



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

# **Desenvolvimento de uma ferramenta informática de apoio à gestão integrada da manutenção e da produção numa empresa de reciclagem de cabos elétricos**

**Mauro Daniel Figueiredo Pereira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia e Gestão Industrial**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Davide Sérgio Batista da Fonseca

**Covilhã, Outubro de 2015**

# Dedicatória

Dedico este trabalho às pessoas que fizeram parte da minha vida nesta dura caminhada, que sempre acreditaram em mim e me acompanharam com dedicação.

# Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos a todos os colegas, amigos e familiares que foram fundamentais para a elaboração da presente tese e tornaram, assim, possível a concretização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo constante amor incondicional e educação que me levaram a ser a pessoa que sou hoje.

Ao Sr. António Carreto, e D<sup>a</sup>. Piedade Carreto, por me terem dado a oportunidade de trabalhar na empresa, terem estado sempre ao meu lado para tudo que necessitasse e me terem disponibilizado todos os dados e ajudas para que a presente tese fosse elaborada.

A uma pessoa especial, Margarida Lopes, obrigado pelo carinho e amizade e amor por todos os momentos partilhados que jamais esquecerei, sem ela este trabalho seria impossível de ser realizado.

Um agradecimento especial ao meu Orientador Davide Fonseca pela ajuda, compreensão, orientação da presente dissertação, pela sua disponibilidade, encorajamento, pelos seus conselhos.

# Resumo

Na presente dissertação efetua-se uma análise de conceitos gerais de manutenção aplicados a uma indústria de reciclagem de cabos elétricos. Contempla as fases de implementação, organização e otimização de tarefas de manutenção, aplicadas ao conjunto de equipamentos produtivos, em ambiente de produção contínua, na empresa A. F. Carreto & Filhos S.A..

Na empresa, o parque de equipamentos, objeto de manutenção, encontra-se dividido em três grandes grupos. São eles: Equipamentos diretamente ligados à transformação; Equipamentos utilizados no processo de triagem; Equipamento auxiliar. Neste trabalho vão ser tratados com mais enfoque os equipamentos diretamente ligados à transformação.

Neste contexto, o trabalho visa o estudo desses equipamentos, em particular as operações de manutenção necessárias, e criação de um Software que facilite a tarefa de gestão de manutenção, com o objetivo de maximizar o tempo de produção minimizando as avarias e tempos de paragem.

Procede-se à organização na Zona Industrial de Castelo Branco, equipamento principal do mecanismo de trituração e separação de metais e plásticos de diferentes densidades.

Através dos dados disponíveis, faz-se uma análise da alteração dos custos de manutenção antes e após a aplicação de planos de manutenção, bem como a alteração da produção.

Identificada a potencialidade de desenvolvimento da função da manutenção dos equipamentos variáveis, cria-se um sistema de informação capaz de acolher a quantidade considerável de dados, onde se processa o registo de dados, que torna a tarefa de manutenção mais fiável, com menos hipótese de falhas. Com a utilização deste Software ainda existe a possibilidade de qualquer colaborador ser capaz de executar a tarefa de manutenção devido aos procedimentos que o Software disponibiliza.

O Software de manutenção diretamente ligado com o programa de gestão da empresa torna-se uma ferramenta preciosa para que se possa ter um maior controlo da manutenção efetuada na empresa.

## Palavras-chave

Manutenção, Produção, Software

# Abstract

At the present Master's thesis, an analysis of general maintenance concepts applied to an electrical cable recycling industry is made. It includes the stages of implementation, organization and optimization of maintenance tasks, applied to the set of production equipment, in continuous production environment, at A. F. Carreto & Filhos, S.A. company.

At the company, the equipment park, subject of maintenance, is divided in three major service groups, which are: devices directly linked to transformation; devices used at the screening process; and auxiliary group. This study will focus on the equipment directly linked to transformation.

In this context, this work aims to study these items, specifically the required maintenance procedures, and to create a Software that facilitates the maintenance management task, in order to maximize production time, by minimizing breakdowns and downtime.

It shall be organized in Castelo Branco - Industrial Zone, main grinder and separation equipment of metals and plastics of different densities.

From the available data, it is possible to analyze changes in maintenance costs before and after the application of maintenance plans and also to understand production changes.

Once identified the potential in developing the maintenance function for the several equipment, it creates an information system capable of hosting a considerable amount of data, recording it, and making the maintenance task more reliable, with less chance of failures. By using this Software, I believe that it is possible to any employee be able to perform the maintenance task, because the Software shows them what to do, step by step.

The maintenance software directly connected with the company's management program becomes a valuable tool so you can have more control of the maintenance performed in the company.

## Keywords

Maintenance, Production, Software

# Índice

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract.....	v
Índice .....	vi
Lista de Acrónimos.....	xiii
1. Capítulo 1 Introdução.....	1
1.1. Enquadramento global.....	1
1.2. Objetivos .....	1
1.3. Estrutura da Dissertação .....	2
2 Capítulo 2 Apresentação da Empresa .....	3
2.1 Introdução .....	3
2.2 Instalações .....	4
2.3 Equipamentos de produção .....	6
2.3.1 Equipamentos de produção .....	6
2.3.2 Equipamentos de produção .....	8
2.3.2.1 Trituradora BDR 2400 .....	8
2.3.2.2 Bano MAC 1300 .....	10
2.3.2.3 Guidetti Sincro 530 C .....	11
2.3.2.4 IRS SA 600 .....	14

2.3.2.5	Grupo Auxiliar .....	16
2.4	Processo produtivo .....	16
2.5	Evolução de vendas .....	18
3	Capítulo 3 Enquadramento teórico.....	21
3.1	Manutenção.....	21
3.1.1	História da Manutenção .....	22
3.2	Tipos de Manutenção .....	23
3.2.1	Manutenção Corretiva .....	24
3.2.2	Manutenção Periódica .....	24
3.3	Filosofias de Manutenção .....	26
3.3.1	TPM (Manutenção produtiva total) .....	26
3.3.2	TQM (Gestão da Qualidade Total) .....	28
3.3.3	RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade) .....	28
4	Capítulo 4 Estudo de caso .....	30
4.1	Tipos de manutenção existentes na empresa .....	30
4.1.1	Planos de manutenção e relatório de manutenção não programada.....	31
4.1.2	Apresentação dos resultados .....	34
4.2	Criação de Software informático para gestão de manutenção .....	40
4.2.1	Estrutura e funcionamento do programa.....	42
5	Capítulo 5 Conclusões, Sugestões para investigações futuras.....	49
5.1	Conclusões .....	49
5.2	Sugestões para investigações futuras .....	49

Bibliografia.....	50
Anexo 1- Relatório de manutenção não programada .....	51

# Lista de Figuras

Figura 1: Estrutura organizacional da empresa	3
Figura 2: Instalações de Casal de Cambra	4
Figura 3: Instalações de Pero Pinheiro	5
Figura 4: Instalações de Castelo Branco	5
Figura 5: Equipamento de produção	6
Figura 6: Holmatro	7
Figura 7: Aligator	7
Figura 8: Deltax	7
Figura 9: Maxi 100	7
Figura 10: Addax	7
Figura 11: BDR 2400	9
Figura 12: Bano MAC 1300	10
Figura 13: Bano MAC 1300	11
Figura 14: Guidetti Sincro 530 C	12
Figura 15: Moinho Ghibli 504	13
Figura 16: Filtros tratamento de ar	13
Figura 17: Sistema de refrigeração Ghibli	14
Figura 18: IRS SA 600	15
Figura 19: Tipos de Cobre	17
	ix

Figura 20: Processo produtivo	18
Figura 21: Evolução Manutenção segundo Moubray	22
Figura 22: Tipos de Manutenção	23
Figura 23: Oito pilares TPM segundo Pinto Xavier	27
Figura 24: Modelo de decisão e análise RCM, proposto pela NASA	29
Figura 25: Plano de manutenção Mac 1300 semanal/quinzenal	31
Figura 26: Plano de manutenção mensal MAC 1300	32
Figura 27: Plano de manutenção Sincro semanal/quinzenal e mensal	32
Figura 28: Plano de manutenção Sincro, para períodos de tempo superiores a um mês	33
Figura 29: Plano de Manutenção IRS	33
Figura 30: Estrutura do Software	42
Figura 31: Introdução de ordem de trabalhos	43
Figura 32: Selecção de máquina e horas de alerta	44
Figura 33: Introdução de documento de procedimento manutenção	45
Figura 34: Lançamento de horas de trabalho das máquinas	45
Figura 35: Lista de manutenções a realizar	46
Figura 36: Procedimento de manutenção	46
Figura 37: Data da realização da ordem de trabalhos, por máquina	47
Figura 38: Selecção de quais as ordens que foram concluídas	47

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Evolução vendas ao longo de 12 meses, nos últimos 4 anos	19
Tabela 2: Bano 1º Semestre 2014	35
Tabela 3: Guidetti 1º Semestre 2014	35
Tabela 4: Manutenção Preventiva 2014	36
Tabela 5: Bano 1º Semestre 2015	36
Tabela 6: Guidetti 1º Semestre 2015	37
Tabela 7: IRS 1º Semestre 2015	37
Tabela 8: Manutenção preventiva 2015	38

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Evolução de vendas de cobre triturado, toneladas por trimestre .....	19
Gráfico 2: Evolução de vendas de alumínio triturado, toneladas por trimestre .....	20
Gráfico 3: Evolução de vendas toneladas por anos, entre cobre e alumínio .....	20
Gráfico 4: Evolução da produção .....	34
Gráfico 5: Percentagens de manutenções efetuadas por equipamentos 1º Semestre 2014 ....	38
Gráfico 6: Percentagem de manutenção efetuadas por equipamentos 1º Semestre 2015 .....	39
Gráfico 7: Manutenção Preventiva Vs Corretiva .....	39
Gráfico 8: 2015 Manutenção Preventiva Vs Corretiva .....	40

# Lista de Acrónimos

UBI	Universidade da Beira Interior
ISO	Organização internacional para a padronização
NP	Norma Portuguesa
PME	Pequenas e Médias Empresas
KW	Quilowatt
V	Volt
RPM	Rotações por minuto
Hz	Hertz
IP	Grau de proteção
mm	Milímetros
T/h	Toneladas por hora
EN	Norma Europeia
TPM	Manutenção Produtiva Total
TQM	Gestão da Qualidade Total
RCM	Manutenção Centrada em Confiabilidade
SAP	Sistemas, aplicativos e produtos para processamento de dados
SGI	Sistema de Gestão Integrada



# 1. Capítulo 1 Introdução

O presente trabalho surge no âmbito da dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade da Beira Interior. O projeto decorreu na empresa A.F. Carreto & Filhos SA, no período referente ao 1º semestre e 2º semestre do ano letivo 2014/15, e debruçou-se no tema de manutenção de equipamentos, com o auxílio de um Software de manutenção criado à medida de empresa.

Este capítulo aborda o âmbito do projeto, são apresentados os seus objetivos, e é efetuada uma descrição da estrutura da dissertação.

## 1.1. Enquadramento global

As empresas têm grande dificuldade em sobreviver sem uma manutenção organizada e apoiada em sistemas capazes de tratar grandes quantidades de informação. Na corrente conjuntura económico-social, uma gestão capaz de recursos é um fator preponderante para a sobrevivência das organizações e necessário para o crescimento das mesmas organizações. Adicionalmente, em tempos de crise as empresas vêm-se obrigadas a atuar em todos os níveis organizacionais com rigor e dinamismo, privilegiando disciplinas transversais a toda a organização, visando um incremento da produção e uma diminuição dos tempos de paragem, numa perspetiva de melhoria contínua. A manutenção constitui um ponto fulcral no equilíbrio e apetência funcional, visto ser uma área que, quando aplicada corretamente, assegura o bom funcionamento, operacional, da empresa.

A criação de um Software de manutenção serve para maior controlo das ações de manutenção executadas na empresa. Pretende-se ainda criar condições para que qualquer trabalhador seja capaz de desempenhar que as ações de manutenção, o que conduzirá a menores tempos de paragem e aumento de produção.

Sendo assim, a presente dissertação não versa apenas a manutenção da empresa, analisa mas também o sistema produtivo, fortemente influenciado pela manutenção.

## 1.2. Objetivos

O trabalho presente tem como principal objetivo a otimização de recursos na empresa A .F. Carreto & Filhos SA através do estudo dos conceitos de manutenção, e a sua implementação na unidade produtiva de Castelo Branco.

O trabalho debruça-se sobre a fase de implementação de procedimentos na manutenção. Pretende estabelecer os procedimentos de manutenção referentes aos diferentes equipamentos da empresa, bem como a criação de um Software de manutenção que facilite e controlo todo o processo de manutenção e optimize a produção.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

Para além do presente capítulo, a dissertação encontra-se dividida em quatro partes distintas.

Na primeira parte, Capítulo 2, apresenta-se a empresa, o processo produtivo na reciclagem de cabos elétricos, os equipamentos e suas respetivas funções, para que seja mais facilitado o entendimento dos restantes capítulos.

No Capítulo 3, enquadram-se os fundamentos teóricos do trabalho desenvolvido. Apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o conceito de manutenção.

O Capítulo 4 dedica-se à criação de formulários de manutenção por máquinas, que vão dar origem ao Software de manutenção da empresa.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho. O capítulo termina com uma proposta de trabalhos futuros.

## 2 Capítulo 2 Apresentação da Empresa

Este capítulo apresenta a empresa A. F. Carreto & Filhos, SA. Começa por identificar o setor de atividade, a empresa num contexto global e uma breve descrição histórica da empresa.

De seguida são apresentadas as filiais da empresa, bem como o tipo de trabalho elaborado em cada uma que leva ao retrato das atuais capacidades produtivas da empresa.

Por fim, apresentam-se os equipamentos produtivos e é descrito o processo de produção.

### 2.1 Introdução

A A. F. Carreto & Filhos S.A. dedica-se ao comércio por grosso de desperdícios de materiais, em especial, à reciclagem e valorização de resíduos.

Fundada em 1986 em Casal de Cambra, por António Filipe Carreto, com sede social em Castelo Branco, Rua D, Lote 103, código postal 6000-790, a A. F. Carreto & Filhos S.A começou por se dedicar ao comércio de metais de sucata. Atualmente, desenvolve a sua atividade em 3 instalações industriais distintas: Castelo Branco, Casal de Cambra e Pero Pinheiro.

A atual estrutura organizacional da empresa encontra-se representada na figura 1.

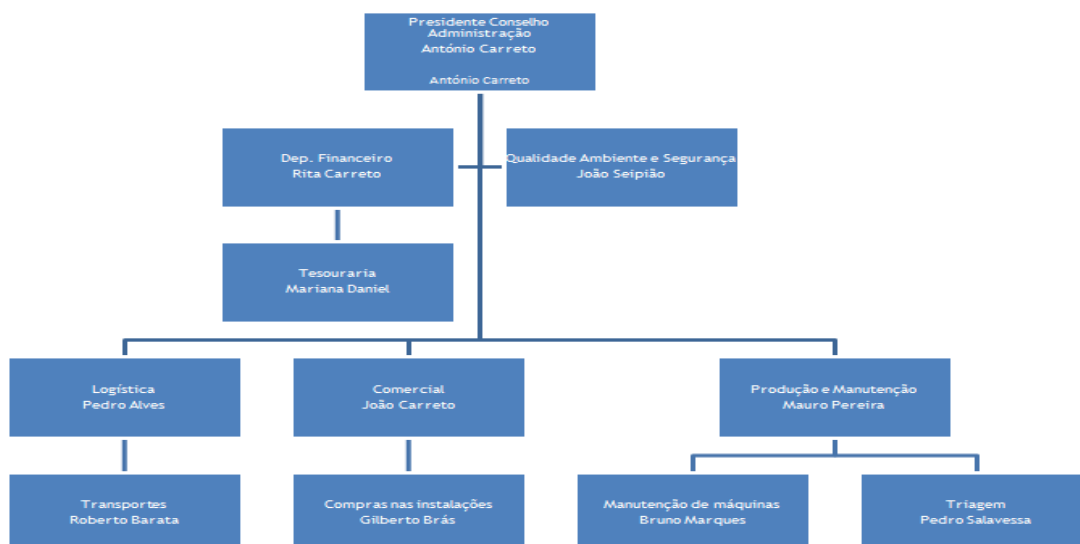


Figura 1: Estrutura organizacional da empresa

De referir ainda que a empresa foi, recentemente (ano de 2014), certificada pelas normas ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade) e ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental), e já se encontra a trabalhar no âmbito de uma nova certificação NP 4397 (Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no trabalho). É também PME Líder desde 2011 até à presente data.

## 2.2 Instalações

Tal como já tinha sido referido anteriormente a A. F. Carreto & Filhos S.A. está dividida em três espaços físicos, cada um com sua função no processo produtivo.

Começando pelo local onde teve início a atividade da empresa, o armazém de Casal de Cambra (Sintra), tem cerca de 500 m<sup>2</sup> com 200 m<sup>2</sup> cobertos, neste momento dedica-se essencialmente à compra e triagem de material. Este armazém conta com quatro colaboradores a tempo inteiro.



Figura 2: Instalações de Casal de Cambra

Nas instalações de Pero Pinheiro (Sintra), as mais recentes da empresa, é efetuada, essencialmente, a receção e armazenamento de produto acabado, devido á proximidade dos principais clientes da empresa, também se efetua armazenamento e triagem de matéria-prima que, posteriormente, serão enviadas para Castelo Branco, onde se realiza o processo de transformação/reciclagem.

Esta instalação, com cerca de 10000 m<sup>2</sup>, possui um armazém de 900 m<sup>2</sup> cobertos, nele trabalham apenas dois colaboradores a tempo inteiro. A utilização destas instalações ainda se

encontra numa fase embrionária, tendo a administração como perspectivas futuras, a instalação de outro tipo de competências e um aumento do número de colaboradores.



Figura 3: Instalações de Pero Pinheiro

Nas instalações de Castelo Branco está localizado todo o setor industrial. Para além da vertente de produção, é também neste local que se faz a receção de cargas de maior volume, cargas que por sua vez são trabalhadas por oito colaboradores a tempo inteiro. O motivo de este ser o armazém de receção de cargas de maiores dimensões deve-se ao facto da área do armazém e espaço envolvente ser bastante maior que o armazém de Casal de Cambra, cerca de 5000 m<sup>2</sup> onde cerca de 1000 m<sup>2</sup> se encontram cobertos.

Neste espaço também se encontra a secção de administração e engenharia da empresa constituída por quatro pessoas a tempo inteiro e mais três a tempo parcial.



Figura 4: Instalações de Castelo Branco

## 2.3 Equipamentos de produção

Centrado nas instalações de Castelo Branco, o processo produtivo tem por objetivo a desagregação e separação dos diferentes materiais presentes em sucata de material elétrico, essencialmente cabos.

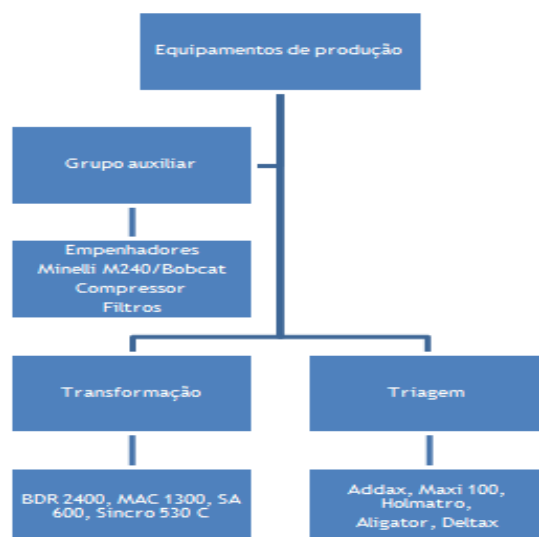


Figura 5: Equipamento de produção

Os equipamentos de produção e transformação da empresa dividem-se em três grupos, máquinas diretamente ligadas à produção, máquinas de triagem e separação de materiais e o chamado grupo auxiliar que inclui todos os equipamentos subjacentes ao funcionamento das demais. Neste trabalho vai ser dado especial destaque às máquinas de produção. Apresentam-se ainda as máquinas relacionadas com o processo de triagem, e as máquinas pertencentes ao grupo auxiliar.

### 2.3.1 Equipamentos de produção

O processo produtivo visa extrair o metal existente na sucata elétrica separando o metal dos materiais isolantes. Todavia, sempre que a matéria-prima (sucata) apresenta diferentes tipos de metais, e, dado que as máquinas presentes no processo produtivo não estão capazes de processar dois metais em simultâneo, estas sucatas são, primeiramente, objeto de um processo de triagem. As tarefas de triagens são eminentemente manuais. Existem, no entanto, vários equipamentos diretamente ligados a este processo que tem como principal

finalidade a separação dos diferentes tipos de metais. A empresa está equipada, ainda, com duas máquinas de corte Aligator e Holmatro, que servem, essencialmente, para preparar o material para as máquinas de descarnar, cortando os cabos elétricos, principalmente os que têm diferentes materiais metálicos na sua composição para que estes apresentem medidas apropriadas compatíveis com as máquinas de descarnar. A existência de duas máquinas de corte distintas relaciona-se com o facto de a empresa receber cabos com diferentes diâmetros, matérias e requerendo diferentes níveis na precisão de corte necessária. Assim, a Holmatro está vocacionada para diâmetros mais pequenos e maior precisão de corte. Estas máquinas estão equipadas com lâminas de corte que apresentam grande desgaste.



Figura 7: Aligator



Figura 6: Holmatro

Ainda ligado à triagem existem três máquinas de descarnar, onde o material de diferentes composições, cortado às dimensões apropriadas, vai ser descarnado. Posteriormente o operador da máquina procede à separação dos materiais por qualidades. As máquinas que fazem este tipo de trabalho são a Deltax, Maxi 100 e Addax, por ordem crescente de diâmetros dos cabos.



Figura 8: Deltax



Figura 9: Maxi 100



Figura 10: Addax

## 2.3.2 Equipamentos de produção

As máquinas que se seguem vão ser apresentadas tendo em conta já o ponto seguinte, ou seja, levando o processo produtivo desde a fase de matéria-prima até ao produto acabado.

### 2.3.2.1 Trituradora BDR 2400

Sendo assim, a primeira máquina do processo de produção é a BDR 2400, máquina adquirida no ano de 2014, um investimento levado a cabo pela empresa com vista a um incremento da capacidade produtiva.



A BDR 2400 é uma trituradora, que utiliza um processo rotativo de lâminas móveis (36) e fixas (12), que foram concebidas para triturar metais não ferrosos, plástico e borracha. Esta máquina é alimentada com material triado. A alimentação da máquina é efetuada, com o apoio de um carregador Auto propulsado de armazém operado hidraulicamente Mineli, a partir do Stock de produto em curso. O seu funcionamento baseia-se num rotor, onde se encontram as lâminas móveis, acionado por um motor elétrico de indução trifásico, 400 V, 50Hz, 220 kW, 990 rpm da WEG, por intermédio de um sistema de correias e poli. Este triturador é utilizado no início do processo de reciclagem. O diâmetro do granulado é determinado pelo tamanho do crivo (grelha) utilizado. (adaptado manual BDR 2400)

As principais vantagens desta máquina são:

- Os consumos energéticos reduzidos, devido a força de corte mínimos;
- Manutenção de baixos custos, poucos consumíveis;
- Chumaceira bem protegida;
- Capacidade de reciclar um vasto leque de desperdícios;
- Produção elevada;
- Cada lâmina possui quatro faces de corte;
- Lâminas em liga de aço de alta qualidade;
- Lâminas móveis reguláveis.

O triturador tem diferentes tipos de utilização, para diferentes matérias, como por exemplo:

- Todo tipo de cabos elétricos e telefónicos;

- Hardware elétrico, eletrônico e telefônico;
- Metais diversos;
- Pneus, entre outros.

Tal como foi mencionado anteriormente, o triturador BDR 2400 foi adquirido para que a empresa pudesse aumentar a sua capacidade produtiva, este triturador apresenta uma capacidade de trabalho, dependendo do tipo de matérias e do diâmetro do crivo, que oscila entre as 5 toneladas/hora e as 15 toneladas/hora.

Para além do motor que aciona o rotor de lâminas da máquina, esta possui ainda um motor, que aciona ao tapete de transportador de material, com uma potência de 3 kW, velocidade 1500 RPM, tensão 460 V 50 Hz e proteção IP55.

Existem mais alguns motores na estrutura da máquina que, devido às suas baixas potências, não são incluídas no manual da máquina.

O rotor da máquina, onde estão acopladas as lâminas móveis, apresenta uma velocidade de rotação de 116 RPM, 393 mm de diâmetros, 2385 mm de comprimento, e um diâmetro de corte de 545 mm.

Os crivos, ou grelhas, da máquina, fabricados, em aço anti abrasão, apresentam-se com diversos diâmetros. Sendo o crivo o elemento que determina o calibre do granulado à saída. A máquina está equipada com um sistema que possibilita uma troca rápida dos crivos.

A máquina contém ainda um descarregador vibratório em aço inoxidável que possibilita que o material saia da máquina doseado por toda a largura do tapete, e um ímã, que serve para fazer a primeira separação retirando o material ferroso. (adaptado manual BDR 2400)

As zonas, da estrutura da máquina expostas a maior desgaste, na câmara de trituração são protegidas por chapas de armação, substituíveis, em aço anti abrasão.



Figura 11: BDR 2400

### 2.3.2.2 Bano MAC 1300

Antes da existência da BDR 2400 todo o material para triturar ia diretamente para a máquina Bano Mac 1300. Atualmente, esta máquina tem um trabalho muito mais facilitado, uma vez que já recebe o material pré-triturado da BDR 2400, logo não está sujeita a um esforço tão elevado.

Adquirida em 2008, a Bano Mac 1300 é uma máquina concebida para triturar cabo elétrico, plástico, cartão, madeira, componentes elétricos e eletrônicos.

O rotor desta máquina trabalha a baixas rotações, tem incorporadas lâminas reversíveis que desfazem o material trabalhando em conjunto com um pente que pode ser ajustado e grelhas ao diâmetro que for necessário trabalhar o material.

A principal diferença entre esta máquina e a BRD 2400, para além das produtividades por hora (BDR 2400 5-15 T/h e Bano 0.5-1.5 T/h), que a torna essencial para o processo produtivo, é o calibre do granulado do material à saída. Com um calibre de saída muito mais reduzido que o BDR 2400, a Bano permite uma operação mais facilitada das máquinas seguintes. Além disso, a Bano efetua uma separação mais precisa do ferro, uma vez que o material já se encontra mais pequeno, reduzindo as hipóteses de contaminação do material.

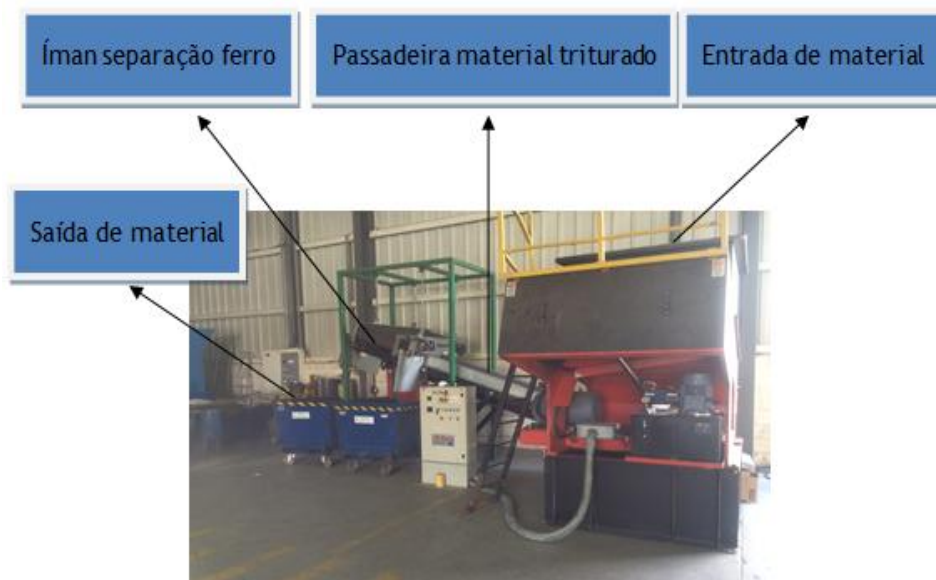


Figura 12: Bano MAC 1300

O rotor, de 250mm de diâmetro por 1300mm de comprimento, contém 24 lâminas, de corte, móveis, acionado por um motor elétrico de indução trifásico, 400 V, 50Hz, 50 kW, 1460 rpm

da VEM, por intermédio de um sistema de correias e poli. O rotor apresenta velocidades de rotação entre as 80 rpm e as 140 rpm.

O crivo ou grelha da máquina pode apresentar furos de diâmetro variável entre 8mm e os 60mm, a empresa apenas trabalha com crivos de pequenos diâmetros, uma vez que o material processado já se encontra pré-triturado pela BDR 2400.

Depois de triturado, o material segue por uma passadeira rolante que funciona em conjunto com um íman, para que sejam retiradas todas as partículas ferrosas existentes no material.

A máquina é abastecida por um empilhador de pá, um dos constituintes do grupo auxiliar. Uma vez dentro do doseador da máquina um componente hidráulico empurra o material para o destroçador, constituído pelo rotor as lâminas e o pente.



Figura 13: Bano MAC 1300

### 2.3.2.3 Guidetti Sincro 530 C

A Guidetti é máquina mais antiga da empresa. Ao serviço desde 2006, esta máquina foi projetada para triturar e dividir materiais de peso específico diferente, neste momento dedica-se à separação de cobre do plástico. Para além do trabalho que este equipamento faz atualmente, esta máquina pode, ainda, executar outras tarefas, como por exemplo:

- Reciclagem de cabos elétricos (trituração e separação do cobre ou alumínio do revestimento isolante, como plástico borracha ou papel);
- Trituração e separação de matérias plásticas dos corpos estranhos, tais como metais, pedras, areias, madeira, fibra sintética de tecido, papel, entre outros.

Abastecida por intermédio de um doseador, com material vindo da Bano, no processo de trabalho da Guidetti, o material segue por um tapete de transporte para o granulador. Importa referir que o controlo deste tapete transportador está dependente do valor de

corrente elétrica “consumida” pelo motor do triturador. Sempre que a corrente ultrapassa o valor de referência, decido pelo operador da máquina com consenso do responsável, o tapete de transporte é parado, uma vez que o crescimento do valor da corrente elétrica se deve ao fato de existir muito material na zona de trituração. A não existência deste controlo poderia levar a máquina a parar por excesso de material.



Figura 14: Guidetti Sincro 530 C

O granulador 3050 de três lâminas rotativas, duas contra lâminas fixas e um crivo de diâmetro definido dependendo do tipo de material, com uma potência associada 22 kW. O transporte de material é feito de forma pneumática em depressão transferindo o material do granulador para o separador, formado de um electro ventilador instalado dentro da caixa onde se encontra o granulador, um ciclone de decantação e de uma válvula estelar posicionada sobre o separador.

O material depois de sair do granulador é encaminhado para um componente chamado ZIGZAG, que contém um ciclone. Neste local o material com maior densidade é retirado do processo, o resto de material segue o processo e vai direto para o moinho Ghibli 504.



Figura 15: Moinho Ghibli 504

Moinho Ghibli 504, foi concebido para moer materiais rígidos e semirrígidos, em partículas de tamanho inferior a 1 mm (já vem do granulador). Este moinho tem uma potência associada 22 kW, e um diâmetro de trabalho de 500mm. A transmissão de força é feita através de correias. O rotor deste moinho é constituído por martelos (36) de desgaste, que têm quatro faces de trabalho, têm como finalidade projetar o material contra as armaduras (13) de máquina e conseguir uma melhor separação dos materiais.

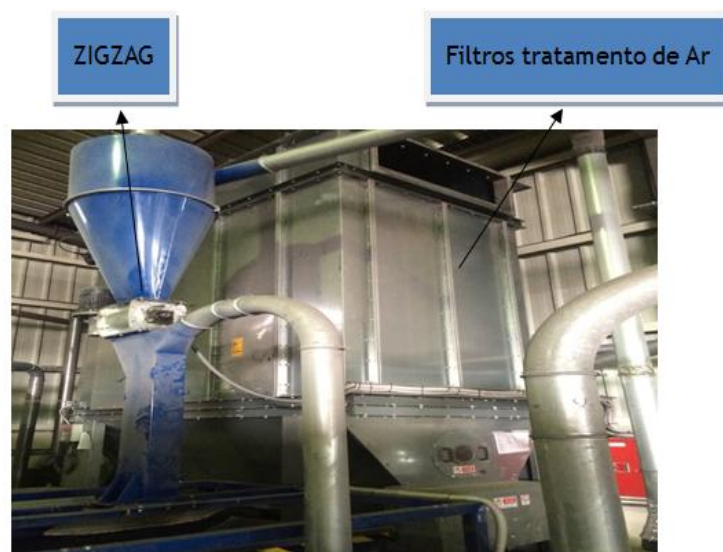


Figura 16: Filtros tratamento de ar

Para além destes componentes ainda existe um processo de aspiração e eliminação de pó, composto de um ciclone de decantação e filtro auto limpável com jato de ar em contrapressão instalado em gaveta estanque. Existe também um aspirador de mangas para efetuar o arrefecimento da câmara de corte. Todas as poeiras aspiradas e plásticos são

transportados para um filtro, que se encontra nos componentes do grupo auxiliar, tal como um refrigerador destinado a arrefecer o Ghibli, onde o ar é tratado e reaproveitado e as poeiras são enviadas, por contentor, para aterro.



Figura 17: Sistema de refrigeração Ghibli

#### 2.3.2.4 IRS SA 600

O separador da série SA foi desenhado para separar materiais provenientes de um triturador, com granulometria igual mas peso específico diferente.

As principais aplicações deste equipamento são:

- Reciclagem de cabo elétrico triturado (separação do cobre ou alumínio do isolamento como plástico, goma ou papel);
- Reciclagem de placas eletrónicas trituradas (separação de metais dos materiais isolantes como fibra de vidro ou plástico);
- Separação de materiais plásticos granulados (poliuretano) de corpos estranhos como metais, pedras, areias, fibras de vidro, fibras cinéticas, têxteis, papel, entre outros.

Esta máquina é constituída por uma mesa de separação com uma inclinação de aproximadamente 10°, moto vibradores com massas excêntricas regulares, um moinho de trituração com quatro martelos, que projetam o material contra as armaduras.

Esta máquina tem um funcionamento semelhante ao da máquina apresentada anteriormente, existindo uma grande diferença no que diz respeito à forma de destroçar o material, enquanto a Guidetti tem lâminas móveis e fixas, a IRS tem martelos e armaduras.



Figura 18: IRS SA 600

O moinho é alimentado tal como a Guidetti através de um empilhador de pá, que despeja o material num doseador, este por sua vez tal como o nome indica vai dosear a quantidade de material a entrar no moinho.

Depois de estar no moinho, onde o material vai ser desfragmentado, é enviado por ação de ar comprimido para a mesa de separação por meio de uma boca de carga com 270mm de diâmetro, situada na parte superior da mesa.

Já na mesa de separação o fluído de ar centrifugado atravessa a mesa de separação no sentido vertical na direção de baixo para cima. Esta mesa vibra por meio de dois motor-vibradores individuais, orientados de forma a criar uma força vibratória unidirecional. A ação combinada da vibração e do fluxo de ar provocam um movimento de suspensão do produto que permite a separação e exclusão da máquina em direções opostas em função da densidade e peso específico dos vários componentes do produto processado. Com este processo de funcionamento é conseguida uma separação de alumínio de plástico, que é, de momento, o material processado nesta máquina.

O plástico retirado deste processo tem o mesmo sentido do retirado do processo de produção da Guidetti, passa por um filtro, que faz o reaproveitamento do ar e envia as poeiras para um contentor.

No que diz respeito às características técnicas da máquina, esta apresenta uma potência do moinho de 30 kW, e ainda alguns motores elétricos de potências reduzidas.

### **2.3.2.5 Grupo Auxiliar**

Depois de apresentadas as principais máquinas ligadas ao processo de triagem, importa agora apresentar as máquinas do grupo auxiliar, aquelas que se encontram associadas aos outros dois grupos.

O grupo auxiliar é composto por empilhadores de garfos e de pá, que são utilizados para alimentação de máquinas de produção (empilhador de pá) bem como para movimentação de cargas (paletes, bigbag's e, por vezes, as máquinas móveis da triagem).

Para além dos empilhadores a Mineli (giratória) é utilizada para alimentar a MTB (máquina de produção), muito útil no processo de triagem, devido à capacidade de levantamento de elevados pesos, é também utilizada para cargas e descargas de camiões. Esta máquina muitas vezes trabalha em simultâneo com a Bobcat, que tem uma tesoura de corte acoplada, em grandes quantidades de cabo elétrico para escolha. Pode facilitar o trabalho da Mineli e dos operadores, tornando o processo de triagem muito mais rápido e cómodo.

Por fim, no que diz respeito ao grupo auxiliar, o compressor serve para alimentar todo o tipo de equipamentos pneumáticos e os filtros para fazer um tratamento das poeiras que podem afetar o ar dentro das instalações.

Todos estes equipamentos têm planos de manutenção periódica associados e em alguns casos é efetuada uma manutenção corretiva.

## **2.4 Processo produtivo**

O processo produtivo da empresa funciona, basicamente, como se de um funil se tratasse. Inicialmente, existe grande quantidade de matérias-primas que, depois do processo de triagem, sofrem, devido ao material que é recolhido pelos ímanes destas máquinas, uma ligeira “quebra” na BDR 2400, e outra na BANO 1300, desta vez mais acentuada. Numa fase final é recolhido todo o plástico presente, que chega a representar mais de 50% do material que inicialmente foi triado.

No processo de triagem, os colaboradores separam os materiais por tipos de metais, cobre ou alumínio, numa segunda fase da triagem separam o cobre por qualidades, podendo existir cobre estanhado, cobre de primeira e cobre de segunda.

A classificação dos metais é efetuada do seguinte modo:

- Cabo chamado de segunda é aquele que tem menor percentagem de cobre, que contem fichas elétricas ou eletrónicas, que podem contaminar o material com latão e alumínio;
- Cabos de primeira são os que têm maior percentagem de cobre e não contêm qualquer tipo de contaminações com outros materiais como por exemplo latão ou alumínio;
- Cabos estanhados são aqueles que apresentam um ligeiro banho de estanho.

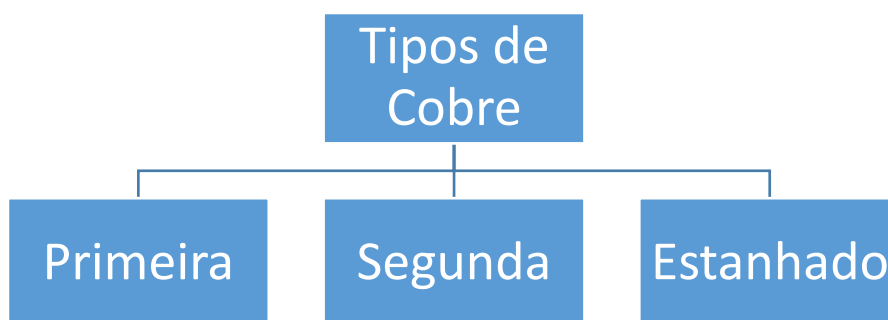


Figura 19: Tipos de Cobre

No processo de triagem do alumínio, apenas são retirados componentes ferrosos bem como qualquer tipo de material que possa ser de outra família, não existindo distinção dentro dos materiais da família do alumínio.

A partir do momento em que os materiais passam da fase de triagem para a fase de produção o primeiro equipamento onde dão entrada é na BDR 2400, que faz uma primeira trituração (chamada pré-trituração), onde é retirada grande parte dos materiais ferrosos que possam ter passado pela triagem sem serem detetados, ficando apenas material de cobre/plástico ou alumínio/plástico, triturado consoante o crivo utilizado (20;30 ou 75 mm).

Após passar pela BDR 2400, o material é armazenado até existir a possibilidade de entrar na próxima fase de produção que é a passagem pela Bano MAC 1300, como já foi referido anteriormente, o trabalho executado pelas duas máquinas é semelhante, mas como a Bano MAC 1300 pode usar crivos mais pequenos o corte do material é mais preciso e conseguindo-se retirar, praticamente na totalidade, o ferro existente no material que se está a trabalhar. Na saída desta máquina obtemos cobre/plástico ou alumínio/plástico, que vai ser novamente armazenado para seguir a próxima e última fase do processo.

Na última fase do processo, o material é separado do plástico, obtendo-se cobre limpo e alumínio limpo. Na Guidetti faz-se a separação do cobre (os três tipos de cobre) do plástico a IRS, por sua vez, é utilizada, exclusivamente, para a separação do alumínio do plástico.

Na saída destas máquinas obtém-se o produto final, que será armazenado em Bigbag's, ficando pronto para poder ser vendido.

O processo produtivo da empresa encontra-se resumido na figura seguinte.

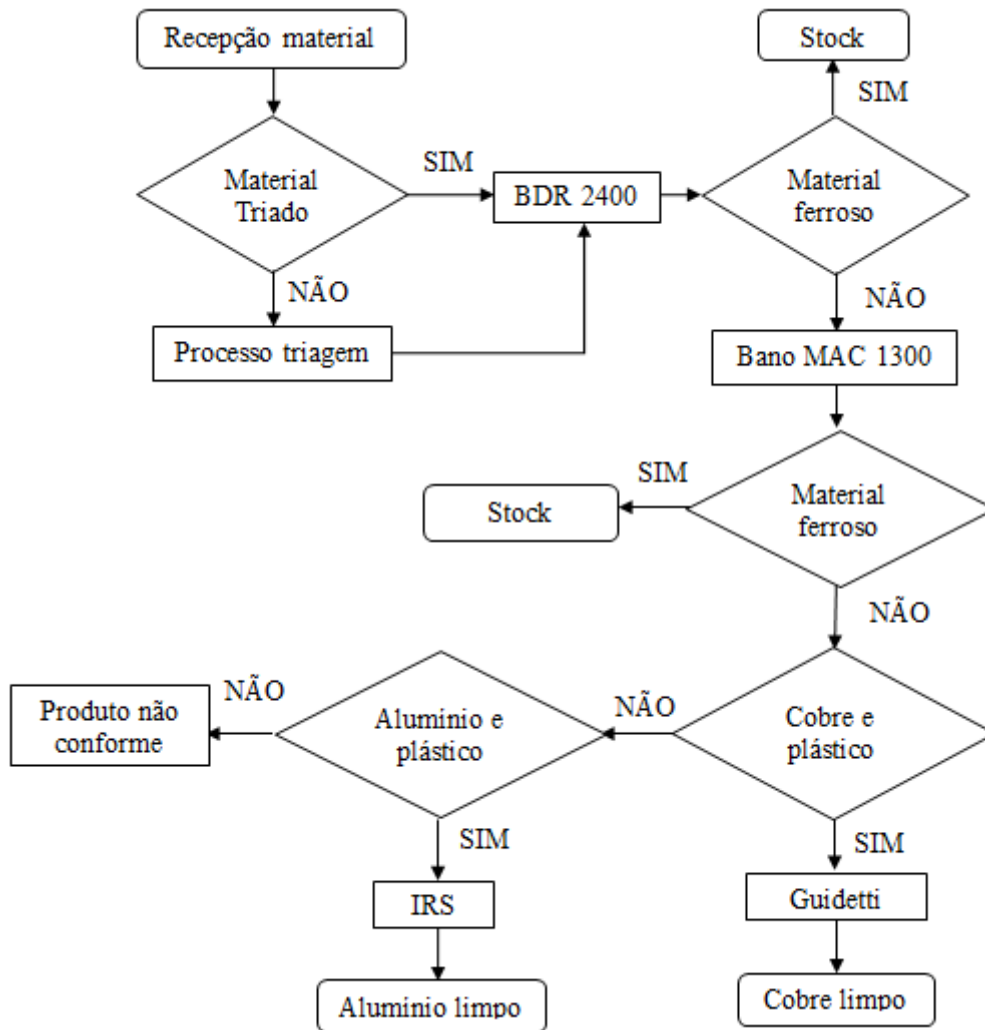


Figura 20: Processo produtivo

## 2.5 Evolução de vendas

A análise apresentada, relativa à evolução do volume de vendas de material triturado encontra-se dividida em dois grandes grupos: o triturado de cobre, e o triturado de alumínio.

Na tabela 1, e gráficos 1 a 3 apresenta-se a evolução das vendas desde o ano de 2012, até ao final do primeiro trimestre de 2015.

Como é possível constatar a empresa ao longo dos anos tem vindo a vender cada vez mais, isso deve-se não só ao aumento de capacidade de mão-de-obra e ao aparecimento de novas máquinas de produção, mas também, em grande parte, ao trabalho de manutenção preventiva que tem vindo a ser executado na empresa com vista diminuir ao máximo as paragens não programadas.

Tabela 1: Evolução vendas ao longo de 12 meses, nos últimos 4 anos

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total [Kg]
2012	Cobre	24756	18193	16172	-	-	-	35935	-	-	37273	3305	-	135634
	Alumínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	Cobre	24994	17009	15758	6966	23328	10003	21596	-	7261	26039	31363	-	184317
	Alumínio	20740	21321	23047	4450	-	24989	-	-	43220	-	16260	-	154027
2014	Cobre	49409	25627	32377	31308	19216	24390	31307	5269	43604	15767	8465	13462	300201
	Alumínio	21238	46660	18438	23880	29677	8560	29350	10640	32490	19412	10680	21200	272225
2015	Cobre	27360	17814	75316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120490
	Alumínio	39770	12447	55509	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107726

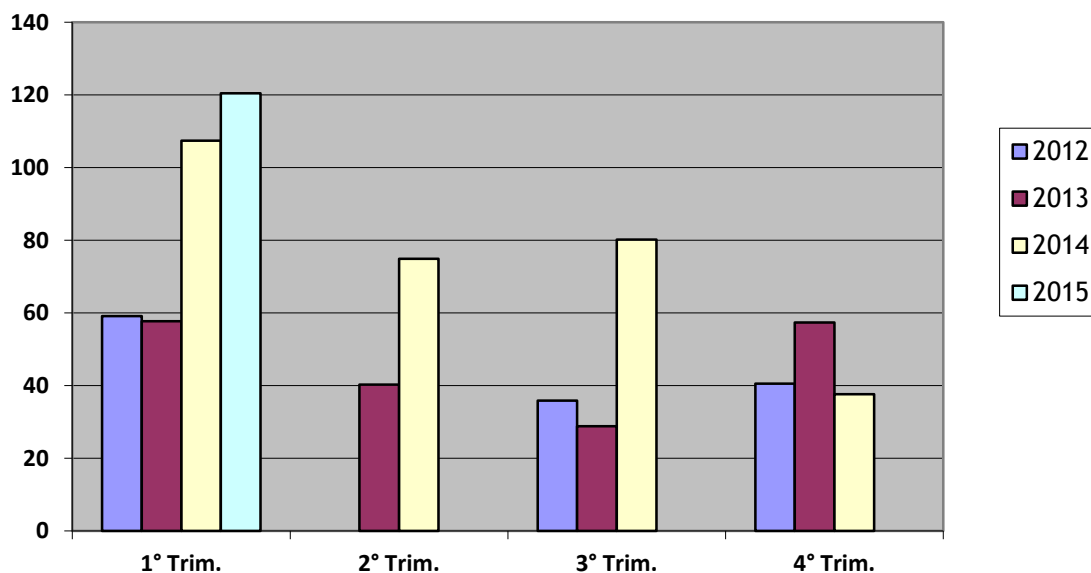


Gráfico 1: Evolução de vendas de cobre triturado, toneladas por trimestre

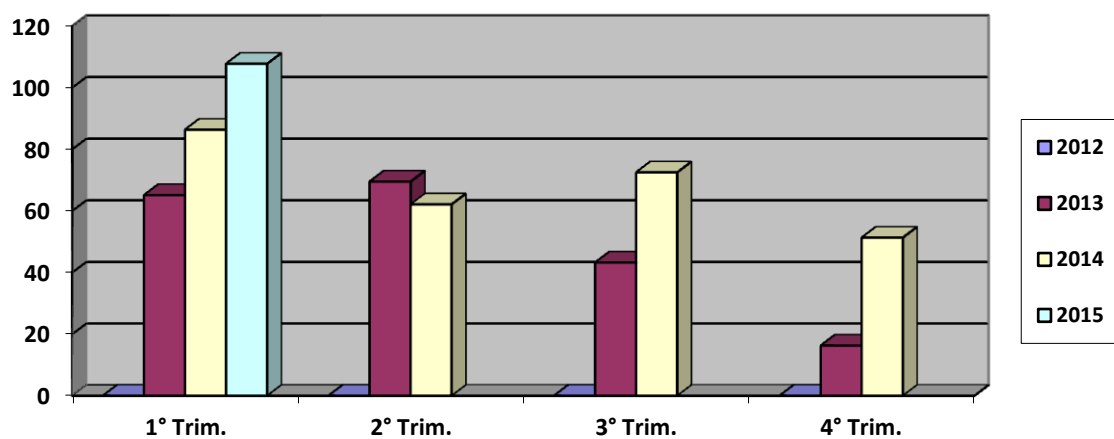


Gráfico 2: Evolução de vendas de alumínio triturado, toneladas por trimestre

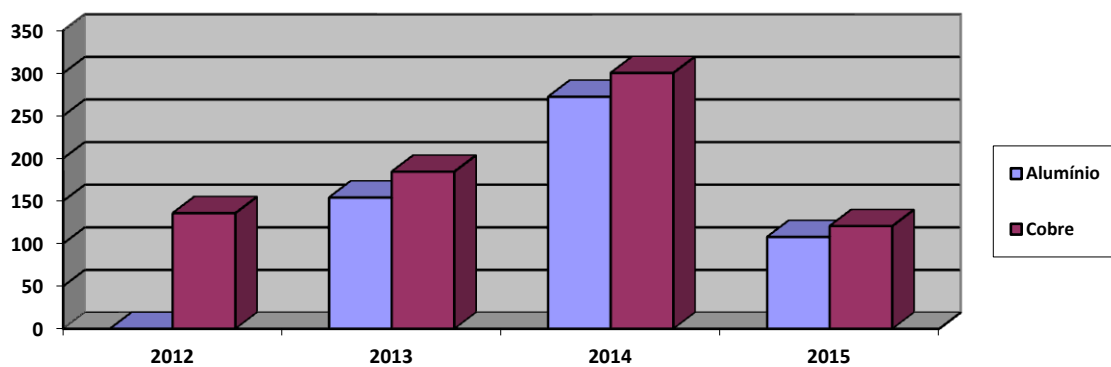


Gráfico 3: Evolução de vendas toneladas por anos, entre cobre e alumínio

## 3 Capítulo 3 Enquadramento teórico

Neste capítulo vai dar-se especial ênfase ao enquadramento teórico dos aspetos relacionados com a manutenção que, graças ao seu conhecimento aprofundado, permite obter o melhor resultado prático, quer em planeamentos quer em execução de tarefas.

Começa-se com uma breve descrição do conceito de manutenção bem como um enquadramento histórico do conceito.

Numa segunda fase vão ser abordadas as filosofias de manutenção, quais os seus pontos fortes e fracos, bem como o que pode levar a optar por cada uma delas.

Numa fase final do capítulo serão tratadas as estratégias de manutenção que podem ser adotadas por empresas industriais.

### 3.1 Manutenção

Segundo a NP EN 13306 de 2007, manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida. Ainda segundo a mesma norma, gestão da manutenção são todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos.

Segundo Kardec et al (2003) a manutenção é muito importante na indústria para que se produza o maior número de produtos sem que os equipamentos se avariem.

Na indústria, por norma, existem diversificados equipamentos que são concebidos para estarem em funcionamento e desempenharem algum tipo de atividade, estes com o funcionamento estão sujeitos a uma deterioração permanente ao longo dos anos.

Para que as empresas, que contêm equipamentos industriais, consigam manter o nível produtivo desejado e alcançar resultados positivos, é necessário que todos os equipamentos sejam mantidos nas melhores condições de funcionamento.

Desta forma, todos os equipamentos produtivos devem estar sujeitos, ao longo da sua vida útil de funcionamento, a reparações, a inspeções programadas, a rotinas preventivas programadas, a substituição de peças, a mudanças de óleo, a lubrificações, a limpeza, a

pinturas, e a correções de defeitos resultantes quer do seu fabrico que do trabalho que esteve a realizar.

A manutenção, para além de dedicar especial importância ao bom funcionamento dos equipamentos, também tem como principais objetivos a segurança dos operadores, a qualidade do produto, e a disponibilidade.

De um modo geral, é ao conjunto destas ações que se chama de manutenção, a existência dela é fundamental para as empresas, e como manutenção bem planeada e executada existe maior probabilidade de sucesso. (Adaptado de Pronaci, manual pedagógico, Mário Brito/Eurisko - Estudos, projetos e consultório, S.A.)

### 3.1.1 História da Manutenção

Existem vários autores com diferentes perspetivas da evolução do papel da manutenção ao longo dos anos, mas de uma forma geral as perspetivas convergem.

Segundo Moubray, um autor que reúne algum consenso, distingue três gerações na evolução histórica da manutenção:

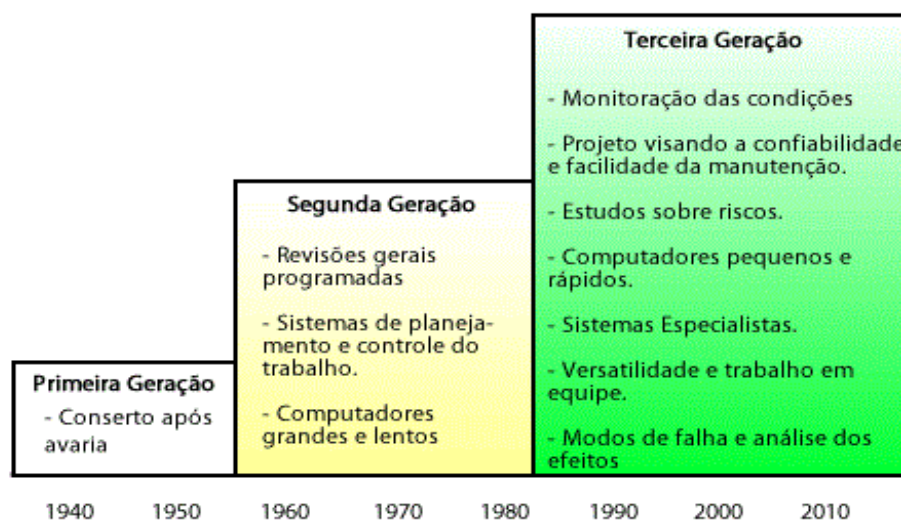


Figura 21: Evolução Manutenção segundo Moubray

Analisando o conceito de Moubray pode-se constatar que ele se divide em três gerações:

- Primeira geração num período de tempo com início na era industrial até à segunda guerra mundial, nesta fase a manutenção estava numa fase inicial do seu

desenvolvimento, era a altura em que as empresas apenas se limitavam a reparar ou substituir equipamentos em caso de avaria.

- Segunda geração aparece com o início dos anos 50, com o aparecimento da automatização dos processos passou a existir uma maior valorização de equipamentos. Todo o tipo de avarias refletia custos elevados quer por reparações, quer por paragens longas na produção, por essa causa os gestores da manutenção chegaram à conclusão que essas perdas poderiam ser evitadas e por este fato começou-se a valorizar a manutenção em especial de um modo preventivo.
- Terceira geração no início dos anos 80 começou a ser utilizada a filosofia de produção *just-in-time*, que exige uma melhoria substancial da gestão de recursos humanos, reduzindo os níveis de *Stock* que por sua vez leva a que as avarias de equipamentos resultem em perdas elevadas. Por estes fatores a manutenção foi-se desenvolvendo progressivamente no sentido da prevenção de avarias e redução de tempos de paragem. Até aos dias de hoje este tem vindo a desenvolver-se cada vez mais, surgindo novas técnicas, políticas e formas de gerir a manutenção.

## 3.2 Tipos de Manutenção

Existem vários tipos de manutenção que podem ser implementados nas empresas, cada tipo com suas vantagens e desvantagens, neste ponto vão ser abordados os principais tipos de manutenção.

Segundo Viana (2002), os tipos de manutenção são as formas de encaminhar as intervenções nos instrumentos de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma determinada planta.

Pode-se dividir os diferentes tipos de manutenção da seguinte forma:

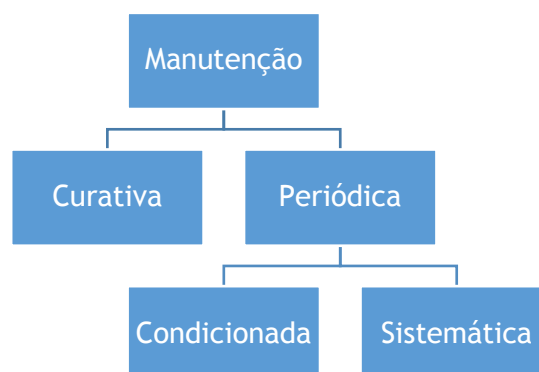


Figura 22: Tipos de Manutenção

### **3.2.1 Manutenção Corretiva**

Manutenção corretiva, por vezes também é chamada de manutenção curativa, é considerada a manutenção mais simples e mais grosseira de ser implementada, baseia-se no princípio de que um equipamento deve ser mantido em funcionamento até ao momento em que avaria, nessa altura deve proceder-se à sua reparação.

Em termos financeiros, esta estratégia pode parecer muito rentável, uma vez que durante o tempo em que a máquina está em uso não se efetua qualquer tipo de intervenção de manutenção. Logo não existem custos, nem perdas de tempo para fazer verificações às máquinas.

No entanto, uma análise mais correta às situações permite verificar que esta abordagem não será, financeiramente, tão vantajosa como parece. Caso se esteja atento ao funcionamento das máquinas, e se for fazendo algumas correções ao longo do tempo, esta pode ter um tempo de vida útil muito superior à situação em que apenas é efetuada uma reparação quando ela parar. Adicionalmente, o tempo de reparação de uma máquina que pára, intempestivamente, por avaria pode ser muito mais elevado do que o tempo acumulado de paragem para se fazer manutenção, periodicamente.

Segundo Kardec et al (2003) a manutenção corretiva pode ser dividida em dois grupos, nomeadamente manutenção corretiva não planeada e manutenção corretiva planeada. Manutenção corretiva não planeada é a correção da avaria após um problema, que afeta em parte, ou no todo, o equipamento. Manutenção corretiva planeada é a correção programada ou acompanhada através de métodos preditivos, até que a intervenção seja possível, sem afetar diretamente a produção.

Para Xenos (1998) este processo causa à empresa um grande custo relativo à manutenção das máquinas. O custo mais elevado é quando a produção pára, tendo custos com a paragem, estando em causa a qualidade e prazos de entrega dos produtos aos clientes.

### **3.2.2 Manutenção Periódica**

A manutenção periódica é, atualmente, a abordagem mais utilizada na indústria. Podendo dividir-se em dois tipos, sistemática e condicionada.

Manutenção periódica sistemática distingue-se da manutenção corretiva, pelo fato de ser preventiva, baseia-se em intervenções periódicas efetuadas em intervalos de tempo

definidos, durante os quais são realizadas tarefas de manutenção, com o intuito de aumentar o tempo de vida útil das máquinas e evitar avarias.

Esta estratégia tem como principal desvantagem a dificuldade existente em definir um intervalo de tempo ótimo entre intervenções a realizar, o que pode levar a manutenções demasiado frequentes, ou então muito espaçadas no tempo.

O intervalo de tempo ótimo poderá determinar-se estatisticamente, correspondendo ao período tempo durante o qual não mais do que uma pequena percentagem dos equipamentos se preveja que venham a falhar.

Por outro lado, de acordo com o critério do custo total mínimo, o intervalo ótimo a utilizar na implementação da estratégia de manutenção periódica pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$P = \sqrt[3]{\frac{M}{2F\lambda b}}$$

Onde:

P- Intervalo ótimo (anos)

M- Custo de manutenção (unitário)

F- Custo médio/avaria

$\lambda b$ - Taxa base de avaria (avaria/unidade ano<sup>3</sup>)

(A.J.M. Cardoso, Diagnóstico de avaria em motores de indução trifásico, Coimbra editora)

Apesar de ser uma estratégia mais avançada em relação à apresentada anteriormente, esta estratégia não é a mais eficaz para atingir maior fiabilidade e segurança das instalações.

Quanto à manutenção periódica condicionada é definida segundo a norma AFNOR X60-010, como manutenção preventiva subordinada a um tipo de acontecimento predeterminado (autodiagnóstico, informação de um sensor de medição de desgaste).

Esta estratégia é, de momento, a melhor estratégia a implementar na indústria, porque através dos sensores implementados nas máquinas, os responsáveis pela manutenção

conseguem aferir, com alguma precisão, o melhor momento para se proceder à manutenção da máquina.

Este tipo de manutenção relaciona-se com as máquinas como se de pessoas se tratasse, quando se sente mal comunica os sintomas, facilitando a tarefa do médico, as máquinas, quando detetam alguma anomalia, informam o sistema do tipo de avaria e do local em que esta ocorre, devendo ainda complementar esta informação com uma avaliação do grau de severidade da avaria para que seja possível estimar o tempo que se tem para poder reparar.

Como principal desvantagem deste tipo de manutenção, podem apontar-se os custos deste tipo de sensores, ou máquinas que acarretam um investimento inicial mais elevado.

### **3.3 Filosofias de Manutenção**

#### **3.3.1 TPM (Manutenção produtiva total)**

A Manutenção Produtiva surgiu nos Estados Unidos da América nos finais dos anos quarenta início dos anos cinquenta. O Conceito era caracterizado pelo desenvolvimento de técnicas de manutenção preventiva sistemática para melhorar a fiabilidade dos equipamentos. A TPM (*Total Productive Maintenance*) não é mais do que o conceito inicial modificado e melhorado para se ajustar ao ambiente industrial Japonês.

No ano de 1953 um grupo de vinte empresários Japoneses juntaram-se para fazer investigação, em 1962 deslocaram-se aos Estados Unidos da América para observar a “manutenção produtiva Americana”. Esta missão deu origem à criação do Japan Institute of Plant Engineers (JIPE), antecessor do Japan Institute of Plant Maintenance, criado em 1969. A Ninppondenso (empresa fornecedora de componentes à Toyota) foi a primeira companhia Japonesa a introduzir a manutenção preventiva nos equipamentos das suas linhas de produção.

Para Wyrebski (1997), a TPM, antes de tudo, deve ser encarada como uma filosofia de gestão empresarial centrada na disponibilidade total do equipamento para a produção. Esta filosofia deve ser seguida por todos os setores da empresa, desde a alta gerência até o operador do equipamento. A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão no período pós Segunda Guerra Mundial. Pinto e Xavier (2007) apresenta Os pilares da TPM, resumidos na seguinte figura.

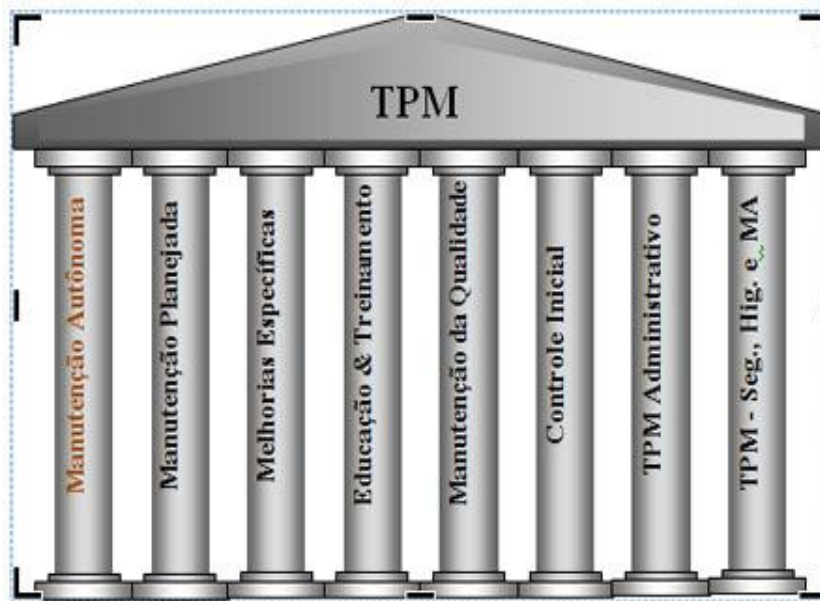


Figura 23: Oito pilares TPM segundo Pinto Xavier

Para Tahashi e Osada (1993), o TPM é um conceito que começa pela liberação da criatividade normalmente escondida e inexplorada em qualquer grupo de trabalhadores que, por norma, se limitam a executar tarefas repetitivas, e caso lhes seja dada esta liberdade de criatividade, pode-se explorar ao máximo as capacidades de cada um. O objetivo é promover uma cultura na qual os operadores sintam que eles "possuem" as máquinas, aprendam muito mais sobre elas, e no processo se liberam da sua ocupação prática para se concentrarem no diagnóstico do problema e do projeto de aperfeiçoamento do equipamento, desta forma, há um ganho direto associado.

Para atingir a eficiência global do equipamento, a TPM visa a eliminação das perdas, que a prejudicam.

Tradicionalmente a identificação das perdas era realizada com base na análise estatística dos resultados referentes aos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então eram investigadas as causas. O método adotado pela TPM examina a produção de *Inputs* como causa direta. É mais pró-ativo do que recetivo, uma vez que corrige as deficiências do equipamento, do operador, e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento. Deficiências de *Input* (homem, máquina, materiais e métodos) são consideradas perdas, e o objetivo da TPM é a eliminação de todas as perdas.

### **3.3.2TQM (Gestão da Qualidade Total)**

O conceito TQM (*Total Quality Management*), ou Gestão da Qualidade Total, tem vindo a consolidar-se pelo uso extensivo e pela prática das principais abordagens da qualidade, sendo constituído atualmente por modelos de gerência e administração de questões relativas ao que se pode denominar de qualidade total.

O papel integrador de todos os aspetos da qualidade que envolvam pessoas, equipamentos, recursos computacionais e estrutura organizacional, classificam a TQM como um conceito para se atingir abordagens sistémicas para a gestão da qualidade (BADIRU & AYENI, 1994).

A TQM envolve o relacionamento com a busca constante da satisfação do cliente, pela utilização integrada de ferramentas e técnicas que envolvam a melhoria contínua dos processos organizacionais (SASHKIN & KISER, 1994).

Uma abordagem baseada numa visão acentuadamente holística qualifica a TQM como agente modificador de valores e práticas sociais, nos quais paradigmas estariam a ser firmados em função não do estabelecimento dos recursos de uma organização como recursos próprios, mas sim como recursos globais (MOHANTY, 1997).

Analisando as teorias dos diversos autores, com diferentes enfoques pelos quais a TQM pode ser analisada, verifica-se que apesar do consenso existente sobre a importância em relação à qualidade total, existem diferentes maneiras ou mecanismos pelo qual uma organização pode atingi-la.

### **3.3.3RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade)**

A filosofia RCM (*Reliability Centered Maintenance*) assenta na aplicação integrada de manutenção preventiva, com realização de testes e inspeções preditivas, manutenção reativa e proativa. Através de técnicas fiabilísticas, o seu objetivo é certificar que o sistema cumpre com os requisitos designados, com a fiabilidade e disponibilidade definidas, ao custo mínimo.

O objetivo é, otimizar o binómio custo/eficácia da manutenção de forma a conduzir a altos níveis de segurança e, simultaneamente, à disponibilidade adequada dos equipamentos.

A análise procura dar resposta às seguintes questões:

- O que faz o sistema e qual a sua função?
- Quais as avarias funcionais que podem ocorrer?

- Quais as consequências previsíveis no caso de ocorrência dessas avarias?
- Qual a importância de cada avaria?
- O que pode ser feito para prevenir a avaria?
- Qual a função de risco associada a cada modo de avaria?
- O que fazer caso não se encontre a medida de melhoria adequada?

Na figura seguinte apresenta-se um modelo de decisão e análise RCM, proposto pela NASA.

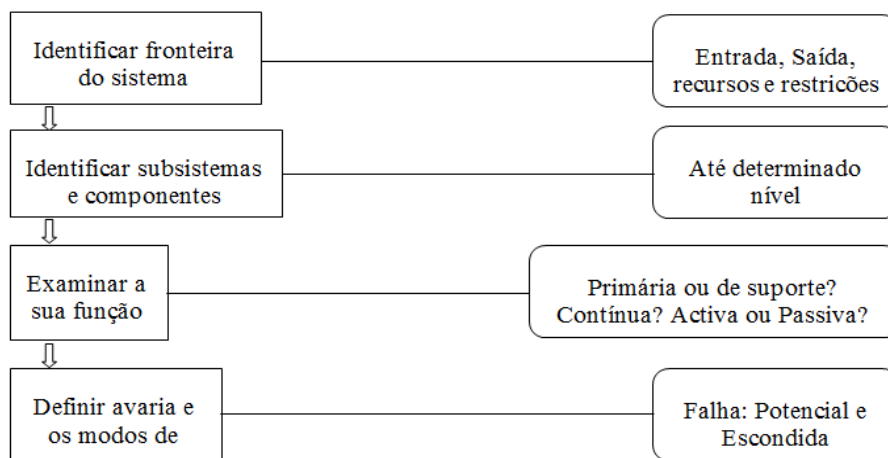


Figura 24: Modelo de decisão e análise RCM, proposto pela NASA

## 4 Capítulo 4 Estudo de caso

Após algum tempo de integração na empresa, conhecimento de procedimentos, organizacionais e operativos, conhecimento do processo e estudo dos equipamentos, foi possível desenvolver alguns processos de manutenção que têm como principal objetivo a prevenção de avarias.

Neste capítulo descrevem-se os procedimentos utilizados na empresa no que à manutenção diz respeito.

Inicialmente vai ser dado principal foco às filosofias de manutenção utilizadas pela empresa nas diversas máquinas de produção existentes. De seguida vão ser abordados alguns dos principais problemas, falhas, com a demonstração de resultados.

Numa segunda fase vai ser abordado o tema da criação de um Software que melhore o processo de manutenção da empresa, bem como alguns exemplos de Softwares já existentes para tornar mais fácil a missão do gestor de manutenção.

Por fim demonstra-se a estrutura do programa, seu funcionamento e quais as vantagens inerentes.

### 4.1. Tipos de manutenção existentes na empresa

Na empresa existem os dois principais tipos de manutenção nas diferentes máquinas, a manutenção periódica, e a manutenção corretivas.

A manutenção periódica esta diretamente ligada a algumas verificações e lubrificações que têm de ser feitas consoante os intervalos de tempo estipulados. Quanto às ações de manutenção corretivas, estas têm essencialmente a ver com peças de desgaste, como lâminas de corte ou substituição de rotores.


Para todas as ações de manutenção, que não sejam planeadas, depois de realizadas, é necessário criar um dossier de avaria, onde estão retratados os principais problemas que levaram à avaria, o procedimento de reparação, e os tempos de reparação, para que, caso volte a surgir o problema, a empresa esteja preparada para uma maior eficiência na reparação.

Nos planos de manutenção que vão ser apresentados no próximo tópico estão contemplados os diversos tipos de manutenção preventiva que são executados na empresa bem como um exemplo de um relatório de uma avaria não programada na empresa.

#### 4.1.1 Planos de manutenção e relatório de manutenção não programada

Os planos de manutenção que vão ser apresentados neste tópico são a base do Software de gestão da manutenção da empresa.

Os planos de manutenção apresentados já estavam a ser utilizados antes da criação do Software de gestão da manutenção, são formulários pertencentes ao SGI da empresa, que eram preenchidos pelos operadores das máquinas, onde verificavam qual a manutenção a executar de quantas em quantas horas e anotavam quando eram executadas.


SETEMBRO

GRUPO BANO		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		ASS.
SEMANAL/QUINZENAL		Horas	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	
1	Lubrificação com óleo das guias do actuador hidráulico	40								
2	Lubrificação com massa dos dois copos do rotor	80								
7.2	Inspeção da folga de descentragem do redutor grande, média e baixa	40								
7.4	Verificar o aperto parafuso apoio redutor de velocidade	80								
7.5	Inspeccionar a perda de óleo pelo zona inferior do redutor	40								
8.1	Inspeção do aperto dos parafusos de fixação do receptor de material	80								
8.2	Inspeção do aperto dos parafusos de fixação do Mt_el	80								
9	Inspeção do aperto/lubrificação do parafuso da haste do hidráulico	80								
10.1	Inspeção da conformidade de superfície da haste hidráulica	80								
10.2	Inspeção dos engates rápidos do circuito hidráulico	80								
10.3	Inspeção da conformidade mecânica dos sensores do hidráulico	80								
10.4	Registo da temperatura do fluido hidráulico	80								
10.5	Registo do nível do fluido hidráulico	80								
11	Inspeção do alinhamento do tapete de transporte e das abas	80								
13.1	Inspeccionar o posicionamento em altura e plano do lman	40								
13.2	Inspeccionar a conformidade das fixações do suporte do lman	80								
13.3	Lubrificar os 4 copos dos rolos do lman	80								
14.1	Sopragem do Mt_ele rotor de trabalho e unidade hidráulica	40								
14.2	Registo do par distância do afinador alinhamento das correias	40								
15	Sopragem dos Mt_ eles tapete e lman	80								
7.3	No caso de folga grande abrir proteção das correias limpar e alinhar	-								
7.6	Reapertar as duas tampas do redutor	-								
OBS										

Figura 25: Plano de manutenção Mac 1300 semanal/quinzenal

GRUPO BANO			SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO		ASS.
MENSAL/MAIS DE UM MÊS			hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	
3	Lubrificação com massa (pingel) do apoio de fixação do Mt_el	300									
4	Mudança do óleo do redutor de velocidades	350									
5	Mudança do óleo hidráulico	800									
6	Inspeção/correção da tensão das correias	300									
7.1	Inspeção da viscosidade/nível de óleo do redutor de velocidades	160									
12	Lubrificação do 4 copos dos rolos do tapete	320									
16	Limpeza da zona interior da máquina	160									
OBS:											

Figura 26: Plano de manutenção mensal MAC 1300

GRUPO GUIDETTI			SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		ASS.
SEMANA/QUINZENAL			hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	
	Lubrificação rolamentos rotor principal	40									
4.1	Lubrificação dos 2 copos do Mt_ele do rotor de trabalho	40									
15.1	Lubrificação dos 2 copos do Turbo e dos 2 do Mt_ele	40									
15.7	Registro de duas temperaturas 1ª e 2ª blocos de trabalho do chiller	40									
7.2	Soprar o ventilador 2ª extração pós e verificar a sua conformidade	80									
8	Soprar o Mt_ele das válvulas estelares: ciclone saída e mesa + ventilador filtro	80									
9	Soprar o Q.GUI, Q.COMD.I, Q.COMD.II (se existir vent própria soprar nessa zona)	80									
12	Resprovetamento/limpeza geral das perdas de processo em GUI registrar o peso obtido	80									
14.1	Verificar apertos, conformidade mecânica e soprar ventil. zig zag	80									
14.2	Verificar apertos, conformidade mecânica e soprar ventil. Sincro	80									
15.3	Inspeção de rupturas no circuito fechado de anti-congelante	80									
15.4	Inspeção visual da vibração sobre as chumaças de rolamento	80									
15.5	Inspeção e limpeza do óleo rejeitado pelos copos do turbo retirar excesso de condensação	80									
16.1	Soprar o tanque de condensação com a máquina desligada	80									
Mensal			hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	ASS.
1.3	Inspeção das abas internas do doseador	160									
1.4	Inspeção da viscosidade e quantidade do óleo do redutor de velocidade do doseador	160									
2.3	Inspeção e verificação da tela do tapete e das abas	160									
3	Inspeção Verificação e correção do alinhamento do tapete e do doseador	160									
4.2	Verificação do alinhamento e da tensão do sistema de transmissão	160									
4.3	Soprar o Mt_ele do rotor de trabalho	160									
5	Verificação e inspeção da ligação manga flexível da 1ª extração de pós	160									
13	Inspeção de fracturas nas condutas de ar e de material	160									
15.2	Inspeção da conformidade mecânica da couraça e do aperto dos parafusos estruturais	160									
15.6	Verificação da estabilidade estrutural do suporte do turbo e dos apertos ao solo	160									
15.8	Verificação do alinhamento e da tensão do sistema de transmissão	160									
16.2	Abertura e remoção dos filtros de condensação para limpeza	160									
16.3	Verificação e registro do nível do nível do tanque do permutador	160									
16.4	Verificar se todos os componentes mecânicos não apresentam barulhos anômalos	160									
16.5	Limpeza do filtro hidráulico com água e ar comprimido	160									
OBS:											

Figura 27: Plano de manutenção Sincro semanal/quinzenal e mensal

GRUPO GUIDETTI		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO		ASS.
MAIS DE UM MÊS		Horas	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	
1.1	Lubrificação dos 4 copos do doseador	360								
1.2	Verificação da conformidade mecânica do doseador e sistema saída	320								
2.1	Lubrificação dos 4 copos do tapete de transporte	360								
2.2	Verificação da conformidade mecânica do tapete	320								
6	Lubrificação do 2 copos do Mt_ele válvula estelar ciclone saída	320								
7.1	Lubrificação do 2 copos do Mt_ele válvula estelar mesa	320								
10	Lubrificação dos 2 copos do Mt_ele válvula estelar ciclone zig zag	320								
11	Insp. existência e do aperto de todos os parafusos da tampas de protecção/insonorização	320								
Obs.										

MUDANÇA DE LAMINAS	DATA	ASS.	DATA	ASS.	DATA	ASS.	DATA	ASS.
SUBSTITUIÇÃO POR LAMINAS NOVAS								
SUBSTITUIÇÃO POR LAMINAS AFIADAS								
LOCAL DE AFIAMENTO								

Figura 28: Plano de manutenção Sincro, para períodos de tempo superiores a um mês

GRUPO IRS		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		ASS.
SEMANAL/QUINZENAL		Horas	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	
3.1	Lubrificação do copo superior do moinho	40								
3.2	Lubrificação do copo inferior do moinho	40								
3.3	Lubrificação do copo superior do Mt_ele do moinho	40								
3.4	Lubrificação do copo inferior do Mt_ele do moinho	40								
4	Sopragem dos ventiladores do Mt_ele do tapeter e moinho	80								
Obs.										

GRUPO IRS		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		ASS.
MENSAL/MAIS DE UM MÊS		Horas	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	data	hmaq	
1.1	Inspecção da conformidade mecânica do doseador	320								
1.2	Verificar se a porta de saída está funcional	160								
2.1	Verificar se restos de material a impedem o funcionamento do tapete	160								
2.2	Lubrificação dos 2 copos do Mt_ele tapete	320								
2.3	Inspecção e verificação do alinhamento do tapete	320								
2.4	Inspecção da existência e do aperto de todos os parafusos do tapete	320								
3.5	Inspecção e controlo da tensão nas correias de transmissão	100								
3.6	Inspecção aperto dos parafusos fixação do moinho à estrutura e ao solo	100								
5	Lubrificação dos 2 copos do Mt_ele da válvula estelar zig zag	320								
6	Inspecção e verificação da conformidade das condutas de transporte	320								
7	Lubrificação dos 2 copos do Mt_ele da válvula estelar mesa	320								
8	Soprar os Mt_ele da valv estelar zig zag e mesa	160								
9	Inspecção da zona interior da mesa vibratória apertos e sujidade	320								
10	Inspecção e verificação do estado da couraça martelos interiores e veio	320								
Obs.										

Figura 29: Plano de Manutenção IRS

Este são os planos de manutenção por onde se regem os funcionários da empresa, todas as ordens de trabalho neles explícitas são do tipo de manutenção preventiva, têm como principal objetivo a diminuição de tempos de paragem e, por sua vez, o aumento de produção.

Quando existe algum tipo de avaria que leva a uma manutenção corretiva, é feito um relatório, como o apresentado no Anexo 1, que documenta o processo que foi efetuado para utilização em situações futuras.

## 4.1.2 Apresentação dos resultados

Após a inserção de formulários de manutenção e criação de alguns procedimentos internos a empresa viu a sua produção aumentar, e mais importante que isso conseguir estabilizar os volumes de material acabado mensalmente, o que é muito importante, porque dá maiores certezas do que a empresa está preparada para vender aos seus clientes.

O estudo da evolução da produção também deixa transparecer que a aquisição da BDR 2400 (MTB) foi importante para o aumento da produção mas traz necessidade à empresa de adquirir equipamentos de maiores capacidades produtivas para que se possam tirar o maior rendimento da linha de produção.

O gráfico seguinte demonstra a evolução da produção desde Junho de 2014 até Junho de 2015, depois de analisado o gráfico pode concluir-se que a Guidetti e a IRS, a partir de Janeiro de 2015 estabilizaram a produção sempre acima das 20 toneladas de material acabado por mês.

Pode constatar-se também que as quantidades produzidas pela MTB e pela Bano são sempre superiores às da Guidetti e IRS, isso deve-se ao facto de as duas primeiras processarem todo o material que depois é dividido pelas duas últimas.

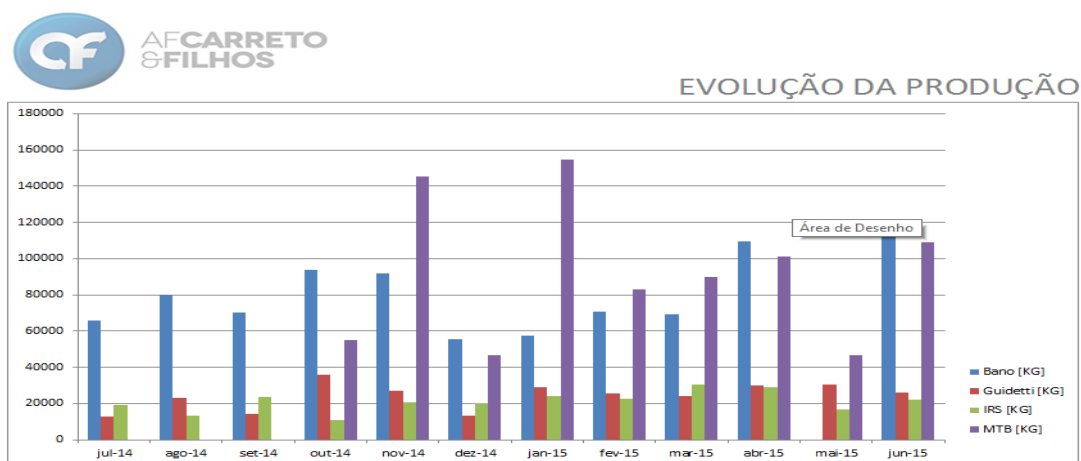


Gráfico 4: Evolução da produção

Como já foi referido anteriormente, a manutenção preventiva que passou a ser feita na empresa com maior regularidade foi um grande pilar para que se pode-se ter chegado aos valores de produção mensal que foram alcançados.

As tabelas que se seguem demonstram os valores monetários envolvidos no processo de manutenção da empresa, do primeiro semestre de 2014 em comparação ao 1º semestre de 2015.

Tabela 2: Bano 1º Semestre 2014

1º Semestre 2014 BANO			
Tipo de Manutenção	Empresas	Valor	Motivo
Preventiva	Vastema	944,00 €	Cinta em Borracha para Tapete Transportador
Preventiva	Vastema	383,70 €	Afiamento de Lâminas Moinho
Preventiva	Vastema	64,00 €	Afiamento de Lâminas
Corretiva	Vastema	441,74 €	Reparação Rotor
Preventiva	Vastema	1.328,66 €	Lâminas Novas
Corretiva	Vastema	219,6	Correias e Reparação de Poli
Preventiva	Vastema	945,00 €	Crivos 15mm
Preventiva	MAXMAT	9,73 €	Líquido Lubrificante
Preventiva	Vastema	128,00 €	Afiamento de Lâminas
Corretiva	Jorge de Azevedo Briosa	1.410,00 €	Reparar Veio, Pernos, Bolacha em Aço
Preventiva	Vastema	64,00 €	Afiamento de Lâminas

No primeiro semestre de 2014 a Bano Mac 1300 teve de despesas de manutenção corretivas 2071.34 euros de um total de 5938.43 euros, as manutenções corretivas de grande impacto financeiro deveram-se a um empeno do rotor da máquina, e por isso teve de se realizar a respetiva reparação, mudança de correias e respetivos pernos. Todas as outras manutenções foram da inteira responsabilidade da empresa e pode-se constatar que não existiram problemas de maior, visto que é quase tudo relacionado com peças de desgaste como lâminas.

Tabela 3: Guidetti 1º Semestre 2014

1º Semestre 2014 Guidetti			
Tipo de manutenção	Empresas	Valor	Motivo
Preventiva	Vastema	66,00 €	Afiamento de Lâminas Rotativas
Preventiva	CENTRALBAT, Lda.	3,85 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	Vastema	110,00 €	Afiamento de Lâminas Rotativas e Fixas
Preventiva	Diamantino Esteves Ribeiro, Ltd.	50,00 €	Limpeza e Verificação Quadros Elétricos
Preventiva	Vastema	110,00 €	Afiamento de Lâminas Rotativas e Fixas
Preventiva	Vastema	1.190,00 €	Lâminas Fixas e Rotativas Novas
Corretivas	Diamantino Esteves Ribeiro, Ltd.	364,00 €	Motor Rebobinado 20CV e Rolamentos
Preventiva	Vastema	1.889,66 €	Afiamento de Lâminas Rotativas e Lâminas Rotativas e Fixas Novas
Preventiva	Vastema	260,00 €	Crivo 4mm
Corretivas	Jorge de Azevedo Briosa	566,00 €	Reparar Aba de Crivo, Veio Cortante e Aplicar Falanges em Aço
Preventiva	Vastema	132,00 €	Afiamento de Lâminas rotativas
Preventiva	CENTRALBAT, Lda.	3,85 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	Vastema	830,00 €	Lâminas Rotativas Novas
Preventiva	CENTRALBAT, Lda.	3,85 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	Vastema	110,00 €	Afiamento de Lâminas (rotativas e fixas)
Preventiva	Vastema	66,00 €	Afiamento de Lâminas Rotativas
Preventiva	Vastema	687,60 €	Pás do Turbo Novas
Preventiva	Vastema	180,00 €	Afiamento Lâminas e Pernos Novos
Preventiva	ROADY CASTELOCAR, LDA	3,65 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	Vastema	1.190,00 €	Lâminas Fixas e Rotativas Novas
Preventiva	Vastema	110,00 €	Afiamento de Lâminas Rotativas e Fixas

Quanto ao 1ª semestre de 2014 da máquina Guidetti, registou-se um valor de 930 euros de manutenção corretiva, de um total 7926.46 euros, essencialmente por problemas de um motor elétrico, tal como na Bano a manutenção preventiva é constituída por mudança de lâminas, quer para afiar quer para serem substituídas por lâminas novas.

Tabela 4: Manutenção Preventiva 2014

M a n u t e n ç ã o  P r e v e n t i v a	Empresa	Valor	Material
		MAXMAT	31,11 €
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	74,48 €	Óleo 80w90
	BRICOBRANCO	27,97 €	Discos Corte
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	1,81 €	Parafuso Sextavada
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	2,72 €	Parafuso Sextavada
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	11,92 €	Parafuso Sextavada e Porcas Zincadas
	ALBIEUROPA	55,28 €	Disco para Aço Stihl
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	57,66 €	Óleo Hidrolep 46
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	16,37 €	Cola Parafusos
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	165,21 €	Tubos Hidraulicos
	VMF PETROLEOS, LDA.	304,57 €	Hidrolep
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	15,19 €	Parafusos, Anilhas, Porcas
	ALBIFERRAGENS - COMÉRCIO DE MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO	6,73 €	Cola
	BRICOBRANCO	6,59 €	Fita Isoladora e Fixplus Multiusos
	MAXMAT	8,29 €	Discos de Corte
	FERRAGENS DO AMIEIRO UNIPESSOAL,LDA	96,26	Tubos Hidraulicos
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	17,58 €	Solenoide (bobine)
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	74,88 €	Pistola Pneumática
	Diamantino Esteves Ribeiro, Ltd.	40,17 €	Rolamentos para Rebarbadora
	BRICOBRANCO	26,81 €	Discos de corte e Fita Isoladora
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	114,54 €	Massa Lubrificação
	JOSÉ LOURENÇO	136,20 €	Revisão Empilhador

A tabela 4 indica todo o material que durante o 1º Semestre de 2014 foi adquirido para que a manutenção preventiva pudesse ser realizada pelos funcionários da empresa.

Quanto à IRS, esta não teve qualquer problema durante este período, apenas foram efetuadas as verificações e as lubrificações indicadas pelo plano de manutenção.

Tabela 5: Bano 1º Semestre 2015

1ª Semestre 2015 Bano			
Tipo de Manutenção	Empresa	Valor	Motivo
Preventiva	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	59,42 €	Placa Baquelite
Preventiva	Vastema	128,00 €	Afiamento Pente
Corretiva	Vastema	316,80 €	Assistencia montagemd e rotor
Corretiva	Jorge de Azevedo Briosa	527,00 €	Rolamentos para Rotor Novo
Corretiva	Vastema	8.430,00 €	Rotor Novo

Quando se compara este 1º Semestre de 2014 com o 1º semestre de 2015, tem que se ter em consideração o aumento produtivo que leva ao aumento do gasto de lâminas, que são das peças com maior desgaste e maior custo de aquisição necessárias para o funcionamento da máquina.

O equipamento produtivo Bano, em Maio de 2015 teve uma avaria, que impossibilitou o seu funcionamento, tal como pode ser constatado no gráfico de evolução da produção. O rotor principal da máquina partiu, este acontecimento deveu-se ao elevado número de horas que a

máquina possuía, leva a um grande desgaste, visto ser uma máquina de muita força e que sofre muito desgaste, nada poderia prever este acontecimento, e por isso não existia um rotor suplente na empresa para evitar o tempo de espera por um novo. A máquina esteve parada cerca de um mês à espera de um novo rotor, e o valor de manutenções corretivas que se faz notar no quadro deve-se a este acontecimento, cerca de 9273.80 euros de um total de 9461.22 euros. Nesta máquina não se faz notar o elevado valor de afiamento de lâminas uma vez que quando se adquiriu o novo rotor ele vinha com um jogo de lâminas novas.

Tabela 6: Guidetti 1º Semestre 2015

1º Semestre 2015 Guidetti			
Tipo de Manutenção	Empresas	Valor	Motivo
Corretiva	Jorge de Azevedo Briosa	1.189,00 €	Reparação de Rotor
Corretiva	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	2.060,46 €	Rolamentos Rotor
Preventiva	Vastema	176,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	Vastema	176,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	Vastema	830,00 €	Lâminas Novas
Preventiva	Vastema	66,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	CENTRALBAT, Lda.	7,70 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	25,40 €	Manga Fibra Vidro e Líquido de Refrigeração
Preventiva	CENTRALBAT, Lda.	7,70 €	Líquido de Refrigeração
Preventiva	Vastema	66,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	87,12 €	Borrachas
Preventiva	Vastema	1.815,00 €	Kit Armaduras Turbo
Preventiva	Vastema	220,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	HMR	567,04 €	Pás Turbo
Preventiva	Vastema	66,00 €	Afiamento de Lâminas
Preventiva	Vastema	1.046,00 €	Lâminas Novas
Preventiva	Vastema	319,70 €	Pás Turbo
Preventiva	Vastema	830,00 €	Lâminas Novas

A máquina Guidetti, também teve uma avaria no início de ano, um dos rolamentos Auto lubrificados que contém ficou seco e teve de ser substituído, e o rotor da máquina sofreu um ligeiro empeno, para que este problema fosse resolvido colocaram-se copos de lubrificação nos rolamentos, uma vez que a máquina já é antiga e nos dias que correm está a trabalhar bastante além do número de horas para as quais foi concebida.

Este problema teve como consequência um valor de 3249.46 euros de manutenção corretiva de um total de 9555.12 euros, como era de espera o valor de manutenção preventiva aumentou, acompanhando a evolução dos indicadores de produção.

Tabela 7: IRS 1º Semestre 2015

1º Semestre 2015 IRS			
Tipo de Manutenção	Empresas	Valor	Motivo
Preventivas	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	33,60 €	Correiras
Preventivas	Vastema	8.430,00 €	Martelos e Armaduras Moinhos
Preventivas	Cabotrox, Lda	2,38 €	Lâmpada

No 1º Semestre de 2015 a IRS, teve apenas manutenção do tipo preventiva, e o valor mais avultado deve-se ao fato de esta máquina ter, neste período, efetuado a primeira substituição dos martelos e da armadura. Como se começava a notar uma diminuição da produção, por hora, da máquina, foi decidida a substituição dos referidos martelos. Uma manutenção que, a apesar do valor, se revelou rápida de efetuar e que não teve nenhum reflexo negativo na produção.

Tabela 8: Manutenção preventiva 2015

M a n t e n t i v a	Empresas	Valor	Motivo
	BRICOBranco	9,64 €	Brocas
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	21,68 €	Disco de Corte
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	64,49 €	Tubos Hidraulicos e Parafusos
	BEIRATOOLS - ACESSORIOS INDUSTRIAS, LDA	9,31 €	Brocas
	JOÃO SERRAS COMERCIO DE PNEUS E COMBUSTIVEIS LDA	343,10 €	Óleo Hidráulico
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	37,42 €	Tubo Hidráulico
	CENTRALBAT, Lda.	11,33 €	Lubrificante
	ALBIFERRAGENS - COMÉRCIO DE MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO	9,88 €	Lixa de ferro e Desperdicio
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	85,23 €	Tubos Hidraulicos e Parafusos
	ALBIEUROPA - TRATORES E AUTOMOVEIS LDA.	12,21 €	Filtro
	HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	7,89 €	Tubo Hidráulico
	ALBIEUROPA - TRATORES E AUTOMOVEIS LDA.	27,64 €	Discos de Corte
	Jorge de Azevedo Briosa	158,00 €	Pernos
	MAIA & MARQUES, LDA	121,60 €	Massa de Lubrificação
HIDRÁULICA DAS BEIRAS, LDA	4,62 €	Apalpa Folgas	

Tal como no 1º semestre do ano anterior a tabela acima indica o material utilizado em manutenção preventiva, na empresa, quer para cumprimento de planos de manutenção que para manutenção do grupo auxiliar.

Os gráficos que se seguem vão ajudar a perceber a evolução da manutenção da empresa, bem como os equipamentos mais suscetíveis a avarias.

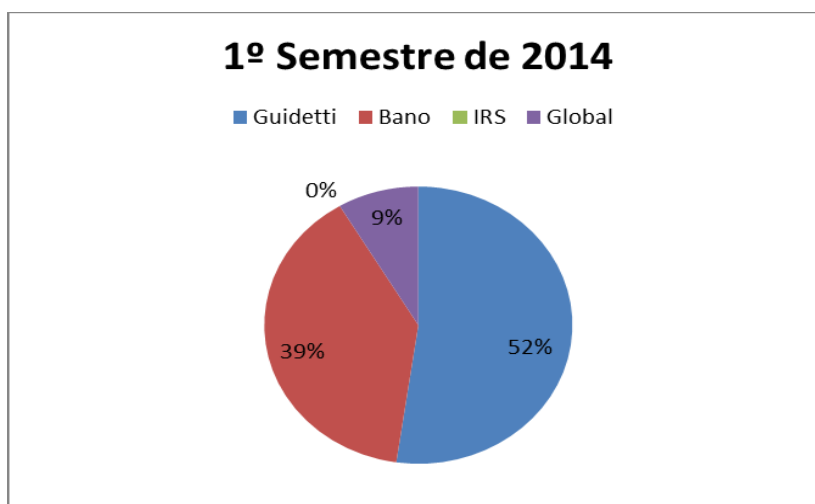


Gráfico 5: Percentagens de manutenções efetuadas por equipamentos 1º Semestre 2014

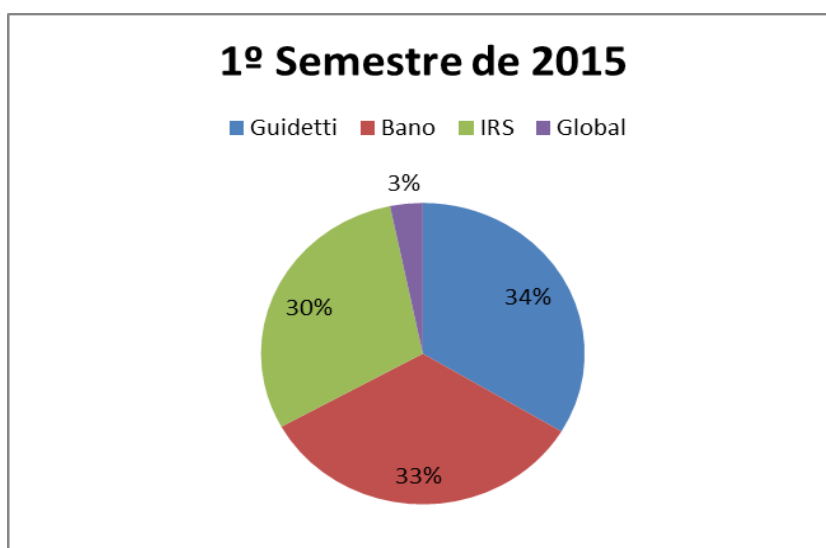


Gráfico 6: Percentagem de manutenção efetuadas por equipamentos 1º Semestre 2015

Como se pode verificar a Guidetti é a máquina que mais problemas tem dado a níveis de manutenção, isto deve-se em especial ao fato de esta já ter alguns anos de trabalho e de ter sido concebida para fazer a separação de matérias, mas não em quantidades tão elevadas, por esse fator a empresa já está em negociações avançadas para a substituição da desta máquina.

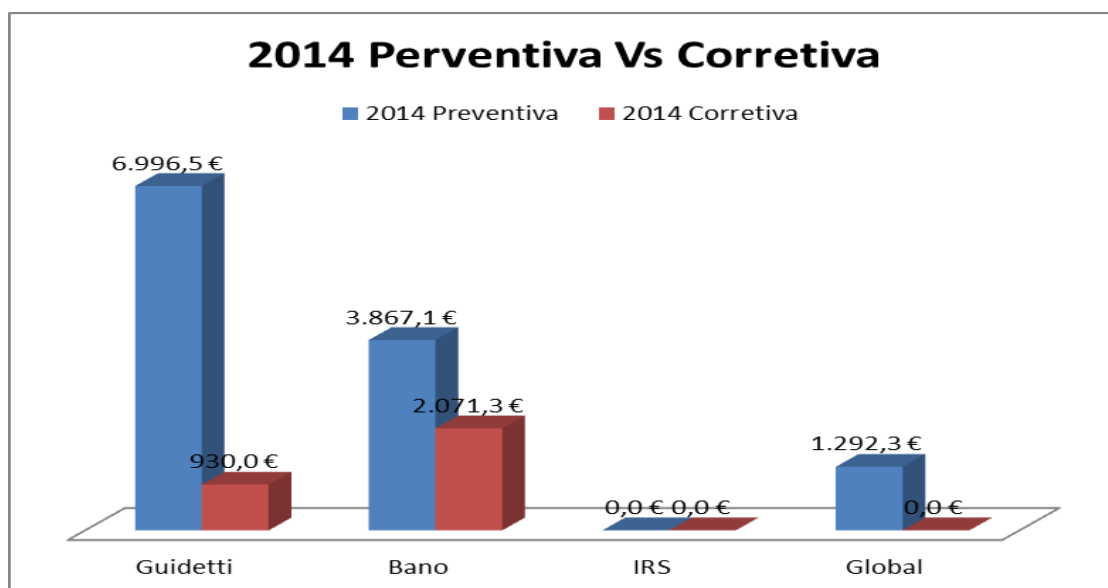


Gráfico 7: Manutenção Preventiva Vs Corretiva

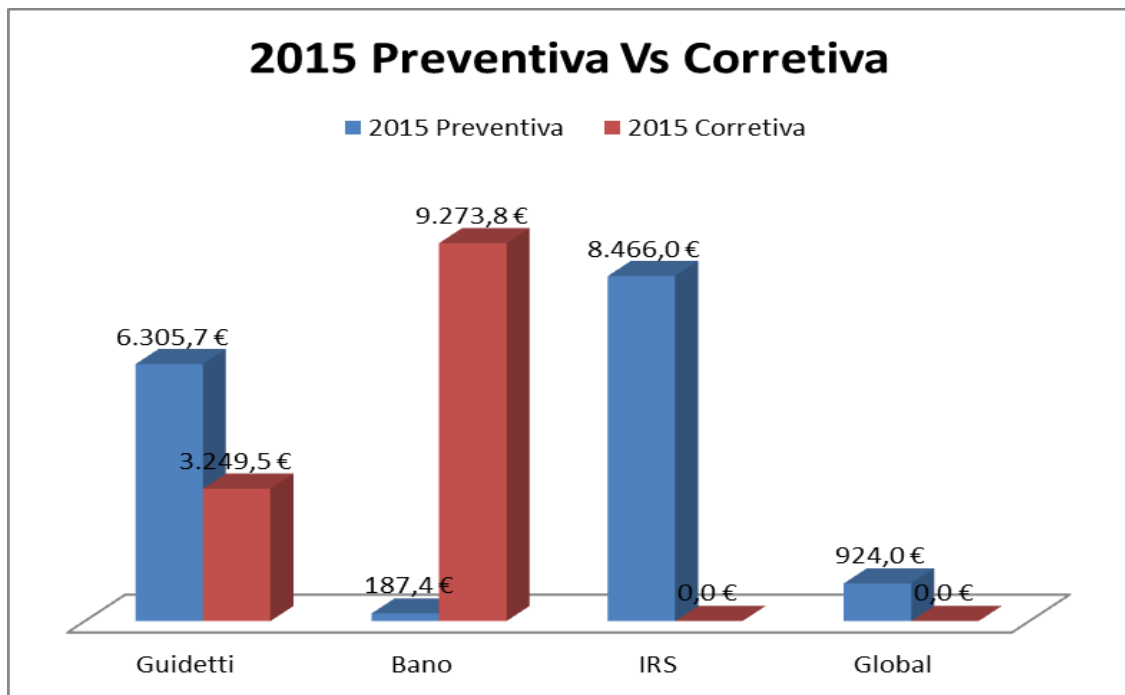


Gráfico 8: 2015 Manutenção Preventiva Vs Corretiva

Tal como já foi referido anteriormente, no 1º Semestre de 2015, devido a avarias, substituições de peças de desgaste e aumento de capacidade produtiva os valores subiram um pouco pelos diversos equipamentos.

## 4.2 Criação de Software informático para gestão de manutenção

Existem algumas ferramentas informáticas que tornam o processo de manutenção mais controlado por parte da empresa, de seguida vão ser dados alguns exemplos:

### Prisma

Este é um Software privado da BA, onde se faz registo de paragens de máquinas, o que, juntamente com os dados de cadência de fabrico, permite estimar os rendimentos de cada linha. O prisma reúne informação vinda de outros SI, mais precisamente do iAfis e CEP LAB (apresentada de seguida). Daqui são retirados os dados referentes às paragens de máquinas. As paragens são registadas consoante códigos, de paragem, duração, código de paragem, número de setores afetados, área responsável pelo registo e observações.

iAfis: Esta ferramenta é uma solução comercial que usa a ligação em rede para mostrar informações Online, sendo a mais utilizada a informação dos rendimentos discriminada por sector. Isto é, possibilita saber a qualquer altura, qual o rendimento

global de uma linha. Permite obter assim uma visão global do funcionamento atual da linha.

- CEP LAB: Refere-se ao controlo estatístico do processo, com o registo das medições às características adequadas a cada referência de fabrico. Permite a visualização das cartas de controlo que monitorizam o processo.

## **SAP**

O SAP é uma ferramenta comercial que oferece um controlo integrado de toda a organização fabril, desde recursos humanos, planeamento de produção, logística, manutenção, etc. O módulo de manutenção em SAP permite a elaboração de planos de manutenção, que são posteriormente lançados para impressão em cada oficina correspondente, com a periodicidade especificada aquando da criação dos planos. A lista de estrutura contém todos os bens fabris. Na realização do trabalho este Software foi bastante utilizado. Foram criados planos de manutenção por equipamentos, ou seja, toda a organização necessária para receber nova informação relativa a estes equipamentos aqui identificados.

## **ELIS**

Constitui uma poderosa ferramenta, Online, de controlo de qualidade pois permite o fluxo de informação entre os extremos da linha de produção (máquinas de inspeção e zona das máquinas) em tempo real. Além desta primeira análise, o Software permite depois a consulta desses dados, que vão sendo registados diariamente, imprimindo os mais variados gráficos como por ex. a incidência de defeitos por cada cavidade.

O Software criado, para a empresa A. F. Carreto, neste trabalho tem como base algumas das funcionalidades presentes nos anteriormente referidos. O principal objetivo do Software é que qualquer funcionário da empresa esteja capacitado de todas as instruções e ferramentas necessárias para efetuar as manutenções existentes no plano de manutenção de máquinas, para além disto também tem como objetivo que as manutenções sejam efetuadas nos períodos de tempo adequados, o que leva a minimização de avarias não programadas.

Com este Software o gestor da manutenção tem como principais funções a atualização em tempo real das instruções de manutenção bem como das horas de manutenção.

A função de gestor de manutenção e de produção ficam cada vez mais ligadas entre si, uma vez que se pretende compatibilizar as ações de manutenção com as necessidades de produção.

## 4.2.1 Estrutura e funcionamento do programa

O Software de gestão da manutenção desenvolvido encontra-se estruturado de acordo com o esquema apresentado na figura que se segue.

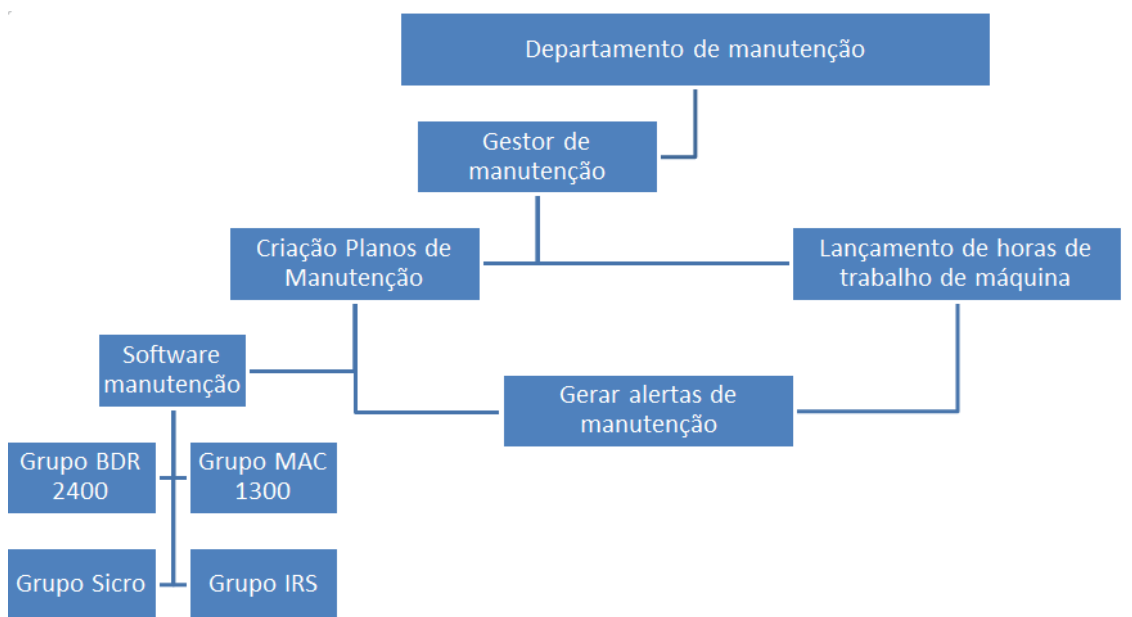


Figura 30: Estrutura do Software

Dentro do departamento de manutenção existe um gestor da manutenção que tem como principais funções a criação de planos de manutenção (apresentados no ponto 4.1.1) e seus procedimentos. Para além disto este gestor de manutenção tem, ainda, como função a atualização constante das horas de trabalho das máquinas.

Após estas informações estarem inseridas no sistema, o Software procede a geração de alertas de manutenção, por máquina, consoante as horas estipuladas no plano de manutenção.

Os alertas são gerados com um erro de até 5 horas de trabalho, uma vez que o gestor da manutenção lança as horas de trabalho todos os finais de dia, e por dia cada uma destas máquinas trabalha cerca de 9 horas, ou seja, o alerta começa a ser gerado 5 horas antes da hora estipulada, e termina a partir do momento em que o gestor da manutenção dá a ordem de trabalho como finalizada, começando nova contagem de horas de manutenção.

Quando os alertas são gerados, os funcionários da empresa que vão realizar a manutenção que está a ser indicada, em caso de dúvida em como executar a tarefa podem abrir a ordem de trabalho que contém uma descrição pormenorizada do procedimento a adotar.

Qualquer manutenção não programada o Software não vai estar concebido para as contemplar, mas todas essas manutenções ficam registadas e com o relatório do que foi feito, para que, caso suceda uma situação semelhante no futuro, a empresa seja mais eficaz a resolver.

O funcionamento do programa pode ser melhor entendido através das imagens que se seguem, onde se encontra o funcionamento do programa.

Na figura que se segue pode-se observar a forma de introdução de ordem de trabalhos, o procedimento é, criar novo dossier no Software da empresa pertencente à família manutenção, colocam-se as unidades de controlo “horas” para que a contagem seja feita através do número de horas, por fim cria-se uma designação e referência para quando for processado o alerta e realizada a manutenção seja mais fácil anotar o que foi realizado.

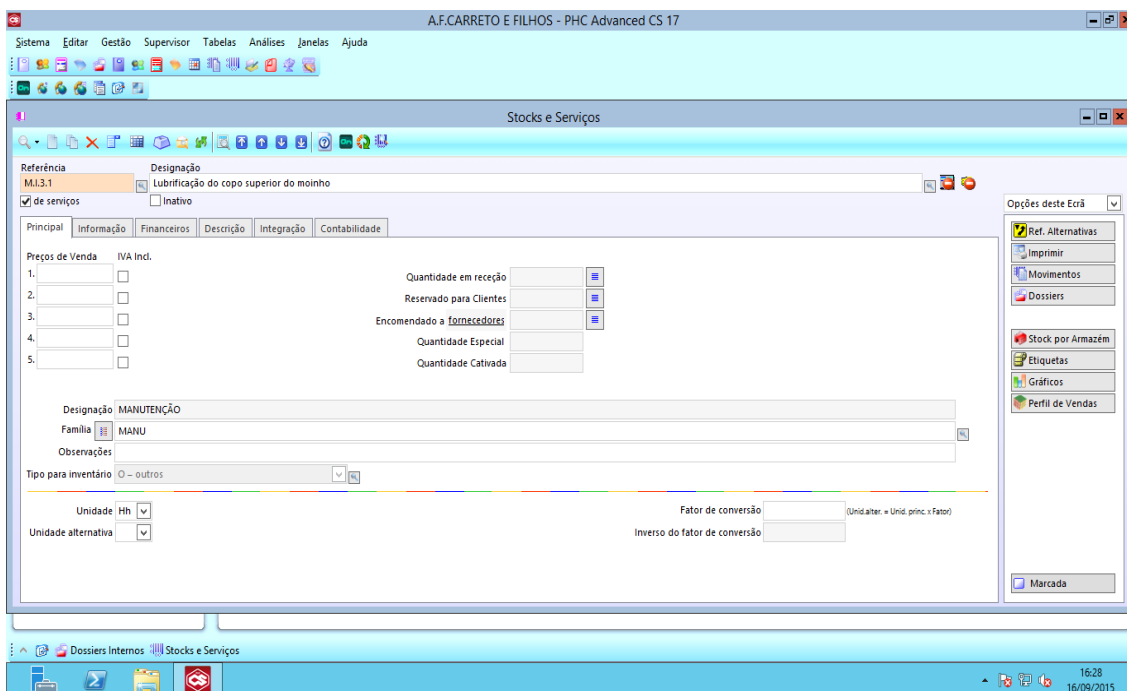


Figura 31: Introdução de ordem de trabalhos

De seguida, ainda no dossier criado na família da manutenção, no separador pertencente a informação tem que se colocar a que máquina pertence esta ordem de trabalho, para que não existam ordens de trabalhos de máquina diferentes a serem geradas ao mesmo tempo. Neste

separador também se encontra o campo para inserir a informação relativa ao número de horas de intervalo entre alertas de ordem de trabalho.

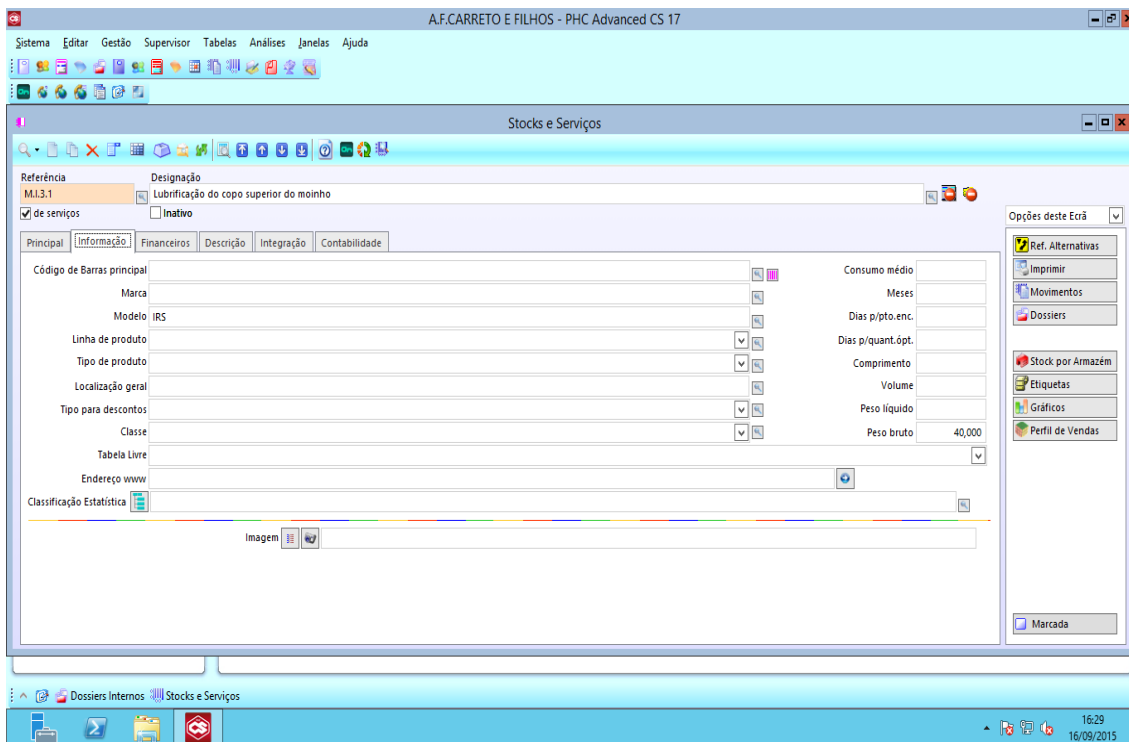


Figura 32: Seleção de máquina e horas de alerta

Por fim, para que o lançamento da ordem de trabalhos esteja concluído, falta a introdução do ficheiro do procedimento de manutenção, onde está exemplificado todo o processo a ser adotado.

Neste separador, tem que se dar ao programa o caminho para o documento PDF onde se encontra o respetivo documento.

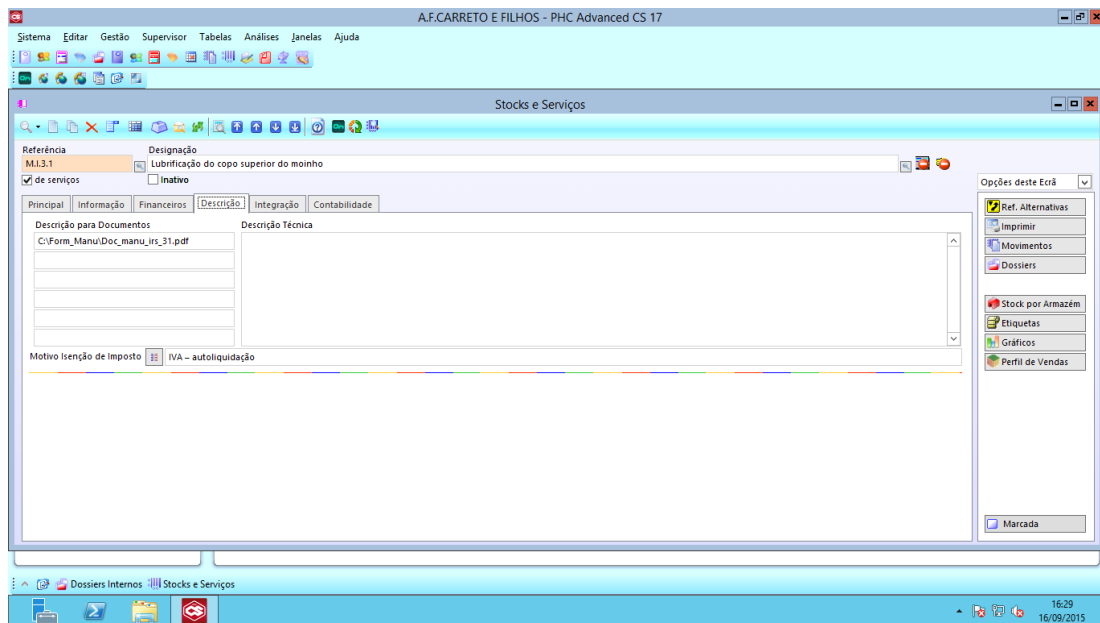


Figura 33: Introdução de documento de procedimento manutenção

Após todo este processo, o Software está preparado para gerar os alertas de manutenção, para cada uma das máquinas, ficando apenas em falta que lhe sejam indicadas as horas de trabalho que a máquina realizou. A figura seguinte demonstra como lançar as horas de trabalho da máquina, em cada dia, por parte do gestor da manutenção. As horas de trabalho são lançadas por máquinas tal como mostra a imagem.

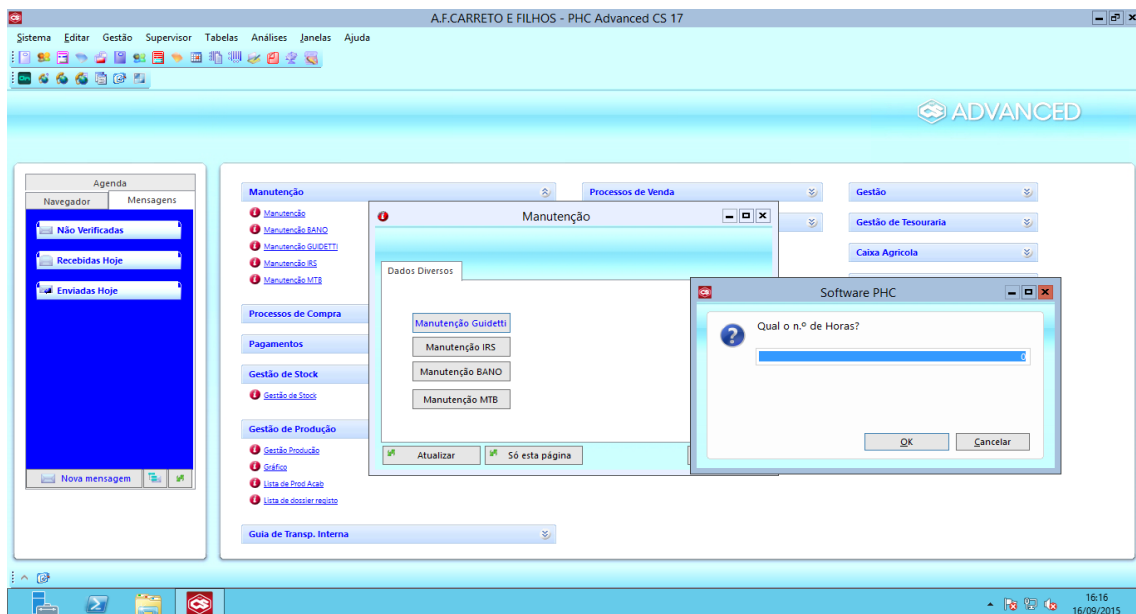


Figura 34: Lançamento de horas de trabalho das máquinas

Os alertas começam a ser gerados consoante o intervalo de horas a que devem ser realizadas as manutenções, como se pode verificar nas próximas figuras o Software indica a designação e referência da ordem de trabalhos e caso seja necessário gera o documento com o procedimento, que lhe foi associado, bastando apenas selecionar qual a ordem de trabalhos e, caso existam dúvidas, carregar no botão que diz ficheiro na janela gerada pelo Software.


Ref	Design	Horas	Máquina	Hrs Ult. Manu	Hrs Prox. Manu	Hrs Máq. Act.
M.I.3.1	Lubrificação do copo superior do moinho	40,000	IRS			3170,000
M.I.3.2	Lubrificação do copo inferior do moinho	40,000	IRS	3203,000	3243,000	3170,000
M.I.3.3	Lubrificação do copo superior do motor eléctrico do moinho	40,000	IRS	3203,000	3243,000	3170,000
M.I.3.4	Lubrificação do copo inferior do motor eléctrico do moinho	40,000	IRS			3170,000
M.I.4	Sopragem dos ventiladores do motor el. tapete e moinho	40,000	IRS			3170,000
M.I.1.1	Inspeção da conformidade mecânica do doseador	320,000	IRS			3170,000
M.I.1.2	Verificação estado porta de saída doseador	160,000	IRS			3170,000
M.I.2.1	Verificar funcionamento do tapete	160,000	IRS			3170,000
M.I.2.2	Lubrificação dos copos motor eléctrico tapete	320,000	IRS			3170,000
M.I.2.3	Inspeção e Verificação do alinhamento do tapete	320,000	IRS			3170,000
M.I.2.4	Inspeção de existência e aperto de parafusos do tapete	320,000	IRS			3170,000
M.I.3.5	Inspeção e controlo de tensão das correias de transmissão	100,000	IRS			3170,000
M.I.3.6	Inspeção aperto dos parafusos de fixação do moinho ao solo	100,000	IRS			3170,000
M.I.5	Lubrificação copos motor eléctrico da válvula estrela ZIGZAG	320,000	IRS			3170,000
M.I.6	Inspeção verificação conformidade das condutas de transporte	320,000	IRS			3170,000
M.I.7	Lubrificação copos motor eléctrico da válvula estrela mesa	320,000	IRS			3170,000
M.I.8	Sopragem de motores eléctricos Val. estrela mesa e ZIGZAG	160,000	IRS			3170,000

Figura 35: Lista de manutenções a realizar

**Procedimento de Manutenção**

Lubrificação dos copos do motor eléctrico da válvula estelar da mesa

Na zona inferior e superior motor eléctrico da válvula estelar da mesa máquina IRS, encontram-se dois copos de lubrificação manual, pelo qual é feita a lubrificação.



Com auxílio da bomba de lubrificação manual, e com a massa de lubrificação Total Multis 3, devemos proceder a lubrificação do mesmo com um espaçamento temporal de 320 horas.

Figura 36: Procedimento de manutenção

Após a realização do trabalho indicado na ordem de trabalhos, o operador de máquina, que é a pessoa que realiza a manutenção, informa o gestor da manutenção quais a referência de manutenção que realizou, para que o gestor da manutenção seja capaz de verificar se falta alguma referência, e dar indicação ao Software de que a ordens de trabalho foram concluídas e qual o dia da conclusão. As figuras seguintes são elucidativas deste processo.

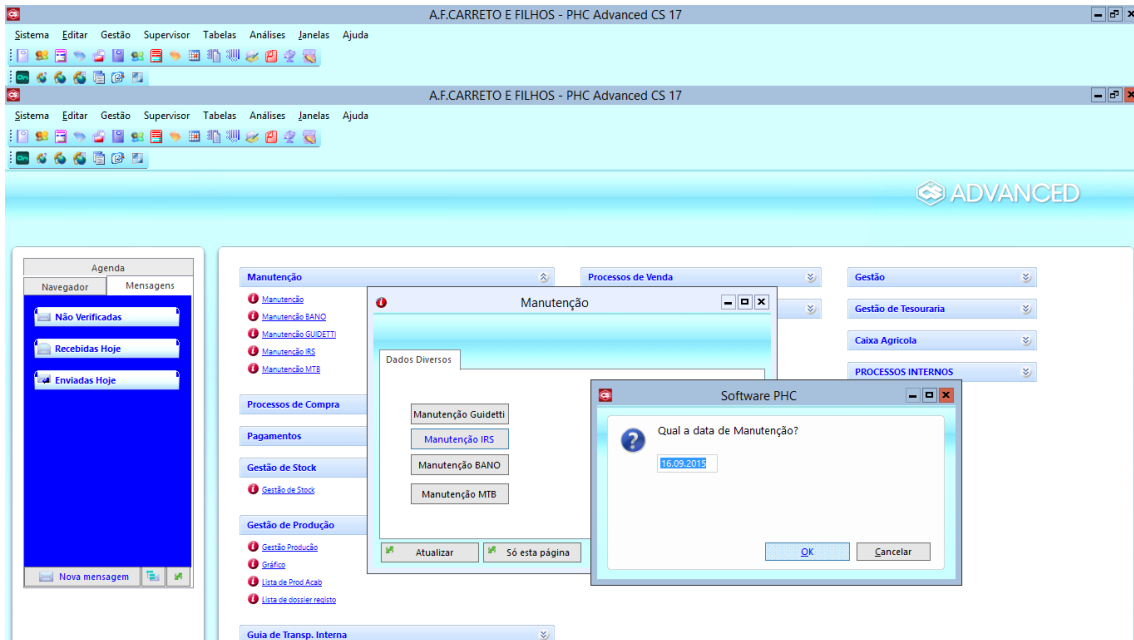


Figura 37: Data da realização da ordem de trabalhos, por máquina

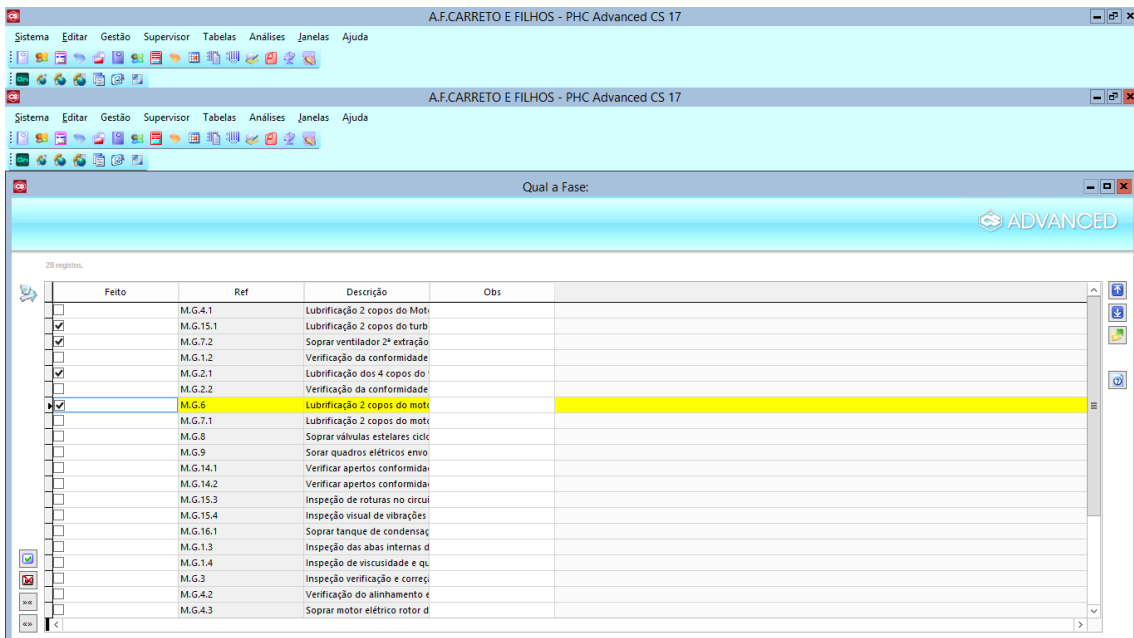


Figura 38: Seleção de quais as ordens que foram concluídas

Após este processo ser concluído, o Software recomeça a contagem para que possa gerar novos alertas de manutenção nos devidos tempos.

# 5 Capítulo 5 Conclusões, Sugestões para investigações futuras

## 5.1 Conclusões

Este trabalho incide na criação de um Software de manutenção que através de planos de manutenção por cada equipamento produtivo torne mais eficaz a tarefa de manutenção da organização. A identificação dos equipamentos e sua caracterização é imprescindível para que os planos de manutenção sejam bem elaborados e o Software seja útil. Os aumentos produtivos das empresas são, também, o reflexo do trabalho elaborado pelos gestores da manutenção que proporcionam às organizações, o maior tempo de trabalho dos seus equipamentos.

Contudo, existem avarias que, por razões diversas (técnicas e/ou económicas), são de difícil previsão. Para essas avarias, que desencadeiam operações de manutenção corretiva, são gerados relatórios de reparação que fazem com que a empresa diminua tempos de paragem em ocasiões futuras.

Com a implementação do Software de manutenção, a empresa caminha na direção do aumento de produção, diminuição de custos inerentes a manutenção, e por sua vez diminuição de tempos parados devido a avarias.

## 5.2 Sugestões para investigações futuras

Como sugestões para possíveis futuros trabalhos sobre a temática da manutenção e Softwares de manutenção destaca-se a ligação direta de Software de manutenção ao Software de produção, o que levaria a que o gestor de manutenção não tivesse de lançar diariamente horas de trabalho.

Através da ligação à produção, torna-se mais fácil a obtenção de dados que permitam evitar falhas de peças de desgaste que levam a operações de manutenção corretiva, e tentar substituir a manutenção corretiva por manutenção periódica ou condicional.

# Bibliografia

1. European Standard NP EN 13306, versão Portuguesa, Terminologia da Manutenção, 2007;
2. NASA - Reliability Centered Maintenance, Guide for facilities and collateral equipment, 2000;
3. Ferreira, L. A. A., Uma introdução à manutenção. Publindústria: Porto, 1998;
4. Pinto, C. V., Organização e gestão da manutenção. 2ª ed. Lisboa: Monitor, 2002;
5. Borris, S., Total productive maintenance. New York: McGraw Hill, cop. 2006;
6. Cássio Ferreira Nogueira, Manutenção Industrial. Belo Horizonte: E - Xacta, 2012;
7. Mário Brito, Eurisko, Manual Pedagógico PRONACI - Estudos, projectos e consultadoria,S.A. 2003;
8. Manuel Cabral Morais, Fiabilidade e Controlo de Qualidade, Notas de apoio, Fiabilidade, Caps.1-6, IST edições;
9. A.J.M. Cardoso, Diagnóstico de avaria em motores de indução trifásico, Coimbra editora;
10. Kardec, A. Nascif, (2003), Manutenção: função estratégica. Qualitymark;
11. Pedro M. Pereira (2009), Tese de Mestrado, Planos de Manutenção Preventiva. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
12. Strauss Sydio de Souza, Carlos Roberto Lima - Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica. Ouro Preto, MG, 2003;
13. Augusto Lopes (2006), Tese de Mestrado, RCM Aplicada a Empresa Metalomecânica. Faculdade de Engenharia da universidade do Porto;
14. Paulo Cardoso, TPM uma Filosofia de Futuro, Porto, 1999;
15. Manuais equipamento produtivos, Guidetti, IRS, MTB, BANO.

# Anexo 1- Relatório de manutenção não programada

## RELATÓRIO DE INTERVENÇÃO

No final do dia um de Setembro de 2014, ao proceder-mos ao afinamento das lâminas da Guidetti, sentimos um ligeiro bater ao rodar o rotor, procedemos então a verificação do estado dos rolamentos. Após se realizar todo o procedimento abaixo descrito, deparamo-nos com a situação dos rolamentos, um deles estava completamente desgastado o outro ainda estava mais ao menos.



Rolamento interior, totalmente danificado

colocar essa estrutura fora da máquina para se poder então verificar o estado dos rolamentos;

9. Desaperto com chave sextavada nº 8 dos parafusos de fixação da falange. O desaperto deverá ser gradual em todos os parafusos;
10. De seguida é feito o aperto dos mesmos mas nos orifícios de profundidade mais pequena. Novamente este aperto também deverá ser gradual em toda a falange;
11. O mecanismo deverá fazer um “estalo” quando se verifica o primeiro deslocamento da falange. O aperto é realizado até ao fim;
12. O passo 9 é repetido mas nos orifícios opostos aos anteriores para que a polia alcance a saída final;
13. Estando a polia desacoplada dois homens devem retirar a polia manualmente;
14. Estando a chumaceira exposta começa-mos por abrir a tampa externa: 4 fixações chave 19 com anilhas;
15. Retirar a tampa e um anel de retenção que protege a contaminação das pistas lateralmente;
16. Para retirar o rolamento deve-se usar dois parafusos ferramenta que roscam no cubo e apertam da estrutura de suporte, forçando a saída/deslize da

O procedimento para a substituição do rolamento 6214 2Z - Grupo Guidetti:

### A) Processo de desmontagem

1. Marcar posição de aperto das correias de transmissão no afinador (suporte do motor eléctrico);
2. Desapertar todos os parafusos do Cárter lateral, para se retirar o mesmo;
3. Abrir o funil superior, através do parafuso que se encontra do lado exterior da máquina, e de seguida desapertar todos os parafusos interiores de suporte;
4. Colocar o empilhador de garfos com o auxílio de uma sinta a suportar o funil superior;
5. Retirar o veio que faz rodar o funil, e com o empilhador retirar o funil;
6. Aliviar o motor e retirar as correias (SPZ 2340), verificar se a superfície de aderência muito polidas;
7. Colocar uma trave de madeira para impedir a rotação do rotor;
8. De seguida deve-se desapertar os parafusos de apoio (8) da estrutura interior do rotor da máquina, para se retirar essa mesma estrutura, para se

chumaceira sobre o veio. É necessário lubrificar o veio com WD40 (ou semelhante) preferencialmente em todas as zonas de deslize. Caso este procedimento não funcionar usar um “saca” rolamentos;

17. Depois de todos os elementos retirados devemos lixar as zonas rotativas de contacto do cubo com lixa fina e pouco abrasiva. O veio também deve ser lixado nas mesmas condições;
18. Fazemos o mesmo processo a partir do passo 15, para o rolamento do lado oposto.

### B) Processo de Montagem

1. Montar o rolamento no cubo correspondente;
2. Aperto de 4 parafusos de fixação e colocação da montagem no veio;
3. Inserir a montagem no veio implica o uso de um maço e um barrote de madeira, para ir empurrando o cubo mais o rolamento até à zona de encaixe. Usar WD40 em abundância;

4. Estando perto do encaixe final será necessário levantar o veio e encaixar o cubo. Para isto levanta-mos o veio com uma cinta, coloca-se uma escora por baixo e encrava-se o cubo mais o rolamento;
5. De seguida montamos o rolamento do lado oposto da mesma forma;
6. Procedemos a colocação do rotor na máquina e fazemos o aperto dos parafusos (8) de fixação a máquina;
7. Depois de devidamente apertado, procedemos a colocação do funil superior, introduzido o veio de rotação e aparafusando os parafusos de fixação;
8. De seguida faz-se a montagem do Cárter lateral e devido aperto;
9. Por fim voltamos a afinar as lâminas, fechamos a tampa frontal e podemos colocar a máquina a trabalhar, e verificamos se já está tudo bem.

Este procedimento foi efectuado pelo operador de máquinas Bruno Marques, com a supervisão do Eng. Mauro Pereira, durante os dias dois de Setembro e três de Setembro do ano 2014, a operação foi efectuada com sucesso, e a máquina voltou a trabalhar normalmente, a máquina indicava 7246,67 horas, no momento que voltou ao trabalho.

---