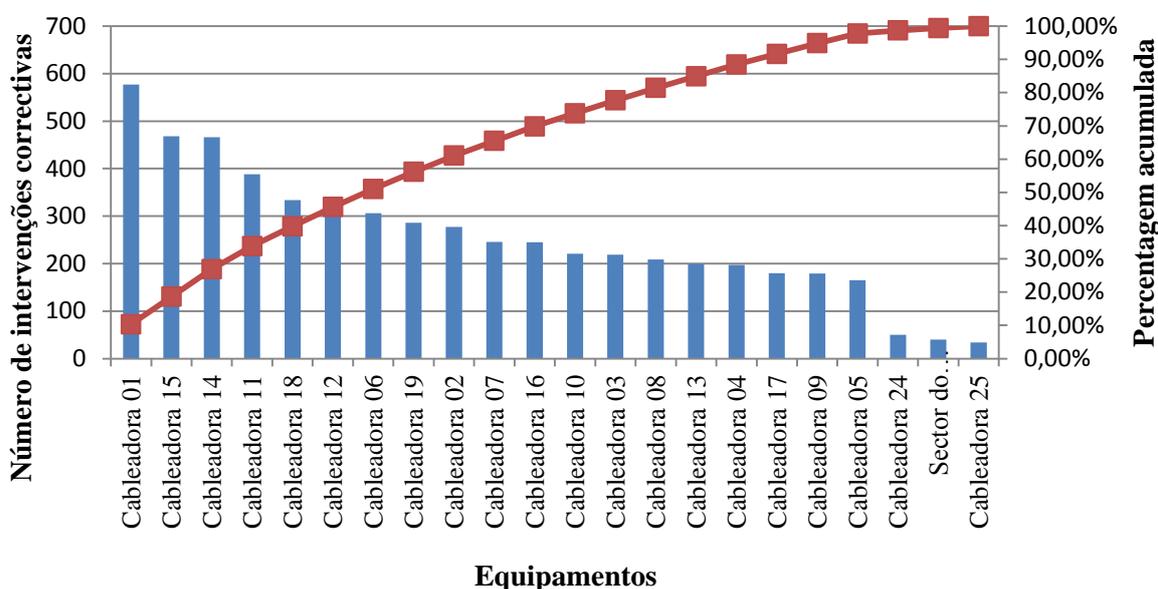


Figura 65 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo cabeleamento

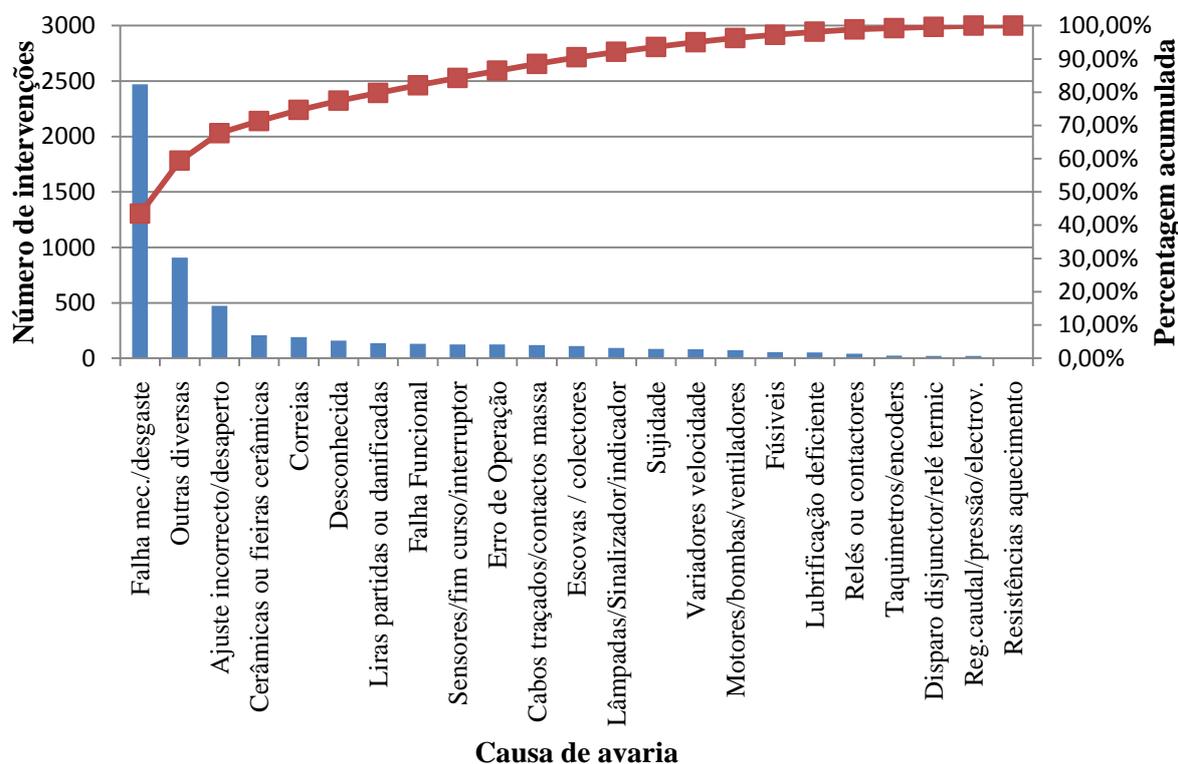


Figura 66 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo cabeleamento

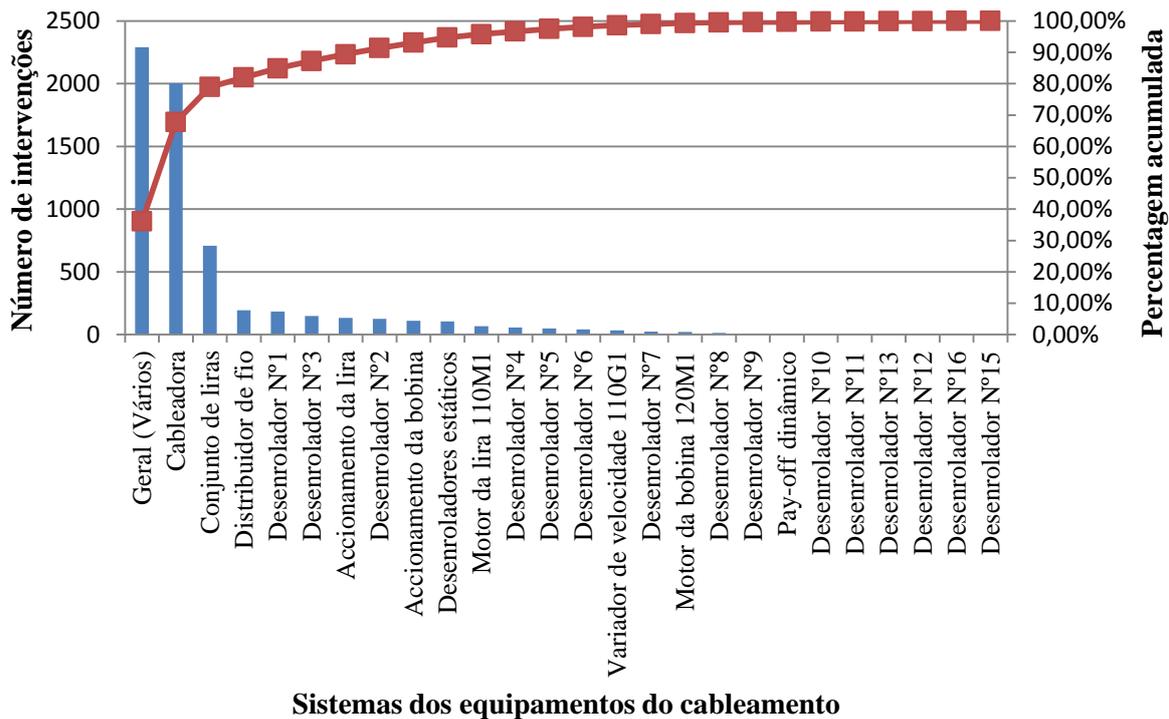


Figura 67 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo cabeamento

Quanto aos sistemas que gastaram mais mão-de-obra identifica-se, na Figura 68, o geral (vários), a cableadora e o conjunto de liras com um total de 86,07% do total das horas gastas em manutenção nos equipamentos deste tipo.

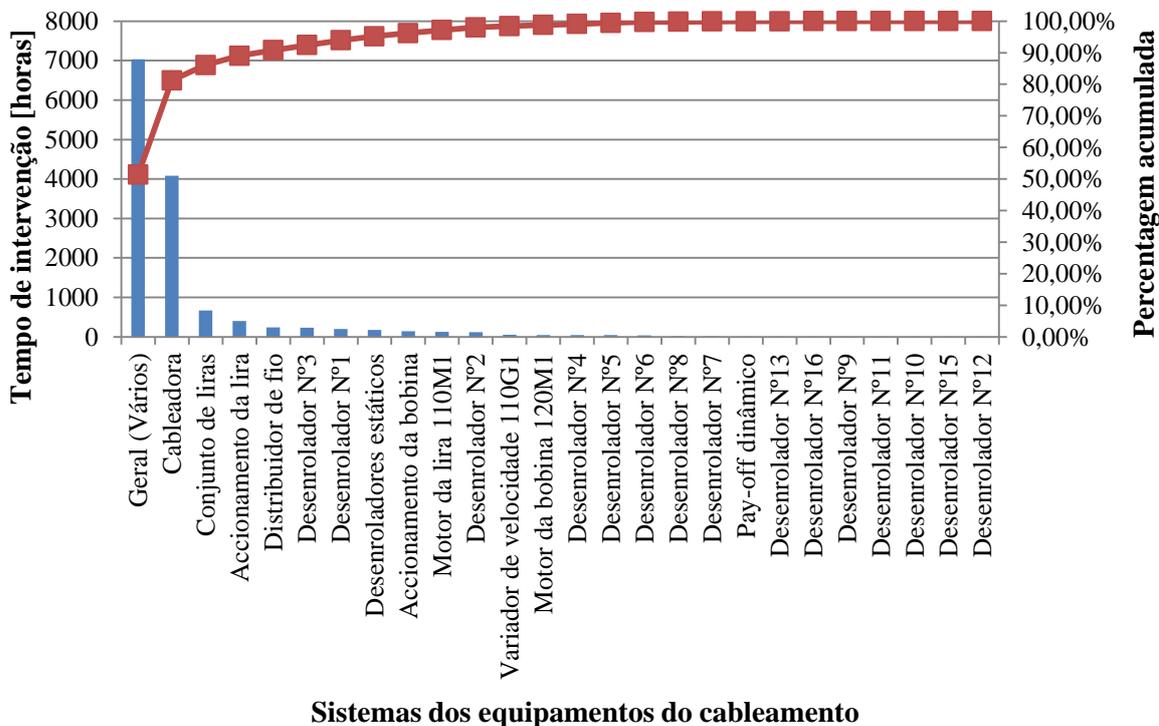


Figura 68 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo cabeamento

Em termos de tempos médios de intervenção pode-se averiguar na Figura 69 que os sistemas geral (vários), accionamento da lira, motor da bobine e cableadora são em média os que mais ocupam mão-de-obra ao serviço de manutenção.

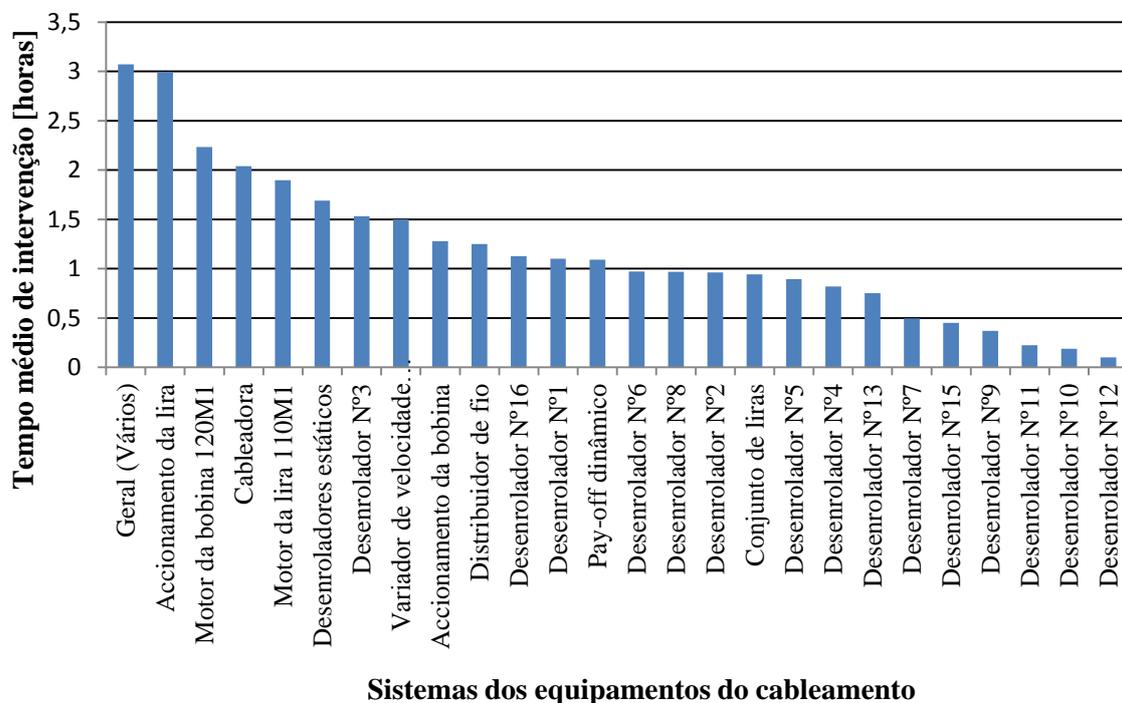


Figura 69 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo cableamento

4.7.4 Análise nos equipamentos do tipo extrusão

Na Figura 70 verifica-se que existem dois tipos de distribuição de avarias, as da linha 1 à 6 e da 7 à 12. Isto deve-se ao facto de as linhas de extrusão 7 a 12 terem sofrido mudanças de instalações pelo que não se contabilizaram mais intervenções. No caso da linha 1 à 6 averigua-se um comportamento idêntico dos equipamentos, à excepção da linha de extrusão 5 que conta com 2105 intervenções contra 1563 da linha de extrusão 1, que é a segunda mais crítica. Isto permite concluir que este equipamento deve ser alvo de um estudo mais pormenorizado uma vez que o seu comportamento é bastante diferente dos equipamentos do mesmo tipo e deve ser encontrada a razão para esse problema.

Como causa de avaria, pode-se ver na Figura 71, que as três que mais ocorrem são as mesmas dos outros tipos de equipamentos, sendo que de seguida aparecem os sensores/fim de curso, falha funcional e resistências aquecimento como outras causas substanciais de avarias, sendo que estas seis representam 66,76% do total das intervenções. As resistências e os sensores são pontos que aparecem no *check-list* de manutenção preventiva nos equipamentos

deste tipo, contudo deve ser feito um estudo com o objectivo de alterar a sua periodicidade para que as avarias ocorridas em produção diminuam.

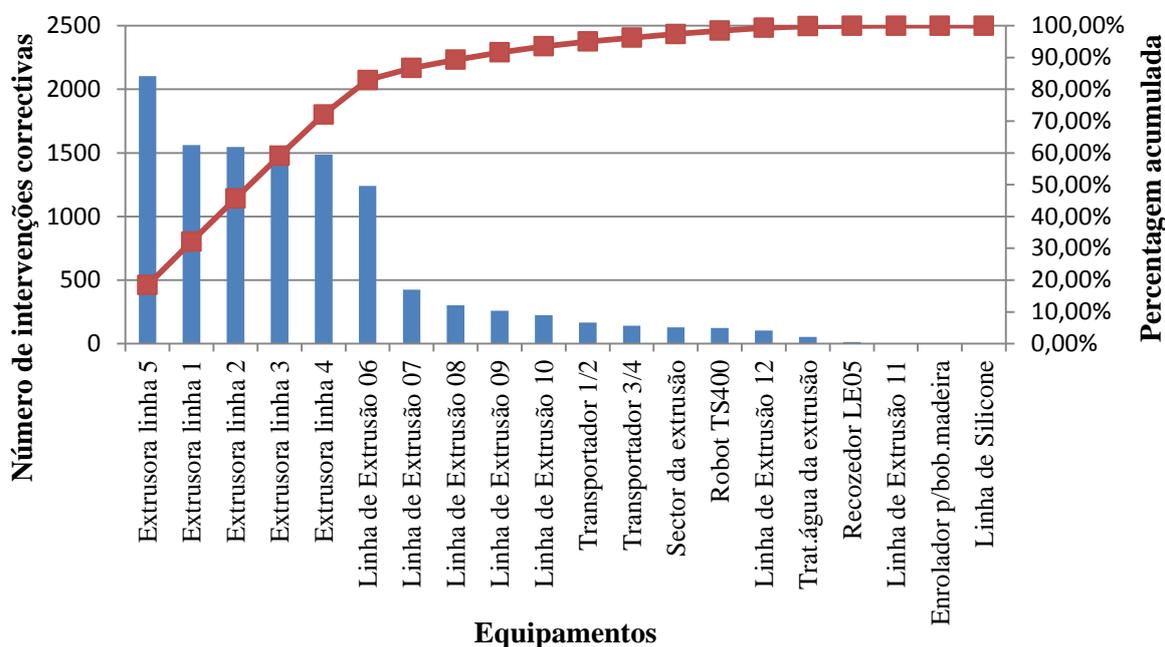


Figura 70 - Número de intervenções correctivas nos equipamentos do tipo extrusão

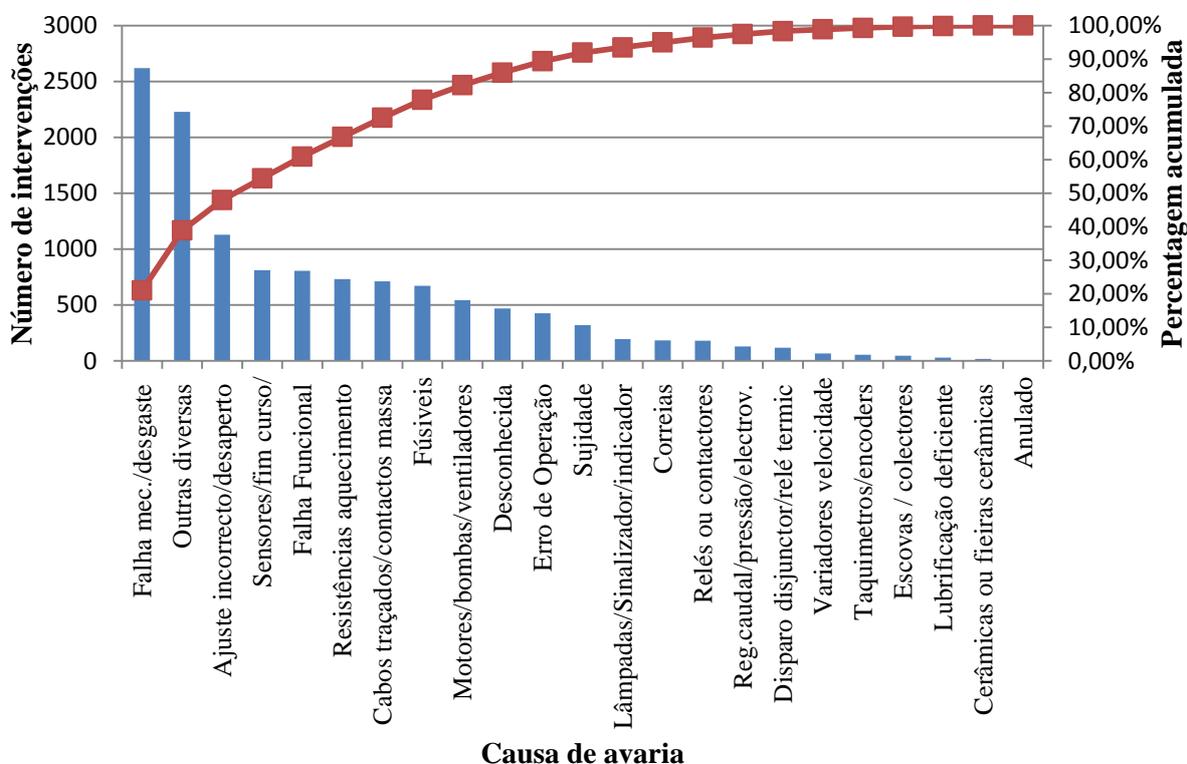


Figura 71 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo extrusão

Na Figura 72 é possível identificar que os sistemas com mais intervenções são o geral (vários), cabeça de extrusão, o enrolador e a extrusora 1 e 2 com 8713 intervenções que corresponde a um total de 69,46%. Contudo, verifica-se 37,74% de intervenções registadas no sistema geral, o que faz com que muitos dos sistemas vejam as suas intervenções não terem sido devidamente registadas no seu sistema, o que torna mais difícil a análise posterior de sistemas críticos.

Quanto às intervenções mais demoradas, constata-se na Figura 73 que os sistemas geral (vários), enrolador, cabeça de extrusão e extrusoras 1 e 2 são os que se destacam com um tempo total gasto de 1009,5 horas que corresponde a 77,30% do total do tempo gasto. Isto demonstra que estes sistemas são os que possuem maior número e horas de intervenção, devendo por isso ser analisadas formas de diminuir estes números para aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

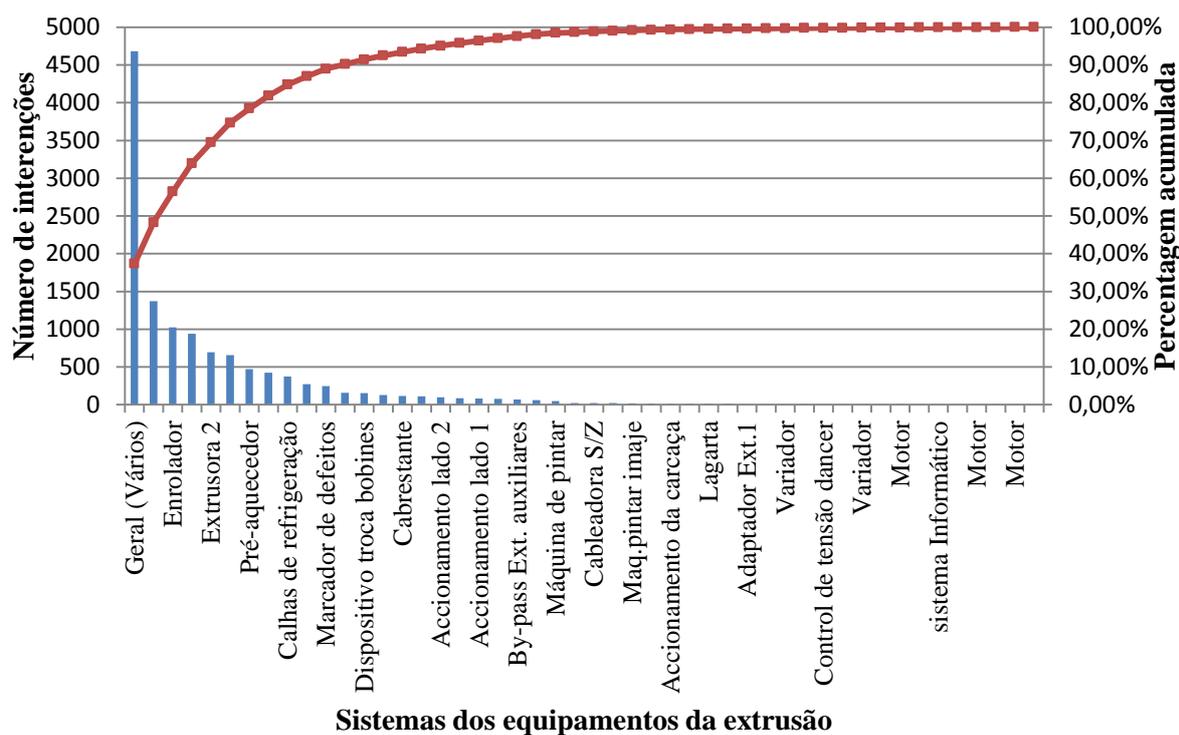


Figura 72 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo extrusão

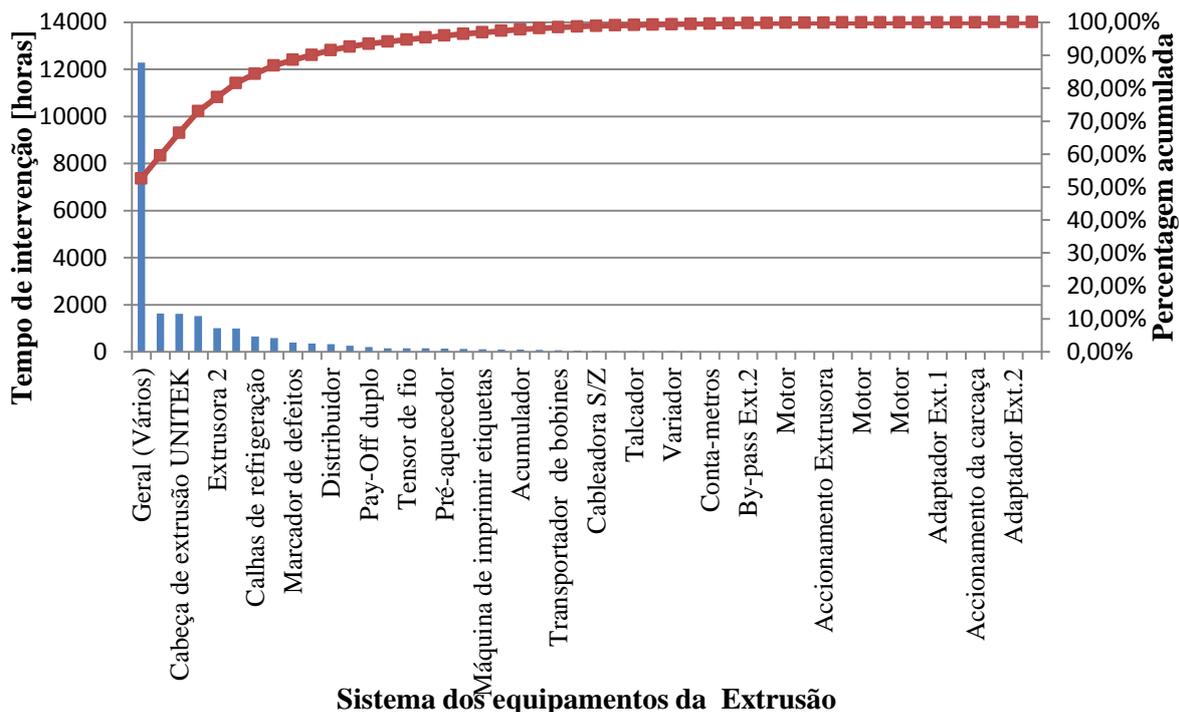


Figura 73 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo extrusão

Na Figura 74 é possível identificar que os sistemas accionamento da extrusora, motor do distribuidor, motor da extrusora 1, variador da extrusora 3 e motor da extrusora 3 são as que em média ocupam mais os técnicos de manutenção. Assim sendo, conclui-se que todo o accionamento nos equipamentos da extrusão são críticos, o que deve ser tomadas atitudes, como dar mais formação aos técnicos, com o intuito de diminuir os tempos médios de intervenção.

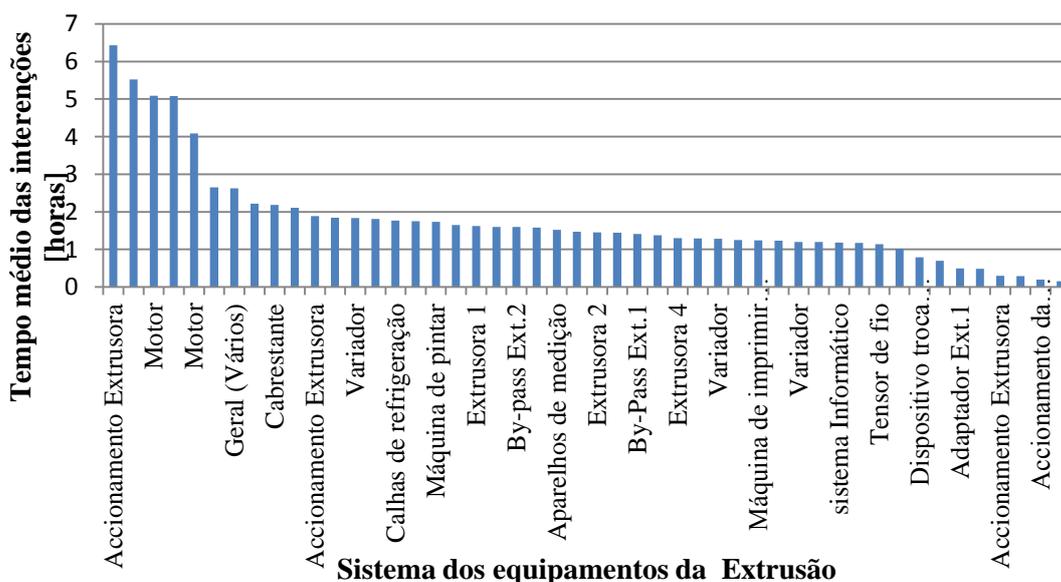


Figura 74 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo extrusão

4.7.5 Análise nos equipamentos do tipo grupos de transferência

Quanto aos grupos de transferência, o nº 6 aparece como o que sofreu mais intervenções correctivas como é possível constatar na Figura 75, com um total de 538 intervenções que corresponde a 19,87% do total das intervenções. Tal como na linha de extrusão nº5, este grupo deve ser analisado mais pormenorizadamente de forma a encontrar pontos de melhoria para que este se comporte como os restantes equipamentos do mesmo tipo.

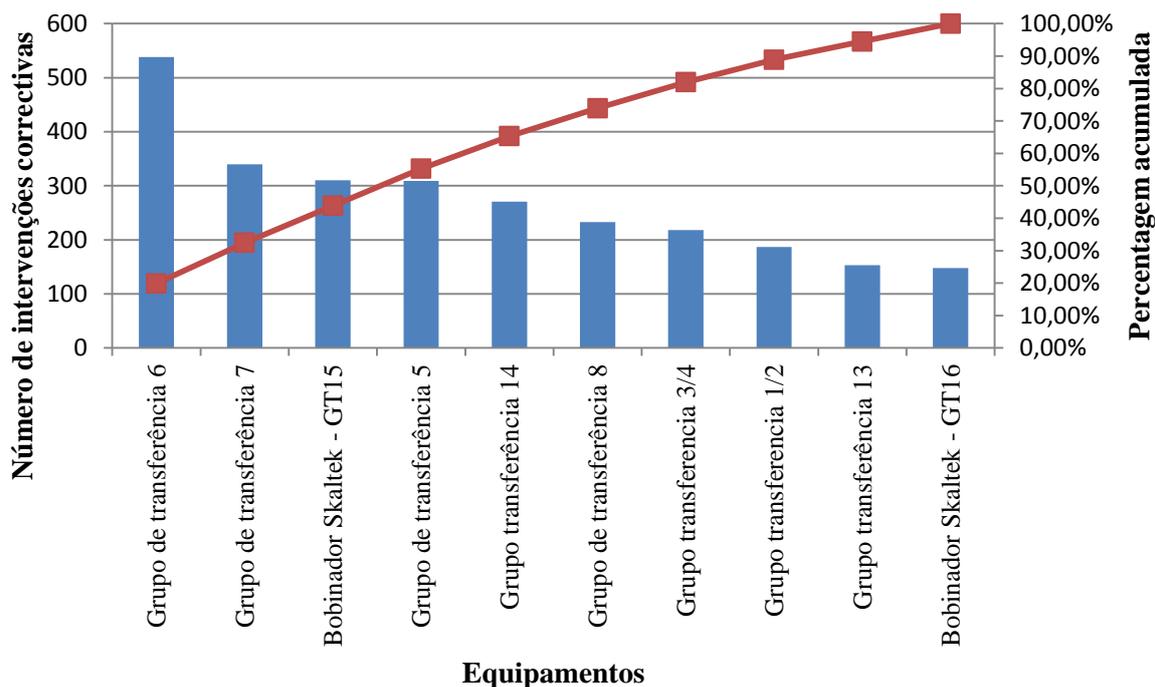


Figura 75 – Número de intervenções por equipamento do tipo grupos de transferência

Em comum com todos os outros tipos de equipamentos estão as três causas de avaria (Figura 76) com maior número de registos, ou seja, as que mais originaram avarias. De seguida aparecem as correias e os cabos traçados/contactos massa. Quanto às correias, estas estão inseridas no *check-list* de manutenção preventiva condicionada, contudo parece que o operador não realiza as suas tarefas com o rigor devido já que são causas que em circunstâncias normais não ocorreriam.

Os sistemas que mais sofreram intervenção são, segundo a Figura 77, o geral (vários), enrolador, máquina de cintar 1 e 2 com um total de 1915 intervenções. Este gráfico permite visualizar a discrepância que existe entre os diferentes sistemas uma vez que o geral possui 1333 intervenções, correspondente a 68,11% do total do número de intervenções. Isto deve-se

ao facto de alguns dos equipamentos não terem disponível os seus sistemas descritos no *software* de manutenção que faz com que o técnico seja obrigado a colocar no sistema geral.

Na Figura 78 é possível verificar que os sistemas com mais tempo de intervenção são os mesmos que apresentam maior número de intervenção. Neste caso existe um grande número de horas registadas no sistema geral, cerca de 2383 horas de intervenção que corresponde a 73,29% do total de horas gastas.

Na Figura 79 identifica-se que os sistemas motor do distribuidor, variador do distribuidor, distribuidor e geral são os que em média têm maior tempo de intervenção. Isto pode dever-se ao facto de as intervenções ocorridas terem sido em pequena quantidade e dessas intervenções resultar um elevado número de horas de intervenção.

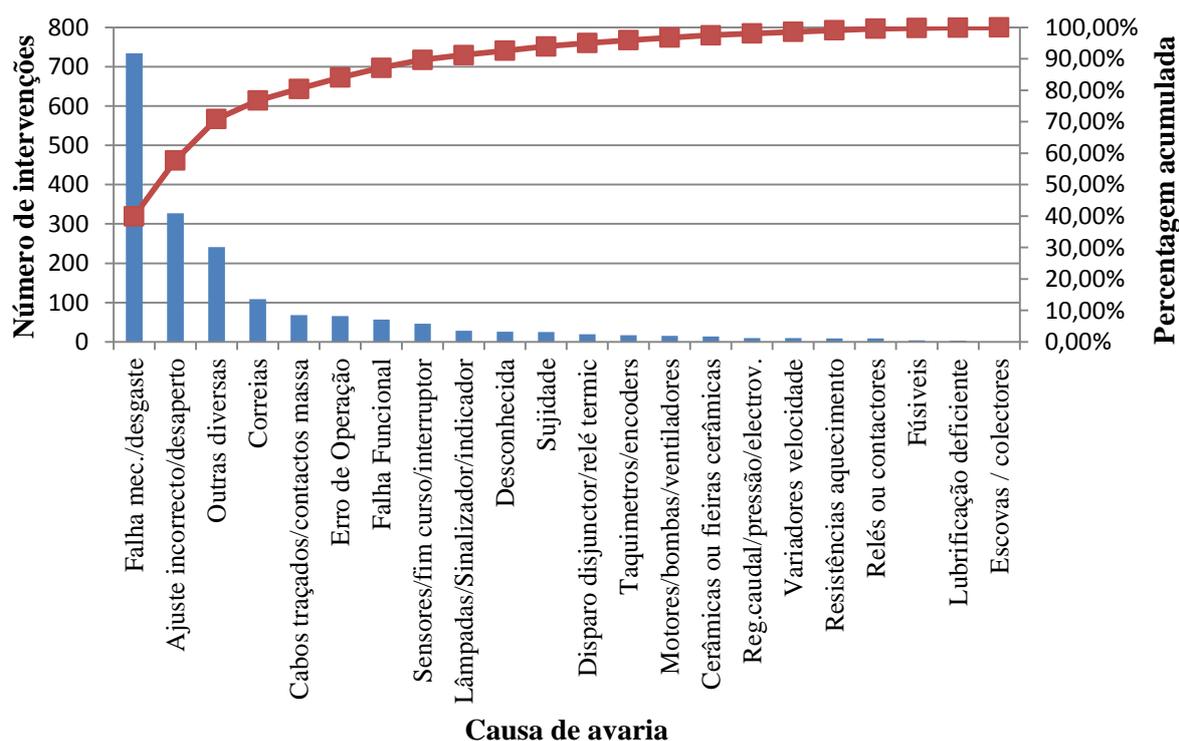
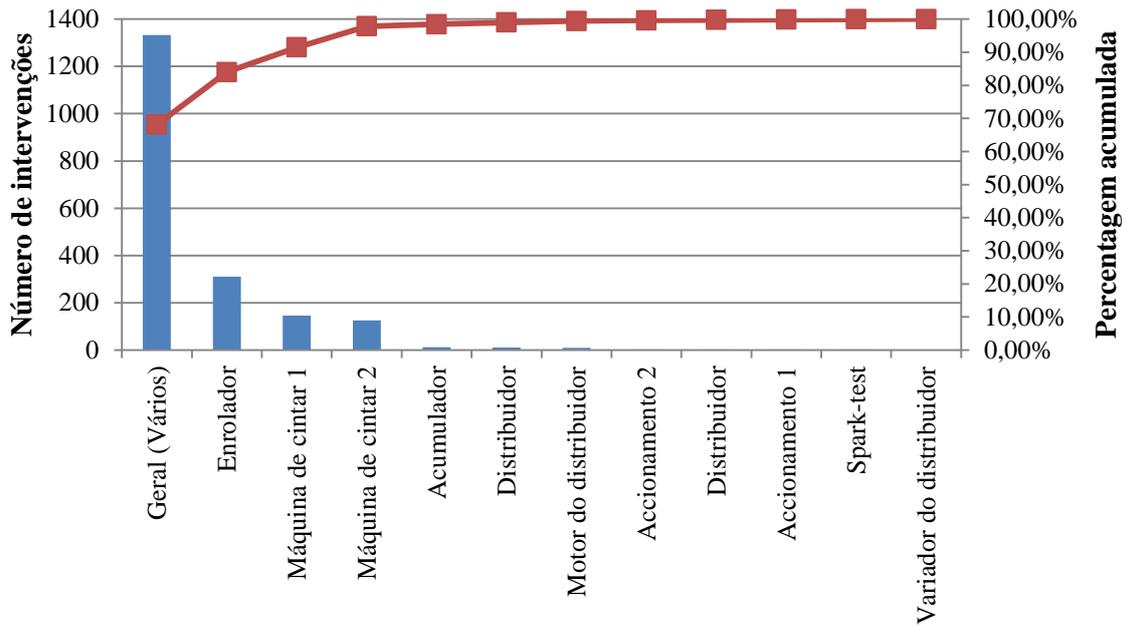
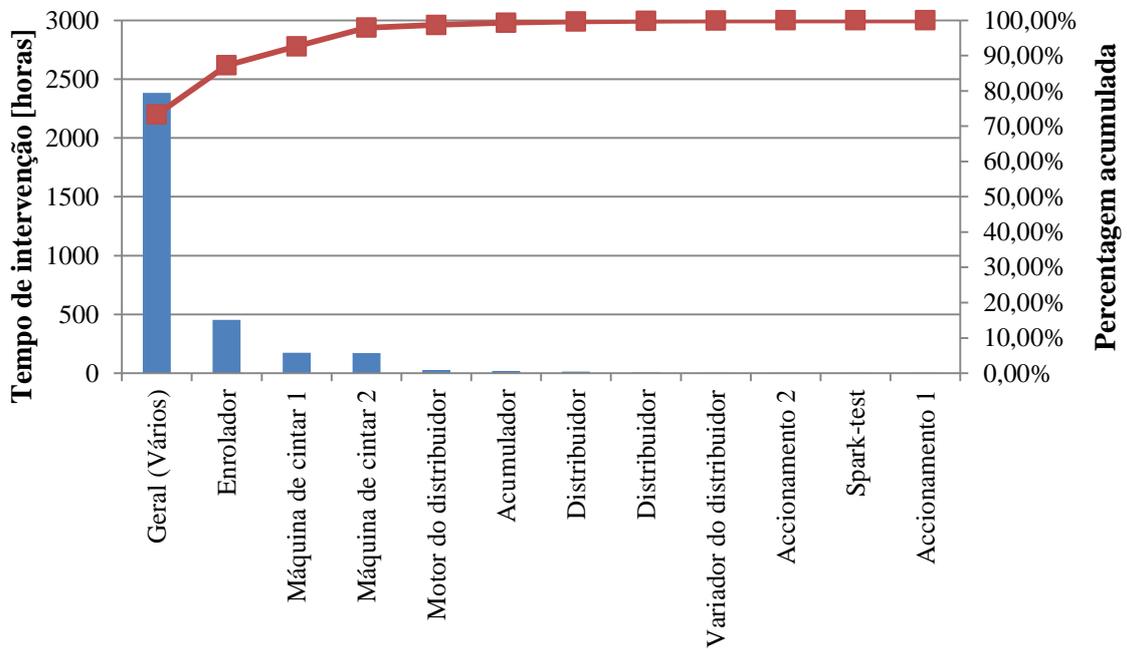


Figura 76 – Número de intervenções por causa de avaria nos equipamentos do tipo grupos de transferência



Sistemas dos equipamentos dos grupos de transferência

Figura 77 – Número de intervenções por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência



Sistemas dos equipamentos dos grupos de transferência

Figura 78 – Tempo de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência

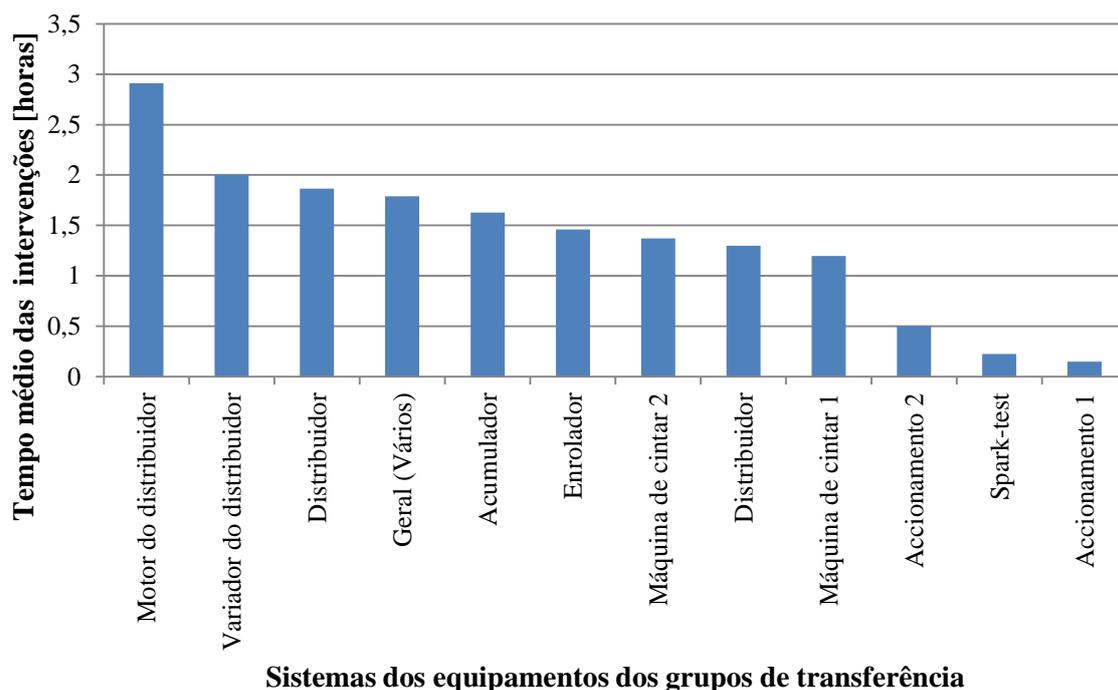


Figura 79 – Tempo médio de intervenção por sistema nos equipamentos do tipo grupos de transferência

4.8 Análise geral do serviço de manutenção

Ao longo do período de estudo foi possível verificar muitos factos importantes e que devem ser melhorados para que se consiga atingir o objectivo da empresa, com a diminuição de custos com o exercício de manutenção e o aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Nesse intervalo de tempo, datado entre 1 de Janeiro de 1996 e 31 de Dezembro de 2011, registou-se um elevado número de intervenções correctivas nomeadamente 86,68% do total das intervenções e que consumiram 63,86% do total do tempo gasto em manutenção. Este valor mostra que existe uma grande quantidade de avarias que ocorrem de forma imprevisível. Contudo, este valor encontra-se sobre valorizado, isto porque foi analisada uma lista de avarias e encontrou-se uma elevada percentagem de intervenções que deviam ser categorizadas como de melhoria, ao contrário de correctivas. Isto pode ter ocorrido por falhas nas interpretações das avarias por parte dos técnicos, e também porque existiam dois termos de opção no grupo da manutenção correctiva curativa, que era a desempanagem e a manutenção correctiva. Durante o estudo na empresa foi possível visualizar que os técnicos registavam como desempanagem as avarias que obrigavam a paragem de produção e como correctivas as avarias de carácter de melhoria, entendendo desta forma o valor acima descrito.

Esta ambiguidade de termos foi corrigida de forma que os estudos a serem realizados posteriormente possuam resultados mais reais.

A manutenção correctiva aparece também como a mais penalizadora em termos de custos, já que 53,56% do total dos custos foram empregues nestes tipos de manutenção. Este é mais um facto que leva a que devem ser estudadas medidas em termos de alteração do tipo de manutenção em alguns sistemas dos equipamentos críticos, para que este elevado de número de intervenções, horas de intervenções e de custos, diminuam.

A manutenção preventiva aparece como um tipo de intervenção que tem pouco peso, apesar das intervenções deste tipo serem em média mais longas. Daí, devem ser estudadas formas de aumentar este tipo de manutenção, diminuindo a correctiva, uma vez que este tipo de manutenção não acarreta os custos de não produção obtendo no final um saldo mais positivo.

Analisando os vários tipos de manutenção foi possível verificar que os cinco principais tipos de equipamento e os edifícios são os que mais intervenções sofrem e os que consumiram mais horas de intervenção. Na mesma análise averiguou-se que os equipamentos com mais intervenções, em caso específico, são todas as linhas de extrusão e os que gastaram mais tempo de intervenção foram a trefiladora multifilar 5, 4 e 2, a linha de extrusão nº5 e a trefiladora unifilar nº1. As linhas de extrusão aparecem como os equipamentos com menor fiabilidade e com menor disponibilidade. Isto permite entender que estes equipamentos são críticos e devem ser alvo de um estudo pormenorizado, de forma a perceber de que forma se pode actuar para melhorar a prestação dos equipamentos. Podem ser estudadas as avarias mais repetitivas para que se criem manutenções preventivas com periodicidade a estudar, ou então, idealizar e verificar a hipótese de substituir os componentes críticos.

Quanto aos equipamentos críticos deve ser feita uma análise mais aprofundada, analisando o comportamento dos custos do ciclo de vida dos vários equipamentos, e verificar se este não ultrapassa os custos de avaria como está apresentado na Figura 8 na secção 1.5.3. Outra hipótese será realizar um estudo de fiabilidade através da lei de Weibull que pode permitir encontrar intervalos de substituição de componentes através da colocação dos equipamentos na curva da banheira, e daí melhorar a intervenção de manutenção preventiva sistemática e condicionada.

Na análise realizada individualmente por cada tipo de equipamento mais crítico, identificaram-se quais os mais críticos, bem como quais os sistemas que devem ser explorados no âmbito do aumento da disponibilidade do equipamento. Em geral, todos os equipamentos têm uma grande parte das intervenções e do tempo gasto na realização das mesmas, alocado ao sistema geral. Em média foi possível contabilizar 38,21% do total de intervenções realizadas a todos os equipamentos associada ao sistema geral, bem como 50,93% do total de número de horas empregues na mesma prática. Isto permite concluir que os sistemas críticos dos equipamentos podem não estar totalmente encontrados com a análise realizada, já que uma grande parte das intervenções não está associada ao seu sistema correcto o que impossibilita um estudo mais real. Para combater este facto deve ser realizada, uma formação de sensibilização aos técnicos, sobre a importância do preenchimento correcto dos vários campos no registo de uma ordem de trabalho.

Na mesma observação foi possível averiguar que as causas de avaria, com mais intervenções, são comuns entre os vários tipos de equipamento, sendo que esse facto podia ter sido causado pela falta de opções de escolha aquando do início de operação do serviço de manutenção, ou então por estas causas serem as que mais abrangem as avarias que ocorrem.

Em suma, verifica-se que existe um grande impacto das intervenções correctivas nos equipamentos fazendo com que exista um custo directo elevado com manutenção sem esquecer todos os custos indirectos inerentes a estes tipos de avarias. Outro facto é que no registo das ordens de trabalho, as causas de avaria e o sistema intervencionado era pouco variado, prejudicando as respectivas análises.

5 Conclusão e propostas de trabalho futuro

A prática da manutenção é essencial e exercida em todas as empresas, sejam estas industriais ou mesmo de serviços. No caso de empresas industriais existe uma grande necessidade desta prática uma vez que garante o máximo de disponibilidade dos equipamentos. Para atingir os objectivos propostos, as empresas devem possuir um sistema devidamente organizado, com a garantia do bom desempenho dos equipamentos, sem esquecer os custos inerentes ao seu exercício. No desempenho da manutenção são necessárias implementações de medidas que visem alcançar o objectivo principal mas que, também permita criar uma base de dados com registos históricos que no futuro permita realizar análises e tomar decisões de melhoria com fundamento.

Neste âmbito foi realizado um estudo prático com aplicação de medidas num conjunto de empresas do mesmo grupo que se dedica essencialmente ao fabrico de cabos eléctricos e de comunicação. Nas diferentes empresas a prática da manutenção, apesar de ser feita pelas mesmas equipas, tinham realidades distintas uma vez que com a abertura de novas instalações não tinha sido explorada a aplicação de novos tipos de manutenção. Este estudo surgiu com a necessidade da empresa evoluir nesta área mas também com o objectivo de diminuir os custos gerais com a manutenção nas empresas do grupo no polo de Ribeirão.

Basicamente, a Cabelauto possuía uma boa filosofia com práticas de manutenção preventiva sistemática, condicionada, inspecções, operações imputadas aos operadores do equipamento com tarefas de 1º nível e de lubrificação, sistemas inventariados dos equipamentos enquanto nas restantes empresas só se aplicava a manutenção correctiva e uma manutenção preventiva não adaptada.

No decorrer desta dissertação foram aplicadas, nas várias empresas do grupo, medidas para melhorar o exercício da manutenção e também, para facilitar a realização posterior de estudos que irão permitir aplicar novas medidas de carácter mais ajustado à realidade do estado dos equipamentos. Assim sendo, foram preparadas para implementação nas várias empresas fichas de manutenção de 1º nível, fichas de lubrificação, guias de tarefas de manutenção de 1º nível, novos *check-list* de manutenção preventiva, novos *check-list* e planos de manutenção condicionada, planos de manutenção preventiva mais ajustados, inventariação dos sistemas dos equipamentos, e um conjunto de melhorias em termos de complementar campos do *software* de apoio à manutenção.

Todas estas melhorias irão contribuir para que seja criada uma base histórica, mais correcta, para que através de análises matemáticas de carácter económico e técnico se consiga tomar decisões de melhoria.

No caso da Cabelauto, foram analisados os seus registos históricos de intervenções de forma a verificar o estado da prática da manutenção nesta empresa. Foi realizada a análise num intervalo de tempo de 15 anos que permitiu averiguar que devem ser feitas melhorias e ajustes de forma a equilibrar os tipos de manutenção aplicados. Neste período foi possível verificar que ocorreram um total de 86,68% de intervenções correctivas que consumiram 63,86% do tempo total gasto em manutenção. Estas intervenções tiveram um peso total de 53,56 % do total dos custos gastos com todas as intervenções contra 14,37 % dos custos com manutenção preventiva. Assim sendo, mostra-se uma grande incidência de intervenções correctivas que deviam ser criteriosamente estudadas para que a realidade fosse alterada para um intervalo óptimo, obtido através do binómio custo de avaria/custo de manutenção apresentado na Figura 9. No decorrer do mesmo estudo foi possível verificar que as cinco áreas de produção principais são as mais críticas, isto é, as que possuem mais intervenções de carácter correctivo. Destes mesmos foram encontrados os sistemas com maior criticidade e que devem ser estudados de forma pormenorizada para que melhorem a sua fiabilidade e daí aumentem a disponibilidade dos equipamentos.

Em suma, foi feito um trabalho complexo de implementação de medidas com intuito de melhorar o serviço de manutenção e iniciado um estudo que permitiu encontrar os equipamentos mais críticos e os respectivos sistemas que carecem de mais atenção.

Para que seja possível dar continuidade ao trabalho realizado seguem de seguida um conjunto de propostas de melhoria:

- Sensibilização dos técnicos de manutenção para a importância do registo correcto das ordens de trabalho;
- Estudos de relação custos de manutenção/custos de avaria aos equipamentos críticos;
- Acompanhamento do custo de ciclo de vida dos equipamentos;
- Realização de uma análise de fiabilidade, pela lei de Weibull, aos sistemas críticos de forma a verificar que em parte se encontram na curva da banheira, estudando assim propostas de melhoria para aumento da fiabilidade com a adequação de novos intervalos de manutenção à realidade actual dos equipamentos;

- Readaptar o mapa de manutenção preventiva dos equipamentos críticos, uma vez que existe uma enorme carga de intervenções correctivas;
- Estudar a hipótese de criar um campo no *software* de manutenção que permita o cálculo do custo de não produção;
- Dar formação especializada aos técnicos de manutenção em áreas que prossuponha um maior conhecimento para que não tenha o equipamento muito tempo no domínio da manutenção, diminuindo o tempo técnico de reparação;

Referências Bibliográficas

1. **Monchy, François.** *A Função Manutenção*. São Paulo : Ebras, 1989.
2. **Souris, Jean-Paul.** *Manutenção Industrial - custo ou benefício?* Lisboa : Lidel, 1992.
3. **Sousa, João.** *Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial*. Guimarães : Universidade do Minho, 2011.
4. **Pinto, Vítor.** *Gestão da Manutenção*. Lisboa : IAPMEI, 1994.
5. **Qualidade, Instituto Português da.** *NP EN 13306 Terminologia da Manutenção*. 2007.
6. **Cabral, José Paulo.** *Organização e gestão da manutenção - dos conceitos à prática*. Lisboa : Lidel, 2006.
7. **Moubray, John.** *Reliability-Centered Maintenance*. s.l. : Industrial Press, 1997.
8. **AFNOR.** *NF X60-010*.
9. **Miranda, António Augusto Sousa.** *Apontamentos das aulas de Manutenção Mecânica*. Guimarães : Universidade do Minho , 1993.
10. **Ben-Daya, M., et al.** *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. s.l. : Springer, 2009.
11. **Qualidade, Instituto Português da.** *EN 13269 Instruções para a realização de contratos*. 2007.
12. **Pinto, Carlos Varela.** *Organização e Gestão da Manutenção*. s.l. : Monitor, 1999.
13. **Assis, Rui e Julião, Jorge.** *Gestão da Manutenção ou Gestão de Activos? (custos ao longo do Ciclo de Vida)*. Lisboa : Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa.
14. **Qualidade, Instituto Português da.** *Requisitos para a prestação de serviços de manutenção*. 2009.
15. **AFNOR.** *NF X06-501*.

16. **Billinton, Allan.** *Reability Evaluation of Engineering Systems - Concepts an Techniques.*
s.l. : Springer, 1992.

17. **Torres, José Manuel Farinha.** *Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão.* Lisboa : Monitor, 2011.

Anexo A – Exemplo de fichas elaboradas no âmbito do caso de estudo

Ficha de Manutenção de 1º Nível da Linha de Extrusão LEBT 01

Oper.Nº	Frequência	Pontos a Verificar	Tarefas a Executar
1	Diária	Interior do enrolador	Limpeza e verificação do estado de conservação
2	Diária	Linha de extrusão e espaço circundante	Limpeza
3	Diária	Grupo hidráulico, tubagens e circuito pneumático da linha	Verificar a existência de fugas / arizar
4	Diária	Guias de fio	Verificação / correção de fixação e alinhamento
5	Diária	Circuito de água de refrigeração do fio (calhas)	Verificação / correção do estado de conservação e funcionamento
6	Diária	Sopradoras	Verificação / correção do estado de conservação e funcionamento
7	Diária	Aparelhos de medição e controlo	Limpeza e verificação do estado de conservação e funcionamento / substituição das baterias (3year 3.6v)
8	Diária	Borachas, fechos, aniladores, iluminação	Verificar funcionamento
9	Diária	Controladoras de diâmetro / pesos / gargantas (caso exista)	Verificação / limpeza da sujidade nas lentes
10	Semanal	Filtros protectores de ventilação dos quadros eléctricos e motores	Limpeza e verificação do estado de conservação / substituição
11	Semanal	Pontos de lubrificação	Verificação, limpeza e lubrificação
12	Semanal	Circuito hidráulico de refrigeração das extrusoras - Termostatoador	Verificação do estado de conservação e funcionamento
13	Quinzenal	Filtros pneumáticos	Purgar e limpar
14	Mensal	Calhas de refrigeração, tanque de água e filtro	Limpeza Geral

A operação n.º 2,4,5,14, gada não ser executada desde que seja autorizada por um gestor de produção que esteja na respectiva folha de registo.

Documento Nº	Data :
Elaborado Por:	Aprovado Por:

Carta de Lubrificação da Linha de Extrusão LEBT 01

Postos	Tipo de Lubrificante	Procedimento / Ferramenta	Frequência	Local de Ação de Lubrificação	Quantidade de Lubrificante
1	TodalComplex 3	Lubrificar	Maneal	Fuso do enrolador	---
2	TodalComplex 3	Limpar / Lubrificar	Quinzenal	Guias de deslocamento do enrolador e distribuidor	---
3	Todalfluid HM 46	Verificar nível / Acrescer	Maneal	Sistema hidráulico do enrolador	---
4	Todalfluid HM 32	Verificar nível / Acrescer	Quinzenal	Sistema pneumático do enrolador Obs. Desligar ar para evitar retirar o degreife	---
5	TodalComplex 3	Lubrificar com Bomba de massa	Maneal	Graxas do eixo do enrolador	2 bombadas
6	Kluberglex AG 11-462	Limpar / Lubrificar	Maneal	Fuso e guias de mesa do enrolador	---
7	TodalComplex 3	Lubrificar com Bomba de massa	Maneal	Graxas chumaceira do enrolador	2 bombadas
8	TodalComplex 3	Lubrificar com Bomba de massa	Maneal	Graxas do motor da extrusora auxiliar Magné	2 bombadas
9	TodalComplex 3	Lubrificar com Bomba de massa	Quinzenal	Graxas do motor da extrusora auxiliar Magné	4 bombadas
10	TodalComplex 3	Limpar / Lubrificar com Bomba de massa	Maneal	Graxas superficiais deslocamento da extrusora auxiliar Magné	1 bombada
11	Todal CC 320	Verificar nível / Acrescer	Maneal	Caixa redutora da extrusora auxiliar Magné	Substituir anualmente
12	Todalfluid HM 46	Verificar nível / Acrescer	Maneal	Sistema hidráulico do suporte da cabeça da extrusão	Substituir anualmente
13	TodalComplex 3	Limpar / Lubrificar	Diária	Guias de deslocamento do dancer de saída	---
14	Kluberglex AG 11-462	Lubrificar	Maneal	Cimento do dancer de saída	---
15	Todal CC 320	Verificar nível / Acrescer	Maneal	Caixa engrenagens extrusora principal Francis Snow	Substituir anualmente
16	Scal therm HT	Verificar nível / Acrescer	Maneal	Termostato (Aquecedor do fuso extrusora principal)	Substituir anualmente
17	Todal CC 100	Lubrificar	Semanal	Partes de aço expostas	---

Documento Nº DI-

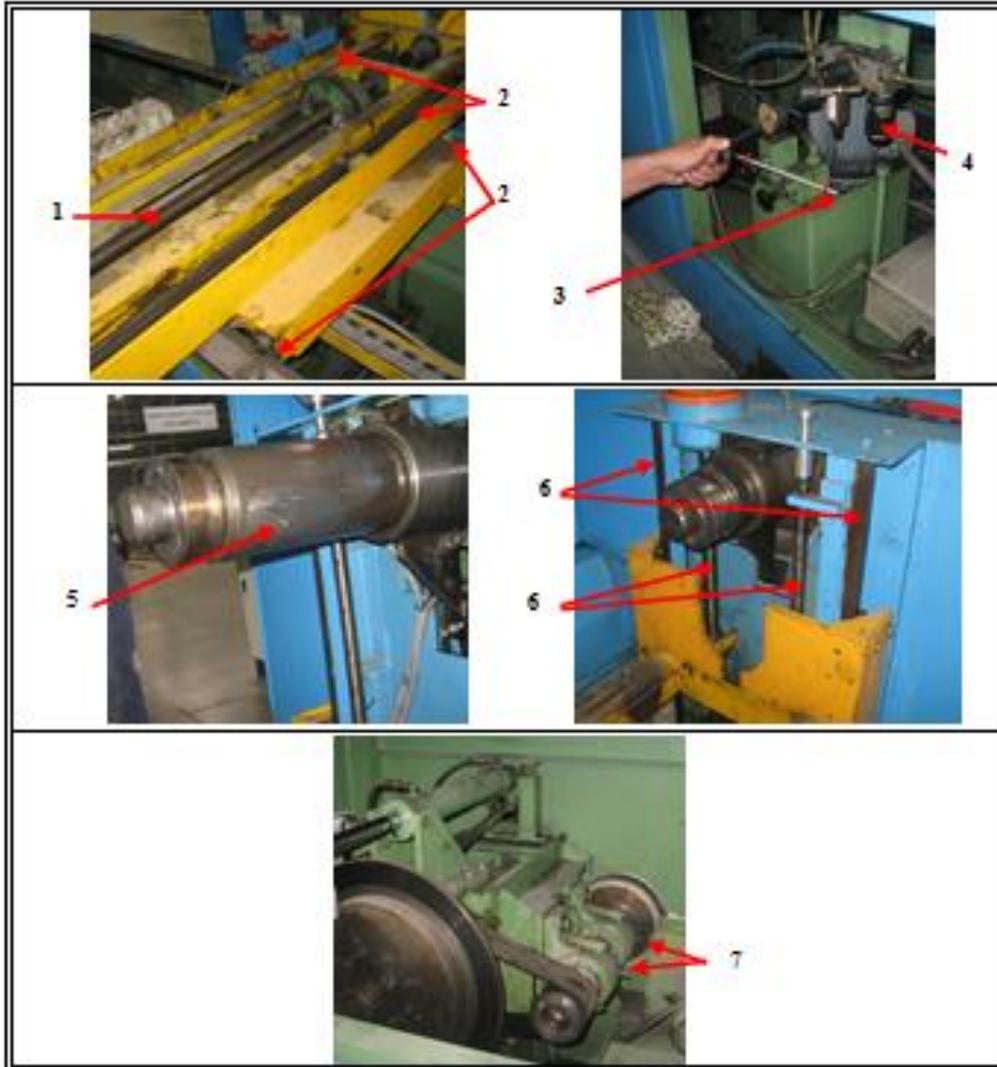
Data :

Elaborado Por:

Aprovado Por:

Página 1/3

Carta de Lubrificação da Linha de Extrusão LEBT 01



Documento Nº DI -	Data :
Elaborado Por:	Aprovado Por:

Descrição do Trabalho Pré-Preparado

MANUTENÇÃO PREVENTIVA
Linha de extrusão LEBT01

1.-Colocar a placa de "Equipamento em Manutenção".

1.1 - Desligar o interruptor geral e bloquea-lo com um aloquete.

2.-Efectuar as acções ordinárias abaixo indicadas.

2.1-Desenrolador duplo (bob 630)

()-Limpar o detector de soldas de poeiras ou pontas de cobre. (*)

()-Verificar se o arame do detector está em boas condições (bem fixo e em posição ligeiramente mais baixa do que a base).

()-Verificar estado dos aros.

()-Verificar fugas no circuito hidráulico de elevação da bobina.

2.2-Grupos tensores

()-Limpar de poeiras de cobre o tensor das almas de cobre. (*)

()-Verificar o estado das fieira de entrada(sem rasgos).

()-Verificar as polias dos tensor (rodar livremente e sem folgas).

()-Verificar o estado da correia e a sua tensão.

()-Verificar o detector de fio (caso exista) e testar o seu funcionamento.

2.3-Cabeça de extrusão

()-Desligar as extrusoras e desacoplar o carrinho das cabeças. (*)

()-Verificar o estado das sondas.

()-Verificar as cainas das resistências e cabos de alimentação.

()-Verificar o circuito hidráulico (procurar fugas).

()-Verificar o nível do óleo do grupo hidráulico. (*)

()-Desmontar o by-pass da extrusora auxiliar para limpeza. (*)

()-Desmontar o by-pass da extrusora principal para limpeza. (*)

2.4-Calha de refrigeração extensível

()-Verificar o estado e funcionamento dos bicos de refrig. (*)

()-Verificar o estado e funcionamento dos dispositivos de limpeza da humidade do fio, bem como tubos do ar.

()-Verificar o estado e funcionamento do detector quebra de fio.

()-Verificar (caso existam) o funcionamento do aspirador de humidade e da bomba de extração e respectivos tubos.

()-Verificar o estado dos roletes, passadores de esgoto e substituí-los se necessário.

()-Verificar circuito de água e eliminar fugas ou efectuar substituições necessárias.

2.5-Calha de refrigeração fixa

()-Verificar o estado das polias de desvio do fio na entrada da calha (polias devem rodar livres e sem folgas).

()-Verificar o estado e funcionamento dos bicos de água. (*)

()-Verificar o estado dos dispositivos de limpeza de humidade do fio e respectivos tubos de ar.

()-Verificar o funcionamento (caso existam) do aspirador de humidade do fio e da bomba de extração e respectivos tubos.

()-Desmontar o filtro de entrada de água para limpeza. (*)

()-Verificar o detector de quebra de fio.

()-Verificar o estado dos roletes, passadores de esgoto e substituí-los se necessário.

Descrição do Trabalho Pré-Preparado

- ()-Verificar circuito de água e eliminar fugas ou efectuar substituições necessárias.
- 2.6-Cabeça de medida diâmetro
- ()-Soprar a cabeça para retirar poeiras e limpar as lentes com lenço de papel. (*)
 - ()-Verificar se todas as fichas estão bem fixas.
- 2.7-Bloco de secagem
- ()-Verificar estado geral dos sopradores.
 - ()-Verificar estado das mangueiras e eliminar fugas ou substituí-las se necessário.
- 2.8-Sparktest
- ()-Soprar e limpar todo o eléctrodo. (*)
 - ()-Verificar o estado das correntes de esferas.
 - ()-Verificar a ligação de terra da caixa.
 - ()-Verificar se as fichas estão bem fixas.
- 2.9-Roletes guia fio
- ()-Limpar e lubrificar os roletes. (*)
 - ()-Verificar a fixação.
- 2.10-Dancer de saída
- ()-Verificar o estado da corrente (elos e desgaste).
 - ()-Verificar o estado e folga das roldanas.
 - ()-Verificar sistema de tensão.
- 2.11.-Extrusoras
- 2.11.1-Extrusora principal (Francis Shaw tipo MP 100-24D)
- 2.11.1.1-Sistema de accionamento/transmissões motor/redutor
- ()-Verificar estado das correias (tensão e desgaste).
 - ()-Substituir o filtro de ar do motor. (*)
- 2.11.1.2-Sistema de refrigeração
- ()-Verificar estado e fugas do circuito de água, eliminando fugas e efectuando as substituições necessárias.
- 2.11.1.3-Tremonhas, bloco de aspiração e doseamento
- ()-Verificar estado das mangueira e eliminar fugas ou substituí-las se necessário.
 - ()-Limpar (ou substituir) o filtro do aspirador.
 - ()-Motores dos colorímetros
 - Verificar a fixação.
 - Verificar os acoplamentos de borracha.
 - Verificar (testar) a electroválvula.
 - Verificar a fixação dos cabos.
 - ()-verificar estado geral da bomba de vácuo.
- 2.11.2-Extrusora auxiliar Mapré tipo E1.45-25D
- ()-Repetir as operações indicadas em 3.1
- 2.12.1-Enrolador duplo Gauder 41-4097
- 2.12.1.1.Sistema de distribuição
- ()-Verificar o estado dos roletes, roldanas, sem-fim e fazer todas as substituições necessárias.

Descrição do Trabalho Pré-Preparado

2.12.1.2-Sistema carga/descarga das bobinas 1 e 2

()-Verificar o estado geral de funcionamento e fazer as substituições necessárias

2.12.1.3-Sistema de accionamento das bobinas 1 e 2

()-Verificar o estado das correias (tensão e desgaste) e esticá-las ou substituí-las se necessário.

()-Verificar os pinos.

2.12.1.4-Sistema hidraulico

()-Verificar estado da tubagem e funcionamento das electroválvulas.

()-Verificar fugas e eliminá-las.

2.12.1.5-Sistema de frenagem

()-Verificar estado/desgaste do disco de frenagem.

()-Verificar desgaste dos calços e substituí-los se necessário.

()-Verificar folgas no sistema de accionamento.

2.13.1 - Armário eléctricos

()-Verificar estado dos filtros e substituí-los se necessário.

()- Verificar/limpar/organizar cablagens nos quadros eléctricos

()- Reapertar circuitos de potência

NOTAS

-Altura das escovas motores das extrusoras -motor min: 12mm

-taquímetro min: 8mm

-Altura das escovas motor cabrestante -motor min: 12mm

-taquímetro min: 4mm

3.- Executar as inspecções extraordinárias conforme ficha de inspecção anexa e fazer os registos no MAC.

4.- Testar o circuito de emergência.

()- Carregar em todos os botões de emergência para testar;

- Os botões devem ficar actuados, e o seu desencravamento não deve provocar o arranque da máquina;

()- Verificar as protecções e sistemas de encravamento;

5.- Verificar dispositivos de sinalização (lâmpadas e sinalizadores).

6.- Retirar placa de equipamento em manutenção e acompanhar o arranque

* - operações a executar pelo operador responsável do equipamento.

Nota: o responsável pela preventiva é o técnico que a executa, cabe a este verificar a correcta execução da mesma solicitando ao(s) operador(es) que o assiste(m) toda a colaboração necessária e delegando neste(s) a execução das tarefas que achar conveniente.

Inspecções por Equipamento

15/03/12

Equipamento : LEBT01 - Linha Extrusão Flexíveis LEBT01

Localização : R122 - Extrusão Flexíveis BT

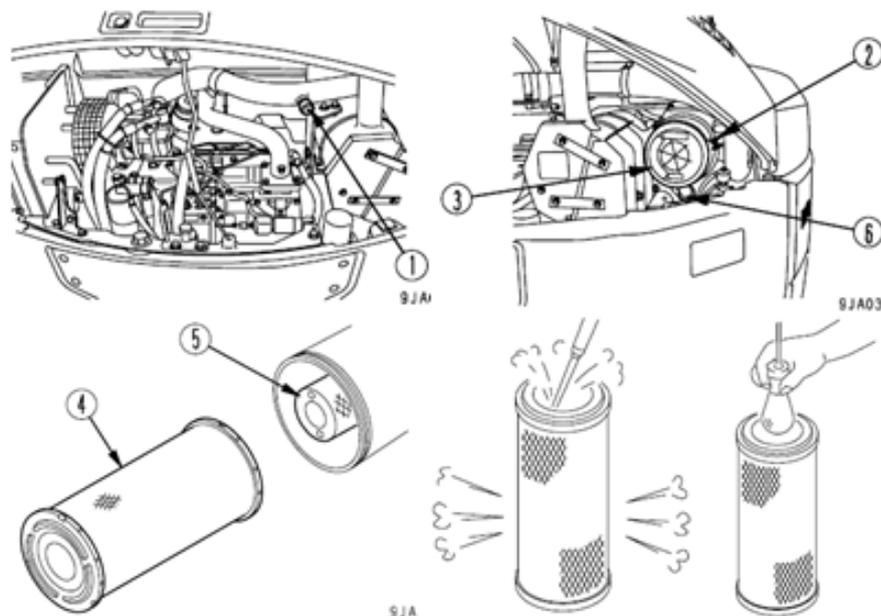
Orgão a Inspecionar	Descrição da Inspecção	Trd	Tempo hh:mm	Freq.	Percorso No. Ordem	Ultima Insp.	Próxima Insp.
Motor accionamento extrusora principal	<ul style="list-style-type: none"> -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megaohmímetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspecções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megaohmímetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspecções. 	MAN	0.10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Motor accionamento extrusora principal - taquímetro	<ul style="list-style-type: none"> -Voltar a ligar os fios. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. 	MAN	0.10	32 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora principal	<ul style="list-style-type: none"> -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megaohmímetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspecções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megaohmímetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspecções. 	MAN	0.10	16 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megaohmímetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspecções. -Voltar a ligar os fios. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. 	MAN	0.10	16 S	LE	18/01/12	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar - taquímetro	<ul style="list-style-type: none"> -Voltar a ligar os fios. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. 	MAN	0.10	32 S	LE	/ /	07/05/12
Motor accionamento extrusora auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> -Voltar a ligar os fios. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = ** . mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. 	MAN	0.10	16 S	LE	/ /	07/05/12

Órgão a Inspeccionar	Descrição da Inspeção	Trd	Tempo hh:mm	Freq. No.	Percorso No. Ordem	Última Insp.	Próxima Insp.
Motor nº1 plástico ext. auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspeções. 	MAN	0.10	16 S LE	/ /	07/05/12	
Motor nº2 plástico ext. auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. 	MAN	0.10	16 S LE	/ /	07/05/12	
Enrolador-Motor accionamento Bobina nº1	<ul style="list-style-type: none"> -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspeções. 	MAN	0.10	16 S LE	18/01/12	07/05/12	
Enrolador- Motor Accionamento Bobina nº1 - Taquímetro	<ul style="list-style-type: none"> -Voltar a ligar os fios. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspeções. 	MAN	0.10	16 S LE	/ /	07/05/12	
Enrolador-Motor accionamento Bobina nº2	<ul style="list-style-type: none"> -Verificar as molas dos porta escovas. -Verificar se as escovas se desgastaram uniformemente. -Retirar uma escova (a mais baixa) e medir; verificar se tem a altura mínima (min. = **.* mm). -Verificar as molas dos porta escovas. -Desligar os fios de alimentação da armadura. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Executar a medição e tomar nota do respectivo valor na ficha de inspeções. -Voltar a ligar os fios de alimentação. -Desligar os fios de alimentação do campo. -Ligar o megohmmetro entre um dos fios e a terra. -Efectuar a medida e tomar nota do valor na ficha de inspeções. 	MAN	0.10	32 S LE	/ /	07/05/12	
		MAN	0.10	16 S LE	18/01/12	07/05/12	
		MAN	0.10	16 S LE	18/01/12	07/05/12	

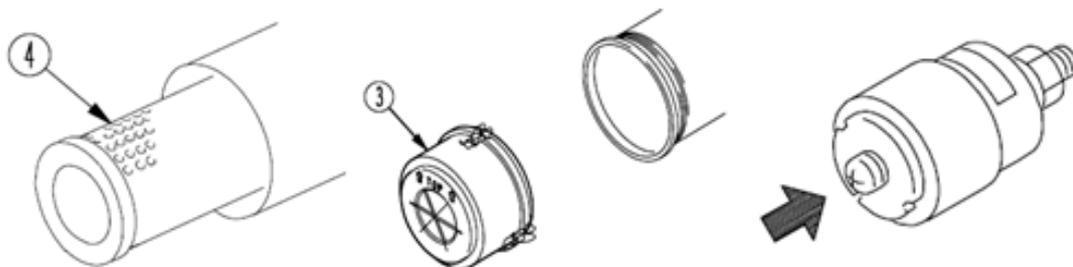
Auxiliar de Explicação de Tarefas de 1º nível e de Lubrificação Komatsu**Manutenção de 1º nível – Tarefa nº 8
Verificação, limpeza do cartucho do filtro do ar**

Execute as seguintes operações sempre que o indicador de entupimento estiver vermelho.

1. Abra a capota do motor.
2. Desengate os retentores (2) e remova a tampa (3).
3. Extraia o elemento filtrante primário (4).
4. Limpe o interior do corpo do filtro, a tampa (3) e a válvula de descarga (6).
5. Bata levemente o elemento filtrante (4) na palma da mão para fazer cair o pó e sopre com ar comprimido a superfície interna mantendo o jacto a uma distância de aproximadamente 15 cm controlando que a pressão não exceda os 4-5 bar.
6. Após limpeza, verifique a integridade da superfície filtrante, inserindo uma lâmpada no interior do cartucho e também controle com atenção as vedações frontais. Se o cartucho estiver danificado, é necessário informar a manutenção, para chamar a equipa técnica.
7. Insira o cartucho limpo (4).
8. Posicione a tampa (3) com a válvula de descarga (6) virada para baixo e fixe-a com os retentores (2).
9. Pressione o botão do indicador de entupimento (1) para voltar a colocar o pistão vermelho na sua posição original.



Documento Nº DI -	Data :
Elaborado Por:	Aprovado Por:

Auxiliar de Explicação de Tarefas de 1º nível e de Lubrificação Komatsu**Manutenção de 1º nível – Tarefa nº 8 (cont.)
Verificação, limpeza do cartucho do filtro do ar****Importante:**

O sistema de filtragem do ar é constituído por um elemento filtrante primário de grande capacidade e por um elemento filtrante secundário para uma protecção suplementar de segurança. O elemento filtrante primário pode ser limpo com ar comprimido, enquanto o elemento filtrante secundário só pode ser substituído.

Limpe sempre que o pequeno pistão vermelho do indicador de entupimento (1) se tornar visível.

Não limpe o cartucho antes que apareça o pistão vermelho no indicador de entupimento (1). De qualquer forma, verifique o estado do cartucho em cada 50 horas de funcionamento da máquina.

Não remova o elemento filtrante secundário (5). Se for removido, o pó pode penetrar no interior da conduta de aspiração causando danos no motor.

Pedir a substituição dos elementos filtrantes, sempre que após a limpeza do filtro primário, aparecer o pistão vermelho do indicador de poeira.

Informar a manutenção após a 6ª limpeza do elemento filtrante primário ou após um ano de forma a providenciar a substituição dos filtros.

Documento Nº DI -	Data :
Elaborado Por:	Aprovado Por:

		<p align="center">DIRECÇÃO INDUSTRIAL</p> <p align="center">Plano de Atribuição de Responsabilidades - Manutenção de 1º Nível</p>	
	Máquina Responsável		
LEBT01	Desenroladores/Extrusoras		
	Calhas de Refrigeração/Q. Eléctr. Enrolador/Bancada	1	20034 Hélder Nunes
LEBT02	Desenroladores/Extrusoras		
	Calhas de Refrigeração/Q. Eléctr. Enrolador/Bancada	1	20043 Adelino Menezes
LEBT04	Desenroladores/Extrusoras		
	Calhas de Refrigeração/Q. Eléctr. Enrolador/Bancada	1	20039 Nuno Ribeiro
LEBT06	Desenroladores/Extrusoras		
	Calhas de Refrigeração/Q. Eléctr. Enrolador/Bancada	1	20087 Paulo Gonçalves
CBBT01	Cableadora Nº1		
	Cableadora Nº2		
	Cableadora Nº3	1	20095 Fui Gonçalves
LEBT08	Desenroladores/SZ		
	Extrusoras		
LEBT09	Calhas de Refr./Q. Eléctr./Enrolador/Bancada	1	20091 Marco Sampaio
	Desenroladores/SZ		
LEBT11	Calhas de Refr./Q. Eléctr./Enrolador/Bancada	1	20098 Miguel Marques
	Extrusoras		
	Calhas de Refr./Q. Eléctr./Enrolador/Bancada	1	20096 Miguel Carvalho
			20098 Miguel Marques
			20095 Fui Gonçalves
			20087 Paulo Gonçalves
			20091 Marco Sampaio
			20095 Fui Gonçalves
			20096 Miguel Carvalho
			20098 Miguel Marques
			20099 Ivan Silva
			20103 Nuno Balazero
			20110 Pedro Andrade
			20122 João Silva
			20004 Sérgio Moreira
			20058 Marcio Monteiro
			20059 Daniel Magalhães
			20067 Filipe Amorim
			20072 Pedro Dchoa
			20086 Marco Costa
			20032 Sérgio Carvalho
			20118 Henrique Sousa
			20126 José Moisés Cruz
			20207 Paulo Pinheiro
			20089 Manuel Sousa