



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cristiana da Silva Moreira

**Organização e gestão da manutenção numa
empresa têxtil**

Tese de Mestrado

Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Isabel da Silva Lopes

Outubro de 2018



DECLARAÇÃO

Nome: Cristiana da Silva Moreira

Endereço eletrónico: a73284@alunos.uminho.pt

Telefone: 913477520

Número do Bilhete de Identidade: 14892386

Título da dissertação: Organização e gestão da manutenção numa empresa têxtil

Orientador(es): Isabel da Silva Lopes

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Engenharia e gestão industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, n.º máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

A dissertação, apesar de ser um projeto individual reúne a contribuição de várias pessoas. Desde do início da realização desta dissertação, contei com a confiança e o apoio de inúmeras pessoas.

Da Professora Doutora Isabel da Silva Lopes, orientadora da dissertação, agradeço o apoio, a partilha de conhecimentos e o tempo dedicado a este trabalho.

Aos trabalhadores da empresa SMBM, que dispensaram algum do seu precioso tempo para me ajudarem e que possibilitaram realização deste estudo, o meu muito obrigada. Um agradecimento especial, à responsável pelo marketing Doutora Filipa e à minha colega de estágio Catarina.

Um enorme obrigada aos meus amigos e namorado que sempre me estimularam intelectualmente e emocionalmente. Sem suas palavras de conforto e coragem este caminho teria sido muito difícil.

Estou muito grata a todos os meus familiares pelo incentivo recebido ao longo deste meu último ano. À minha prima Jéssica agradeço o tempo e a energia que depositou em mim e por sempre acreditar nas minhas capacidades. Aos meus pais, à minha irmã, ao meu cunhado e à minha avó obrigada pelo amor, alegria e atenção.

O meu profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação.



RESUMO

Atualmente, as indústrias procuram atingir a excelência, assim, a manutenção assume um papel fundamental numa organização. A sua relevância estratégica deve-se ao potencial aumento da disponibilidade dos equipamentos, tendo impacto direto nos custos e na produtividade da empresa. Posto isto, a manutenção visa manter os equipamentos em bom estado, sendo possível prolongar o ciclo de vida dos mesmos, garantindo que a qualidade do produto não seja afetada.

Esta dissertação destina-se a melhorar o desempenho e a capacidade dos equipamentos da empresa SMBM, usando ferramentas e princípios de organização e gestão da manutenção definidos pela metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM). A SMBM é uma indústria de fiação que tem como missão inovar o mercado têxtil apostando na satisfação do cliente.

Deste modo, fez-se uma avaliação do estado atual do fluxo produtivo, dos equipamentos e das áreas de manutenção. Tendo em conta a análise e o comportamento dos operadores foi possível identificar os desperdícios, nomeadamente, o movimento, transporte e, também o inventário nos processos.

Uma vez que, a manutenção é realizada quando o equipamento não está operacional, existe a necessidade de um planeamento e controlo de produção aliado ao planeamento da manutenção. Propõe-se a aplicação da técnica SMED para redução de *setup*, da padronização das tarefas, como uma folha de padronização das tarefas de limpeza, para que todos os elementos sejam executados de forma eficaz e eficiente. São criados documentos de registo, como um relatório de reparação para que a informação da avaria seja mais detalhada e para criação de um histórico da máquina.

Em suma, através da implementação de novas metodologias de gestão da manutenção, pretendeu-se contribuir para uma melhoria significativa da SMBM. Para que haja um aumento da produtividade e da disponibilidade dos equipamentos, propõe-se a implementação da manutenção planeada através de um plano de manutenção. Para uma melhoria focalizada com o cálculo dos indicadores, *Mean Time Between Failures* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), *Mean Waiting Time* (MWT) através da recolha de dados relativos as avarias, como o seu tempo de reparação. Outro indicador relevante será *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) para medir a eficiência global através de dados que englobem quantidade de produto produzido, quantidade de produto não conforme, *setups* e outras paragens.

PALAVRAS-CHAVE

Total Productive Maintenance (TPM), Disponibilidade, Eficiência, Manutenção, Desempenho



ABSTRACT

Nowadays, industries are striving for excellence, so maintenance plays a key role in an organization. Its strategic relevance is due to the potential increase in equipment availability, having a direct impact on the costs and productivity of the company. Maintenance aims to keep the equipment in good condition, being possible to extend the life cycle of the same, ensuring that the quality of the product is not affected.

This dissertation aims to improve the performance and capacity of the SMBM equipment, using tools and principles of organization and maintenance management defined by the Total Productive Maintenance (TPM) methodology. SMBM is a spinning industry whose mission is to innovate the textile market by betting on customer satisfaction.

In this way, an evaluation was made of the current state of the production flow and the equipment of the maintenance areas. Considering the analysis and the behavior of the operators it was possible to identify the wastes, namely, the movement, transport and the inventory in the processes.

Since maintenance is performed when the equipment is not operational, there is a need for production planning and control combined with maintenance planning. It is proposed to apply the SMED technique to reduce setup, standardization of tasks, as a standardization sheet of cleaning tasks, so that all elements are executed efficiently and efficiently. Registration documents are created, such as a repair report for more detailed fault information and for creating a machine history.

In short, through the implementation of new maintenance management methodologies, it was intended to contribute to a significant improvement of the SMBM. To increase productivity and availability of equipment, it is proposed to implement planned maintenance through a maintenance plan. For a focused improvement with the calculation of the indicators, Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), Mean Waiting Time (MWT) by collecting data on the faults, such as their repair time, another indicator relevant will be Overall Equipment Effectiveness (OEE) to measure overall efficiency through data that includes quantity of product produced, quantity of nonconforming product, setups and other stops.

KEYWORDS

Total Productive Maintenance (TPM), Equipment availability, Maintenance Effectiveness, Performance



ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Metodologia de Investigação.....	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Fundamentos Teóricos.....	7
2.1 Manutenção e a sua evolução histórica.....	7
2.2 Gestão da manutenção.....	10
2.3 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	13
2.4 Principais atividades do TPM.....	15
2.4.1 Melhoria focalizada.....	17
2.4.2 Manutenção autónoma.....	19
2.4.3 Manutenção planeada.....	21
2.4.4 Gestão de novos equipamentos.....	21
2.4.5 Gestão da qualidade do processo.....	22
2.4.6 Educação e formação.....	22
2.4.7 Segurança e meio ambiente.....	22
2.4.8 TPM nas áreas administrativas.....	23
2.5 Fases para implementação do TPM.....	23
2.5.1 Fase 1 – Preparação.....	24
2.5.2 Fase 2 – Introdução do TPM.....	24
2.5.3 Fase 3 – Implementação.....	25
2.5.4 Fase 4 – Consolidação.....	25



2.6	O impacto do TPM	25
2.7	<i>Total Quality Management (TQM)</i>	27
2.8	Exemplos de casos de sucesso da implementação do TPM	29
3.	Apresentação da empresa.....	31
3.1	Caracterização da Fifitex <i>by</i> SMBM	31
3.2	Função organizacional.....	32
3.3	O fio têxtil e o processo produtivo	33
3.3.1	Propriedades físicas do fio	34
3.3.2	Processo produtivo	34
3.3.3	Tipos de fio e respetivo processo produtivo	36
3.3.4	Armazém da matéria-prima.....	36
3.3.5	Processo de preparação para a fição.....	37
3.3.6	Fiação convencional (fiação por anel).....	38
3.3.7	Fiação não convencional.....	40
3.3.8	Armazém de fio (local de <i>stock</i>)	41
3.4	Procedimento para o processamento de uma encomenda	42
3.5	Certificados.....	46
4.	Análise crítica da situação inicial: organização e gestão da produção	47
4.1	Organização e gestão da Produção	47
4.2	Perdas identificadas	49
5.	Análise crítica da situação atual: organização e gestão de bens e manutenção.....	53
5.1	Gestão dos bens.....	53
5.2	Responsabilidades e funções do serviço de manutenção	56
5.2.1	Departamento de preparação.....	56
5.2.2	Departamento de fição.....	57
5.2.3	Departamento de bobinagem.....	58
5.3	Planeamento e controlo da manutenção	59
5.4	Identificação dos equipamentos mais críticos.....	61
5.4.1	Quantidade de fio produzido e as não conformidades	62
5.4.2	Tempo de produção.....	68



6.	Propostas de melhoria	71
6.1	Organização e gestão da produção	71
6.1.1	Planeamento e controlo da produção (PCP)	71
6.1.2	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED).....	71
6.1.3	Afinações, medições e ajustes	72
6.1.4	Trabalho padronizado para limpeza.....	73
6.1.5	Programa da sazonalidade.....	74
6.2	Organização e gestão da manutenção.....	75
6.2.1	Indicadores de desempenho	75
6.2.2	Plano de manutenção	77
6.2.3	<i>Checklist</i> para o plano de ação da manutenção.....	78
6.2.4	Plano de manutenção integrada no PCP	78
6.2.5	Codificação e Inventário na sala de manutenção	79
6.2.6	Stock de peças sobresselentes.....	80
7.	Conclusões	83
7.1	Considerações finais	83
7.2	Trabalhos futuros	84
	Referências Bibliográficas	87
	Anexo I - Diagrama causa-efeito	91
	Anexo II - Parque de máquinas da SMBM.....	93
	Anexo III - Tabelas de apoio à análise de dados.....	97
	Anexo IV - Visão geral do plano de manutenção das Bobinadeiras 1 e 4.....	99
	Anexo V - Plano de manutenção preventiva do conjunto 1 - Bobinadeira.....	103
	Anexo VI - Plano de manutenção preventiva do conjunto 2 - Bobinadeira.....	105
	Anexo VII - Checklist	107
	Anexo VIII - Equipamentos doadores e beneficiários.....	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fases do ciclo da vida de um equipamento (Gestão de ativos físicos).....	7
Figura 2.2 - As três Gerações da Manutenção e as suas principais características.....	10
Figura 2.3 - Objetivos da gestão da manutenção. (Wireman, 2005)	11
Figura 2.4 - Os diferentes tipos de manutenção segundo NP EN 13306.	12
Figura 2.5 - Gestão da manutenção (Soderholm, Holmgren, & Klefsjo, 2007).	13
Figura 2.6 - Relação entre o TPM e outras filosofias lean. (Ahuja & Khamba, 2008).....	15
Figura 2.7 - Pilares do TPM.....	16
Figura 2.8 - Passos para a implementação do pilar Manutenção autónoma.	21
Figura 2.9 - O impacto do TPM na competitividade (Nakajima, 1988).....	26
Figura 2.10 - Estrutura que envolve os fatores necessários para uma correta implementação da metodologia TPM (Park & Han, 2001).....	27
Figura 2.11 - Sistema do TQM.	28
Figura 3.1 - Principais segmentos têxteis.....	31
Figura 3.2 - Organograma da empresa SMBM.....	33
Figura 3.3 - Fluxo produtivo.	36
Figura 3.4 - Armazém da matéria-prima na empresa SMBM (armazenamento dos fardos de acordo com as suas propriedades).	37
Figura 3.5 - Salão de abertura da empresa SMBM: A) e B) Abridor; C) Batedor.....	37
Figura 3.6 - Carda: A) Zona da carda onde é colocada a manta; B) Zona da carda onde sai a fita.....	38
Figura 3.7 - Laminador da empresa SMBM em diferentes perspetivas.	38
Figura 3.8 - Torce da empresa SMBM.....	39
Figura 3.9- Contínuo da empresa SMBM cheio com carretos.....	39
Figura 3.10 - Bobinadeira da empresa SMBM.	40
Figura 3.11 - Retorcedor da empresa SMBM.....	40
Figura 3.12 - Open end da empresa SMBM.....	41
Figura 3.13 - Armazém de fio (local de stock) da empresa SMBM.....	41
Figura 3.14 - Planta/Layout da empresa SMBM.....	41
Figura 3.15 - Fluxograma do procedimento para o processamento de uma encomenda.....	45
Figura 3.16 - Certificados: A) certificação STeP; B) certificação para o GOTS; C) certificação para o OCS; D) certificação Made in Green by OEKO-TEX; E) Estatuto de Excelência PME	46



Figura 4.1- Stock intermédio entre batedores e cargas	49
Figura 4.2 - Diferentes perspetivas do torce -.....	50
Figura 4.3 - Componentes do torce	50
Figura 4.4 - Tarefa realizada no torce	51
Figura 4.5 - Mecha fora das especificações	52
Figura 4.6 - Diagrama causa-efeito para setups demorados.....	52
Figura 5.1 - Parque de máquinas da SMBM.	53
Figura 5.2 - Ficha de custos do equipamento.	55
Figura 5.3 - Codificação de um contínuo.	55
Figura 5.4 - Parte do organograma da empresa.....	56
Figura 5.5 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de preparação.....	57
Figura 5.6 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de fiação.....	57
Figura 5.7 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de bobinagem.....	58
Figura 5.8 - Texcleaner: Pistola de limpeza de fibras soltas.....	59
Figura 5.9 - Documentos de manutenção	60
Figura 5.10 - Percentagem da capacidade utilizada dos diferentes grupos de equipamentos ao longo do fluxo produtivo.....	62
Figura 5.11 - Percentagem da capacidade utilizada por cada carda da empresa SMBM.....	63
Figura 5.12 - Produção total de cada carda relativamente ao grupo.	64
Figura 5.13 - Percentagem da capacidade dos laminadores.	64
Figura 5.14 - Produção total de cada laminador relativamente ao grupo.	64
Figura 5.15 - Percentagem da capacidade utilizada pelos contínuos.	65
Figura 5.16 - Percentagem de capacidade utilizada pelas bobinadeiras.	65
Figura 5.17 - Produção total de cada bobinadeira relativamente ao grupo.....	66
Figura 5.18 - Percentagem de produto não conforme das bobinadeiras 1, 2, 3 e 4.....	66
Figura 5.19 - Comparação entre o tempo disponível, o tempo efetivo e o tempo ideal de produção para cada grupo de equipamentos.....	68
Figura 5.20 - Eficiência (%) de cada grupo de equipamentos.....	69
Figura 5.21 - Eficiência de cada contínuo.....	69
Figura 5.22 - Eficiência de cada bobinadeira	70
Figura 6.1 - Nova localização da balança para teste de verificação do Ne.....	72
Figura 6.2- Padronização das tarefas de limpeza do torce	74



Figura 6.3 - Relatório de reparação.	76
Figura 6.4 - Plano de manutenção preventiva (conjunto 1).....	77
Figura 6.5 - Aplicação da checklist ao plano de manutenção preventiva das bobinadeiras.	78
Figura 6.6 - Folha de registo para inventário da Sala de Manutenção.	80
Figura 6.7 - Cartas doadoras e beneficiárias.....	81



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - As três classificações que a terceira geração apresenta (Moubray, 1997)	9
Tabela 2.2 - Principais atividades para a implementação efetiva dos 5S no local de trabalho (Ahuja & Khamba, 2008).....	17
Tabela 2.3 - Oito tipos de perdas associadas ao equipamento, podendo ser classificadas em perdas de disponibilidade, perdas de velocidade e perdas de qualidade.....	18
Tabela 2.4 - Cinco tipos de perdas associadas à mão-de-obra	19
Tabela 2.5 - Três tipos de perdas associadas ao material	19
Tabela 3.1 - Processos de fição e respetivos equipamentos	35
Tabela 3.2 . Circuito de uma encomenda desde a sua chegada até à entrada do fio no armazém.....	42
Tabela 5.1 - Dados analisados	61
Tabela 6.1 - Tabela de codificação	79



LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5W – *Five whys*

CI – *Continuous Improvement*

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

FTA – *Fault Tree Effect Analysis*

GOTS – *Global Organic Textile Standard*

ISO – *International Organization for Standardization*

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

JIT – *Just-In-Time*

MTBF - *Mean Time Between Failures*

MTTR - *Mean Time To Repair*

MWT - *Mean Waiting Time*

OCS – *Organic Content Standard*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PCP – *Programação e Controlo da Produção*

PDCA – *Plan Do Check Act*

PM – *Productive Maintenance*

PME – *Pequenas Médias Empresas*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

STeP – *Sustainable Textile Production*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Management*

VSM – *Value Stream Mapping*



1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa introduzir o projeto de dissertação “Organização e gestão da manutenção numa empresa têxtil”. Desta forma, é feito um enquadramento do tema, são estabelecidos os objetivos da dissertação, é descrita a metodologia de investigação aplicada e, por fim, é apresentada uma descrição da estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

A indústria têxtil é uma indústria com longa tradição em Portugal. Atualmente, este mercado enfrenta algumas dificuldades num contexto económico. Posto isto, é necessário que as empresas deste setor adaptem uma abordagem para beneficiar a competitividade, a eficácia e a flexibilidade da organização. Esta abordagem é definida pelo *Total Quality Management (TQM)*, tendo esta ideologia um conceito mais amplo do que apenas controlar a qualidade do produto. Assim, o TQM consiste em coordenar todos os esforços em função da satisfação do cliente, aumentando a participação de todos os funcionários, fortalecendo as parcerias com os fornecedores e facilitando um ambiente organizacional de melhoria contínua da qualidade (Aliff, 1996). Vários foram os participantes no desenvolvimento desta filosofia, Philip B. Crosby, denotado pelo conceito “Zero defeitos”, Joseph M. Juran, autor da “*Juran trilogy*” e W. Edward Deming, que se destacou pelo desenvolvimento de um método para a administração da qualidade (catorze princípios de Deming).

A abordagem TQM, para gerir os processos, recorre aos seguintes métodos: ciclo PDCA (*Plan Do Check Act*), controle de qualidade, sete ferramentas da qualidade. A Toyota foi a primeira organização a empregar o conceito de TQM, adotando também a filosofia *Lean Manufacturing*, possuindo desta forma uma designação generalizada de *Toyota Production System (TPS)*. A TPS caracteriza-se por ser uma abordagem holística que supera os limites da produção, organização e gestão em todo mundo e a sua introdução foi liderada por Taiichi Ohno da Toyota Motor Company, que tinha como visão remover qualquer tipo de desperdício e incoerência no sistema de produção. O TPS consiste em dois pilares: o JIT (*Just-In-Time*), que tem como objetivo produzir um determinado produto na quantidade e momento certo, e o *Jidoka*, que procura não só eliminar as atividades que não acrescentam valor ao processo, como também, o aumento da qualidade do produto (Ohno, 1988). Esta metodologia abrange alguns métodos para que as empresas atinjam uma visível melhoria nas suas operações e processos, tal como *Total Productive Maintenance (TPM)*, *Jidoka/Autonomation*, *Value Stream Mapping (VSM)* e



kaizen/Continuous Improvement (CI) (Liker, 2007). Existem dois tipos de *kaizen*, o de manutenção e melhoria. Este último visa não só uma manutenção de padrões, como também elevar os desafios, tendo em conta que cada processo pode ser melhorado. Por outro lado, o *kaizen* de manutenção tem o intuito de reagir imediatamente aos erros, acidentes, mudanças ou variações que ocorrem diariamente, com o propósito de atingir a produtividade, qualidade e segurança esperada (Liker & Convis, 2011).

O TPM, que teve origem no Japão em 1971, é uma metodologia de gestão da manutenção com o objetivo de aumentar a eficiência e a eficácia dos equipamentos, reduzir as paragens do equipamento através das ações de manutenção, eliminar as perdas e garantir a qualidade dos produtos. O TPM, originalmente desenvolvido por Seiichi Nakajima, estabelece o envolvimento dos operadores dos equipamentos nas atividades de rotina e remove fronteiras entre a manutenção e operação com o objetivo de maximizar a disponibilidade. Em suma, os processos produtivos pretendem alcançar zero perdas, zero defeitos, zero avarias, zero acidentes e zero desperdícios.

Grande parte dos produtos não-conformes é resultado de uma manutenção ineficiente dos equipamentos, não sendo possível reduzir produtos com defeito de forma significativa sem melhorar a eficiência da manutenção. Posto isto, pode considerar-se o TPM como uma abordagem de manutenção focada na prevenção. Segundo Nakajima, as principais atividades do TPM estão organizadas em oito pilares fundamentais para alcançar os objetivos pretendidos. Estes incluem: 'Manutenção autónoma', 'Manutenção planeada', 'Melhorias no equipamento e no processo', 'Gestão da qualidade do processo', 'Gestão de novos equipamentos', 'Educação e Formação', 'Segurança e meio ambiente' e 'TPM em áreas administrativas' (Nakajima, 1988). Existe um conjunto de ferramentas *Lean* utilizadas na implementação desta filosofia que possibilitam a eliminação de desperdícios, sendo estas bases fundamentais para a melhoria contínua, nomeadamente: os 5S, 5W (Five whys ou cinco porquês), gestão visual, *One Point Lesson* (OPL) e *Standard Work*.

De modo a que a produção seja eficiente e para que haja uma eliminação ou redução de desperdícios, torna-se imperativo implementar soluções atuais que facilitem a redução de custos e o aumento da produtividade, eliminando ou reduzindo perdas. Assim, o TPM foca-se em seis tipos de perdas associadas ao equipamento (Gajdzik, 2014):

- ✓ Perdas por paragem – são consideradas as avarias ou falhas do equipamento, isto é, paragens não programadas;
- ✓ Perdas de *setups* – perdas relacionadas com os tempos de ajuste e de preparação do equipamento, por exemplo, mudança de produção, troca de ferramentas, limpeza;



- ✓ Micro-paragens – são as paralisias do equipamento por diversas razões;
- ✓ Produção lenta – onde há uma redução de velocidade no processo;
- ✓ Defeito e/ou Retrabalho;
- ✓ Perdas de arranque/ *start-up* – quando são realizados arranques na produção, como por exemplo, depois de um período de manutenção.

A contabilização destas perdas pode ser efetuada através do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que representa a principal medida de eficácia dos equipamentos e, além disso, calcula as perdas relativas ao equipamento (Wilson, 2010). Para o cálculo do OEE são necessárias três medidas: a disponibilidade, a *performance* e a taxa de qualidade (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013). De uma forma mais explícita, as perdas por avarias e falhas dos equipamentos e as perdas por *setups* e ajustes são consideradas perdas de tempo, sendo usadas para calcular a disponibilidade de equipamento. As perdas de velocidade e as pequenas paragens são essencialmente perdas de velocidade, sendo usadas para medir a *performance* do equipamento. Por fim, as perdas por defeitos e retrabalho, e as perdas de *start-up*, são consideradas perdas de qualidade, afetando diretamente a taxa de qualidade dos equipamentos (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005).

Em suma, o mercado exige que as empresas sejam cada vez mais ativas, com foco na qualidade e impõe que os produtos e serviços sejam cada vez mais inovadores e fiáveis, tendo sempre em conta os prazos de entrega e custos associados (Jasti & Kodali, 2015). Tendo em vista um ambiente dinâmico, várias empresas procuram encontrar metodologias que sejam capazes de responder de forma eficiente e eficaz aos diversos desafios impostos pelos clientes. É neste sentido que surge este projeto de investigação. Assim, a estabilidade é frequentemente interpretada como estagnação e as organizações, que não estão dispostas à mudança e transição, são geralmente vistas como empresas indisciplinadas (Cameron & Quinn, 2005). Tendo em consideração a feroz concorrência e a necessidade imperativa de reduzir custos, a mudança tem sido uma constante no decorrer dos tempos e o modelo de produção *Lean* veio dar uma grande ajuda a empresas semelhantes à SMBM. A SMBM tem filiação sediada em Moreira de Cónegos (Guimarães, Portugal) e é proprietária da marca Fiftex que tem vindo a proporcionar um crescimento sustentável do negócio ao longo dos anos. De maneira a acomodar as necessidades do mercado e a reagir de forma flexível aos diferentes níveis de encomendas, a SMBM sentiu a necessidade de desenvolver novos métodos e perspetivas.



1.2 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é melhorar o desempenho e a capacidade dos equipamentos na SMBM através da definição e implementação de ferramentas de gestão de manutenção numa produção de fiação têxtil. Assim, pretende-se realizar as seguintes atividades:

- ✓ Avaliar o sistema produtivo, verificar a importância de cada equipamento ao longo do processo de fabrico de modo a evitar paragens que proporcionam perdas de produção;
- ✓ Analisar os equipamentos para os quais é importante aumentar a eficiência, devido ao seu elevado tempo de funcionamento e quantidade de produto produzido em relação aos outros equipamentos;
- ✓ Descrever como o tempo e número de paragens devido a avarias afetam o equipamento em estudo, colocando em causa não só a qualidade como a segurança. Assim, é necessário definir um plano geral da manutenção preventiva para evitar perdas de produção.

Deste modo, pretende-se que seja possível a implementação de novas metodologias de organização da manutenção, de forma a melhorar a eficiência dos equipamentos e a qualidade da produção, evitar paragens não planeadas e assim aumentar o *output* da produção.

1.3 Metodologia de Investigação

O projeto de dissertação, realizado na Fifitex *by* SMBM, seguiu a metodologia de Investigação-Ação, uma vez que há uma participação direta e ativa na análise do problema em questão, apresentando possíveis soluções para a sua resolução. Uma das singularidades da Investigação-Ação deve-se ao facto de se desenvolver numa espiral de ciclos, na expectativa de obter melhores resultados que possibilitam a mudança (Coutinho et al., 2009). Cada ciclo é constituído por cinco etapas: Diagnóstico, Planeamento de Ações, Implementação de Ações, Avaliação e Aprendizagem, integrando o investigador e os colaboradores da empresa para atingir um fim (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Neste projeto, houve maior incidência na primeira e segunda etapa do ciclo. O diagnóstico foi realizado através da comunicação com os operadores, observação da produção e, posteriormente a realização da análise crítica. Relativamente ao planeamento de ações está exposto a partir das propostas de melhoria. A passagem para a terceira etapa, planeamento de ações foi dificultada devido ao surgimento de diversos obstáculos e a duração do projeto ser curta.



1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O presente capítulo é referente à introdução do projeto de dissertação, onde é descrito o enquadramento geral do trabalho, os principais objetivos a ser atingidos, a metodologia utilizada assim como a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, é realizada uma revisão bibliográfica, expondo assim a evolução histórica da manutenção, definição e origem do conceito TPM, as principais atividades, fases da implementação e o impacto do TPM, definição do conceito TQM e por último são descritos dois casos de estudo de sucesso da implementação da metodologia TPM.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde se desenvolveu o trabalho, SMBM. Inicialmente é realizada uma caracterização da empresa, descrevendo a história e evolução da empresa, ano em que foi fundada, entre outras informações. Posteriormente é apresentada a estrutura organizacional da empresa, contendo sua missão visão e valores. Em seguida, são descritos o fio têxtil e as suas propriedades físicas e, o processo de fabrico. Por fim, é exposto os procedimentos para o processamento da encomenda e os certificados adquiridos pela empresa SMBM.

No quarto capítulo faz-se uma descrição crítica da situação atual, tendo em conta a organização e gestão da produção. Neste capítulo apresentam-se os principais problemas e perdas identificados em todo o fluxo produtivo que apresentam oportunidades de melhoria.

No capítulo cinco faz-se também uma análise crítica da situação atual, mais direcionada para a organização e gestão de bens e manutenção. Examina-se o estado da manutenção preventiva, os registos históricos das intervenções e dos documentos de suporte existentes, as responsabilidades e funções que se encontram distribuídas e o planeamento e controlo da manutenção. Nesta fase, analisou-se a quantidade de fio produzido por cada grupo de máquinas e o seu tempo de produção de forma a priorizar máquinas mais críticas e fundamentais para a produção.

No sexto capítulo, são descritas diversas propostas de melhoria para que seja possível combater os problemas identificados nos capítulos anteriores.

Finalmente, o capítulo sete onde são apresentadas algumas considerações finais acerca do trabalho desenvolvido, sendo também referidas algumas ideias para trabalhos que devem ser desenvolvidos no futuro.



2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Manutenção e a sua evolução histórica

O consumo de um produto abrange o período desde que é adquirido até que é “eliminado”. Desta forma, o ciclo de vida de um equipamento envolve diversas fases (Figura 2.1) que são divididas de acordo com as atividades executadas. Essas atividades passam pela aquisição, operação/utilização, manutenção e venda/ “eliminação” (Hansen & Mowen, 2005).

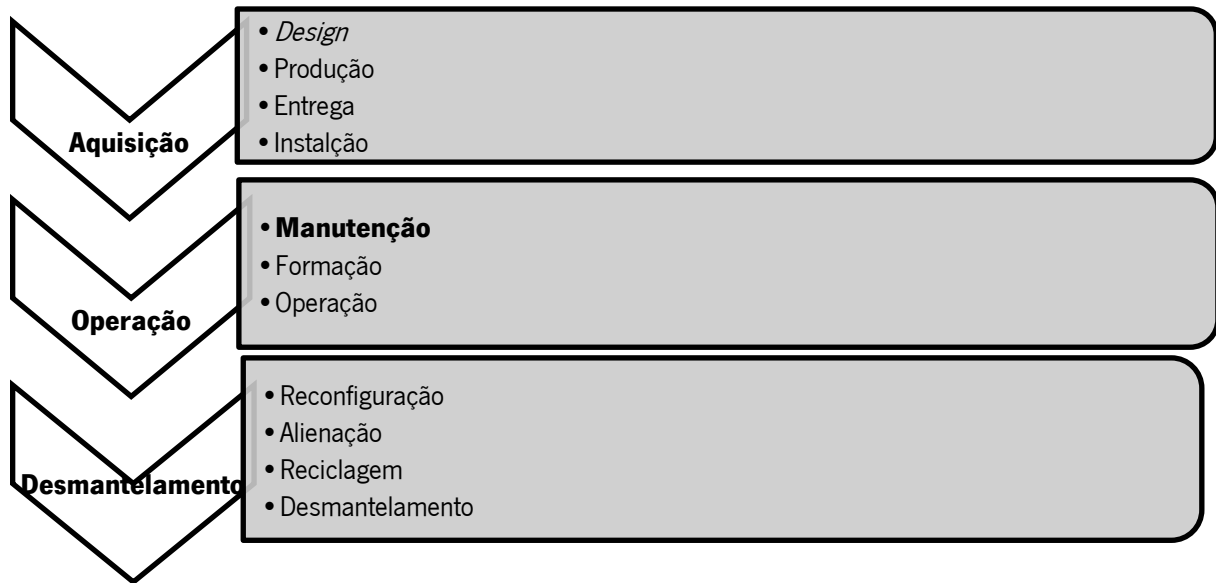


Figura 2.1 - Fases do ciclo da vida de um equipamento (Gestão de ativos físicos).

A manutenção é uma combinação de ações técnicas, administrativas e de gestão durante um ciclo de vida de um equipamento, com o objetivo de manter ou repor o equipamento num estado em que esteja apto para desempenhar a função pretendida (“NP EN 13306,” 2007). Outrora, a manutenção talvez tenha sido o setor que sofreu mais alterações em comparação com qualquer outra área de gestão. Estas mudanças devem-se à enorme variedade de ativos físicos (instalações, equipamentos e edifícios) que devem ser cuidados, a projetos muito mais complexos, a novas técnicas de manutenção e a uma mudança de panorama relativamente à organização da manutenção e responsabilidades.

A manutenção está a corresponder a mudanças de perspetivas que incluem:

1. Consciencialização, que a falha de um equipamento afeta a segurança e o meio ambiente;
2. Maior sensibilização relativamente à ligação da manutenção com a qualidade do produto;
3. Maior pressão para aumentar a disponibilidade, tendo em conta a contenção de custos.



A indústria presenciou várias mudanças drásticas na gestão, abordagens, tecnologias de produtos e processos, expectativas do cliente, atitudes do fornecedor e ainda comportamento competitivo (Ahuja & Khamba, 2008). Desde 1930, a evolução pode ser traçada através de três gerações (Figura 2.2) (Moubray, 1997). Na altura em que a indústria não era muito mecanizada, o tempo de inatividade dos equipamentos não era importante, o que significava que a prevenção de falhas não era uma das prioridades dos gerentes. Concomitantemente, a maioria do equipamento era simples e parte dele bem projetado, o que tornava a maquinaria de confiança e de fácil reparação e, conseqüentemente, os serviços acarretados, desde a limpeza até à lubrificação, eram relativamente simples. Esta geração é a primeira e prolongou-se até à 2ª Guerra mundial. Perante algumas pressões provocadas pela guerra, começava-se a notar um aumento na procura de todos os tipos de recursos e produtos. Assim, tendo em conta que a mão de obra industrial era escassa, houve uma necessidade de aumentar a mecanização. Por volta de 1950, começaram então a aparecer máquinas mais complexas, o que tornou o tempo de inatividade dos equipamentos um dos focos na indústria. Deste modo, com a ideia de que as falhas podem e devem ser prevenidas, entrou-se na segunda geração, tendo sido introduzido o conceito de manutenção preventiva (tipo de verificação física do equipamento que visa evitar a quebra e prolongar a vida útil). No ano 1960, começou-se então a fazer revisões ao equipamento em intervalos fixos. No desenvolvimento de novos equipamentos, as iniciativas de manutenção preventiva devem começar na fase de projeto e para garantir a fiabilidade dos equipamentos de maneira estratégica, sendo fácil de cuidar e de usar, isto é, os operadores conseguem facilmente ajustar a máquina e colocá-la em funcionamento (Shirose, 1992). Tudo isto conduziu ao desenvolvimento de sistemas de planeamento e controlo da manutenção, com o objetivo de maximizar a vida dos ativos. Desta forma, foi introduzido o conceito de manutenção produtiva, sendo o propósito desta aumentar a produtividade de uma empresa reduzindo o custo total do equipamento ao longo do projeto, fabricação, operação e manutenção, e as perdas causadas pela degradação do equipamento. O processo de mudança na indústria sofreu um maior impulso desde 1970, ano em que a manutenção produtiva evoluiu para uma estratégia de manutenção mais eficiente, sendo fundamental o respeito por todos os indivíduos e a sua total participação. Este processo é um processo evolutivo, não por ser tecnicamente difícil de obter resultados, mas sim por causa dos esforços para mudar a cultura organizacional para que se valorize o conceito de totalidade (Wireman, 2004). A palavra “Total” no TPM tem três conceitos chave (Nakajima, 1988):

1. Total eficácia, que define a melhoria da produtividade e qualidade, a redução dos custos e o aumento da segurança através da manutenção de equipamentos.



2. Manutenção total, no sentido de maximizar a disponibilidade através da prevenção, incorporando novas soluções nos equipamentos, de modo a que as falhas e ações de manutenção sejam reduzidas.
3. Participação total, envolvimento de todos os colaboradores.

Nesta terceira geração, as alterações podem ser classificadas consoante a Tabela 2.1

Tabela 2.1 - As três classificações que a terceira geração apresenta (Moubray, 1997)

Novas expectativas	O tempo de inatividade afeta a capacidade produtiva reduzindo o output e afetando o serviço ao cliente. Os efeitos da inatividade estão a ser agravados pelos sistemas JIT, que consiste em reduzir <i>stock</i> , o que significa que uma pequena falha num equipamento pode prejudicar todo o fluxo produtivo. As organizações encontram-se num ponto que para poderem operar têm de ir ao encontro das expectativas de segurança e ambientais da sociedade.
Novas pesquisas	Para além das maiores expectativas, a nova investigação vem mudando várias crenças básicas. Aparentemente a idade de funcionamento da maioria dos equipamentos não está relacionada com a probabilidade de falharem.
Novas técnicas	Ferramentas de suporte à decisão (estudos de risco, modos de falha e análise dos efeitos), novas técnicas de manutenção (por exemplo, monitorização das condições), equipamentos com maior confiabilidade, mudar o pensamento organizacional.

Perante esta evolução, o grande desafio na manutenção é decidir as técnicas mais adequadas. Com as escolhas certas é possível melhorar o desempenho dos equipamentos e reduzir custos, caso contrário, novos problemas poderão surgir em adição aos problemas já existentes que, por sua vez, ainda se podem agravar (Moubray, 1997).

Em seguimento das 3 gerações referidas (Figura 2.2), surge em 2000 a 4^a geração em que a estratégia é a gestão e o TPM, em vez de ser produção e o TPM, sendo esta a estratégia da 3^a geração.

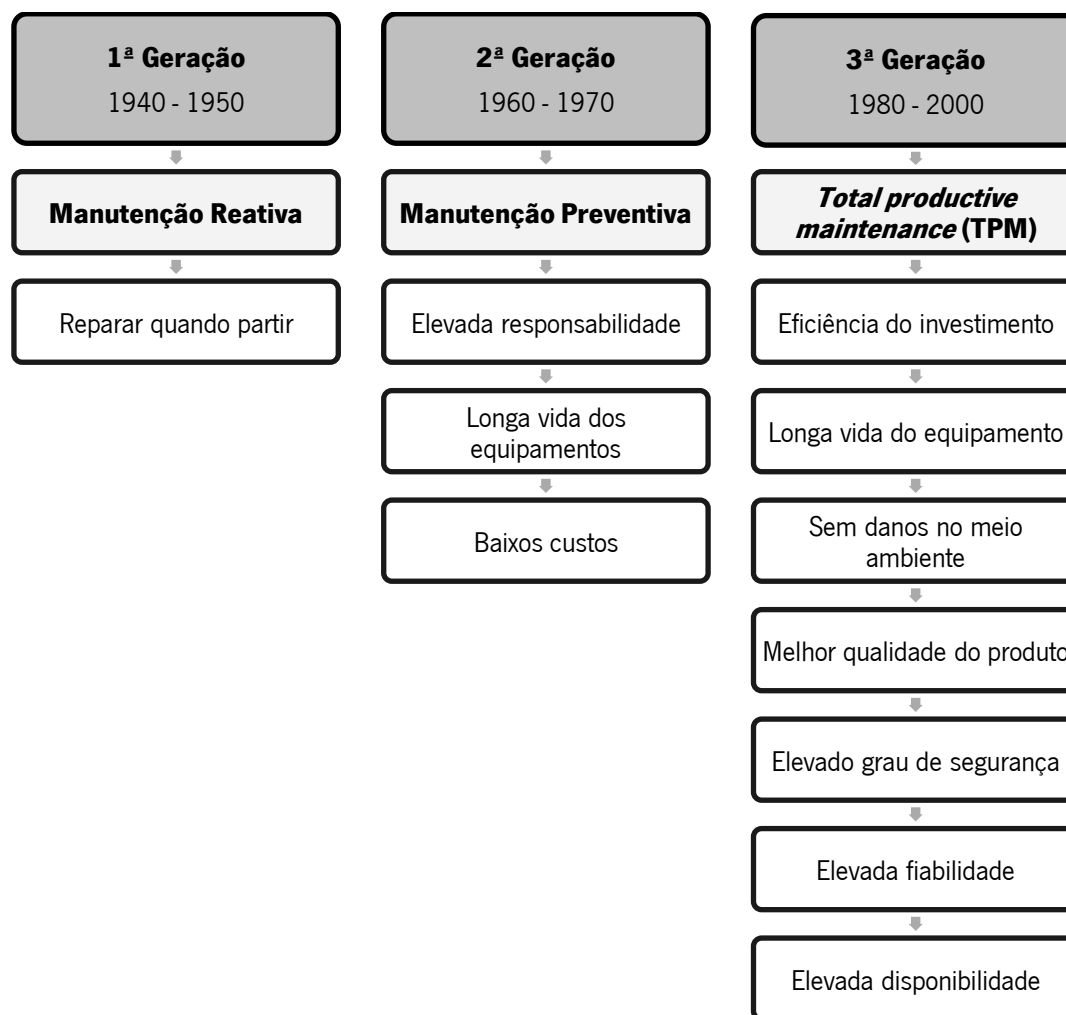


Figura 2.2 - As três Gerações da Manutenção e as suas principais características.

2.2 Gestão da manutenção

Segundo a norma portuguesa (“NP EN 13306,” 2007), gestão de manutenção é definida como “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”. As metas e objetivos vão determinar o tipo de manutenção que vai ser estabelecida na organização. Assim, se as metas e objetivos forem progressivos e a organização da manutenção for reconhecida como contribuinte, a empresa pode usar o plano de objetivos mais convencional. Na Figura 2.3 estão representados os objetivos típicos da gestão da manutenção (Wireman, 2005).

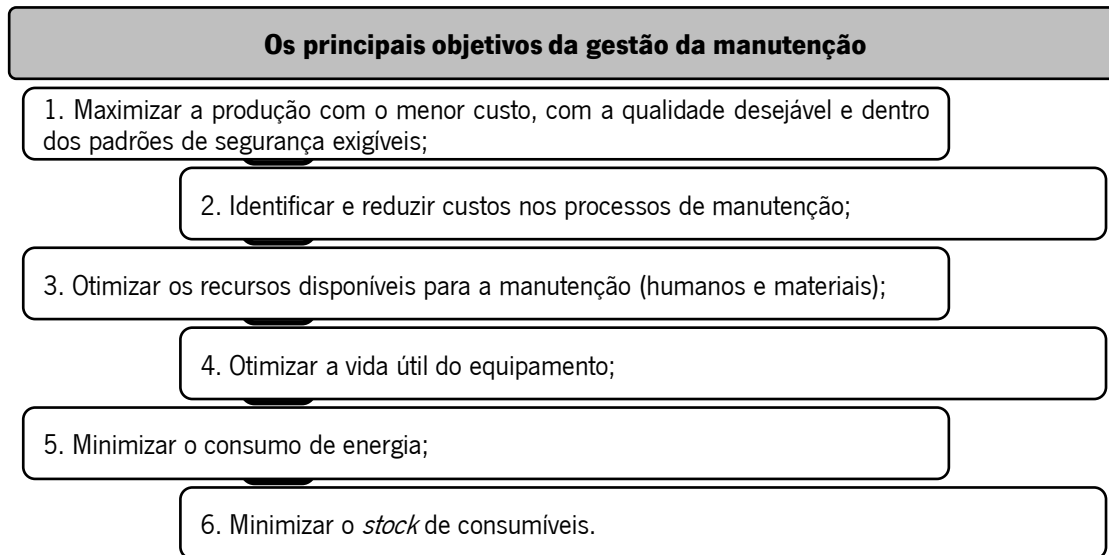


Figura 2.3 - Objetivos da gestão da manutenção. (Wireman, 2005)

A organização da manutenção pretende criar as condições para obter maior disponibilidade dos equipamentos produtivos, com um custo de ciclo de vida mínimo. Através das seguintes atividades de manutenção, as metas e objetivos poderão ser alcançados:

1. Planeamento: Planeamento das tarefas de manutenção e dos recursos necessários (ferramentas, materiais, competências necessárias);
2. Programação: Escalonamento das atividades de manutenção e assegurar a disponibilidade de recursos;
3. Execução: Instalação, inspeção, modificação, restauração, reparação de equipamentos;
4. Atividades de suporte: Registo de avarias, de ordem de trabalho, relatório de manutenção, alterações da configuração das máquinas, controlo de inventário, entre outros.

De modo a se concretizar uma boa gestão de manutenção, as intervenções de manutenção são geralmente de dois géneros: ou detêm um carácter preventivo, apontando a substituição de componentes, a lubrificação, limpeza ou ajuste, ou um carácter corretivo, implicando substituir equipamentos degradados na sequência de avarias ou indícios destas. Segundo a NP EN da terminologia da manutenção ("NP EN 13306," 2007), pode-se definir diferentes tipos de manutenção que estão dispostos na Figura 2.4 abaixo representada.



Figura 2.4 - Os diferentes tipos de manutenção segundo NP EN 13306.

A manutenção preventiva condicionada é uma estratégia preditiva, baseada no desempenho e/ou nos parâmetros de monitorização e ações subsequentes. Esta é subordinada à medição de parâmetros pré-determinados que vão revelar o estado de funcionamento e de degradação de um determinado equipamento. Os parâmetros de controlo mais comuns são análise das vibrações, análise de óleos, entre outros. Já a manutenção preventiva sistemática é a manutenção em função do tempo (horas de funcionamento) ou unidades de utilização (peças produzidas) há uma substituição de peças gastas, regulações e lubrificações.

Por outro lado, a manutenção corretiva tem como objetivo restabelecer as condições que permitam ao equipamento cumprir a sua função o mais rapidamente possível. Se a anomalia se verificar de forma devastadora, e para evitar consequências inaceitáveis, a ação poderá ser imediata. Caso contrário, a intervenção de manutenção pode ser planeada no momento mais oportuno, sendo manutenção diferida.

Os sistemas de gestão possuem três elementos independentes: o núcleo de valores, elemento na base da cultura da organização e das metas estabelecidas pela organização, as metodologias, métodos que uma organização aplica para alcançar seus objetivos e as ferramentas, bastante concretas e bem definidas podem ter uma base estatística, a fim de apoiar a tomada de decisões ou facilitar a análise de dados (Hellsten & Klefsjö, 2000). O modelo representado no esquema da Figura 2.5 inclui propostas de metodologia e ferramentas que suportam o núcleo de valores, a fim de atingir a maior satisfação dos intervenientes (aumento da eficácia) com uma reduzida quantidade de recursos (aumento da eficiência) (Soderholm, Holmgren, & Klefsjo, 2007).



Figura 2.5 - Gestão da manutenção (Soderholm, Holmgren, & Klefsjo, 2007).

Para medir o desempenho de manutenção de um ponto de vista económico, técnico e organizacional é necessário descrever um sistema de gestão de indicadores (“NP EN 15341 2009”). Assim, serão apresentados alguns destes indicadores de gestão da manutenção. O *Mean Time Between Failures* (MTBF) possibilita conferir a fiabilidade do equipamento. Expressa o tempo entre avarias, sabendo se a falha é usual, quando calculado para cada modo de falha. O *Mean Time To Repair* (MTTR) é um indicador que permite facultar o tempo médio de reparação de avarias. O *Mean Wait Time* (MWT) permite saber a rapidez que a equipa de manutenção reage a um pedido de reparação de uma avaria, mensurando assim a sua eficiência.

2.3 Total Productive Maintenance (TPM)

Para alcançar o desempenho desejável, a empresa tem de melhorar a qualidade e reduzir custos de produtividade, com isto é dado valor a certas atividades da função de manutenção. Uma manutenção efetiva é fundamental para que os equipamentos aumentem a sua disponibilidade, o seu bom estado e consequentemente a sua vida útil. Desta maneira, será possível evitar atrasos na produção, atrasos estes que foram resultado de falhas no equipamento devido ao mau manuseamento (Swanson, 2001). Muitas eram as empresas que reparavam as máquinas somente quando a produção parava, desta forma, era utilizada uma estratégia reativa. O desenvolvimento da tecnologia conduziu as organizações a adotarem outro tipo de abordagem, uma abordagem que evitasse a ocorrência de falhas nos equipamentos. A estratégia proativa, como o TPM utiliza uma manutenção preventiva e preditiva e foca-se em melhorar o funcionamento dos equipamentos da produção. Esta estratégia de manutenção agressiva é muito mais do que o esforço de evitar falhas nos equipamentos, procura melhorar a operação global dos mesmos (Swanson, 2001).



O TPM, filosofia japonesa única, foi desenvolvido para apoiar a implementação do *Just-In-Time* (JIT) e sustentar e garantir um produto de qualidade e foi criado com base nos conceitos de manutenção produtiva e metodologias. Este conceito foi introduzido pela primeira vez pela empresa Nippon Denso Co. Ltd., uma fornecedora de componentes elétricos para o grupo *Toyota Motor Company* no ano de 1971. O TPM é uma metodologia de gestão da manutenção orientada à melhoria contínua, tendo como objetivo a melhoria da eficácia e eficiência dos equipamentos e das ações de manutenção, possibilitando ganhos de produtividade. Estes ganhos conseguem-se através da redução de paragens do equipamento, da eliminação de perdas e da garantia da qualidade dos produtos. O *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM, 1997) aponta cinco princípios base relacionados com o TPM:

1. Maximizar a eficiência do equipamento;
2. Estabelecer um sistema de manutenção preventiva para o tempo de vida do equipamento;
3. Implementar em vários departamentos e por pessoas com diferentes funções;
4. Envolver todos os empregados;
5. Impulsionar a manutenção preventiva através da motivação da gestão e de grupos autónomos de trabalho.

Em suma, o TPM representa uma nova cultura, filosofia e atitude em relação a todos os equipamentos e a sua manutenção. Um dos principais contribuintes desta metodologia definiu-a como uma abordagem inovadora para manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina avarias e promove a manutenção autónoma (Nakajima, 1988a). As empresas têm vindo a implementara o TPM com o intuito de minimizar as perdas, identificando e eliminando as seis principais fontes de desperdício como, quebras, tempos de preparação e ajustes; pequenas paragens, redução da velocidade; produtos defeituosos e perdas de início de produção. O conceito TPM envolve todos os funcionários, desde a alta direção até aos operadores da linha de produção (Gajdzik, 2009). Além disso, segundo Gupta, o TPM também inclui a participação de todos os departamentos, seções de planeamento e manutenção dos equipamentos (Gupta & Garg, 2012).

Posto isto, o TPM é uma metodologia desenvolvida para apoiar o sistema *lean manufacturing*, visto que equipamentos confiáveis e eficazes são requisitos essenciais deste tipo de filosofia. A Figura 2.6 indica as relações entre o TPM e o *Lean Manufacturing*, revelando que o TPM é a atividade de pedra angular contribuindo para o sucesso da implementação da maioria das filosofias *lean*.

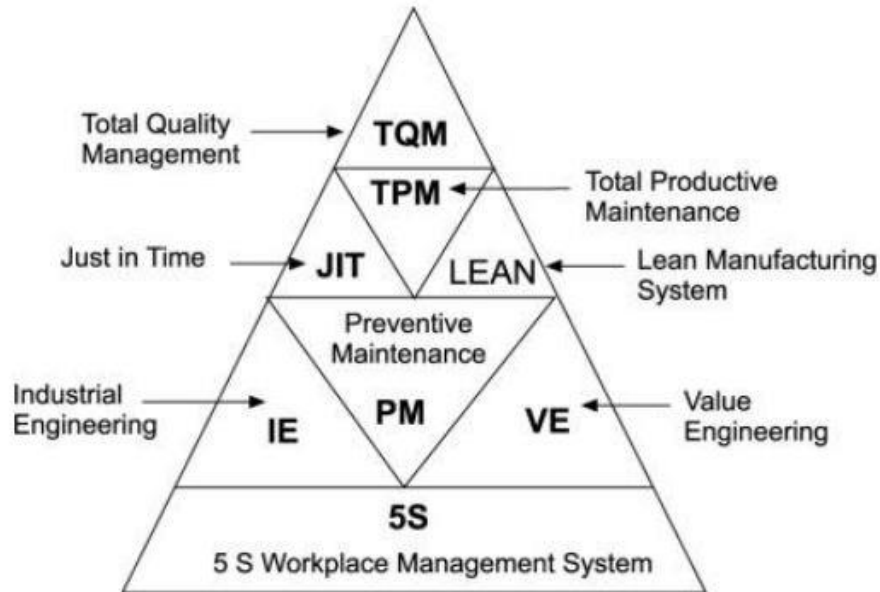


Figura 2.6 - Relação entre o TPM e outras filosofias *lean*. (Ahuja & Khamba, 2008)

2.4 Principais atividades do TPM

Conceitos orientados a zero, como tolerância zero para resíduos, defeitos, quebras e zero acidentes são um pré-requisito na indústria. Perante este panorama, o conceito revolucionário do TPM foi adotado em várias organizações em todo o mundo para resolver o problema das grandes perdas e desperdícios (Singh et al., 2013).

Um dos principais objetivos da metodologia TPM é maximizar a produtividade e a qualidade, sendo crucial melhorar o estado de espírito dos funcionários e sua satisfação no trabalho. A manutenção preventiva, já foi considerada como um processo que não agrega valor, no entanto, atualmente, é um requisito essencial para que o equipamento tenha um ciclo de vida mais longo. O TPM é uma abordagem inovadora de manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina avarias e promove a manutenção autónoma do operador através de atividades diárias que envolvem todos os trabalhadores (Singh et al., 2013).

Nakajima S. (Nakajima, 1988a) foi pioneiro e deu uma definição básica de TPM, a sua relevância, as metas do TPM, objetivos do TPM e passos a seguir durante a implementação do TPM. Além disso, o autor sugere que todos os equipamentos devem-se encontrar sempre a 100% no que toca a capacidade, desenvolvendo também um método para o cálculo do indicador OEE. O TPM foi concebido como uma estratégia abrangente para que uma empresa seja capaz de melhorar a produtividade do equipamento. Os elementos estratégicos incluem equipas multifuncionais, rigorosos programas de manutenção



preventiva, melhor eficiência de gestão de operações de manutenção, formação básica sobre manutenção de equipamento, sistemas de informação para apoiar o desenvolvimento de equipamentos com custos baixos e uma confiabilidade elevada. Um plano de TPM alarga as responsabilidades dos operadores, deixam de operar simplesmente nas máquinas, passam a ter de detetar falhas na máquina, executar manutenção básica e manter as áreas de trabalho limpas e organizadas. Swanson descreve os quatro componentes chave do TPM como formação dos trabalhadores, envolvimento dos funcionários, contratação de pessoal e manutenção preventiva (Swanson, 2001). Portanto, o TPM é um elemento que não requer apenas equipamentos flexíveis, como também funcionários flexíveis envolvidos no processo de produção (Sahin, 2000). O TPM está bastante focado na segurança, uso de ativos, expansão de capacidade sem investimento em novos equipamentos ou pessoas e, claro, continuar a reduzir o custo de manutenção de equipamentos e melhorar o tempo de operação da máquina. A implementação do TPM requer um compromisso de longo prazo para alcançar benefícios de melhorar a eficácia do equipamento através de treino, suporte da gestão e trabalho em equipa.

As práticas básicas do TPM são chamadas de pilares e o sucesso da implementação do TPM resume-se à implementação destes oito pilares descritos na Figura 2.7. Em cada fase, um ou mais pilares do TPM são implementados. O Overall Equipment Effectiveness (OEE) é tomada como uma medida de sucesso da implementação do TPM. As oito atividades do TPM para realizar as melhorias no desempenho de toda a empresa incluem a 'Manutenção autónoma', 'Manutenção planeada', 'Melhoria focalizada', 'Educação e formação', 'Gestão da qualidade do processo', 'Gestão de novos equipamentos', 'Segurança e meio ambiente' e, por fim, 'TPM nas áreas administrativas'.

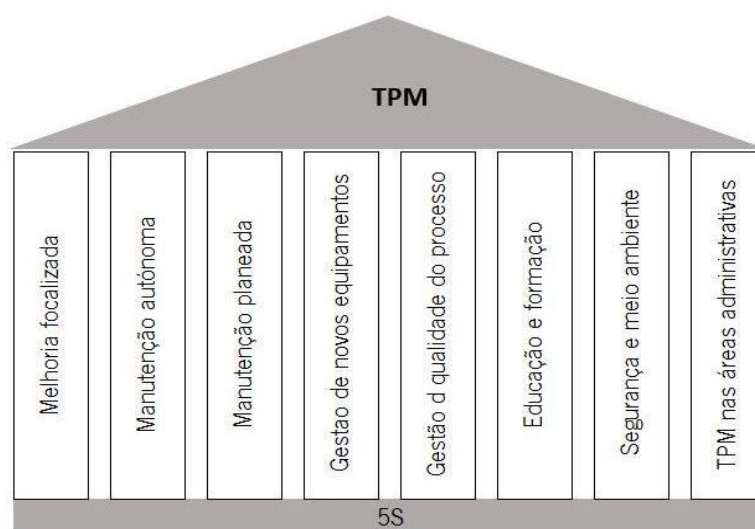


Figura 2.7 - Pilares do TPM.



O TPM principia com os 5S, método para organização do espaço de trabalho, que é a base fundamental da implementação do TPM numa empresa. Os problemas existentes não podem ser reconhecidos se o local de trabalho está desorganizado. Limpar e organizar o local de trabalho ajudará a tornar os problemas visíveis, originando uma possibilidade de melhoria. Se os 5S não forem levados a sério causarão os 5D, ou seja, *Delays, Defects, Dissatisfied customers, Declining profits and Demoralized employees* (Singh et al., 2013). O significado de cada "S" é esclarecido na Tabela 2.2, descrevendo as principais características de cada um.

Tabela 2.2 - Principais atividades para a implementação efetiva dos 5S no local de trabalho (Ahuja & Khamba, 2008)

5S (Nomenclatura em japonês)	5S (Termo equivalente em português)	Características
<i>Seiri</i>	Selecionar	Selecionar os <i>itens</i> desnecessários no local de trabalho e descartá-los.
<i>Seiton</i>	Organizar	Organizar os <i>itens</i> necessários numa ordem em que facilite a sua utilização.
<i>Seisjo</i>	Limpar	Limpar completamente o local de trabalho, pó, sujidade e desordem.
<i>Seiketsu</i>	Padronizar	Manter o padrão de limpeza e organização sempre em ordem.
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplinar	Treinar e motivar as pessoas a seguir automaticamente boas disciplinas

2.4.1 Melhoria focalizada

Este pilar da metodologia TPM inclui todas as atividades que maximizam a eficiência do equipamento e dos processos através da eliminação de desperdício e melhoria do desempenho. Todas as pessoas de todos os níveis da organização estão envolvidas. A melhoria contínua foca-se em reduzir todos os desperdícios visando zero perdas: zero falhas, zero defeitos, zero desperdícios na operação dos equipamentos. O kaizen, filosofia que se refere a atividades que melhorem continuamente todas as funções e engloba todos os funcionários, defende que “um grande número de pequenas melhorias é mais eficaz do que só algumas melhorias de maior valor em um ambiente organizacional” (Singh et al., 2013). Posto isto, o kaizen, implementado pela primeira vez em várias empresas japonesas depois da



Segunda Guerra Mundial, incide sobre práticas que visam a melhoria de processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios ou qualquer processo como até mesmo na área da saúde.

As perdas mencionadas neste pilar divergem ligeiramente de autor para autor:

- As seis grandes perdas associadas ao equipamento (avarias do equipamento, *set-up* e afinações, pequenas paragens, trabalho em vazio, redução da velocidade, defeitos no processo e redução da quantidade produzida) (Nakajima, 1988).

- As oito maiores perdas no espaço produtivo: paragens, ajustes na produção, avarias dos equipamentos, falhas no processo, perdas normais de produção, perdas anormais de produção, produto não conforme e reprocessamento (Suzuki, 1994).

Para melhorar a eficiência dos equipamentos, a utilização da mão-de-obra, os materiais e a energia, é necessário reduzir 16 tipos de desperdícios (Shirose, 1996), que se podem classificar em três grandes grupos:

1. Perdas associadas ao equipamento (Tabela 2.3);
2. Perdas associadas à mão-de-obra (Tabela 2.4);
3. Perdas associadas ao material (Tabela 2.5).

Tabela 2.3 - Oito tipos de perdas associadas ao equipamento, podendo ser classificadas em perdas de disponibilidade, perdas de velocidade e perdas de qualidade.

Perda associadas ao equipamento	Perdas de disponibilidade	Falha do equipamento/ paragem imprevista
		Perda devido ao <i>setup</i> / afinações
		Mudança de ferramenta
		Paragens programadas
	Perdas de velocidade	Pequenas paragens
		Redução de velocidade
	Perdas de qualidade	Perdas no início de produção
		Retrabalho/sucata



Tabela 2.4 - Cinco tipos de perdas associadas à mão-de-obra

Perdas associadas à mão-de-obra	Perdas devido à gestão (espera por material; espera por ferramentas; espera por produto transformado; espera por instruções)
	Perdas de movimento (perdas de homem-hora resultantes de diferenças nas capacidades dos operadores envolvidos)
	Perdas associada à organização da linha (espera por múltiplos processos)
	Perdas relativas à distribuição (devido ao transporte de materiais, produtos transformados)
	Perdas de medidas e ajustes (realizados para prevenir e evitar a ocorrência de produtos defeituosos)

Tabela 2.5 - Três tipos de perdas associadas ao material

Perdas associadas ao material	Perda de material (diferença de peso entre o material de entrada e o produto final)
	Perdas de energia (uso ineficiente de energia elétrica, gás)
	Despesas incorridas com a produção ou reparação de moldes, gabarito e ferramentas.

Para identificar os desperdícios associados ao equipamento utiliza-se o indicador OEE, este permite quantificar as perdas e acompanha o processo de melhoria, algumas ferramentas também são geralmente utilizadas para analisar as perdas de produtividade o diagrama de Pareto, diagrama de causa-efeito, árvore de falha, do inglês *Fault Tree Effect Analysis* (FTA), análise de modos de falha e efeitos, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

2.4.2 Manutenção autónoma

A manutenção autónoma é realizada pelos operadores das máquinas, estes realizam pequenas reparações e inspeções, através padrões estabelecidos, antecipando-se potenciais problemas, aumentando a eficácia do equipamento. A manutenção autónoma tem como objetivos (Suzuki, 1994):



1. Prevenir a deterioração do equipamento através de uma operação correta e de inspeções/verificações diárias;
2. Repor o equipamento no seu estado ideal através da restauração e gestão adequada;
3. Estabelecer as condições básicas necessárias para manter o equipamento em bom estado.

Com a manutenção autónoma, os operadores passam a executar algumas tarefas básicas de manutenção como limpeza, lubrificação, inspeção visual, aperto de parafusos soltos, entre outros que até aquele momento eram responsabilidade dos técnicos de manutenção. Assim, os operadores têm a seu cargo a responsabilidade de (Chan et al., 2005):

1. Manter as condições básicas dos equipamentos através da limpeza, lubrificação, afinação e ajustes;
2. Manter as condições operacionais do equipamento através de uma apropriada operação e a inspeção visual;
3. Identificar sinais de deterioração, maioritariamente através da inspeção visual e a identificação atempada de sinais de anomalias durante a operação;
4. Melhorar a capacidade na operação nos equipamentos, no *Setup*, nas afinações, e na inspeção visual.

Desta forma, o pessoal de manutenção também detém funções e responsabilidades perante o equipamento (Chan et al., 2005):

1. Fornecer o suporte técnico para as atividades de manutenção autónoma;
2. Manter o bom funcionamento do equipamento, impedindo a sua deterioração, através da inspeção, monitorização e revisão;
3. Clarificar as normas de funcionamento, reconhecendo as debilitações do projeto e fazendo melhorias apropriadas;
4. Aperfeiçoar as capacidades de manutenção para realizar ações de manutenção mais eficazes.

Para que a implementação do pilar de manutenção autónoma seja bem sucedido é necessário rigor e continuidade (Suzuki, 1994). A manutenção autónoma possui dois objetivos: estimular o desenvolvimento e conhecimento dos operadores de equipamentos e estabelecer um espaço fabril ordenado que facilite a deteção de problemas nos equipamentos. A 'Manutenção Autónoma' é



implementada através sete passos (Figura 2.8) que faz aumentar gradualmente o conhecimento, a participação e a responsabilidade do operador perante o equipamento que manuseia (JIPM, 1997).

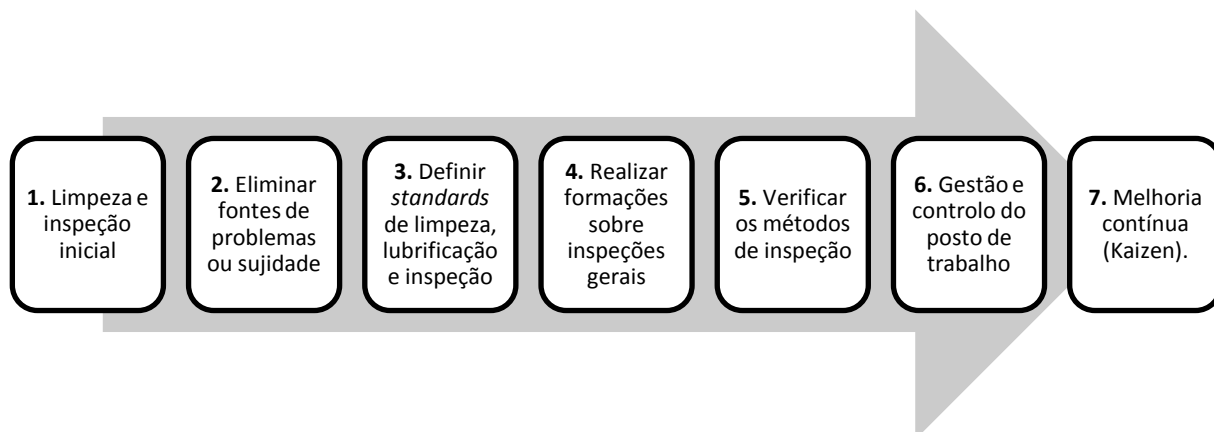


Figura 2.8 - Passos para a implementação do pilar Manutenção autónoma.

2.4.3 Manutenção planeada

A manutenção planeada destina-se a ter equipamentos sem problemas, sem quebras e produzir componentes de qualidade que oferece satisfação total ao cliente. Este pilar é uma abordagem que tenta centrar os esforços em ações proativas de manutenção reduzindo as intervenções reativas. Este programa usa o pessoal de manutenção já treinado a treinar os operadores a manter seus equipamentos em boas condições tornando-os mais fiáveis. A manutenção planeada tem como objetivo maximizar a disponibilidade das máquinas, a baixos custos de manutenção, melhorando a confiabilidade e a manutibilidade dos equipamentos (Singh et al., 2013). Pretende-se também conseguir equipamentos livres de problemas que produzem produtos sem defeitos e um *stock* de peças sobresselentes mais reduzido.

2.4.4 Gestão de novos equipamentos

A gestão de novos equipamentos consiste em realizar atividade durante o planeamento e construção de novos equipamentos. Assim, será garantido um elevado grau de fiabilidade, durabilidade, economia, operacionalidade, segurança e flexibilidade. Na aquisição e evolução de novos equipamentos, aspetos tais como a facilidade de operação e limpeza, a fiabilidade e manutibilidade, o tempo de *set-up* e o custo de ciclo de vida são tomados em consideração. Este pilar remete para que o desenvolvimento dos novos produtos, sejam produzidos facilmente tanto nos equipamentos novos como nos já existentes (Singh et al., 2013).



2.4.5 Gestão da qualidade do processo

A gestão da qualidade orientada para manutenção estabelece as condições para os "zero defeitos", eliminando a variação, mantendo as condições do processo dentro das normas especificadas e executando ações preventivas previamente à ocorrência de defeitos ou falhas no equipamento ou processo. As características de um produto relativamente à ocorrência de defeitos são influenciadas por vários fatores: as condições dos materiais utilizados, a precisão do equipamento, os métodos de produção e os parâmetros do processo (Suzuki, 1994).

2.4.6 Educação e formação

Tendo em conta que a TPM é um processo evolutivo, isto é, com uma curva de aprendizagem contínuo e ascendente, é fundamental assegurar uma formação contínua de todos os operadores de uma empresa. Ressalta-se que apenas através de uma aprendizagem contínua e recetiva a mudanças é que é possível que os funcionários estejam completamente familiarizados com o equipamento, sendo capazes de manuseá-lo da melhor forma e de acordo com todos os requisitos (Suzuki, 1994). Posto isto, o pilar 'Educação e formação' tem como objetivo manter os funcionários qualificados, executando com eficácia as práticas e metodologias dos outros pilares do TPM e garantindo que os recursos humanos se dediquem às tarefas. O processo de aprendizagem do operador pode focar-se, principalmente, em dois tipos de competências: competências técnicas, que se debruçam sobre a capacidade do operador em resolver problemas e criar soluções viáveis para os mesmos, e competências sociais, que estão ligadas à capacidade do operador em trabalhar em equipa. As matrizes de competência surgem com o intuito de facilitar o acompanhamento do estado dos operadores no processo de aprendizagem, sendo que estas identificam e avaliam, para cada atividade, o conhecimento de cada operário. Denota-se que o pilar 'Educação e formação' é, provavelmente, o mais crítico no que toca a sustentar o programa TPM no longo prazo.

2.4.7 Segurança e meio ambiente

O objetivo deste pilar é criar um local de trabalho seguro e evitar que o meio ambiente seja afetado pelos processos utilizados pela organização. Este pilar pretende alcançar zero acidentes, zero danos na saúde e zero incêndios (Singh et al., 2013). O objetivo de alcançar zero acidentes é suportado pelo objetivo do TPM em alcançar zero defeitos e zero avarias, como também a implementação dos 5S permitirá eliminar as condições inseguras na área de trabalho. A questão ambiental no TPM envolve a redução do consumo de energia, a eliminação de resíduos tóxicos e a redução do consumo de matérias-primas escassas.



2.4.8 TPM nas áreas administrativas

Outro pilar importante reverte sobre a implementação da metodologia do TPM em áreas administrativas, aumentando a produtividade e eficiência nestes cargos, sendo de realçar que estes departamentos são fundamentais no suporte às diferentes atividades que envolvem um sistema produtivo. Assim, é feita uma análise dos procedimentos do *staff* de modo a identificar e eliminar ou reduzir perdas. Diferentes tipos de perdas podem ser encontrados nestas áreas, como por exemplo, falhas de comunicação, perdas associadas ao processamento, perdas associadas à imprecisão, entre outras. Posto isto, este pilar tem como objetivo promover a redução de inventários, dos custos administrativos, das despesas de funcionamento, do tempo de execução de processos críticos, do tempo de recuperação, entre outros. Além disso, é feito um plano de aproveitamento do local, solicitando uma melhor utilização do espaço de trabalho, que se deve manter limpo e agradável. Também é imposto que haja um equilíbrio entre a carga de trabalho e a melhoria da eficiência, conseguindo zero quebras nos equipamentos da empresa. Outro benefício que este pilar acarreta é o envolvimento de todo o pessoal em cargos de suporte que se deve manter focado no progresso do desempenho. Em suma, o pilar 'Implementação do TPM nas áreas administrativas' serve, principalmente, para instituir uma base de dados de informação, facilitando o fluxo de informação e avaliação dos diversos processos (Suzuki, 1994).

2.5 Fases para implementação do TPM

O TPM descreve um relacionamento sinérgico entre todas as funções, particularmente entre a produção e a manutenção, de modo a que se verifique uma melhoria contínua de qualidade do produto, eficiência nas operações e garantia de capacidade e segurança (Park & Han, 2001).

A correta implementação do TPM é uma medida fundamental numa organização, uma vez que altera as relações de gestão, fornece aos trabalhadores tarefas de planeamento e mais responsabilidade. Estas mudanças estabelecem uma estrutura de comunicação, esclarecimento de papéis e confiança mútua. Ao aplicar a metodologia do TPM, o operador e o pessoal de manutenção tornam-se aliados na procura de melhoria contínua dos equipamentos. Por outro lado, o pessoal da manutenção e os engenheiros tornam-se parceiros no desenvolvimento de métodos que obtenham um equipamento com um melhor desempenho. Esta é uma mudança de paradigma que é realizada apenas através de liderança criativa da gestão topo (Park & Han, 2001).

Uma vez que a gestão topo decide apoiar o TPM, este passa por quatro fases para ser implementado. Assim, a Fase 1, preparação, é etapa inicial para superar a resistência à mudança. A fase 2,



implementação preliminar/ introdução ao TPM, permite envolver os operadores nas atividades de manutenção. Por sua vez, a Fase 3, implementação do TPM, enfoca a melhoria da eficácia do equipamento e a superação da resistência ao TPM. Por fim, a fase 4, consolidação/estabilização do TPM, tem como objetivo manter o programa TPM (Nakajima, 1988).

2.5.1 Fase 1 – Preparação

Nesta fase inicial, o aviso é realizado pelo gestor de topo para mostrar o seu envolvimento e apoio na implementação do TPM, estabelecendo assim um ambiente favorável à introdução do TPM. O gestor de topo apresenta o conceito, os objetivos e os benefícios esperados. Posteriormente, há a propagação da informação sobre o TPM junto dos trabalhadores, pretendendo informar e esclarecer as pessoas sobre o programa. O desenvolvimento desta fase em toda a empresa deve ser dirigido por uma espécie de comissão que tratará de divulgar e promover a implementação do TPM. Em cada departamento também deverão ser organizadas subcomissões que deterão a responsabilidade de divulgar e de coordenar a implementação do TPM, como por exemplo, o desenvolvimento de um plano de formação de trabalhadores, a realização das formações, o acompanhamento e controlo do plano de formação, entre outros. A comissão do TPM transmite políticas e objetivos a serem alcançados, sendo que são as subcomissões que definem as suas próprias metas. Além disso, é definida uma metodologia de cálculo do indicador OEE, recolhendo a informação necessária para o seu cálculo, descobrindo-se deste modo as operações e os equipamentos que prejudicam a produção.

Posto isto, há que ser elaborado um plano que engloba várias atividades indicando os respetivos tempos de duração. Este plano irá conter o planeamento das atividades relativas a cada pilar do TPM.

2.5.2 Fase 2 – Introdução do TPM

Nesta fase ocorre o envolvimento de todos os trabalhadores nas atividades de implementação do TPM. É comunicado aos trabalhadores, através da gestão de topo, todos os objetivos, políticas e metas a serem atingidas. São iniciadas as primeiras formações com os operadores, destinadas a eliminar as seis grandes perdas já abordadas. Nesta fase, também pode ser realizada uma reunião que pode introduzir a participação de clientes e fornecedores, para estes receberem a mensagem que a organização se importa com a qualidade, custos e tempos de entrega.



2.5.3 Fase 3 – Implementação

Nesta terceira fase são realizadas as oito atividades para que seja possível o desenvolvimento do TPM, sendo estas designadas como pilares. Esta fase foca-se em melhorar a eficiência dos equipamentos. Assim, estabelece-se um sistema para a melhoria da eficiência dos equipamentos, organizando equipas de projeto, equipas estas formadas por engenheiros, pessoal de manutenção, supervisores de linha e operadores, de modo a introduzir melhorias com vista à eliminação de perdas. Os operadores recebem formação para obter as aptidões necessárias para a execução da manutenção autónoma, aqui é estabelecido o programa de manutenção autónoma. Posto isto, implementa-se o programa de manutenção planeada. Este passo tem como objetivo o escalonamento de intervenções. As atividades de manutenção planeada são responsabilidade do departamento de manutenção e têm como objetivo reduzir as avarias e aumentar a vida útil dos equipamentos. Logo após o lançamento do programa TPM deve dar-se início a formações para melhorar as aptidões. Como parte de uma abordagem de prevenção, é importante desenvolver um programa de gestão de novos equipamentos, onde são considerados aspetos tal como a fiabilidade e a facilidade de operação, de mudança de ferramentas e de realização da manutenção (manutibilidade).

2.5.4 Fase 4 – Consolidação

Esta fase promove a estabilização do programa TPM, através de auditorias, assegurando a manutenção do TPM e a melhoria contínua. Assim, há a implementação do TPM e a definição de metas ambiciosas.

2.6 O impacto do TPM

O TPM é uma abordagem sistemática que serve para entender a função do equipamento, a relação do equipamento com a qualidade do produto e a provável causa e frequência de falha dos componentes críticos dos equipamentos (Nakajima, 1988a). Com o TPM é possível reduzir as perdas de equipamento através do investimento nas pessoas capazes de melhorar a disponibilidade do equipamento e a qualidade do produto atendendo à redução de custos do trabalho (Takahashi, 1981). Com o intuito de eliminar o desperdício, são medidas seis categorias de perdas de equipamentos em todo o sistema de produção, tal como foi descrito anteriormente. Estas seis perdas são combinadas num só indicador, de modo a que seja possível o cálculo da eficácia do equipamento, sendo este o indicador OEE, que se deduz através da Equação 2.1. **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Equação 2.1 – Cálculo do indicador OEE.

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade} * \text{Performance} * \text{Qualidade}$$



Através desta conclui-se que o OEE aumenta consoante o aumento da disponibilidade do equipamento, do desempenho e da taxa de qualidade. Assim, o OEE avalia a melhoria da capacidade efetiva trazida pelo TPM, o que permitirá reduzir o *lead time* e o custo por unidade (Robinson & Ginder, 1995). A Figura 2.9 mostra que o OEE aperfeiçoado corresponde a melhores capacidades na empresa que conduzem a uma vantagem competitiva (custo, qualidade, entrega e flexibilidade).

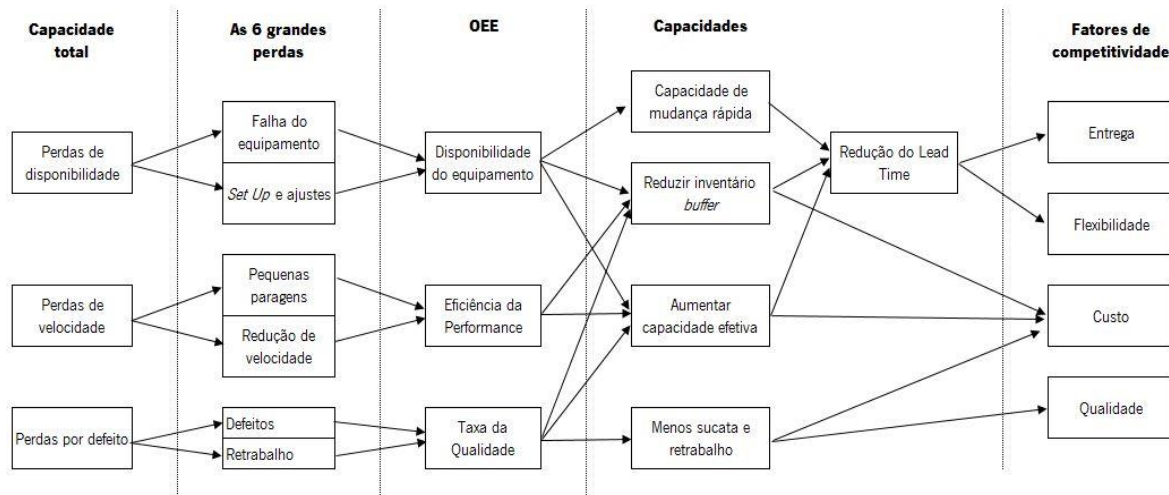


Figura 2.9 - O impacto do TPM na competitividade (Nakajima, 1988).

O aumento da disponibilidade de equipamentos irá reduzir o *stock* necessário no *buffer* para amparar a falta de produção devido a quebras, aumentando assim a capacidade efetiva. As mudanças rápidas aumentam a capacidade e reduzem o inventário no *buffer*, obtendo *Lead Times* mais baixos, visto que há uma redução dos trabalhos em filas. A capacidade de ter *Lead times* mais reduzidos melhora a posição competitiva da organização ao nível de entrega e flexibilidade. Além disso, um inventário no *buffer* mais reduzido diminui diretamente os custos de *stock* e aumenta a capacidade efetiva, permitindo assim uma maior produção e uma redução do custo por unidade. O aumento da *performance* leva a uma redução do inventário no *buffer*, aumenta a capacidade efetiva e aumenta a taxa de qualidade do produto, não existindo tantos defeitos e retrabalho e diminuindo, conseqüentemente, os custos. As vantagens competitivas (melhor qualidade, melhor entrega e melhor flexibilidade) seriam anuladas se fossem obtidas através de investimentos excessivos em manutenção. No entanto, o TPM aumenta as atividades de manutenção sem aumentar custos (Park & Han, 2001).

Deste modo, é importante a existência de uma estrutura representativa que contemple a lista de fatores necessários para obter uma implementação correta do TPM. Apesar da sua representação linear na Figura 2.10, estes fatores, na prática, tem uma correlação bastante mais complexa e vão se desenvolvendo em simultâneo ao crescimento da própria organização (Park & Han, 2001).

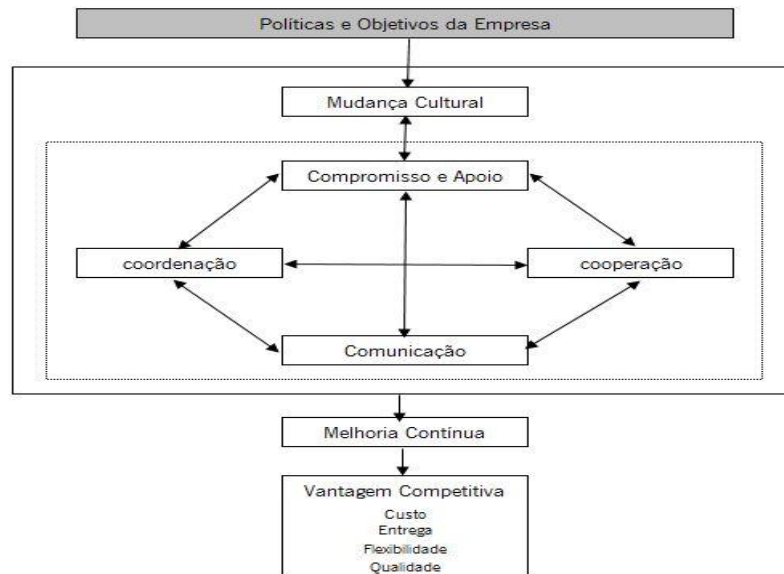


Figura 2.10 - Estrutura que envolve os fatores necessários para uma correta implementação da metodologia TPM (Park & Han, 2001).

Existem dois tópicos na base da estrutura representada na Figura 2.10. Em primeiro lugar, para implementar o TPM, a empresa precisa de ter estabelecido a sua estratégia e as suas bases e suportes de competição e tomar um controlo completo do planeamento preliminar. Em segundo, as empresas devem estar cientes de que uma simples aplicação dos aspetos operacionais do TPM, tendo pouca consideração com os princípios subjacentes, não garantirá os benefícios do TPM a longo prazo. As principais questões a serem abordadas por muitas empresas estão relacionadas com o desenvolvimento e gestão dos recursos humanos. O TPM requer uma análise dos valores e objetivos da organização, e para muitas empresas, pode ser exigido uma mudança substancial no estilo de gestão para criar uma nova cultura no local de trabalho (Park & Han, 2001).

2.7 Total Quality Management (TQM)

A qualidade é uma das principais preocupações de uma empresa, dado que, permite reduzir os custos com a eliminação/redução do desperdício, promove a satisfação do cliente, colocando assim a organização numa vantagem competitiva.

Deste modo, a noção de qualidade, ao longo do tempo, tem vindo a sofrer algumas evoluções e, atualmente, detém a intenção de evitar erros, empregando diversas técnicas apropriadas às situações. A evolução da qualidade pode ser separada em cinco períodos: Era da inspeção da qualidade (1945-1949); Era do controlo estatístico da qualidade (1949-1951); Era do sistema orientado para a garantia da qualidade (1951- até finais dos anos 60); Era do controlo da qualidade em toda a organização (finais dos anos 60 até anos 80) e, por último, a fase da gestão da qualidade total (TQM) (desde dos anos 80



até à atualidade). O TQM procura a melhoria da eficiência em todos os níveis e áreas numa organização, tal como o TPM. O conceito de TQM resume-se em “insistência nos consumidores, não tolerância de erros, prevenção de problemas, decisões com base em factos, planeamento estratégico, trabalho em grupo, estrutura descentralizada e horizontal [e] melhoria contínua” (Oliveira Rocha, 2006).

O TQM é uma filosofia que conta com a participação de todas as pessoas e todas as atividades na empresa e visa melhorar a qualidade através da conformidade dos requisitos e tem ainda como objetivo alcançar a satisfação dos consumidores. Assim, o foco desta abordagem é satisfação do cliente, o bem-estar dos empregados e o rendimento da empresa a longo prazo. Deste modo, o TQM tem como base o empenho e liderança da gestão, a tomada de decisão baseada em factos (recorrendo a ferramentas tais como: gráficos de controlo, FMEA, ferramentas básicas da qualidade, entre outras), a melhoria contínua e a concentração na satisfação do cliente por parte da empresa. Contudo, a sua principal convicção é que maior parte dos erros são provocados por processos e sistemas ineficientes, não pelos trabalhadores, logo, as repetições de erros anteriormente passados podem ser evitados modificando o processo. Assim, existem três mecanismos de prevenção: o *Poka-Yoke* que impede a ocorrência dos erros ou defeitos; a inspeção na origem ou na operação seguinte, quando os erros não podem ser evitados devem ser detetados o mais cedo possível para evitar que continuem na cadeia de valor e, caso um erro seja recorrente, parar a produção até que o problema seja corrigido de modo a prevenir a produção de mais defeitos. Na Figura 2.11 está representado um esquema da metodologia TQM.



Figura 2.11 - Sistema do TQM.



Para ser possível alcançar o objetivo, concretizar os princípios anteriormente referidos e, deste modo, alcançar um sistema de melhoria contínua, as organizações devem seguir a metodologia PDCA popularizada por Deming (Deming, 1986):

- ✓ *Plan* (planear): Define o problema, identifica possíveis causas e avalia as possíveis causas;
- ✓ *Do* (implementar): Fazer a mudança;
- ✓ *Check* (verificar): Observa os efeitos da mudança, permite testar o desempenho da mudança;
- ✓ *Act* (atuar) Incorpora permanentemente a sugestão, caso haja uma mudança positiva.

A aplicação do TQM permitirá vantagens como cumprir com os requisitos do cliente, criação de fluxo (JIT), o desenvolvimento de equipas, reduzir o custo de produtos ou serviços e melhorar os sistemas administrativos. Numa organização, sistemas de qualidade e manutenção estão relacionadas. Assim, com esta união, é possível alcançar um sistema de fabricação de classe mundial (Singh et al., 2013).

2.8 Exemplos de casos de sucesso da implementação do TPM

Em 2012, Gupta e Garg analisaram a eficácia da implementação da metodologia TPM numa indústria automóvel. XYZ foi fundada em 1970 e até 1988 não dera atenção a serviços de manutenção, sendo as máquinas só reparadas após avariam (Gupta & Garg, 2012). O grupo percebeu que para sobreviver ao mercado era necessário adotar novos conceitos, tendo surgido o TPM. Assim, aplicaram diversos conceitos em prática como a manutenção autónoma, a melhoria contínua, a manutenção planeada e ferramentas, tais como os 5S e o OEE. Primeiramente, foi selecionado o equipamento e, de seguida, foi feita a implementação dos 5S, este foi o segundo passo para o sucesso da implementação do TPM. Nesta etapa realizou-se a separação consoante prioridade, colocação da ferramenta necessária num local adequado e de fácil acesso, participação dos operadores e gerentes nas atividades de limpeza, padronização através de uma codificação colorida, para ser mais fácil identificar visualmente as anomalias, e conservação dos novos padrões e procedimentos. A terceira etapa realizada foi a aplicação da manutenção autónoma, como por exemplo, inspeção, lubrificação e limpeza, testando os vários tipos de padronizações. Após a criação destes padrões para todos os equipamentos foram detetadas anomalias designadas segundo pelos autores por “*fuguaies*”, sendo detetadas na limpeza inicial. Assim, houve a necessidade de classificá-las, sendo esta a quarta etapa da implementação. Nesta fase descreve-se os resultados obtidos quando a anomalia não é resolvida, o porquê da anomalia e um plano de contenção. A quinta etapa incidiu na implementação do *kaizen*, cada uma das folhas de *kaizen* é



preenchida, contendo todas as informações como fotografias do antes e depois, ideias e benefícios. A educação e a formação foram a última etapa a ser implementada. Esta etapa é um dos pilares mais importantes do TPM. A XYZ delineou três objetivos para o sucesso da sua implementação. Em primeiro lugar, os gestores tinham de planear com mais eficácia o equipamento e implementar melhorias destinadas a atingir zero avarias e zero defeitos. Em segundo lugar, o pessoal de manutenção teria de estudar os princípios básicos e técnicas de manutenção, desenvolvendo competências especializadas. Por último, os operadores dos equipamentos teriam de aprender a reconhecer anomalias no equipamento durante a sua inspeção diária e periódica. De modo a avaliar o aumento da eficiência e produtividade, foi utilizado o indicador OEE. Este foi calculado antes e depois da implementação do TPM, tendo sido verificado um aumento de 9 a 15% nos equipamentos estudados. Assim, após o sucesso de implementação do TPM, a melhoria da eficácia geral do equipamento foi notória, notando-se um aumento da disponibilidade, da eficiência e da taxa de qualidade. Estes aumentos corresponderam a 5%, 7% e 3.5%, respetivamente, no caso da máquina A, que, conseqüentemente, sofreu um aumento de 11% relativamente ao OEE (Gupta & Garg, 2012).

Outro exemplo é o estudo de Wakjira e Singh em 2012 onde foi avaliada a melhoria de desempenho numa indústria de malte com a aplicação do TPM. Assim, avaliou-se se as contribuições desta metodologia foram significativas em fatores como liderança, envolvimento da gestão topo, práticas de manutenção, entre outros. O estudo ocorreu durante um período de seis meses, a implementação do TPM iniciou-se em janeiro e focou-se em melhorar o desempenho de fabricação. Este estudo é feito num setor da *Asella Malt Industry* (Asella, Etiópia). Posto isto, de modo a avaliar a eficácia da metodologia, foi calculado o OEE antes e depois da implementação do TPM na planta das caldeiras, à semelhança do que foi feito no estudo de Gupta e Garg. De modo a maximizar a eficácia da produção, foi feita uma análise dos *inputs* no processo produtivo e foram identificadas e reduzidas as perdas. A máquina selecionada para o estudo foi a “*bottle neck*”, sendo devido a esta que a produtividade se encontrava relativamente baixa a maior parte do tempo, havendo uma maior necessidade de a analisar. De um modo geral, as avarias reduziram para mais de metade, o que influenciou a disponibilidade, tendo-se notado um acréscimo de, aproximadamente, 7%. A taxa qualidade também demonstrou um aumento de 5% e a *performance* um aumento de 1%. Desta forma, o OEE aumentou 10% (Wakjira & Singh, 2012).

Em suma, após a implementação do TPM verifica-se um aumento do OEE. Estes dois casos entre muitos, mostram que esta metodologia funciona e que com a sua implementação haverá muitos benefícios, podendo se afirmar que o TPM pode ser considerada a única ação que fica entre o sucesso e o fracasso total de uma empresa (Gupta & Garg, 2012).



3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O projeto foi desenvolvido na Fifitex *by* SMBM e neste capítulo é realizada uma caracterização da empresa, descrevendo a história e evolução da empresa, ano em que foi fundada, entre outras informações. Posteriormente é apresentada a estrutura organizacional da empresa, incluindo sua missão visão e valores. Em seguida, são descritos o fio têxtil e as suas propriedades físicas e, o processo de fabrico. Por fim, é exposto os procedimentos para o processamento da encomenda e os certificados adquiridos pela empresa SMBM.

3.1 Caracterização da Fifitex *by* SMBM

A SMBM produz fios *open-end* e fios convencionais, singelos ou torcidos, crus ou mesclas. O seu posicionamento estratégico, em mercados, tornou a SMBM especialista em fios fantasia do tipo *flamê*, *jaspê*, a mistura de *jaspê* com *flamê*, borboto e rústicos, fios esses utilizados na indústria malheira, têxteis-lar, decoração, vestuário e tapeçaria. As matérias-primas são usadas e misturadas de uma forma quase ilimitada, destaca-se o uso do algodão, linho, poliéster, viscose, lã, angorá, caxemira, modal, seda, bambu, *mohair*, entre outros. Os principais segmentos têxteis estão representados na Figura 3.1.

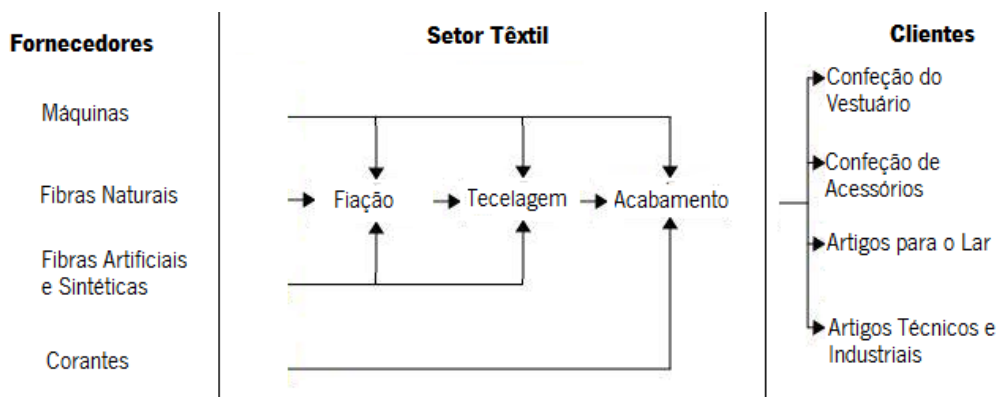


Figura 3.1 - Principais segmentos têxteis.

Embora a designação SMBM seja mais recente, a história da empresa vem no seguimento de outra empresa familiar, a Fifitex, fundada em 1965. Absorvida pela fiação já neste milénio, a empresa SMBM terá iniciado a sua atividade a partir de Moreira de Cónegos só em 2001. Em 2006, a SMBM anunciou a aquisição da sua marca Fifitex. Com a experiência e o conhecimento de mais de 50 anos sobre a indústria de fios, a Fifitex, desde que iniciou a atividade tem dedicado o seu esforço à internacionalização, procurando novos mercados.



A SMBM, está a impulsionar-se e adaptar-se à realidade atual, encaminhando-se para a exportação. O local eleito foi Paris e a *Première Vision Yarns*, estando focada nos borbotos, nos linhos de cores, nos fluorescentes, nos fios rústicos, nos injetados, multicolores, *jaspés flamés*. Quase todos os fios são para exportação, ainda que indiretamente. A exportação direta quase não tem peso – apenas 2% a 3% da faturação é para clientes estrangeiros. A empresa trabalha diretamente com o mercado espanhol, ou seja, não existe um intermediário, assim, a empresa é responsável por todas as burocracias e procedimentos operacionais encaminhando o produto até ao seu destino final. Mensalmente, a SMBM, produz 100 toneladas de fio contínuo, 12 toneladas em *open-end*, sendo que 75% da sua produção é destinada para o setor das malhas.

Atualmente, a empresa SMBM apresenta duas parcerias, uma delas, na *passerelle*, com a estilista Susana Bettencourt. A marca Fifitex, tornou-se oficialmente a fornecedora de fios da *designer*, sendo que a coleção primavera-verão 2018, apresentada em Paris e no Portugal Fashion, foi produzida com fios Fifitex. Além desta, a SMBM é também a fornecedora oficial da *UNIS TEXTILE DESIGN STUDIO* desde abril de 2018, sendo esta uma organização de destaque na área têxteis lar.

A SMBM tem cerca de 100 funcionários e um volume de faturação anual que oscila entre os 4 e os 5 milhões de euros.

3.2 Função organizacional

Em termos produtivos, as instalações da SMBM encontram-se numa única unidade fabril, onde há a transformação da fibra têxtil. A empresa possui uma estrutura de recursos humanos, de operações e um departamento de *marketing*. Existem três tipos de direções, direção de operação que envolve a produção e planeamento, direção comercial que está destinada ao setor de vendas e *marketing* e, por fim, direção financeira que abrange as áreas funcionais dos recursos humanos, finanças e contabilidade. Na *Figura 3.2* é apresentado o organograma da SMBM, onde é possível ver como está estruturada a empresa.

No âmbito da sua postura estratégica, a empresa SMBM apresenta a missão de criar, inovar e ser versátil, ser mais do que uma marca de fios, sendo que a Fifitex aposta na satisfação do cliente. Como visão, pretende ser uma empresa líder, com um ambiente dinâmico e internacional, promovendo um crescimento sustentável. Tudo isto é possível tendo em conta os valores da empresa, ou seja, na SMBM são valorizadas as pessoas, a experiência, a competência, o profissionalismo e, ainda, a flexibilidade. As áreas funcionais, acima referidas, possibilitam que os objetivos e missão da empresa sejam atingidos.

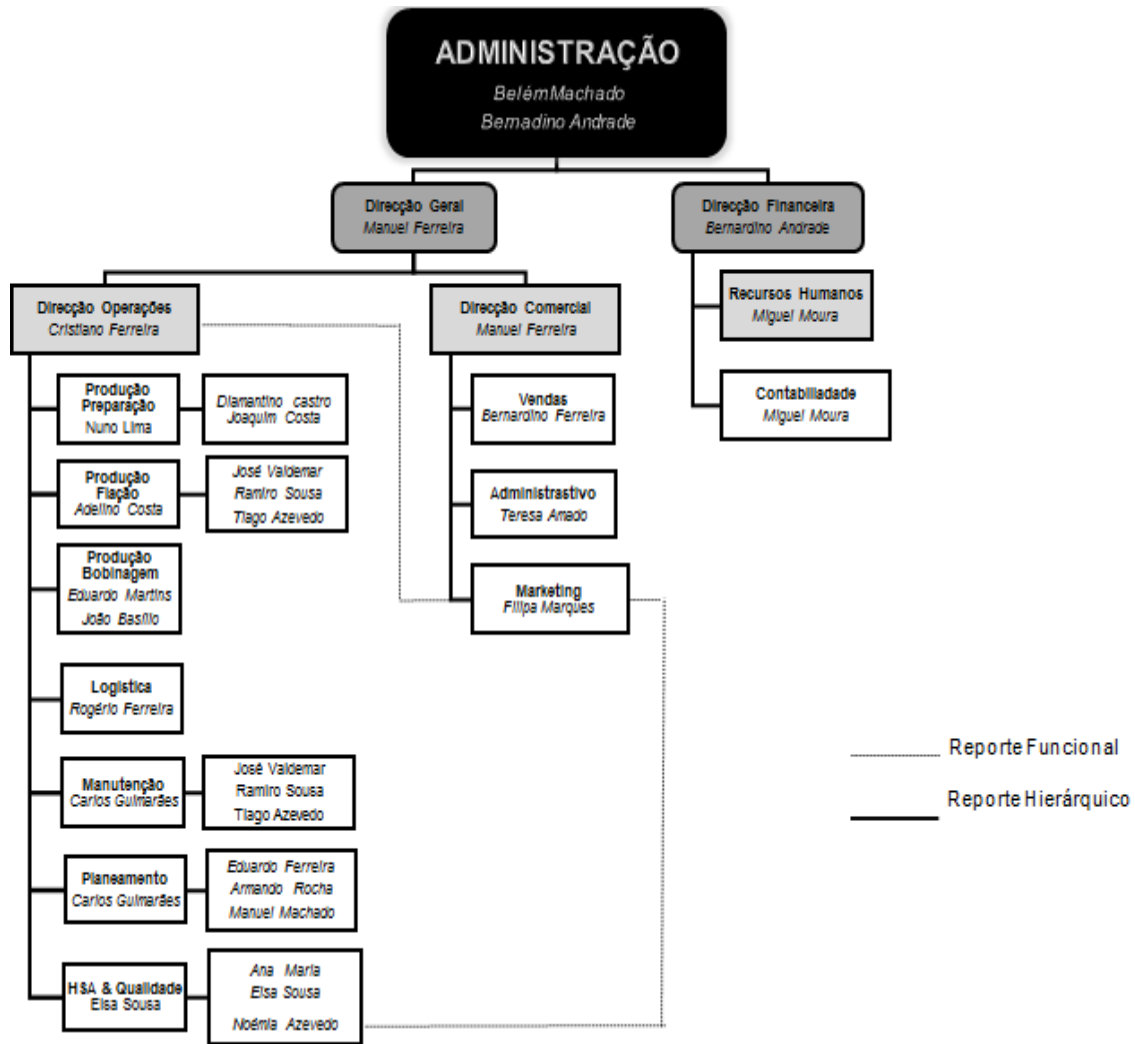


Figura 3.2 - Organograma da empresa SMBM.

3.3 O fio têxtil e o processo produtivo

O processo produtivo do fio é denominado por fiação, tendo como principal característica o seu diâmetro ou a sua espessura, que pode ser chamado por título do fio. A matéria-prima utilizada pode ser de fibras naturais (como por exemplo, o algodão), artificiais (como por exemplo, a viscose) ou sintéticas (como por exemplo, o poliéster) e é através de várias operações, desde a abertura, limpeza, paralelização e torção das fibras que se obtêm o fio, sendo este o produto final da etapa de fiação.

Na SMBM existem dois fluxos de processo distintos: fiação por anéis e a fiação por rotor, também conhecida por fiação *open-end*. Os fios delimitados pelo fluxo produtivo apresentado são os fios cardados (fio convencional) ou fios cardados *open-end* (fio não convencional). Os fios cardados *open-end*, são fios mais grossos e fracos, sendo, assim, utilizado um fluxo produtivo menor, passando pela carda, laminador e finalmente pelo *open-end*.



3.3.1 Propriedades físicas do fio

O fio detém duas propriedades físicas importantes: o título e a torção. A última é utilizada para fixar as fibras entre si, concedendo resistência ao fio. Quanto maior a torção mais resistente é o fio, sendo que esta pode ser feita no sentido Z ou sentido S. Por sua vez, o título mede a grossura do fio, sendo esta a relação entre a massa (g) e o comprimento (m). Existem dois sistemas de titulação: o direto e o indireto. O sistema direto de titulação possui a massa por comprimento de fio diretamente proporcional à sua espessura, por isso é que são reconhecidos por sistemas diretos de titulação, o que não significa que o título seja diretamente proporcional ao seu diâmetro. Em suma, quanto maior é a massa por comprimento de um fio, maior é a espessura do mesmo. Ao contrário do sistema direto onde a base é o comprimento fixo e massa variável, o sistema indireto de titulação detém a massa fixa e o comprimento variável, nesta situação o título do fio é indiretamente proporcional à sua espessura.

Os sistemas de titulação mais conhecidos são: o título inglês para fios de fibra curta, estabelecido pela quantidade de meadas de 768,1 m para se obter 453,6 g de fio e o título métrico para fios de fibra longa instituído pela quantidade de meadas de 1.000 m cada para se obter 1.000 g de fio. O título inglês é usualmente abreviado por Ne, enquanto que o título métrico é usualmente abreviado por Nm. Na SMBM o termo comumente usado na produção é o Ne.

É de salientar que a partir destas propriedades físicas resultam outras características importantes, como a resistência e regularidade.

3.3.2 Processo produtivo

A fição consiste em transformar a matéria-prima fibrosa, anteriormente tratada, em fio, por meio de diversas operações previamente estipuladas. A formação do fio consiste em operações básicas como:

1. Abertura: operação utilizada para facilitar os processos posteriores através da separação das fibras;
2. Limpeza: operação utilizada para eliminar as impurezas contidas nas fibras. A abertura e a limpeza são realizadas simultaneamente, através da força centrífuga gerada pelos órgãos abridores. As fibras como são o material mais leve continuam no processo devido ao fluxo da corrente de ar, ficando as impurezas para trás;
3. Estiragem: esta operação proporciona resistência e alongamento ao fio, sendo estas duas propriedades físicas importantes.



A comercialização do fio vai ser influenciada pelas seguintes características:

- ✓ Pureza: As fibras naturais, como o algodão e a lã, têm uma enorme percentagem de impureza. Quanto menor for a porção de impurezas maior será a qualidade do fio;
- ✓ Resistência: O fio tem de ter a capacidade de resistir a esforços, de ser sujeito a torções sem alterar as suas principais características (flexibilidade);
- ✓ Torção: Propriedade física que afeta a resistência do fio;
- ✓ Regularidade: A qualidade do tecido e do processo (paragens de máquina) é determinada pela uniformidade do fio, sendo esta uma das propriedades de qualidade mais importantes;
- ✓ Título: O fio possui variadas formas de segmentos e diversas regularidades, pelo que, o diâmetro do fio não é o parâmetro mais adequado. Como alternativa foram criados os sistemas de titulação (anteriormente referidos) que estabelecem a relação massa e comprimento do fio. Em suma, o título do fio é a expressão numérica que define a sua espessura.

Para obter o fio são indispensáveis vários processos que podem ser subdivididos, como se observa na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Processos de fição e respetivos equipamentos

Processo	Equipamento
Preparação para a fição	Abridor de fardos
	Batedor
	Carda
	Laminador
Fiação convencional	Torce
	Contínuo
	Bobinadeira
	Retorcedor
Fiação não convencional	<i>Open- End</i>

Para facilitar a compreensão da Tabela 3.1 dispõe-se na Figura 3.3 um esquema do fluxo produtivo.

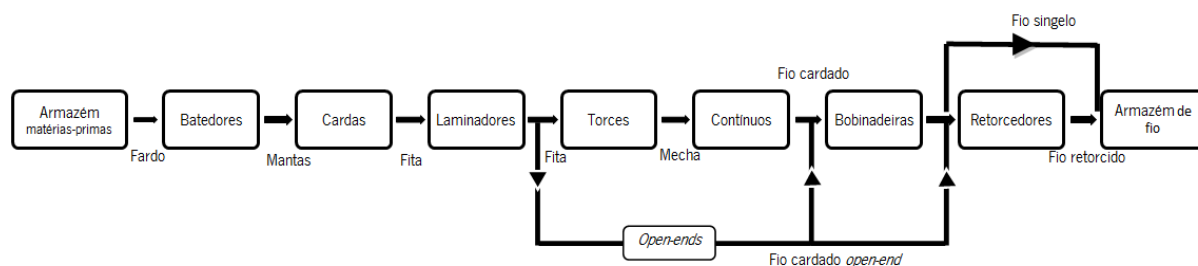


Figura 3.3 - Fluxo produtivo.

3.3.3 Tipos de fio e respetivo processo produtivo

A fase final do processo de produção de fios conta com a utilização de três mecanismos de estiragem (redução da massa até às dimensões desejadas, título), mecanismo de união das fibras (produz forças de coesão para manter as fibras no fio) e mecanismo de enrolamento. Na SMBM a obtenção do fio é feita a partir das fibras descontínuas (cortadas). Existe um conjunto de operações necessárias à transformação de fibras têxteis em fios. As características físicas das fibras, como o comprimento, a finura, a resistência, a elasticidade e a flexibilidade, determinam o tipo de equipamento a utilizar. A Figura 3.3 mostra o fluxo a percorrer para se obter o produto final desejado.

Assim, a fiação pode seguir por quatro processos. O fio cardado após o processamento no contínuo e o produto é originado através da fiação convencional. Mesclas são exemplos de fios cardados em que uma parte da massa de fibras foi tingida antes do processo de fiação. Por sua vez, a partir do processo das bobinadeiras obtém-se o fio singelo. Por fim, o fio retorcido que é originado através da retorção de dois ou mais fios simples (singelos), com o objetivo de melhorar determinadas características como a resistência do fio, sua regularidade, entre outros. Estes são mais resistentes que os fios singelos. A torção permite maior coesão entre as fibras de maneira a obter um produto final mais liso, ou seja, com menor pilosidade. O fio cardado *open end* que é o que tem menor custo em comparação com todos os outros.

O fio fantasia é o fio têxtil ao qual são adicionadas irregularidades intermitentes em termos de torção, grossura e cor, com a finalidade de conferir-lhe um aspeto de fantasia. Este tipo de fio apresenta pontos mais grossos e pontos mais finos, podendo ou não sofrer retorção. Exemplos de fio fantasia são o fio *bouclé*, fio com pequenos anéis ou alças a interrupções regulares mais ou menos próximas e o fio *Flamé*, fio caracterizado por zonas não cilíndricas ou com a inexistência de torção.

3.3.4 Armazém da matéria-prima

Neste armazém são guardadas as matérias-primas que se apresentam em forma de fardo compacto, tendo cada uma, aproximadamente, 22 kg de massa. Após a chegada dos fardos à empresa, estes são



descarregados neste armazém, sendo este o local apropriado, protegendo a matéria-prima do sol e da chuva. Os fardos são posicionados de acordo com as suas propriedades, facilitando o processo da preparação para a fição, como se pode observar pela Figura 3.4.



Figura 3.4 - Armazém da matéria-prima na empresa SMBM (armazenamento dos fardos de acordo com as suas propriedades).

3.3.5 Processo de preparação para a fição

No salão de abertura (Figura 3.5), os fardos são transportados por empilhadoras de matérias-primas que pertencem ao armazém até ao salão de abertura e ali, são posicionados em ambos os lados. A abertura pode ser realizada de duas maneiras e, dependendo da cor e do tipo de matéria-prima, o fardo pode entrar no abridor. A Figura 3.5 A) é utilizada principalmente para matérias primas que sejam em tons crus. A Figura 3.5 B) é o um abridor destinado para as matérias-primas de cor. Os abridores de fardos encontram-se ligados por tubos aos batedores, estes removem a maior parte das impurezas, como areias, folhas, galhos, casca, etc. É pelos batedores que sai o produto final.

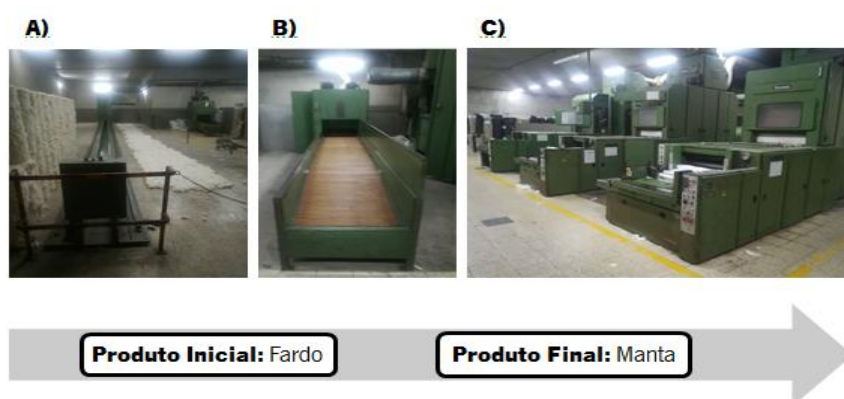


Figura 3.5 - Salão de abertura da empresa SMBM: A) e B) Abridor; C) Batedor

A carda (Figura 3.6) dá início ao processo de estiramento e torção, características que influenciarão a qualidade do produto final. Neste equipamento dá-se a prosseguimento à abertura e limpeza das fibras, advém o começo do paralelismo e estiragem da massa das fibras. O principal objetivo da carda é separar



as fibras umas das outras, liberá-las das impurezas que ainda possam ter restado do processo anterior, possibilitando ainda uma mistura mais profunda das fibras.



Figura 3.6 - Carda: A) Zona da carda onde é colocada a manta; B) Zona da carda onde sai a fita.

Os laminadores (Figura 3.7) têm como objetivo uniformizar o peso por unidade de comprimento, paralelizar, estirar e misturar as fibras. É neste equipamento que há a uniformização da qualidade das fibras, a sua função é realizar a mistura de várias fitas de carda, obtendo assim uma nova. Isto é efetuado com a passagem das várias fitas (4, 8 ou 16) através de um sistema de junção, e posteriormente para se obter fitas de melhor qualidade, estiramento e torção.



Figura 3.7 - Laminador da empresa SMBM em diferentes perspetivas.

3.3.6 Fiação convencional (fiação por anel)

Para se obter uma melhor regularidade da massa por unidade de comprimento, usa-se o método de estiragem, em que a espessura da fita na saída da carda até à saída do laminador é mantida constante.

Contudo, o intuito da fiação é a consecução do fio como produto final. Este tem uma estrutura fibrosa linear, em que a massa por unidade de comprimento é bastante pequena. Como na fiação convencional é impossível transformar diretamente uma fita em fio, vai existir um produto intermediário tanto em



espessura como em torção, que é a mecha (fio com grandes dimensões, 3 a 5 mm de espessura). O torce (Figura 3.8) é um equipamento que tem o propósito de transformar fita em mecha. Nesta fase, as fitas são estiradas diminuindo a sua massa por unidade de comprimento e realiza uma torção parcial.

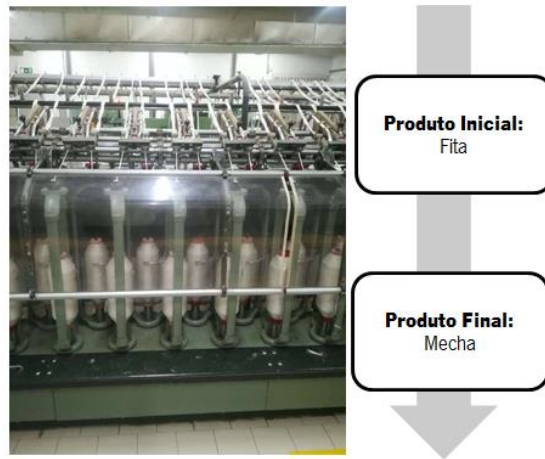


Figura 3.8 - Torce da empresa SMBM.

Nos contínuos, cada fuso é sustentado por um carreto preenchido com mecha. Os carretos (Figura 3.9) são posicionados na parte superior da estrutura do filatório. Posto isto, a mecha sustentará o filatório anel onde ocorre a estiragem e a torção final iniciando o fio pronto, que é engrenhado em canelas.

O fio concebido por este procedimento é designado por fio cardado.



Figura 3.9- Contínuo da empresa SMBM cheio com carretos.

A bobinadeira (Figura 3.10) detém a funcionalidade de retirar as irregularidades do fio, principalmente retraindo os pontos grossos e finos. O processo de fiação por anel produz o fio singelo.



Figura 3.10 - Bobinadeira da empresa SMBM.

O método de fição convencional concebe fios que são denominados fios singelos. É prático juntar dois ou mais fios simples através da torção, de modo a produzir o fio retorcido. Assim, pode-se admitir que o retorcedor (Figura 3.11) tem como funcionalidade retorcer fios por intermédio de um fuso de rotação.



Figura 3.11 - Retorcedor da empresa SMBM.

3.3.7 Fiação não convencional

O método *open end* (Figura 3.12), não convencional rotor, é o melhor método de fição para fibras curtas. A vantagem apresentada por este processamento deve-se ao facto da torção ser aplicada de forma isolada ao enrolamento do fio, permitindo elevadas velocidades no mecanismo de torção, o que não acontece no enrolamento, dado que, este necessita de velocidades mais baixas para não golpear o fio. Em contrapartida, este sistema tem a desvantagem de que quanto maior a quantidade de fibras pior será a qualidade do fio, ou seja, o fio sairá mais grosso e mais fraco.

No processo *open end* é possível obter o fio diretamente da fita e esquivar-se do produto intermédio, a mecha.



Figura 3.12 - Open end da empresa SMBM.

3.3.8 Armazém de fio (local de *stock*)

Terminado o processo de fabrico, o fio dá entrada no armazém de fio (Figura 3.13), onde será elaborada uma ficha técnica do produto, contemplando uma análise de todos os parâmetros, verificando-se se o produto não tem defeitos. Terminado o preenchimento dos documentos, o fio é paletizado e plastificado.



Figura 3.13 - Armazém de fio (local de stock) da empresa SMBM.

Por fim, exibe-se na Figura 3.14 o *layout* da empresa.

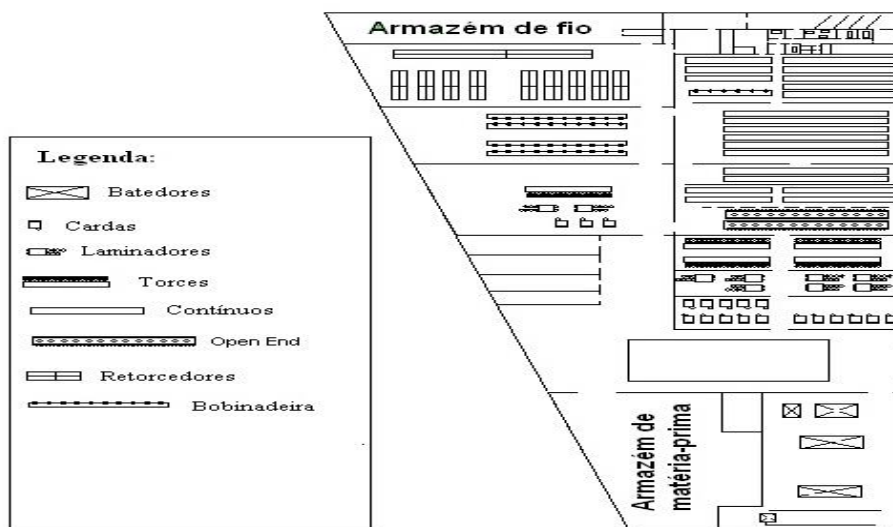


Figura 3.14 - Planta/Layout da empresa SMBM.



3.4 Procedimento para o processamento de uma encomenda

De modo a compreender melhor o fluxo de informação de encomenda, foi construída a Tabela 3.2. Assim, a partir da mesma é possível perceber o circuito de uma encomenda, desde o momento que a encomenda chega até à entrada do fio no armazém.

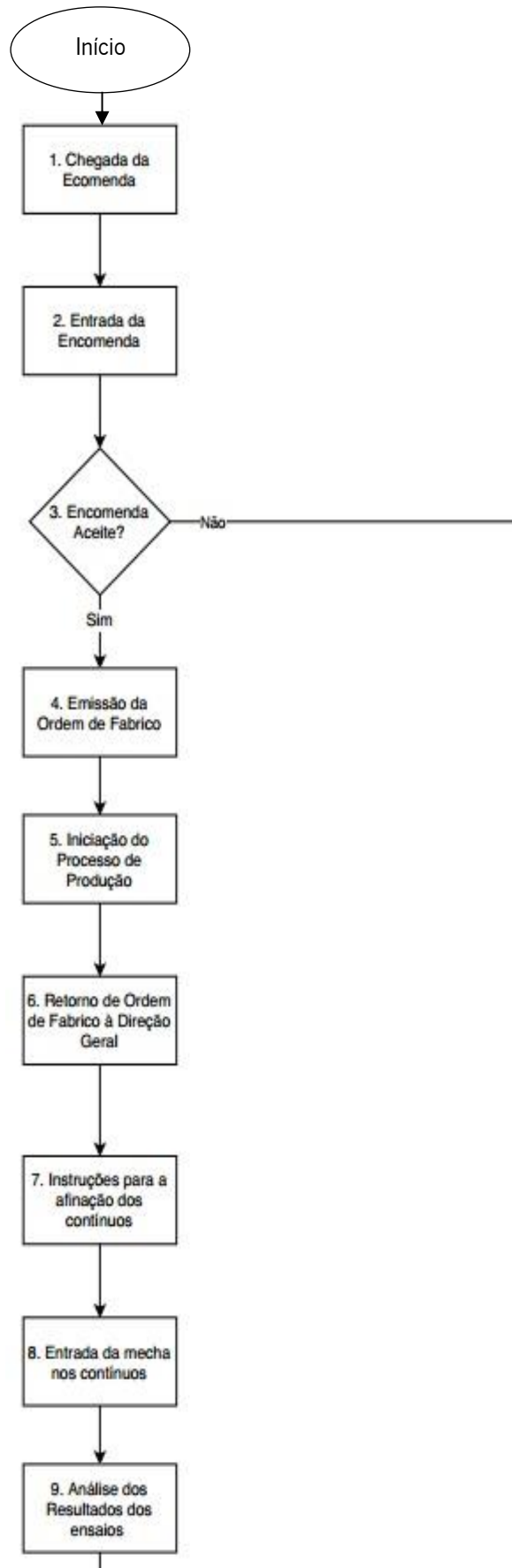
Tabela 3.2 . Circuito de uma encomenda desde a sua chegada até à entrada do fio no armazém.

	Descrição	Responsabilidade
1. Chegada da encomenda	A encomenda chega ao departamento comercial ou diretamente à direção geral.	
2. Entrada da encomenda	A encomenda é introduzida no sistema informático, com a indicação das condições pretendidas pelo cliente e dada a conhecer à direção geral.	Comercial
3. Aprovação/Rejeição da encomenda	A direção geral, em função das condições pretendidas, aceita ou rejeita a encomenda. Se a encomenda for rejeitada o processo termina nesta fase.	Direção Geral
4. Emissão da Ordem de Fabrico	Emite-se a Ordem de Fabrico para ser entregue ao encarregado. A Ordem de Fabrico contempla instruções para o acompanhamento da encomenda desde o início até à entrada no armazém de fio.	Direção Geral
5. Iniciação do processo de produção	As mantas entram nas cardas. De seguida a mecha passa pelos laminadores e pelos torces. À medida que as cargas se completam são anotadas na Ordem de Fabrico pelos encarregados dos turnos enquanto a encomenda estiver em fabrico.	Produção
	Análise do Ne e da Regularidade da mecha à saída das cardas, dos laminadores e dos torces.	Laboratório
6. Retorno de Ordem de Fabrico à Direção Geral	Terminadas as cargas previstas a ordem de fabrico é assinada pelo encarregado e é retornada à direção geral.	Produção
7. Instruções para afinação dos contínuos.	A direção geral emite instruções para a afinação dos contínuos.	Direção Geral



8. Entrada da mecha nos contínuos	A mecha entra nos contínuos. Análise do Ne , Resistência, Torção e Regularidade.	Produção Laboratório
9. 10. 19. Análise dos resultados dos ensaios	Se algum resultado estiver fora dos requisitos do cliente mas dentro do intervalo de correção dá-se uma nova ordem de afinação dos contínuos. Se não der para corrigir o produto passa a não conforme.	Direção geral
11. Instruções para afinação das bobinadeiras	Em função do tipo de fio a produzir são dadas instruções aos afinadores das bobinadeiras.	Direção Geral
12. Entrada do fio nas bobinadeiras	O fio sai dos contínuos e entra nas bobinadeiras. Para o fio singelo esta é a última etapa do processo de fabrico.	Produção
13. 14. Instruções para afinação dos retorcedores	Se o fio for para retorcer são emitidas instruções de afinação dos retorcedores.	Direção Geral
15. Entrada do fio nos retorcedores	O fio entra nos retorcedores. Sendo esta a última etapa do fio retorcido. Análise da torção e da resistência do fio.	Produção Laboratório
16. Entrada do fio no Armazém	Terminado o processo de fabrico do fio (singelo ou retorcido) o fio dá entrada no armazém. Elaboração da ficha técnica do fio, que contempla a análise a todos os parâmetros e respetivos CV's.	Produção Laboratório
17. Entrega do fio	Terminada a encomenda o fio é paletizado e plastificado para ser entregue ao cliente.	Distribuição
18. Registo no sistema informático da saída do fio	Por fim regista-se no sistema informático a saída do fio.	Armazém

Para melhor perceção deste procedimento realizou-se um fluxograma do circuito de uma encomenda desde a sua chegada até à entrada do fio no armazém (Figura 3.15).



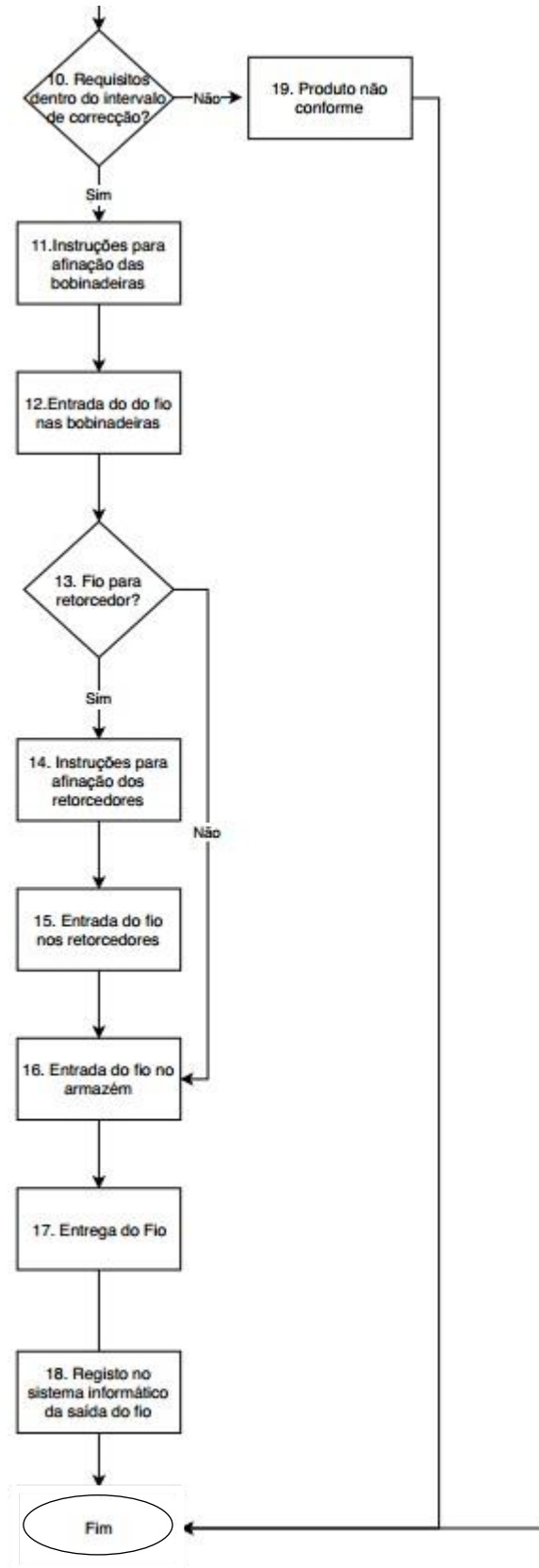


Figura 3.15 - Fluxograma do procedimento para o processamento de uma encomenda



3.5 Certificados

A SMBM percebeu que há uma tendência muito grande na procura de produtos ecológicos, certificados. Assim, esta organização juntou-se ao grupo de empresas com certificação STeP - *Sustainable Textile Production*. A SMBM - Comércio e Indústria Têxtil, S.A. detém certificação de nível 2 que visa a implementação permanente de processos de produção respeitadores do ambiente, condições de trabalho seguras, saudáveis e socialmente aceitáveis (Figura 3.16.A)

A empresa possui certificação com base no *Global Organic Textile Standard* (GOTS), sendo este o líder mundial do processamento têxtil padrão para as fibras orgânicas, incluindo critérios ecológicos e sociais. Apenas os produtos têxteis que contêm um mínimo de 70% de fibras orgânicas podem ser certificados pelo GOTS. Todos os insumos químicos, como corantes e auxiliares utilizados, devem atender a certos critérios ambientais e toxicológicos. Uma estação de tratamento de águas residuais funcional é obrigatória para qualquer unidade de processamento de humidade e todos os procedimentos devem cumprir os critérios sociais. Um dos principais critérios do GOTS é assegurar a qualidade (Figura 3.16 .B).

Além disso, a SMBM detém a certificação com base no *Organic Content Standard* (OCS). Este averigua a presença e a quantidade de material orgânico em um produto final e rastreia todo o seu fluxo, desde matéria-prima até ao produto final (Figura 3.16 .C)

A SMBM também se encontra no processo de certificação *Made in Green by OEKO-TEX* com o Citeve. Com isto, a marca Fifitex, tem vindo a preparar um catálogo específico com artigos mais amigos do ambiente, tendo em consideração a pegada ecológica e a responsabilidade social. Reunindo estes critérios, em 2018 a SMBM espera crescer para os 15% a 20% na exportação (Figura 3.16 .D)

É de reforçar que a SMBM detém o Estatuto de Excelência PME (pequenas médias empresas) em 2016. (Figura 3.16 .E)



Figura 3.16 - Certificados: A) certificação STeP; B) certificação para o GOTS; C) certificação para o OCS; D) certificação Made in Green by OEKO-TEX; E) Estatuto de Excelência PME



4. ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL: ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA PRODUÇÃO

Neste capítulo faz-se uma análise crítica da situação atual relativamente à organização e gestão da produção. Neste capítulo apresentam-se as principais perdas identificadas e problemas apontados pelos operadores e supervisores dos respetivos departamentos.

4.1 Organização e gestão da Produção

A função manutenção numa empresa deve apoiar a função produção, no entanto, a divergência de visões entre ambas pode originar conflitos. Assim, devem ser definidas por parte da administração as responsabilidades a atribuir as duas funções. Na SMBM, as estruturas de funcionamento das funções produção e manutenção não possuem qualquer tipo de comunicação nem nenhum tipo de planeamento. Além disso, não há planeamento e controlo da produção (PCP).

Atualmente, é o diretor geral que decide o produto a ser produzido e a quantidade, baseando-se essencialmente na procura do mesmo ao longo dos anos. Caso recebam uma encomenda via telefone, quem recebe o telefonema informa o diretor geral que, por sua vez, lhe dá as cotações (preço do pedido) e o prazo de entrega. Tudo isto é feito com base em estimativas. Posteriormente, o diretor geral manda para a produção a informação numa folha de papel não standerizada, sendo esta a ordem de fabrico (a quantidade de cada matéria-prima, Ne, entre outras informações relevantes para a produção do produto). Quando estes dados chegam ao ponto inicial do fluxo produtivo é comum as máquinas estarem a meio de outra produção, normalmente destinada para *stock*. Assim, o processo é parado e a encomenda iniciada o mais rapidamente possível. Todo este método de planeamento e controlo acarreta elevados desperdícios, aumentando os vários tipos de custos. Os custos associados ao *stock*, esperas, transporte, movimento, reprocessamento, sobreprodução e defeitos não são contabilizados. O *set-up* de diversas máquinas numa empresa têxtil é demorado e trabalhoso. Deste modo, perante esta situação, os trabalhadores ficam frustrados, desmotivados e cansados.

Nesta indústria têxtil existe um elevado número de variáveis com complexidade de previsão, o que pode influenciar todo sistema e, conseqüentemente, impedirá o cumprimento dos prazos. Há a necessidade de resolver problemas como:

1. Nos diversos departamentos de produção não há um balanceamento, por exemplo, existe um desperdício gerado pelo *stock* intermédio, além de que há ociosidade causada pelo tempo de espera



durante a produção. A falta de balanceamento entre os diversos processos leva a que a produção não seja otimizada;

2. Falta de organização nas ações de manutenção preventiva, consoante o planeamento da produção. Devido ao facto de não existir planeamento de produção, os planeamentos de tarefas relacionadas com a manutenção são difíceis de programar. Os responsáveis pela manutenção dão prioridade às ações de manutenção corretiva que consideram mais urgentes. Existem situações detetadas pelos operadores que tem um impacto na produção e, posteriormente na qualidade do produto, mas nem sempre são comunicadas aos supervisores com a prontidão necessária;
3. Produção excessiva para *stock*, no chão de fábrica são muitos os espaços dedicados a *stock* intermédio. Assim, o *stock* de produtos em curso e acabado em março de 2018 é de 70 020 kg, nesta quantidade não está contabilizado o produto palatizado e plastificado que se encontra no armazém do fio. Neste armazém, existe produto final produzido ao longo dos anos, havendo produtos armazenados desde 2004.;
4. Falta de comunicação entre departamentos, como por exemplo, entre o departamento de vendas (que agenda os prazos e todos os detalhes da encomenda) e a direção geral. Denota-se que na empresa nem sempre é possível corresponder às exigências do cliente e os prazos nem sempre são cumpridos. Consequentemente, é muitas vezes necessária a alteração de datas de entrega, não havendo viabilidade de *lead times*;
5. Desorganização entre os trabalhadores que não sabem quando devem intervir. Muitas tarefas encontram-se mal planeadas, distribuídas e alocadas. Inexistência de padronização nos processos, não permitindo uma visão adequada da divisão dos processos entre os diferentes departamentos.

Na SMBM ocorrem diversos problemas referentes à qualidade do fio e à satisfação do cliente, não cobrindo, por vezes, os requisitos estipulados. Isto deve-se à falta de controlo nas operações diárias e aos problemas anteriormente enumerados.

Perda por inventário encontra-se nos diferentes estágios desde de matéria prima, no produto semiacabado e no produto final. A encomenda de matéria prima é realizada pelo colaborador dos recursos humanos que segue o princípio de encomendar quando o *stock* mínimo chega às 5 toneladas, este caso descrito é aplicado na viscose, poliéster e linho. O *stock* referido é efetuado com a base de que o prazo de entrega é de 2 a 4 semanas e consulta dos preços de mercado.



O desperdício de *stock* encontra-se desde do início ao fim do processo produtivo, mas o foco encontra-se essencialmente no inventário de grupo para grupo, dado que o produto semiacabado se encontra no chão de fábrica, isto proporciona uma certa desorganização no chão de fábrica, não havendo assim um fluxo contínuo dificultando assim também o fluxo de materiais.

Estes inventários escondem problemas em diversas áreas no fluxo produtivo encobrindo outro tipo de perdas. A Figura 4.1 mostra o *stock* intermédio entre batedores e cargas. Existem mantas que se encontram no chão de fábrica desde 2004.



Figura 4.1- *Stock* intermédio entre batedores e cargas

4.2 Perdas identificadas

Por observação, averiguou-se que uma das paragens mais frequentes é quando a fita arrebeta ou começa a acumular-se nos rolamentos do torce, que eram responsáveis pela estiragem da fita, convertendo esta em mecha. Porém, esta situação é resultado dos processos anteriores ou do tipo de fibra usada. A utilização de fardos húmidos é um dos maiores problemas presentes na produção. O facto de os fardos serem muitas vezes colocados a produzir nos batedores, sem estarem secos, traz várias consequências negativas ao longo de produção. A manta, que resultará do processamento deste fardo húmido, será não conforme, ou seja, a quantidade de manta será diferente de metro para metro. Assim, esta é uma das causas do arrebetamento das fitas nos processos seguintes, levando a uma necessidade de efetuar vários tipos de remendos. Estes remendos serão uma das causas de paragem do torce e um problema nas bobinadeiras, pois são as que fazem as últimas retificações. Cada uma destas retificações vai deixar um ponto mais grosso ao longo do fio, sendo este considerado um defeito.

No departamento de preparação, mais concretamente no grupo dos torces foram observadas e registadas diversas atividades dispensáveis que germinam custo e não agregam valor ao produto. O *setup* engloba as tarefas de transporte, afinação e teste da verificação do Ne, mas os tempos apontados



não são relativos à mesma situação. Assim, foram contabilizados diversos tipos de perdas nos torces. São expostas quatro tarefas referentes a diferentes ordens de fabrico:

- ✓ Tempos de *setup*: 1 hora e 20 minutos (48 carretos)

Existem diversas perdas por ajustes ou *setups* devido à troca de produção que exige por vezes simultaneamente a mudança de ferramentas. Quando se vai produzir um fio com diferente Ne do fio anterior em processamento no torce, há a necessidade de realizar a afinação do equipamento. O *setup* neste equipamento nem sempre demora o mesmo tempo, dado que este difere no número de carretos que se vai produzir e se o fio vai ser de duas cores. Neste caso são necessárias duas latas por carreto. O tempo de *setup* referido de 1 hora e 20 minutos refere-se a um fio de composição de viscose preto e algodão, ou seja, para cada carreto é preciso uma lata para a fibra de viscose e outra para a fibra de algodão, resultando num total de 96 latas para 48 carretos. Apresentam-se diferentes perspetivas do torce (Figura 4.2) para melhor perceção do equipamento. No lado superior esquerdo visualiza-se a parte de trás do torce onde se coloca as latas com a fita proveniente do laminador, abaixo mostra-se a extensão do equipamento e, no lado direito, a plataforma com os carretos, onde o produto final vai ser enrolado.

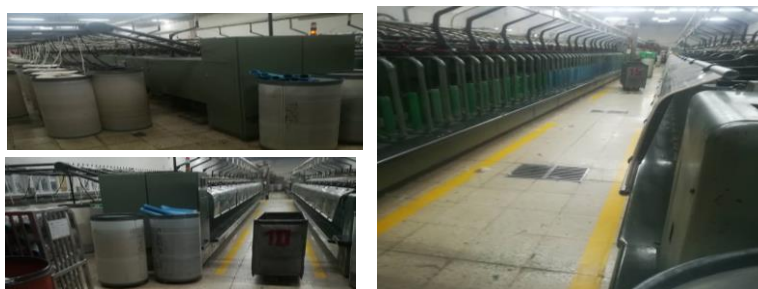


Figura 4.2 - Diferentes perspetivas do torce -

O tempo de *setup* apontado inclui o tempo despendido pelo transporte, movimentação do operador para realizar todas as tarefas que o *setup* abrange. A Figura 4.3 seguinte mostra algumas das atividades/ partes da máquina, como a ramada (A), o trem de estiragem (B) que tem os componentes solaninas, que esta apresentado na imagem à direita.

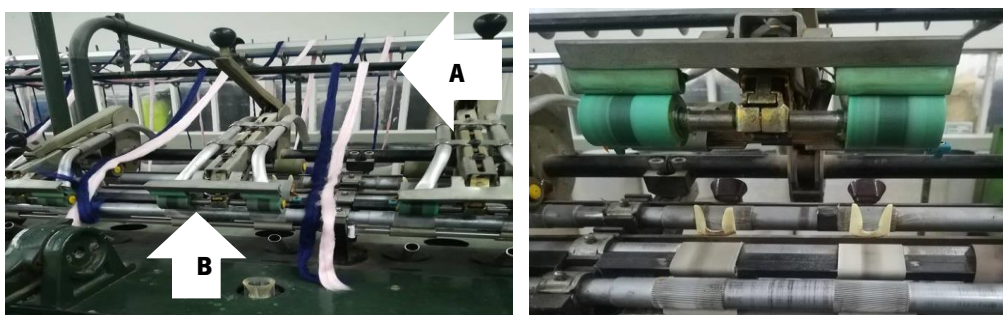


Figura 4.3 - Componentes do torce



- ✓ Tempo despendido em transporte: 16 minutos e 10 segundos (10 latas)

As perdas por transporte e movimentação são frequentes através da tarefa de ir buscar latas com fita com um carrinho, onde se pode transportar 4 latas de cada vez, chegar ao torce descarregar as latas do carrinho e arrastar as latas até ao sitio certo para se preparar a ramada e posteriormente prender nas solainas (Figura 4.4). Nos torces existem atividades que requerem esforço do trabalhador e apresentam trabalhos que afetem a ergonomia, como a atividade anteriormente referida.



Figura 4.4 - Tarefa realizada no torce

- ✓ Afinação do torce: 5 minutos e 30 segundos + teste de verificação de Ne: 6 minuto e 22 segundos

A afinação do equipamento demora o tempo acima apontado, mas caso o afinador não acerte nas rodas à primeira resultará em perdas de tempo devido às medições desnecessárias (teste da verificação do Ne terá de ser repetido) e ajustes excessivos (escolher novas rodas para obtenção do Ne correto). Como por exemplo, a mecha tem de deter um Ne de 0,60 e o afinador opta por uma roda de número 69, após o teste de verificação o resultado do Ne é de 0.63, será necessário mudar as rodas inicialmente escolhidas, e optar por umas rodas de número superior. Assim, resulta uma perda de tempo que será imputado à produção devido à substituição necessária da ferramenta que foi anteriormente mal selecionada. Com este inequívoco há um aumento de 4 minutos e 55 segundos para efetuar a mudança, englobando as tarefas de desapertar as rodas atuais, ir à sala de manutenção buscar as corretas, lubrificar as novas rodas, caminhar até ao torce e colocar as rodas certas.

O afinador também é responsável pela verificação do Ne, este teste consiste em 5 pesagens de mecha para verificar se o Ne está em conformidade com o pretendido. Ou seja, após a afinação da máquina, esta é ligada para recolher uma amostra de mecha e posteriormente o afinador dirige-se ao laboratório, onde se encontra o equipamento de medição.

- ✓ Tarefas de limpeza: 20 minutos



As perdas por falhas operacionais englobam a falta de planeamento que causa um grande impacto no tempo de *setup* e de manutenção. A falta de instrução, métodos e procedimentos que não são realizados por uma certa ordem como as tarefas de limpeza ou simplesmente por não serem realizadas da forma correta. A Figura 4.5 mostra o resultado da falta de métodos e procedimentos no torço que resulta em retrabalho.

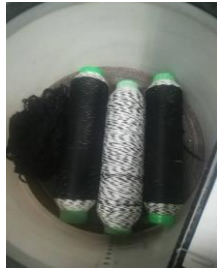


Figura 4.5 - Mecha fora das especificações

No que toca às tarefas de limpeza estas mostram-se sem qualquer tipo de padronização, como por exemplo realizam a tarefa de limpar o chão com ar comprimido antes de limpar as poeiras e sujidades depositadas no equipamento. Segundo o registo apontado, esta falta de instrução leva a um incremento de 2 minutos e 18 segundos na tarefa de limpeza, dado que a tarefa de limpar o chão com o ar comprimido terá de ser repetida, devido aos restos de algodão que ficaram depositados na máquina.

Na Figura 4.6 está apresentado um diagrama de causa-efeito no equipamento dos torços mostrando as causas que levam a tempos de *setup* tão demorados. Para melhor visualização consultar Anexo I.

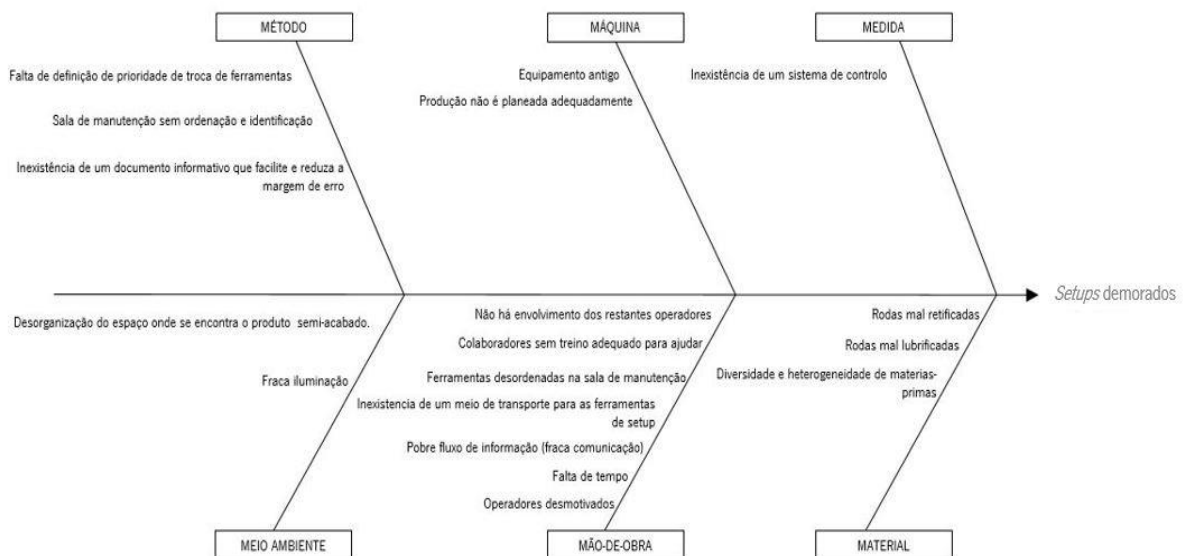


Figura 4.6 - Diagrama causa-efeito para *setups* demorados.



5. ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL: ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE BENS E MANUTENÇÃO

Após uma análise crítica da situação atual da organização e gestão da produção, este capítulo direciona-se para uma análise direcionada para a organização e gestão de bens e da manutenção na empresa SMBM. Será descrito como é realizada a gestão de bens, como é que as responsabilidades e funções encontram-se distribuídas, como é executado o planeamento e controlo de manutenção, e por fim identifica-se os equipamentos mais críticos através da quantidade de fio produzido e o seu tempo de produção.

5.1 Gestão dos bens

O departamento de manutenção na empresa tem como ferramenta informática de suporte a *Microsoft Office Excel*. Com auxílio desta ferramenta, as aquisições de equipamentos e componentes que foram substituídos na mesma máquina são registados. A SMBM detém uma lista dos principais equipamentos incluindo na mesma, a marca e o número total de fusos ou saídas de cada equipamento (Figura 5.1).

Parque Máquinas SMBM

Linha de Abertura	Fusos (saídas)	
Trutzschler	Abridor 1	2
	batedor 1	1
	batedor 2	1
	batedor 3	1
5 - Trutzschler	carda 1	1
	carda 2	1
	carda 3	1
	carda 4	1
	carda 5	1
2 - Rieter	carda 6	1
	carda 7	1
12 - Trutzschler	carda 9	1
	carda 10	1
	carda 11	1
	carda 12	1
	carda 13	1
	carda 14	1
	carda 15	1
	carda 16	1
	carda 17	1
	carda 1N	1
	carda 2N	1
	carda 3N	1
1 - Rieter	Laminador 1	2
2 - Zinser	Laminador 2	2
	Laminador 3	2

Total cardas
19

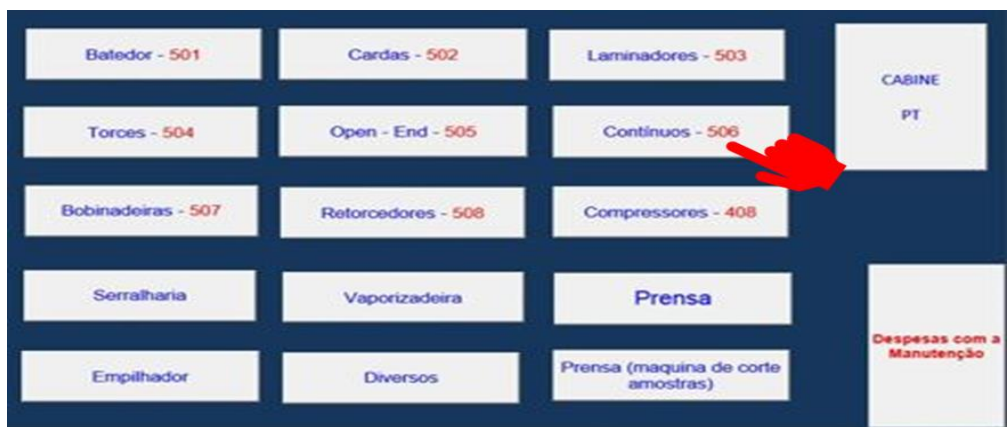
Figura 5.1 - Parque de máquinas da SMBM.

No Anexo II é possível observar a informação relativa às restantes máquinas.



No entanto, existe ainda outro documento de apoio, novamente criado com o auxílio da *Microsoft Office Excel* (Figura 5.2). Este documento possui várias secções, sendo estas designadas pelos nomes dos equipamentos e a estes associados um respetivo número. A Figura 5.2 é designado de ‘Fichas de custos de máquinas (Figura 5.2). Nesta ficha existem vários campos que não se encontram preenchidos, sendo desvalorizada a gestão dos bens. Assim, o intuito das diversas ‘Fichas de custos de máquinas’ seria consultar informações, tais como, o ano em que foi fabricada e adquirida a máquina, custo da sua aquisição, custos associados ao bom funcionamento, tempo despendido pelo responsável de manutenção na tarefa, componentes substituídos no equipamento, entre outras. A Figura 5.2 é a ficha do Continuo 16. Pela observação deste exemplo, realça-se a falta de rigor no preenchimento das fichas de equipamento, existindo ainda máquinas na empresa cujos últimos registos são de 2015. Ao clicar numa das secções, como está evidenciado no exemplo, aparecem os equipamentos do chão de fábrica com um número associado, sendo este o meio de codificação usado na produção e direção. A codificação é visível através da marca e do número na máquina (Figura 5.3), não permitindo dividir os equipamentos desde a sua função até às peças de substituição.

A falta de registo vai dificultar a aplicação de ferramentas de gestão que tem o intuito medir o desempenho nos processos. Sem conhecimento e avaliação do estado de funcionamento de um equipamento pode haver um aumento de vários custos, tais como, os custos de manutenção corretiva, dado que sem registos não dá para ter a perceção das intervenções ao longo do tempo no equipamento. Como não são detalhadas as substituições dos componentes do equipamento, que acontecem ao longo do ano, há uma maior dificuldade no planeamento da manutenção preventiva. A falta de regularidade de ações preventivas pode levar a um maior número de avarias, sendo necessário recorrer a ações corretivas. As ações corretivas e as ações preventivas efetuadas nos equipamentos são apontadas em folhas de registo. Posto isto, há falta de um sistema de codificação e referênciação que visa facilitar a procura de algum componente (tanto artigos de *stock* como material necessário para a manutenção), não existindo um local específico para armazenamento destes componentes. Além disso, há ainda a falta de um sistema de correlação entre peças e equipamentos e de um sistema de organização para que não se verifique a encomenda de artigos já existentes em *stock*.



Ficha do Equipamento										Voltar Secção						
Proprietário	S. M. B. M.						Data	Ano								
N.º Máquina	16						Designação Máquina	Contínuo		Data	1982					
Mano	Mecano Têxtil						Última Revisão	Tipo		F. C.	Diversos 456 fusos					
Secção	Contínuos						N.º Série	637								
Vendedor							Custo Total	1 949,73 €		Preço	Consumo 21,2 A					
Encargamento							Preço do anal	Alçado								
Data	Qua	Jun	Cód	Designação	Referênc	Designaçã	Referência	Componente	Preço	Componente	Funcionário	Tabela Auxiliar				
14/03/2017	1	1		Componente		Rolamento	Sid rolamento 5004 niob		Unit.	Total	Número	Tempo	Custo	Início Interv.	Fim Interv.	
21/12/2017	1,2	1		Componente		Corrente	Corrente 120(96B-1)									
19/01/2018	2,15	1		Componente		Corrente	Corrente 120(96B-1) 526 passos									
										Total	1 020,78 €	Total	10 594 min	928,95 €		
Obs.: 3 motores										Custo Total						
										Euros		1 949,73 €				

Figura 5.2 - Ficha de custos do equipamento.



Figura 5.3 - Codificação de um contínuo.



5.2 Responsabilidades e funções do serviço de manutenção

A manutenção tem como função manter os equipamentos com um desempenho idêntico a um equipamento novo, isto é, evitar a degradação para que este esteja sempre em bom estado.

Na Figura 5.4 está apresentado o organograma da empresa, destacando-se a estrutura de manutenção. Assim, no quadro vermelho estão representados os três departamentos de produção com o respetivo supervisor e a azul estão representados os afinadores dos equipamentos. Existe um responsável pela manutenção, no entanto, cada departamento é provido por diferentes técnicos de manutenção que, por vezes, desempenham mais do que um papel na empresa. Assim, a manutenção na SMBM é por especialidade, dado que existe uma separação dos técnicos por especialidades, e funcional, devido à existência de muitas intervenções corretivas. A SMBM no chão de fábrica é composta por três departamentos como é descrito na Figura 5.4.

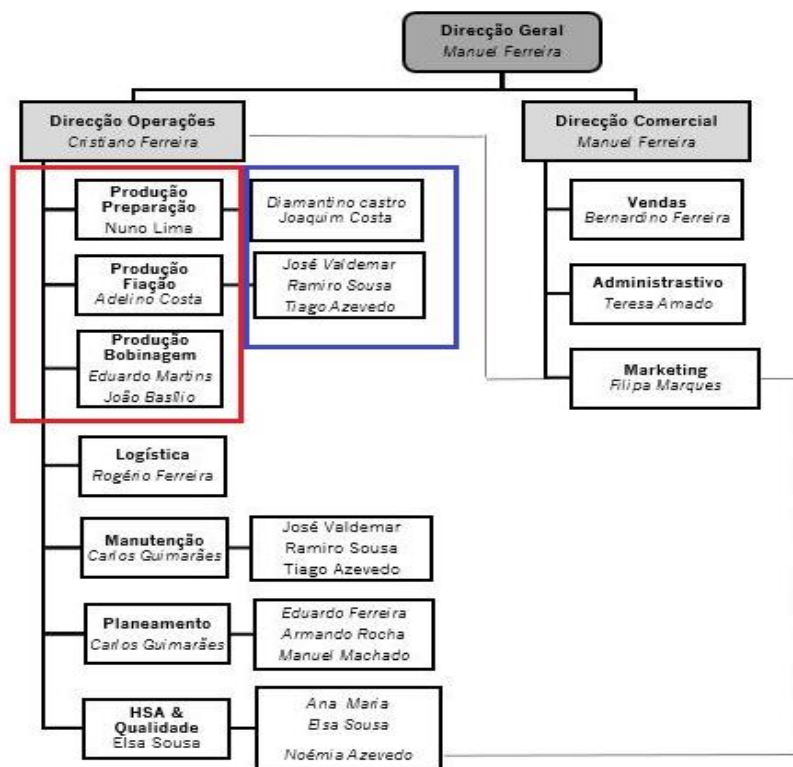


Figura 5.4 - Parte do organograma da empresa.

5.2.1 Departamento de preparação

Na Figura 5.5 encontram-se destacados a cinzento os equipamentos que pertencem ao departamento de preparação, sendo estes da responsabilidade de um supervisor que também é afinador e técnico de manutenção. Resumidamente, o supervisor também faz o trabalho de um afinador, atuando, juntamente



com outros dois afinadores, nos ajustes das máquinas, na mudança de ferramentas, por exemplo, das rodas (umas dão a tensão e outras dão a torção à fibra). Além disso, o supervisor é um dos técnicos de manutenção, sendo responsável pela substituição e retificação dos componentes danificados e pela verificação do Ne. Assim, é realçado que o supervisor deste departamento desempenha diversas tarefas para além de supervisionar a produção. Nesta seção existe um total de 39 equipamentos, estando representado na *Figura 5.5*, entre parêntesis, o número de equipamentos para cada tipo de máquina.

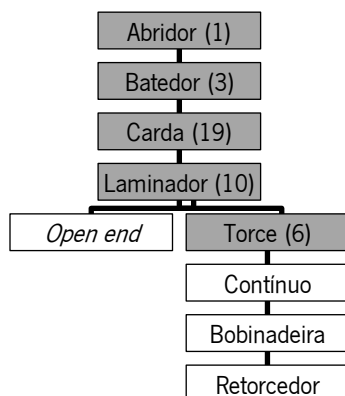


Figura 5.5 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de preparação.

5.2.2 Departamento de fição

Na Figura 5.6 encontra-se destacado o equipamento (contínuo) que pertence ao departamento de fição. Neste departamento existe um supervisor e dois afinadores. Esta secção engloba um total de 25 equipamentos todos com a mesma função, sendo que 1 deles não está operacional devido ao seu desgaste.

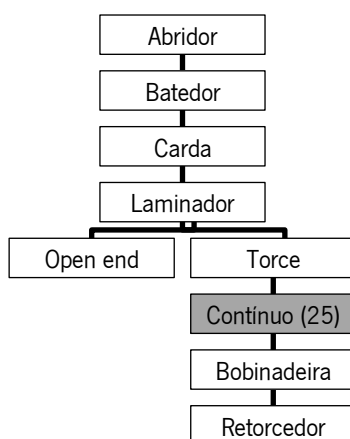


Figura 5.6 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de fição.



5.2.3 Departamento de bobinagem

Na Figura 5.7 encontram-se destacados os equipamentos que pertencem ao departamento de bobinagem, sendo estes da responsabilidade de dois supervisores que também detêm o papel de afinadores e técnicos de manutenção desta secção. Esta secção engloba um total de 13 equipamentos (sendo que 3 bobinadeiras não estão operacionais devido à sua degradação). Este departamento detém as bobinadeiras, responsáveis por remendar defeitos efetuados nos processos anteriores, sendo, por isso, importante que estas se encontrem sempre em bom estado para que o produto final tenha a melhor qualidade possível.

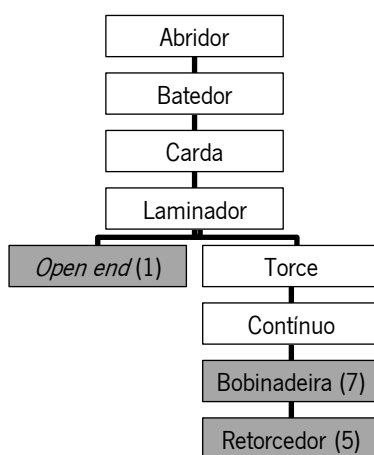


Figura 5.7 - Máquinas do processo produtivo que pertencem ao departamento de bobinagem

Os operadores dos equipamentos em todos os departamentos, apesar de realizarem apenas tarefas simples ao nível da manutenção, como por exemplo, limpeza de um filtro coberto de pó ou uma limpeza de equipamento com ar comprimido que, por vezes, é muito superficial, são também um elemento fundamental para a manutenção. Além disso, quando os equipamentos estão em funcionamento os operadores têm a responsabilidade de manusear uma pistola de limpeza (Figura 5.8), com o propósito de apanhar as fibras soltas que se vão acumulando, ao longo do tempo, na máquina. Tendo em conta a simplicidade desta tarefa de limpeza, não é definida a sua frequência nem são realizadas formações, ficando ao critério do operador quando executar esta função. Sendo esta, a única tarefa de manutenção autónoma.

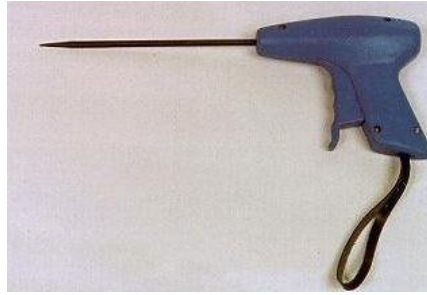


Figura 5.8 - Texcleaner: Pistola de limpeza de fibras soltas

Em suma, os maiores problemas do serviço de manutenção devem-se, essencialmente, à fraca comunicação, do fluxo de informação desde a direção geral até aos departamentos, e mesmo entre os próprios departamentos. Não existe tarefas de planeamento de produção e manutenção. Há ainda uma inexistência de procedimentos de trabalho, ou seja, não há tempo de preparação, como limpeza antecipada, nem o prévio carregamento da máquina. Posto isto, ainda devido à falta de planeamento, a técnica *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ("troca rápida de ferramentas"), útil para reduzir tempos de *setup*, é de impossível aplicação, não se sabendo qual o fio que se vai produzir nem a que horas.

5.3 Planeamento e controlo da manutenção

Não existe uma estratégia diária que atribui tarefas específicas aos técnicos, como a manutenção preventiva, corretiva e de recuperação de peças. Existe um plano anual (Figura 5.9) para a realização de intervenções preventivas, no entanto, os técnicos de manutenção não se regem por esse plano, adiando, por vezes estas intervenções. Quanto à recuperação de peças, nota-se que algumas das peças são reparadas pelos afinadores e quando a peça é mais complexa é levada para a serralharia. A serralharia é uma oficina de apoio, onde são realizadas as tarefas de manutenção.

A documentação é uma ferramenta fundamental para a manutenção, quer para as intervenções corretivas quer para o planeamento das intervenções preventivas. Além disso, o serviço de manutenção em cada departamento tem ao seu dispor uma sala de manutenção onde são armazenados os desenhos técnicos, o manual do fabricante dos equipamentos, as ferramentas, entre outros. Todavia, existem equipamentos que não possuem manual técnico ou, então, o manual encontra-se num idioma diferente do português, dado que, por vezes, a máquina tem alguns anos e/ou foi adquirida em segunda mão, não lhes tendo sido fornecido a documentação necessária. Existem folhas de registo que apoiam a manutenção, a serem preenchidas que têm o propósito de fornecer informação sobre as atividades exercidas pelos técnicos de manutenção e afinadores, como por exemplo, perceber onde é despendida a maior parte do seu tempo (Figura 5.9).



5.4 Identificação dos equipamentos mais críticos

Com esta secção pretende-se expor como foi elaborada a análise e a escolha do equipamento mais crítico. Desta forma, considerou-se importante ter em conta as máquinas que produzem mais quantidade de fio e que se encontram em funcionamento durante mais tempo, concluindo-se que serão os equipamentos que terão um desgaste maior e, ainda, que necessitarão de mais atenção. Assim, estas devem ser alvo de mais cuidados por parte dos operadores responsáveis pelo seu bom funcionamento.

Os dados apresentados são dados de 62 dias produtivos, sendo estes referentes aos meses de janeiro, fevereiro e março. Foram obtidos alguns dados, mas como muitos dos documentos são mal preenchidos, ou nem sequer o são, há informações que não podem ser utilizadas para uma análise detalhada e fiável. Como por exemplo são as pausas de descanso previstas, o carregamento e mudança de produção, a limpeza das máquinas, a matéria prima em falta e paragens de máquina por avaria ou outros serviços. Todos estes dados eram essenciais para o cálculo do OEE.

Perante isto, esta análise baseou-se nas métricas expostas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Dados analisados

Tempo disponível total	Expresso em minutos (min), é obtido através da multiplicação de 480 min por 3 (três turnos de 8 h, à exceção dos batedores que são 2 turnos).
Tempo efetivo de produção	Expresso em minutos (min), é relativo ao tempo que a máquina demorou a produzir a quantidade (kg) de fio a ela alocada.
Tempo ideal de produção	Expresso em minutos (min), é obtido através da multiplicação da quantidade total produzida (incluindo o produto não conforme) com o tempo disponível total, tudo isto a dividir pela produção teórica. É o valor teórico do tempo em que aquela quantidade de kg de fio deve demorar a ser produzida sem o de paragens.
Eficiência	Percentagem que indica a eficiência equipamento. É obtido através da divisão do tempo ideal de produção pelo tempo efetivo de produção.
Produção teórica (Capacidade produtiva)	Quantidade (kg) que a máquina consegue produzir, consoante um determinado período de tempo (dado calculado assumindo que não existiu nenhum tipo de paragens).
Total produzido	Quantidade (kg) de fio produzido (no caso das bobinadeiras será o total produzido incluindo o produto não conforme).
Capacidade utilizada	Percentagem que indica o aproveitamento da capacidade do equipamento. É obtido através da divisão do total produzido pela produção teórica.



5.4.1 Quantidade de fio produzido e as não conformidades

Posto isto, com os dados fornecidos, tentaram-se averiguar os equipamentos que melhor utilizam a capacidade produtiva. Este dado foi expresso em percentagem (%) designado por capacidade utilizada, tratando-se da divisão do total produzido pela produção teórica. Houve, a necessidade de criar esta relação, uma vez que, cada equipamento tem uma capacidade teórica distinta. Inicialmente, agruparam-se os equipamentos por funcionalidade, visto que, não existe o mesmo número de máquinas dentro de cada grupo. Assim, determinou-se o grupo dos equipamentos que têm um maior aproveitamento da sua capacidade produtiva (Figura 5.10). Posteriormente, verificou-se o equipamento que produz mais quantidade de fio (kg).

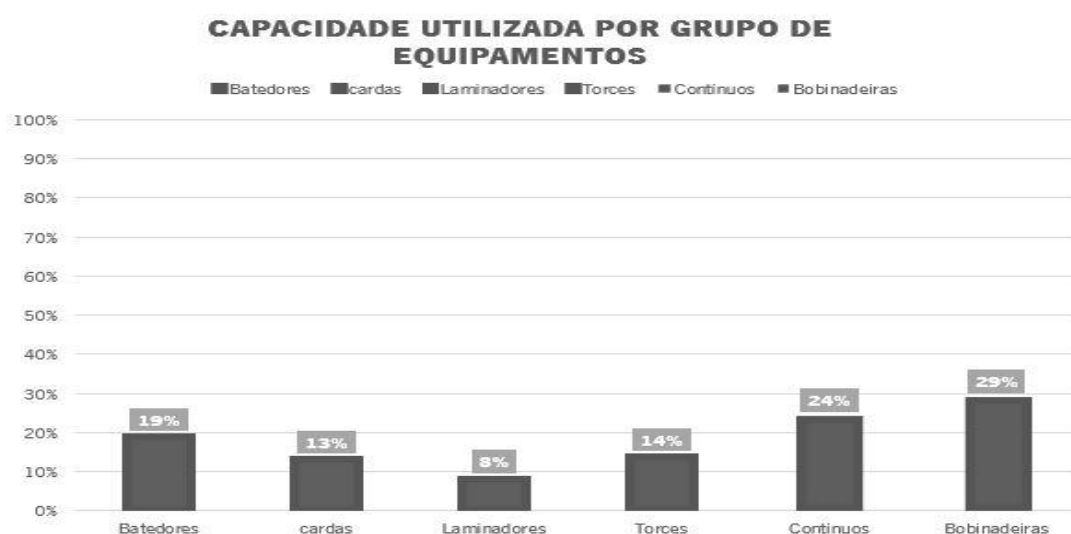


Figura 5.10 - Percentagem da capacidade utilizada dos diferentes grupos de equipamentos ao longo do fluxo produtivo.

Pela Figura 5.10, observa-se que todas as máquinas estão abaixo dos 30% da sua capacidade produtiva. Assim, realça-se que o grupo das bobinadeiras e contínuos se encontram com uma capacidade de utilização mais alta, a seguir a estes, vêm os batedores. Com isto, deduz-se que os batedores, cardas, laminadores, torces, contínuos e bobinadeiras desperdiçam 81%, 87%, 92%, 86%, 76% e 71% das suas capacidades produtivas, respetivamente. Os batedores não foram dos equipamentos mais relevantes para o estudo, pois, estes produzem bastante para *stock* intermédio, ou seja, muitas vezes os batedores produzem para mantas e estas ficam armazenadas no chão de fábrica. Além disso, existem três batedores, contudo, nos dados não existe distinção entre os mesmos.

O facto de cada grupo possuir um número de máquinas diferentes em chão de fábrica vai sempre influenciar os resultados gerais. Por exemplo, no grupo dos contínuos, existem 25 equipamentos com a mesma finalidade, mas apenas 5 é que acarretam maior parte da produção, sendo que um dos contínuos



se encontra completamente inoperacional. Com isto, foram averiguados os equipamentos, dentro de cada grupo, que apresentam maior capacidade utilizada, recorrendo-se a gráficos de barras e a gráficos circulares. Os primeiros servem para comparar os valores de aproveitamento da capacidade dos equipamentos de cada grupo. Por outro lado, pelos gráficos circulares, observam-se as proporções num todo, ou seja, no grupo (100% dos equipamentos) a percentagem verificada por cada uma das fatias, dá a informação sobre as máquinas mais frequentemente escolhidas para produzir. No Anexo III encontra-se um exemplo das tabelas utilizadas para a obtenção dos gráficos apresentados neste capítulo. Foram fornecidos pela a empresa os valores de produção total diária por equipamento.

O primeiro tipo de equipamentos a serem analisados foram as cardas (Figura 5.11). Estas evitam grande parte dos defeitos, que só são identificados no fim de todo o processo, ou seja, nas bobinadeiras. Assim, as cardas são responsáveis pela eliminação de impurezas presentes nas fibras, de poeiras, de contaminações (devido a uma má limpeza dos batedores) e pela mistura das fibras desembaraçando os borbotos (*neps*), entre outros. Este passo é fundamental para evitar que a fita resultante deste processo tenha uma diferente espessura ao longo do comprimento. Assim, com a eficiência deste processo muitas paragens serão evitadas nos processos seguintes.

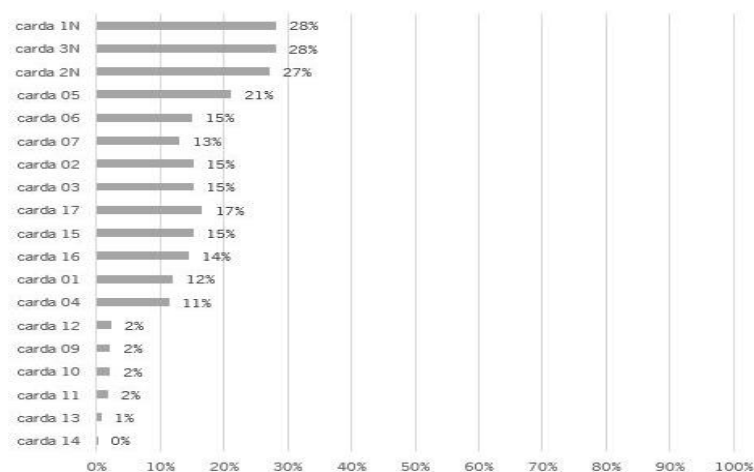


Figura 5.11 - Percentagem da capacidade utilizada por cada carda da empresa SMBM.

Pela Figura 5.11 denota-se que nenhuma das cardas tem pelo menos 50% da sua capacidade produtiva utilizada, ao longo de destes 62 dias.

Na Figura 5.12 está representada a produção total de cada carda relativamente ao grupo em que está inserida.

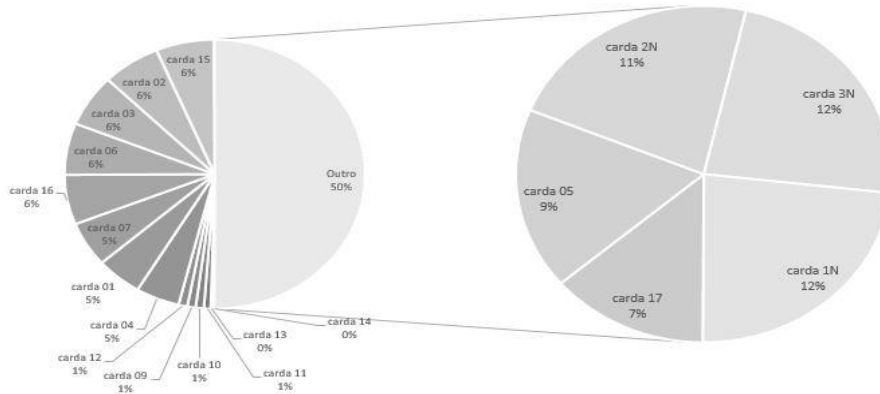


Figura 5.12 - Produção total de cada carda relativamente ao grupo.

A Figura 5.12 mostra que 50% da produção foi efetuada, essencialmente, em 5 cardas sobre um total de 19 cardas. Estas são as cardas 1N, 2N, 3N, 05 e 17.

Os laminadores são os equipamentos que produzem mais kg por minuto, e possuem a capacidade de 120 ou 180 kg por hora (Figura 5.13). À semelhança do que foi feito com as cardas, representou-se no gráfico da Figura 5.14 a produção total de cada laminador relativamente ao grupo em que está inserido.

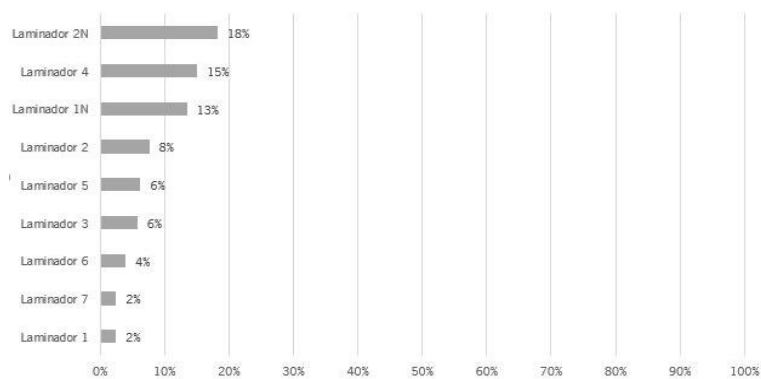


Figura 5.13 - Percentagem da capacidade dos laminadores.

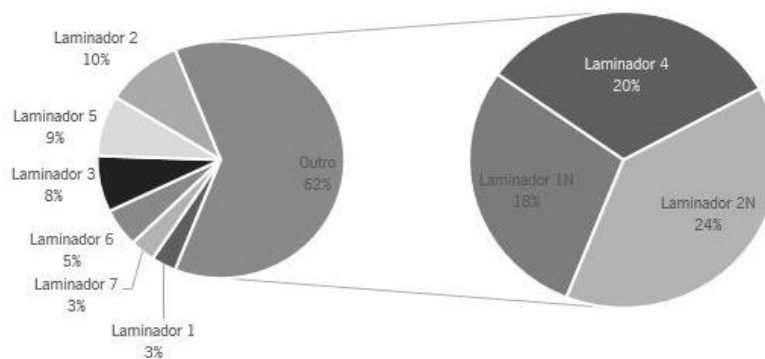


Figura 5.14 - Produção total de cada laminador relativamente ao grupo.

Assim, conclui-se que dos 10 laminadores disponíveis somente 3 efetuam mais de metade da carga produtiva (62%). O laminador mais utilizado é o laminador 2N, de seguida vem o 1N e, depois, o



laminador 4. Por outro lado, os laminadores 1, 6 e 7, os menos utilizados, contribuem com apenas 11% de capacidade utilizada em conjunto.

Os contínuos são o grupo que contém um maior número de equipamentos, abrangendo um total de 25 máquinas. Alguns dos contínuos divergem bastante nos valores obtidos para a sua capacidade de produção teórica, obtendo equipamentos que tomam valores entre os 53 kg e os 103 kg. Esta capacidade é o resultado de 8 h de produção, sem interrupções. Assim, é possível comparar os resultados de aproveitamento de cada contínuo a partir da Figura 5.15.

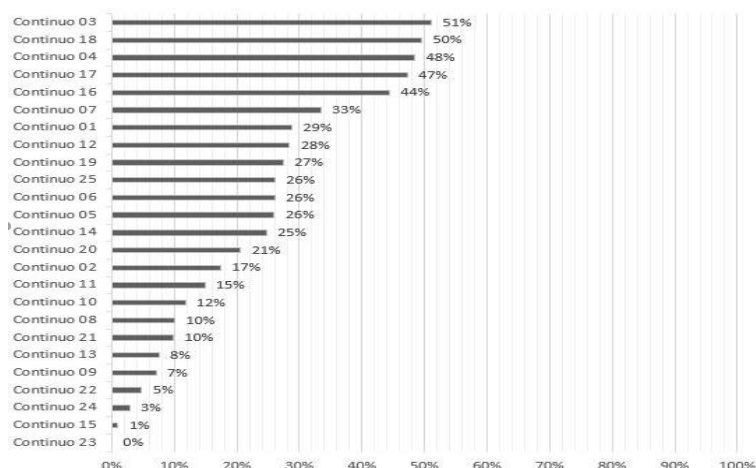


Figura 5.15 - Percentagem da capacidade utilizada pelos contínuos.

Para este grupo denota-se que são cinco os equipamentos que se destacam: 03, 18, 04, 17 e 16 (Figura 5.15), dado que estão todos acima dos 40% de utilização da sua capacidade. No entanto, outros contínuos destacam-se pela negativa, dado apresentarem valores abaixo ou igual a 10% de utilização, 08, 21, 13, 09, 22, 24, 15 e 23.

Por fim, é apresentado o grupo das bobinadeiras que, tal como já foi referido, é o grupo que apresenta uma maior taxa de capacidade utilizada (Figura 5.16).

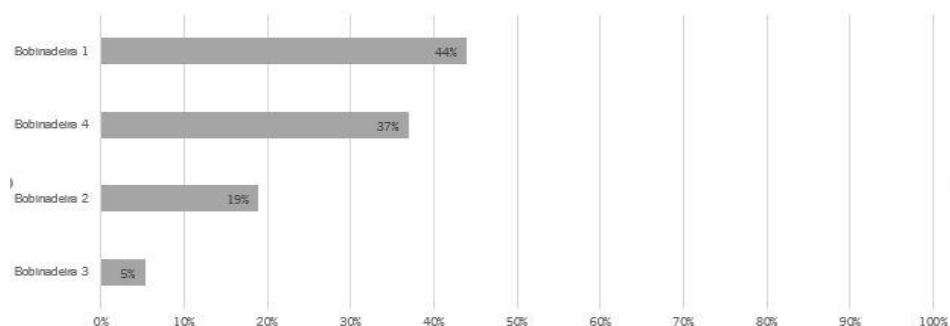


Figura 5.16 - Percentagem de capacidade utilizada pelas bobinadeiras.



Em ambas figuras se denota que as bobinadeiras 1 e 4 abrangem 77% da carga produtiva destinada ao setor da bobinagem (Figura 5.17) Acrescenta-se que estas bobinadeiras são o equipamento mais recente relativamente às restantes. As bobinadeiras são o único grupo que apresenta produto não conforme como se pode averiguar na Figura 5.18. A percentagens de produto não conforme foi obtido através da divisão do total produzido pelo produto não conforme.

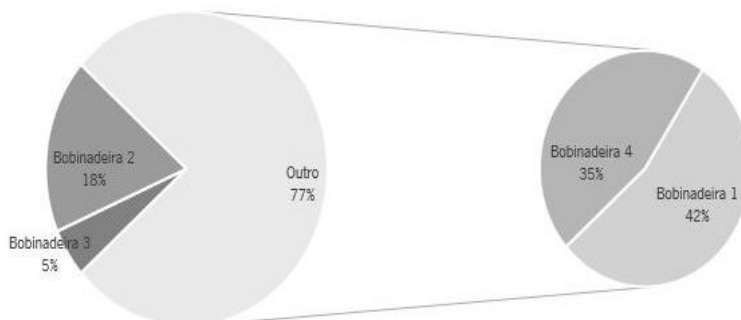


Figura 5.17 - Produção total de cada bobinadeira relativamente ao grupo.

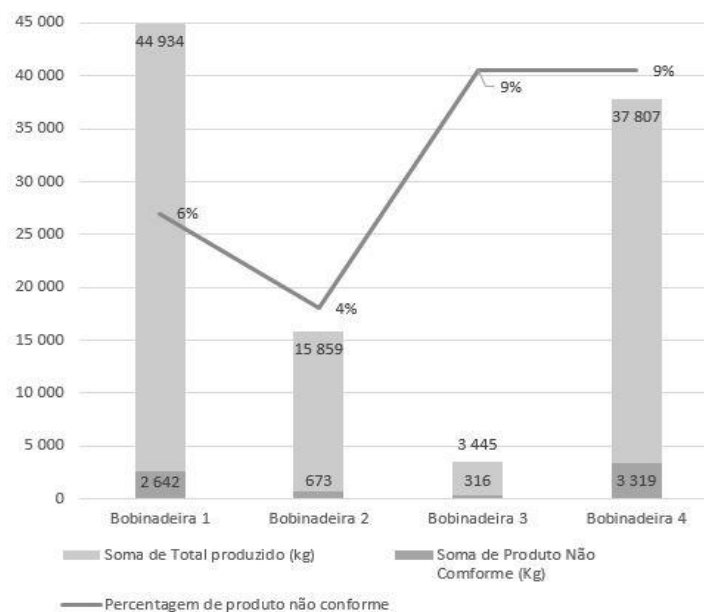


Figura 5.18 - Percentagem de produto não conforme das bobinadeiras 1, 2, 3 e 4.

Perante a Figura 5.18 percebe-se que as bobinadeiras 3 e 4 foram aquelas que apresentaram maior percentagem de produto não conforme, seguidas pelas bobinadeiras 1 e 2. Quanto à percentagem de capacidade utilizada, a bobinadeira 1 apresenta a percentagem superior, seguida pelas bobinadeiras 4, 2 e, por fim, 3. Assim, realça-se que a bobinadeira 3, menos utilizada na produção, é a máquina mais velha dentro do grupo das bobinadeiras. Denota-se que a bobinadeira tem como objetivo condensar o fio depositado em várias canelas provenientes dos contínuos, estas em conjunto formam uma única bobina.



É nesta fase que se efetua a depuração do fio, eliminando as imperfeições provenientes das etapas anteriores. Assim, a manutenção deste equipamento tem impacto na redução dos defeitos de produção, aumentando a qualidade de produto e, por conseguinte, evitando retrabalho. Em suma, é fundamental que o equipamento se encontre sempre num bom estado de funcionamento.

Através do manual técnico das bobinadeiras 1 e 4, foi desenvolvido um plano de manutenção preventiva. Este foi debatido com um dos supervisores deste departamento, de modo a averiguar as que tarefas já se realizavam na empresa. Sumariamente, as tarefas apontadas eram realizadas, por vezes, de forma periódica e consoante o tempo disponível, tanto dos operadores como das bobinadeiras, realçando-se que as bobinadeiras são dos equipamentos que estão constantemente a produzir. O facto de a periodicidade nem sempre ser respeitada no departamento da bobinagem deve-se, tal como já foi mencionado, à falta de planeamento da produção. Os supervisores nem sempre têm conhecimento da chegada de alguma encomenda, ou se devem começar a produzir algum fio. Estas informações só são transmitidas na altura de carregar a máquina para dar início à produção. A bobinadeira tem uma manutenção meticulosa e demorada, dado que contém 60 fusos que precisam de inspeção e, em caso de necessidade, de retificação.

Em suma, os equipamentos com maior utilização da capacidade na SMBM são os contínuos e as bobinadeiras, tendo prioridade sobre os outros no que toca ações de limpeza e manutenção. Apesar de os contínuos apresentarem uma das maiores utilizações de capacidade em relação aos outros grupos, dentro do grupo dos contínuos existem muitos equipamentos com um aproveitamento da capacidade produtiva muito baixo. Esta situação ocorre em outros grupos, como nas cardas e laminadores. Posto isto, será apresentada uma proposta de melhoria para estes três grupos que enfrentam o mesmo problema. Na identificação de equipamentos críticos deixou-se de parte o estudo individual das máquinas torce, dado que cada máquina tem um propósito diferente na produção. Por exemplo, o torce 1 e 3 são destinados principalmente à produção de fios mais usuais, o torce 2 trabalha mais direcionado para as amostras, o torce 4 reservado para a realização de fios de cor. Ao associar um equipamento a fios com característica semelhantes, como tipo de fibra, cores idênticas, vai evitar que o produto final contenha contaminações de fibras produzidas anteriormente no equipamento. A contabilização da percentagem da utilização da capacidade individualizada do grupo dos torces não iria acrescentar nenhum valor ao estudo.



5.4.2 Tempo de produção

Relativamente a cada equipamento, o conhecimento dos tempos de funcionamento e de produção são essenciais para as avaliações futuras, não só para o planeamento das atividades de manutenção, mas também para uma criação de indicadores úteis para a gestão de bens. A Figura 5.19 expõe a discrepância entre o tempo disponível, o tempo efetivo de produção e o tempo ideal de produção para a mesma quantidade de fio.

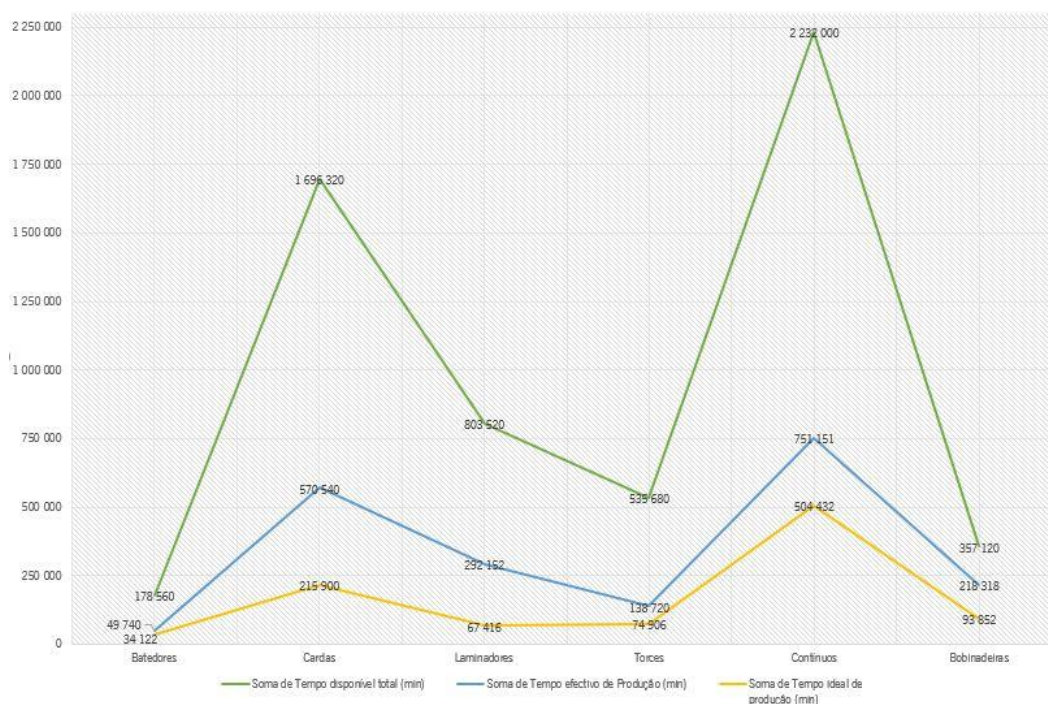


Figura 5.19 - Comparação entre o tempo disponível, o tempo efetivo e o tempo ideal de produção para cada grupo de equipamentos.

Por observação da Figura 5.19, conclui-se que cada grupo de equipamentos detém tempos de produção diferentes. A diferença de tempo disponível e tempo efetivo deve-se essencialmente a falta de encomendas. A diferença entre o tempo efetivo e tempo ideal advém da ineficiência dos operadores, materiais fora de especificação, falta de treino dos funcionários, troca de turnos, tempos de *setup* e outras paragens. Também é possível existirem tempos diferentes dentro de cada grupo, ou seja, existem máquinas com a mesma funcionalidade com durações de produção distintas, realçando-se que as velocidades máximas variam consoante os equipamentos. Outro fator que contribui para as diferenças dos tempos de produção é a variação da velocidade do equipamento que pode ser alterado nas definições durante a produção. O tempo total disponível (min), representado a verde no gráfico, difere de grupo para grupo, pois, dentro de cada grupo existe um número diferente de equipamentos e no caso dos batedores que só estão em funcionamento durante 2 turnos de 8h. A azul, está representado o tempo efetivo de produção (min), sendo este o resultado da máquina em funcionamento. Quanto mais próximo



o tempo efetivo estiver do tempo ideal mais eficiente será o grupo de equipamentos (Figura 5.19). Pela Figura 5.20 é possível constatar quais os grupos mais eficientes.

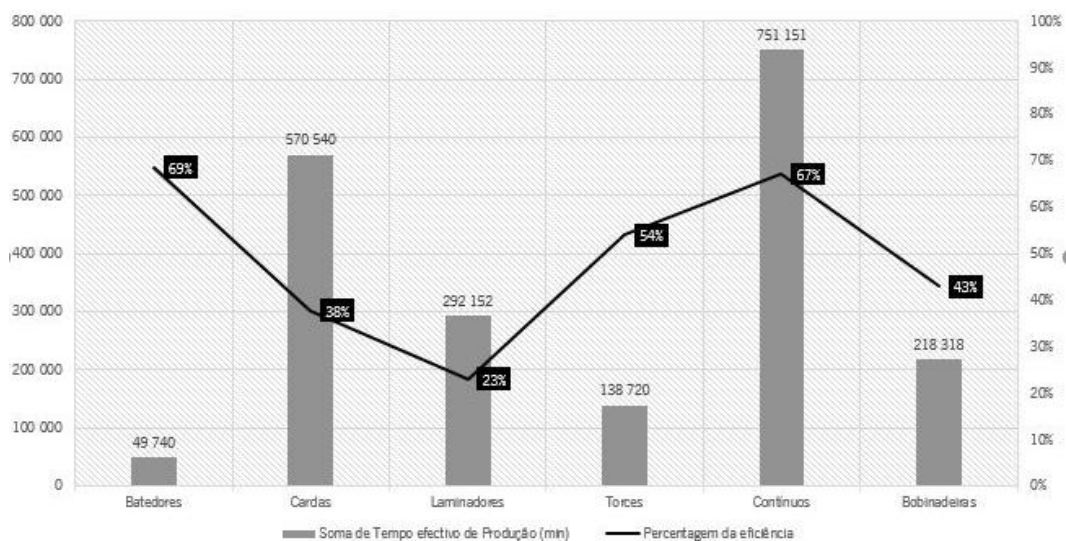


Figura 5.20 - Eficiência (%) de cada grupo de equipamentos.

Perante a Figura 5.20, retira-se que o grupo que se encontra em funcionamento mais tempo são os contínuos, tendo também 67% de eficiência. Não existe nenhum tipo de controlo relativamente ao tempo que um lote deveria demorar a ser produzido nos respetivos processos. O tempo efetivo apresenta-se muito mais longo do que o tempo ideal.

Como os equipamentos críticos detetados no capítulo anterior foram os contínuos e as bobinadeiras, estes serão os únicos grupos a serem analisados.

Os contínuos estão em segundo lugar a nível geral dos grupos, obtendo 67% de eficiência. Assim, para análise da eficiência individual de cada uma das máquinas, apresenta-se a Figura 5.21.

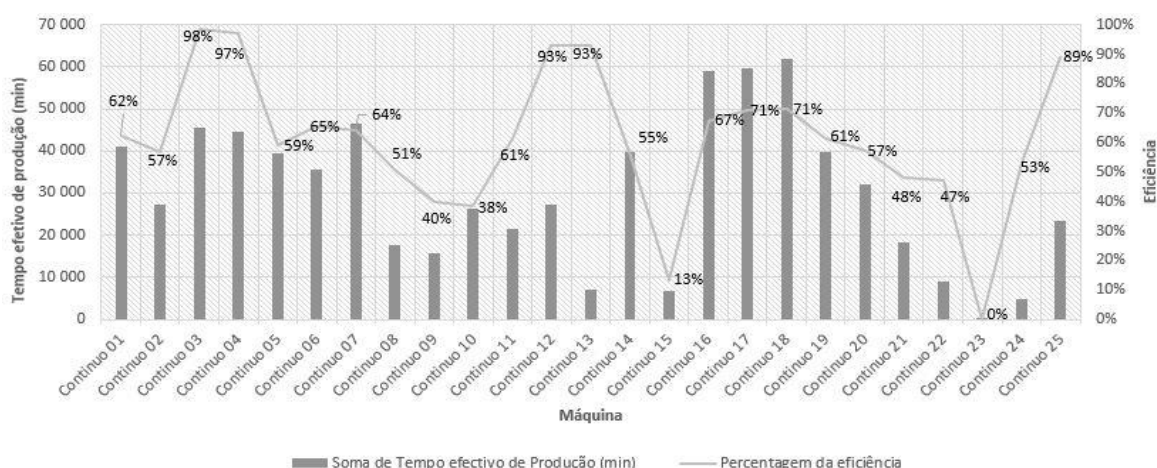


Figura 5.21 - Eficiência de cada contínuo.



Os contínuos que apresentam maior eficiência são os contínuos 03, 04, 12 e 13 abrangendo valores entre 93% até 98%. Com eficiências entre 67% e 71% estão os contínuos que apresentam maior tempo efetivo (contínuos 16, 17 e 18). Os contínuos anteriormente referidos são aqueles que na análise prévia é alocado maioria da carga produtiva, com a exceção do contínuo 12 e 13. O contínuo 13 encontra-se abaixo dos 10% da capacidade produtiva utilizada.

Relativamente ao último grupo de equipamentos, expõe-se na Figura 5.22 a eficiência das bobinadeiras. As bobinadeiras estão em quarto lugar no que toca à eficiência geral (43%).

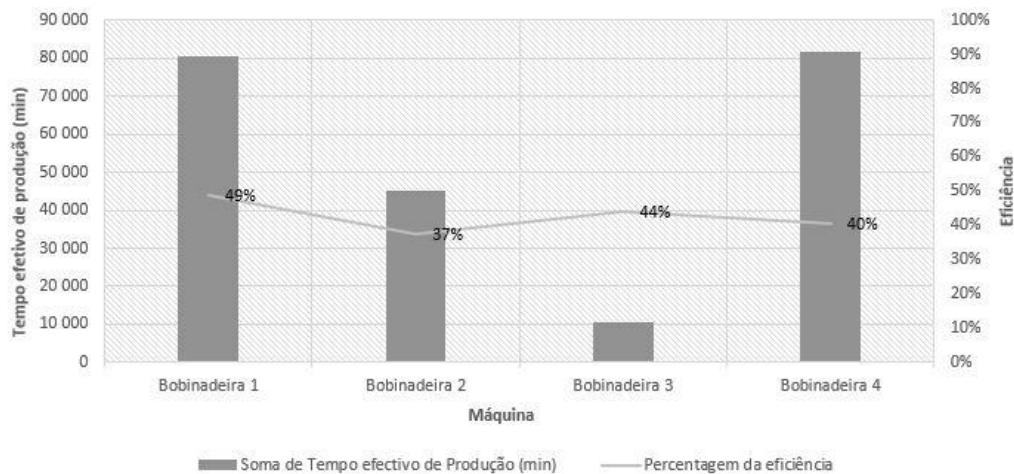


Figura 5.22 - Eficiência de cada bobinadeira

Perante a Figura 5.22, e tal como foi concluído no subcapítulo anterior, a bobinadeira 1 e 4 são aquelas que apresentam maior aproveitamento da capacidade utilizada, exibindo também um maior tempo efetivo de produção. Apesar de que só a bobinadeira 1 ostenta o maior valor de eficiência de 49%. Em segundo lugar, a bobinadeira 3 que detém uma percentagem de eficiência de 44% e só depois a bobinadeira 4 com 40%.



6. PROPOSTAS DE MELHORIA

Após anotados os principais problemas e características da SMBM, consta-se que a resolução de todas as situações que levam a perdas são complexas, dado que maior parte delas já fazem parte da rotina de trabalho da empresa. Deste modo, deve-se ter em conta as diferentes perdas presentes na produção e solucioná-las uma de cada vez, reduzindo ou até eliminando os desperdícios. Assim, todas estas perdas podem ser combatidas com a ajuda da manutenção. Se o equipamento é fiável e está em bom estado, não há a necessidade de produzir para *stock*, dado que a disponibilidade e desempenho da máquina são elevados. Posto isto, é importante estruturar a função manutenção, de forma a melhorar a fiabilidade, disponibilidade e a manutibilidade dos equipamentos da SMBM, tendo ainda em conta os custos a eles associados.

6.1 Organização e gestão da produção

Em resposta á análise critica realizada no capítulo 4 propõe-se as seguintes propostas de melhoria.

6.1.1 Planeamento e controlo da produção (PCP)

A obtenção de conhecimento na área da produção através do desenvolvimento de aptidões de gestão operacional é fundamental para compreender a dinâmica dos processos. As metodologias e planeamento de controlo ajudarão a tomada de decisões de gestão e planeamento da produção. Esta proposta de melhoria iria identificar os fatores que afetam a produtividade, calcular indicadores para a sua monitorização, analisar e melhorar sistemas produtivos e seu planeamento, identificar estratégias ótimas de produção, determinar datas possíveis de entrega de encomendas a clientes e datas de encomenda a fornecedores, minimizar os volumes de *stocks* em curso de fabrico e *stocks* finais, regularizar a carga sobre os vários postos de trabalho, entre outros.

6.1.2 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Com a implementação de um sistema de planeamento e controlo de produção será possível a aplicação da técnica SMED. Na prática, esta técnica tem o objetivo de reduzir os tempos de *setup* de um equipamento, através da “troca rápida de ferramentas”. Perante as diversas perdas identificadas no grupo dos torces, esta técnica seria a mais adequada para combater o *setup* tão demorado. Terá de se definir as tarefas externas, aquelas que podem ser executadas quando o equipamento se encontra operacional, e as tarefas internas, a sua realização só é possível quando o equipamento está parado.



Assim, para a redução do *setup*, tem de se converter as tarefas internas em tarefas externas para que o equipamento se encontre o menor tempo possível parado. Juntamente a esta implementação devem ser consideradas outras medidas importantes, como padronização, eliminação de ajustes, entre outros.

Em suma, com a implementação do PCP, haverá o conhecimento do que se vai produzir e a que horas. Isto vai facilitar a conversão de muitas tarefas internas em externas. Se a técnica SMED for bem aplicada, permitirá um aumento da eficiência, rentabilidade e flexibilidade no processo.

6.1.3 Afições, medições e ajustes

A tarefa interna de afinação provoca perdas como movimentação e espera. Para redução destas deslocações e tempos de espera, propôs-se a colocação de uma balança para a verificação do Ne junto à sala de manutenção, para que o afinador não tenha de percorrer todo o chão de fábrica para analisar o Ne. Com a nova localização (Figura 6.1) a deslocação do afinador passou de uma média de 2 minutos e 10 segundos para uma média de 40 segundos.



Figura 6.1 - Nova localização da balança para teste de verificação do Ne

Contudo, ainda existe o problema das medições e ajustes desnecessários, devido à escolha errada de rodas. Quando isto acontece tem de se realizar novamente medições ao Ne e ajustar a máquina para produzir o fio com o Ne correto. Isto deve-se ao facto de o afinador fazer a escolha de rodas baseada na experiência que vem adquirindo ao longo dos anos. Para que isto não aconteça, deveria ser realizado um documento de apoio. Este documento teria de conter todas as rodas, Ne que cada uma delas provem consoante o tipo de matéria-prima, dado que nem todas as fibras se comportam da mesma forma com o mesmo tipo de torção.



Para verificar se as rodas se encontram devidamente retificadas/afinadas propõe-se um dispositivo à prova de erros, destinado a evitar a ocorrência de defeitos no processo produtivo. Um Poka yoke para verificar se as rodas estão retificadas/afinadas, ou seja, uma caixa que tenha o formato da roda, com a demarcação milímetros mostrando que se caso estiver abaixo daquela marcação no poka yoke, a roda encontra-se desgastada e existe a necessidade de retificá-la.

Um carrinho para dar apoio à afinação e à manutenção, ou seja, um meio de transporte de ferramentas necessárias para a afinação do equipamento, óleos para lubrificação, rodas, entre outros componentes vitais para o bom funcionamento da máquina. Assim, perdas de movimentação poderiam ser reduzidas.

Em suma, com o documento de apoio à afinação vai ser possível a diminuição de erros por parte do afinador ao escolher as rodas para o equipamento, assim, perdas como espera e movimentação também poderão ser reduzidas. Com a proposta de um carrinho a redução das perdas anteriormente mencionadas será maior e haverá melhorias a nível ergonómico.

6.1.4 Trabalho padronizado para limpeza

A proposta de trabalho padronizado tem o intuito de diminuir as perdas por falhas operacionais e movimentação. A falta de instrução, métodos e procedimentos que não são realizados por uma certa ordem ou simplesmente por não serem realizadas da forma correta, podem ser combatidas por esta proposta.

As perdas por movimentação podem ser melhoradas através de estudos sobre as operações, técnicas como tempos e movimentos, de maneira a traçar certas tarefas de trabalho com foco na agregação de valor ao produto e melhores condições ergonómicas. Deste modo, propõe-se então a utilização de um diagrama de trabalho padronizado com tabela de combinação do trabalho padronizado. Isto iria também melhorar o fluxo de matérias no chão de fábrica. A Figura 6.2 mostra que normalizando a tarefa de limpeza de um torce, o tempo passa de 20 para 16 minutos.

Estas tarefas seriam realizadas quando o equipamento termina um lote de fio, ou seja, a periodicidade seria consoante o número de vezes que haja mudança de produção.




Tarefas de limpeza			Departamento: Preparação
			Zona: Salão velho
			Máquina Torce
			
Nº	Tarefa	Tempo (minutos)	
1	Ir buscar a mangueira de ar comprimido.	1 min	
2	Limpar com o ar comprimido a zona de estiragem	6 min	
3	Limpar com o ar comprimido a plataforma dos carretos.	4 min	
4	Limpar com o ar comprimido o chão	3 min	
5	Levar e colocar a mangueira do ar comprimido ao sitio	1 min	
6	Varrer as cotão.	1 min	
TOTAL:		16 min	

Figura 6.2- Padronização das tarefas de limpeza do torce

Em suma, a normalização da tarefa de limpeza vai ajudar a controlar as ações garantindo que nenhuma tarefa é esquecida. Além disso, esta garante também que a limpeza do equipamento será bem realizada e o produto não terá contaminações (sujidades, vestígios de fibras anteriormente produzidas, entre outras impurezas).

6.1.5 Programa da sazonalidade

Esta proposta de melhoria destina-se ao período em que a procura é mais baixa. Numa indústria têxtil esse período é entre outubro e janeiro. A proposta consiste no desenvolvimento de um programa para aproveitar a falta de encomenda com intervenções de manutenção anuais, auditorias e treinar os operadores para que estes desenvolvam algumas capacidades e aprenderem a efetuar algumas tarefas de manutenção autónoma. Assim, todas as semanas seriam realizadas formações dando a conhecer diversos conceitos e a importância da sua aplicação num ambiente organizacional. Esta seria a época ideal para ensinar aos operados como trabalhar em todos os equipamentos no chão de fábrica, obtendo-se uma matriz de competências mais vantajosa, visto que, todos os colaboradores têm, pelo menos, os conhecimentos básicos de todas as máquinas. As auditorias são fundamentais para alcançar certificados ao nível da qualidade, da responsabilidade social e ambiental, da segurança e saúde no trabalho, da



produtividade, entre outros. As auditorias vão induzir a melhoria continua na empresa. Com esta proposta pretende-se tornar os operadores mais produtivos, comprometidos e com foco em resultados, para que isto aconteça, a empresa deve oferecer capacitação, treino, benefícios e, principalmente, investir em motivação e no desenvolvimento pessoal dos seus colaboradores.

Em suma, o programa de sazonalidade vai evitar perdas em termos de superprodução. Os recursos despendidos na produção de fio excessivo podem ser direcionados para uma vertente mais informativa e educativa, tornando os colaboradores mais instruídos e atentos na deteção de perdas. Com esta proposta, também será possível aumentar a disponibilidade dos equipamentos e a sua eficiência, dado que, durante a época de baixa procura, seria realizada uma manutenção mais a fundo, percebendo-se em que estado se encontra o equipamento.

6.2 Organização e gestão da manutenção

Em resposta à análise crítica realizada no capítulo 5 propõe-se as seguintes propostas de melhoria.

6.2.1 Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho tornariam a produção por encomenda mais eficiente, dando uma visão mais geral sobre a qualidade da produção, onde estão as perdas, onde o fluxo de produção deveria ser nivelado, pontos que necessitam de ser melhorados, entre outros.

Os indicadores propostos a contabilizar inicialmente serão os indicadores MTTR, MTBF e MWT. Para isto, os dados fundamentais a serem recolhidos são a identificação de todas as avarias, tempo que demora a reparação dessa avaria, tempo que levou o técnico a reparar tal avaria. Para o indicador OEE ser calculado, existe a necessidade da criação de registos para cada máquina que englobem quantidade de produto produzido, quantidade de produto não conforme, pausas de descanso previstas, tempo despendido em avarias nas máquinas, carregamento e mudança de produção, intervenção do afinador devido a avarias, limpeza das máquinas e outras paragens. Para que seja possível o registo destes dados é necessário um relógio para que o trabalhador possa anotar os tempos de algumas micro - paragens, entre outras tarefas que influenciam a disponibilidade, *performance* e qualidade.

Os indicadores são essenciais para o conhecimento do desempenho do equipamento. Ao aplicar os mesmos seria possível saber quais as variações dos níveis de desempenho de cada equipamento dentro do seu grupo, identificar os problemas que ocorrem com mais frequência e como as mudanças afetam



6.2.2 Plano de manutenção

Perante os resultados obtidos no capítulo anterior para a quantidade (kg) de produto, sobretudo, produto não conforme, as bobinadeiras têm de ter uma atenção especial. Realça-se que de sete bobinadeiras apenas 4 se encontram operacionais, sendo que as que mais produzem são a 1 e a 4, que são as mais recentes e a sua percentagem de capacidade utilizada é maior em comparação com as outras duas. Assim, propõe-se a implementação de um plano de manutenção para este departamento como está apresentado na Figura 6.4. O plano exposto está descrito numa visão geral no Anexo IV e mais pormenorizado no Anexo V e Anexo VI. Um plano de manutenção é um conjunto estruturado de tarefas que compreende as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção, sendo fulcral a sua documentação e centralização num único local. Este plano tem como objetivo facilitar a gestão da manutenção nas bobinadeiras.

Posto isto, um plano de manutenção vai resolver problemas relativos à qualidade dos produtos, diminuindo a utilização de recursos destinados ao retrabalho e, por conseguinte, reduzindo as perdas. Além disso, quando os defeitos não são detetados e chegam ao cliente, podem levar a um impacto negativo na imagem da empresa. Para além do plano de manutenção, sabe-se que o uso de ferramentas ligadas à melhoria de processos pode ter um papel fulcral na redução de defeitos, como o diagrama de pareto, diagramas de causa-efeito, entre outras ferramentas de qualidade podem ajudar na perceção da natureza do defeito.

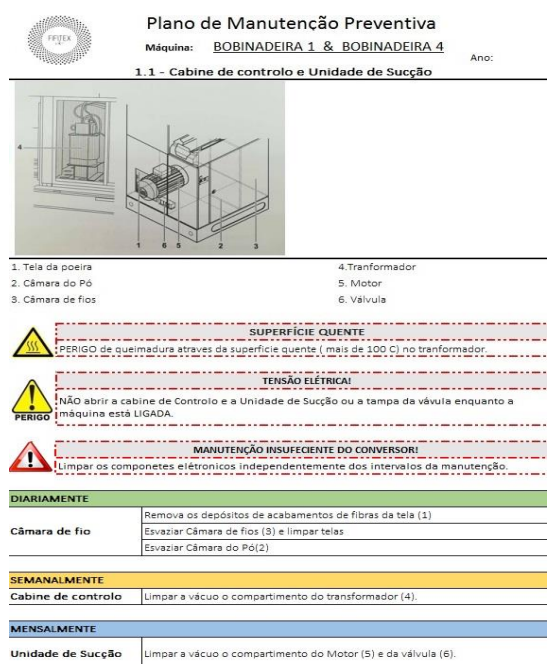


Figura 6.4 - Plano de manutenção preventiva (conjunto 1)



6.2.3 Checklist para o plano de ação da manutenção

Na Figura 6.5 está exposta a aplicação da *checklist* no plano de manutenção das bobinadeiras, salientando a importância do controlo das ações preventivas, garantindo que nenhuma atividade definida no plano de manutenção seja esquecida. A aplicação do PDCA pode ser também uma boa ferramenta para verificar os resultados obtidos pela *checklist*, definindo correções e padronizando as novas atividades implementadas. No Anexo VII está a presente a *checklist* base para aplicar nos restantes equipamentos.

Manutenção - Check-list Inspeção					Mês: Setembro
Departamento: Bobinagem			Data: 20-09-2018		Semana:
Máquina: Bobinadeira			Intervalo da tarefa: Diariamente		
Nº máquina: 1			OBS gerais:		
Item	Pontos a Inspeccionar	OK (x)	ALERTA (x)	NOK (x)	Observações/ ações
Cabine de controlo/ unidade de sucção	Câmara de fio				
	Ecopack/ cabeça de medição				
Unidade de enrolamento	Alavanca transversal				
	Armadilha de fios				
	Obturador do tubo de sucção				
	Wet plicer				
	Velocista (sem Sucção de Bobina integrada)				

Nome do funcionário de quem realizou as tarefas:	Nº

Figura 6.5 - Aplicação da *checklist* ao plano de manutenção preventiva das bobinadeiras.

6.2.4 Plano de manutenção integrada no PCP

A área de manutenção trabalha diretamente com todas as outras áreas relacionadas com a produção, sendo importante a melhoria de comunicação entre departamentos. Posto isto, propõe-se a integração do plano de manutenção no PCP, uma vez que, se a produção impedir a paragem da máquina porque precisa de produzir a manutenção não consegue executar o seu plano. Assim, um documento de planeamento integrado pode auxiliar na comunicação entre ambas, e, deste modo, o departamento de



produção sabe quando haverá paragens e a manutenção sabe quando não poderá atuar. Em suma, processos eficientes dependem de uma comunicação eficiente.

Além disso, o agendamento de reuniões semanais com os supervisores dos departamentos, responsável do armazém de matéria-prima e armazém de fio, com o diretor geral e diretor de operações também seria útil para uma melhor comunicação. Desta forma, a direção de topo teria conhecimento dos problemas de chão de fábrica que podem estar a prejudicar a produtividade e se os operadores se encontram num bom ambiente de trabalho.

6.2.5 Codificação e Inventário na sala de manutenção

Os equipamentos na empresa SMBM podem ser de produção, sistemas auxiliares e instalações. Existem equipamentos com várias funções e constituição distintas. Um equipamento é ainda constituído por órgãos e peças que estarão sujeitos a avarias, a substituições, a reparações e outro tipo de ações. Assim, propõe-se o desenvolvimento de um sistema que consiste em agrupar os equipamentos existentes por características iguais como a sua constituição e processo de fabrico a que se destinam. Posto isto, apresenta-se a Tabela 6.1 como foi fundamentada a lógica de codificação dos equipamentos, em alguns casos.

Tabela 6.1 - Tabela de codificação

Função	Divisão	Secção	Equipamento	Nº do equipamento
1 - Produção	DP – Departamento de preparação	0 – Armazém de matéria prima	Bat - Batedor	1 - 3
2 - Auxiliar	DF – Departamento de fição	1 – Salão dos batedores	Car - Cardas	1 - 19
3 - Instalação	DB – Departamento de bobinagem	2 – Salão das cardas e laminadores	Lam - Laminador	1 - 10
	G - -Geral	3 – Salão dos torces	Tor - Torce	1 - 6

A estrutura desta codificação tem como objetivo facilitar a localização do equipamento no chão de fábrica e ajudar no inventário.

Após completar a codificação das instalações e equipamentos será necessário criar um inventário nas salas de manutenção. Sugere-se a aplicação dos 5S como etapa inicial, assim, houve a necessidade da criação de uma folha de registo para este efeito (Figura 6.6). Esta folha teria de ser preenchida pelo responsável de manutenção, afinador e restantes operadores que utilizam a sala para realizar as suas tarefas. Após a recolha desta informação, de acordo com a frequência de utilização, haveria a separação



dos objetos que lá se encontram e só se deixaria na sala os que são imprescindíveis nas tarefas habituais. Todas as ferramentas, peças e componentes seriam devidamente organizados e identificados. Como por exemplo, no caso da sala de manutenção do departamento de preparação, como é uma sala destinada para três grupos de máquinas diferentes, seria criado 3 zonas distintas, consoante o equipamento em questão. Como foi anteriormente referido, todas as ferramentas, peças e componentes seriam devidamente rotulados e o local onde são armazenados também serão corretamente identificados, assim sabe-se exatamente o material que se encontra em falta na sala de manutenção.

 **INVENTÁRIO Sala de Manutenção** Departamento: _____
Máquina e Nº: _____

Peça/Componente	Qty	Reparável		Função	Frequência			
		Sím	Não		1	2	3	4

Legenda da Frequência (de utilização):	
1-	Raramente
2-	Algumas Vezes
3-	Muitas vezes
4-	Frequentemente

Figura 6.6 - Folha de registo para inventário da Sala de Manutenção.

Com isto, no plano de manutenção cria-se uma secção para retificação de peças, diminuindo a necessidade de recorrer a peças novas, não se correndo o risco de a peça que precisa de retificação ficar esquecida. Quanto à coluna da reparação e a sua frequência obtém-se que componentes têm de ser retificados. Esta retificação é efetuada pelos afinadores numa sala para este fim.

6.2.6 Stock de peças sobresselentes

Para que não haja um acréscimo de custos de manutenção, propõe-se a aplicação do primeiro e quarto S da metodologia 5S aos equipamentos. Assim, o espaço de trabalho estaria organizado de forma mais eficaz e seria eliminado deste mesmo espaço o equipamento desnecessário. Ou seja, averiguar dentro dos grupos das cardas, laminadores e contínuos os equipamentos com uma percentagem de capacidade de utilização mais baixa do que 10% e desmantelá-las para componentes sobresselentes. Verificar-se-ia também se as máquinas que tem uma utilização mais alta são da mesma marca e modelo que as máquinas de baixa utilização, e assim, com o desmantelamento das que raramente se usam e somente ocupam espaço, seria possível a reutilização de componentes. Esta proposta iria proporcionar vários tipos de vantagens como o aumento do espaço no chão de fábrica para uma melhor organização dos



produtos semiacabados, um fluxo de materiais mais bem traçado e planeado, espaço demarcado e definido para a colocação das latas, dos carrinhos de processo para processo. Esta proposta seria definida para o grupo das cardas, dos laminadores e dos contínuos (Anexo VIII).

Por exemplo, na situação das cardas Figura 6.7, as que mais produzem são 1N, 2N, 3N, 05 15 e 17.

Máquina	Soma de Produção Teórica (kg)	Soma de Total produzido (kg)	Capacidade não utilizada	Porcentagem da capacidade utilizada
carda 01	49 104	5 891	43 213	12%
carda 02	49 104	7 436	41 668	15%
carda 03	49 104	7 434	41 670	15%
carda 04	49 104	5 588	43 516	11%
carda 05	49 104	10 399	38 705	21%
carda 06	57 288	8 610	48 678	15%
carda 07	57 288	7 460	49 828	13%
carda 09	40 920	879	40 041	2%
carda 10	40 920	868	40 052	2%
carda 11	40 920	719	40 201	2%
carda 12	40 920	946	39 974	2%
carda 13	40 920	308	40 612	1%
carda 14	40 920	66	40 854	0%
carda 15	40 920	6 206	34 714	15%
carda 16	40 920	5 912	35 008	14%
carda 17	40 920	6 795	34 125	17%
carda 1N	49 104	13 858	35 246	28%
carda 2N	49 104	13 335	35 769	27%
carda 3N	49 104	13 791	35 313	28%
TOTAL	875 688	116501	759187	13%

Figura 6.7 - Cardas doadoras e beneficiárias

Estas representam um pouco mais de 50% de toda a quantidade em kg efetuada por este grupo de equipamentos. Existem várias máquinas que estão abaixo de 5% de utilização, como é o caso da carda 9 à 14 e podiam ser uma mais valia se fossem utilizadas para *stock*. Depois desta análise de dados, houve a necessidade de verificar se os equipamentos detêm a mesma marca e modelo, e, posteriormente, se a série e o ano de fabrico são os mesmos ou, no mínimo, próximos (Anexo VIII). Assim, sabe-se que os componentes são compatíveis. Com isto, sugere-se que a carda 12 seja utilizada como o equipamento que dará peças para a carda 15 quando esta tiver componentes mais degradados.



No caso dos laminadores, sugere-se que o laminador 5 seja desmantelado para que um laminador idêntico seja beneficiado e que haja tantos custos associados a peças de grande porte que se pode aproveitar de máquinas com uma capacidade utilizada baixa. Relativamente aos contínuos, sugere-se que o contínuo 23, 15, 24, 22,13 e 21 sejam uma boa opção como equipamentos doadores de peças para o contínuo 16, assim, caso exista alguma avaria em que seja necessária uma peça de elevados custos, pode-se verificar se os equipamentos anteriormente mencionados tem o mesmo componente em bom estado, para poder ser feita a substituição.

Todos os equipamentos mencionados têm no mínimo 17 anos de serviço, sendo difícil, hoje em dia, encontrar componentes para estas máquinas, além de que, mesmo que se encontrem, o valor seria extremamente elevado. Na situação das cardas doadoras mencionadas o seu valor de aquisição foi bastante baixo, num total de 4000€, em comparação com os custos de manutenção já dedicados para as 12 cardas, em que se despendeu quase 6000€ na manutenção de cardas com uma capacidade utilizada inferior a 10%.

Em suma, com o planeamento e controlo de produção não existe a necessidade de ter tantos equipamentos em chão de fábrica. Com os dados do capítulo 5 denota-se que grande parte da produção nestes 62 dias, processam-se quase sempre nos mesmos equipamentos, havendo equipamentos com uma percentagem de utilização muito baixa. Outro facto verificado com base na análise dos dados, consiste na existência de vários equipamentos com uma eficiência baixa. Pelo facto da SMBM ter tantos equipamentos que executam a mesma função, não existe a precessão de diversos desperdícios, como o desperdício de energia. Ao ligarem os equipamentos há energia despendida no seu aquecimento para estarem apenas em *standby*, dado que os equipamentos se encontram ligados sem estarem a acrescentar valor à produção.

Com a proposta do desmantelamento dos equipamentos em que a sua capacidade utilizada não ultrapassa os 10%, seria possível diminuir os custos de manutenção e reduzir perdas de transporte, dado que, haveria melhorias no *layout*. Atualmente, a empresa já fez o desmantelamento de alguns equipamentos. Em *stock* encontram-se principalmente os grandes componentes, uma vez que hoje em dia, são difíceis de encontrar á venda devido á idade das máquinas.



7. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas algumas considerações finais acerca do trabalho desenvolvido, sendo também referidas algumas ideias para trabalhos que devem ser desenvolvidos no futuro.

7.1 Considerações finais

Atualmente, as indústrias procuram atingir a excelência operacional, assim, a manutenção assume um papel fundamental numa organização. Neste projeto abordou-se a organização e gestão da manutenção de uma empresa têxtil, com a intenção de melhorar o desempenho, disponibilidade e capacidade dos equipamentos e aumentar a qualidade de produção. Desta forma, procurou-se aumentar o *output* da produção, evitando paragens não planeadas. Contudo, a empresa SMBM não possui um sistema que possibilita o planeamento e controlo de produção, sendo isto um obstáculo para a implementação de ferramentas de gestão da manutenção. As ordens de fabrico são realizadas pelo diretor geral no exato momento em que é suposto começar a produzir, por conseguinte, o aumento da disponibilidade através da redução do *setup* nos equipamentos com a aplicação da técnica SMED não é exequível. Assim, sem a existência de um planeamento e controlo da produção não é executável um planeamento eficiente da manutenção.

No intuito de melhorar a gestão de bens e manutenção, tendo em vista a melhoria do desempenho dos equipamentos, era fundamental muita informação disponibilizada pelos registos realizados pelos operadores ao longo do tempo, informações como as maiores causas de avaria, as paragens que mais afetam a disponibilidade das máquinas, entre outros. Contudo, estes registos apresentam falta de rigor no seu preenchimento, sendo notados dados irrelevantes ou ambíguos e falta de dados essenciais para cálculos de indicadores, como por exemplo, o OEE. O simples facto de medir e expor os indicadores para todos os envolvidos na produção com o estabelecimento de metas bem definidas, originará bons resultados na empresa, dado que alinha os objetivos da administração com os colaboradores de uma maneira clara. Posto isto, a análise crítica da situação atual foi direcionada para a quantidade de fio produzido em cada um dos equipamentos e o tempo que a máquina se encontra a produzir. A escolha de utilizar estes dados deveu-se ao facto de muita informação nos registos anteriormente referidos não ser inteiramente fidedigna. Com a análise efetuada foi possível a identificação dos equipamentos mais críticos, como foi o caso dos contínuos e bobinadeiras. Estes dois grupos de equipamentos foram os que apresentaram maior utilização da capacidade. Relativamente ao estudo dos equipamentos dentro de



cada grupo, foi obtido uma percentagem de utilização da capacidade abaixo dos 10%. Isto, deve-se ao facto da SMBM ter muita mais capacidade produtiva em comparação com aquela que na realidade necessita, sendo proprietária de diversos equipamentos. O que também é visível na análise do tempo de produção é que os grupos de máquina apresentam uma eficiência consideravelmente baixa. Como existem tantas máquinas a não serem utilizadas na sua capacidade plena, proporciona grande margem de manobra. Assim, a aplicação de recursos em ações de manutenção não é uma das prioridades, dado que, caso uma máquina avariar pode-se produzir em outro equipamento, com a mesma função apesar de não terem o mesmo nível de desempenho. O facto de haver tantos descuidos a nível do planeamento da produção e da manutenção origina diversos desperdícios e perdas, acarretando imensos custos que não são perceptíveis.

O planeamento da produção é essencial, dado que a eficiência dos equipamentos é baixa e há pouca aproveitamento da capacidade produtiva, além disso, o PCP iria contribuir para que a comunicação fosse mais constante e fluente, originando um clima de colaboração entre todos os departamentos. Assim, a falta de motivação presente seria combatida. A motivação num ambiente organizacional é muito importante tanto para a SMBM, como para os colaboradores. Quando estão motivados, os colaboradores trabalham com mais satisfação e afinco, há maior rendimento e, conseqüentemente, maior produtividade. Existe a necessidade de aumentar a autonomia dos operadores, como por exemplo através da manutenção autónoma, aumento das suas responsabilidades, estimular suas capacidades, habilidades e tarefas. Assim, haverá um aumento do desempenho e comprometimento do colaborador na realização das suas tarefas.

7.2 Trabalhos futuros

Como trabalho futuro, propõe-se a utilização do método *Value Stream Mapping* (VSM), com o intuito de identificar e diminuir as atividades dispensáveis que originam custo e não agregam valor ao produto. Assim, o objetivo principal da utilização do método do VSM será fazer uma análise com vista a reduzir os desperdícios identificados ao longo do fluxo produtivo, criando um plano bem estruturado para a melhoria produtividade e o aumento da eficiência. Com este método será possível estruturar todos os integrantes do tempo, como tempo de ciclo, lead times, sendo uma mais valia tanto para o planeamento de produção como no planeamento de manutenção. A utilização deste método vai auxiliar a redução e/ou a eliminação das perdas seguintes:



- ✓ Perda por espera identificada em todos os departamentos, pode ser reduzida através do nivelamento entre os diferentes processos para reduzir a variabilidade através do seu tempo de processamento em cada processo. Cada processo deve ser estudado através das práticas de balanceamento.
- ✓ Perda por inventário que se encontra nos diferentes estágios desde de matéria prima, produto semiacabado e produto final. Dificultando o fluxo de matérias e um fluxo contínuo de produção. Com a utilização do método de VSM o fluxo contínuo será aumentado proporcionando uma redução parcial deste inventário. Há a necessidade de combater este desperdício com aplicação de indicadores financeiros que irão medir a eficácia das ações tomadas para reduzir stock, como a aplicação do rácio de prazo médio de rotação, que vai traduzir o tempo em que o produto se encontra no armazém de fio. A aplicação de uma análise ABC para se saber o tipo de fio que se encontra em stock. Com o VSM a previsão do tempo que demora um produto a atravessar todo o processo produtivo será mais precisa, não havendo necessidade de produção de grandes quantidades.
- ✓ Perdas por defeitos que resultam da utilização de mais recursos, ou seja, mais custos para serem retrabalhados convergindo do fluxo padrão de produção. O uso de ferramentas ligadas a melhoria de processos influenciam a redução de defeitos. É importante também entender a natureza dos defeitos e quais são prioridade, o que pode ser auxiliado pela criação de gráficos de Pareto.

Em suma, com a aplicação desta metodologia espera-se que seja mais fácil visualizar o fluxo de materiais e informação. Reforçando o trabalho em equipa, aumentando a autonomia, resultando um melhor ambiente de trabalho, os benefícios serão a diminuição dos custos, o aumento da produtividade e o aumento da qualidade dos produtos e serviços.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 709–756.
- Aliff, J. V. (1996). *Implications of the Fourteen Points of Total Quality Management (TQM) for Science Education*. Statesboro.
- Cameron, K. S., & Quinn, R. E. (2005). *Diagnosing and changing organizational culture : based on the competing values framework* (The Jossey). San Francisco: Jossey-Bass.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. R. C., & Vieira, S. R. (2009). *Investigação-ação metodologia coutinho (Investigação ação).pdf*.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge: The MIT Press.
- Gajdzik, B. (2009). Introduction of Total Productive Maintenance in steelworks plants. *Metalurgija*.
- Gajdzik, B. (2014). Autonomous and Professional Maintenance in Metallurgical Enterprise As Activities Within Total Productive Maintenance. *Metalurgija*, 53(2), 269–272.
- Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation : A Case Study. *International Journal of IT Engineering and Applied Sciences Research*, 1(1), 115–124.
- Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2005). *Cost Management Accounting and Control* (5ª Ed). Ohio: Thomson – South Western.
- Hellsten, U., & Klefsjö, B. (2000). TQM as a management system consisting of values , techniques and tools. *The TQM Magazine*, 238–244.
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- JIPM. (1997). *TPM for every operator*. Productivity Press; Reprint edition (April 3, 1996).
- Liker, J. K. (2007). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. Action Learning: Research and Practice* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Liker, J. K., & Convis, G. L. (2011). *The Toyota Way to Lean Leadership* (First Edit). McGraw-Hill Education.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance* (2ª Edition). New York: INDUSTRIAL PRESS INC.
- Nakajima, S. (1988a). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Productivity Pr; Eleventh



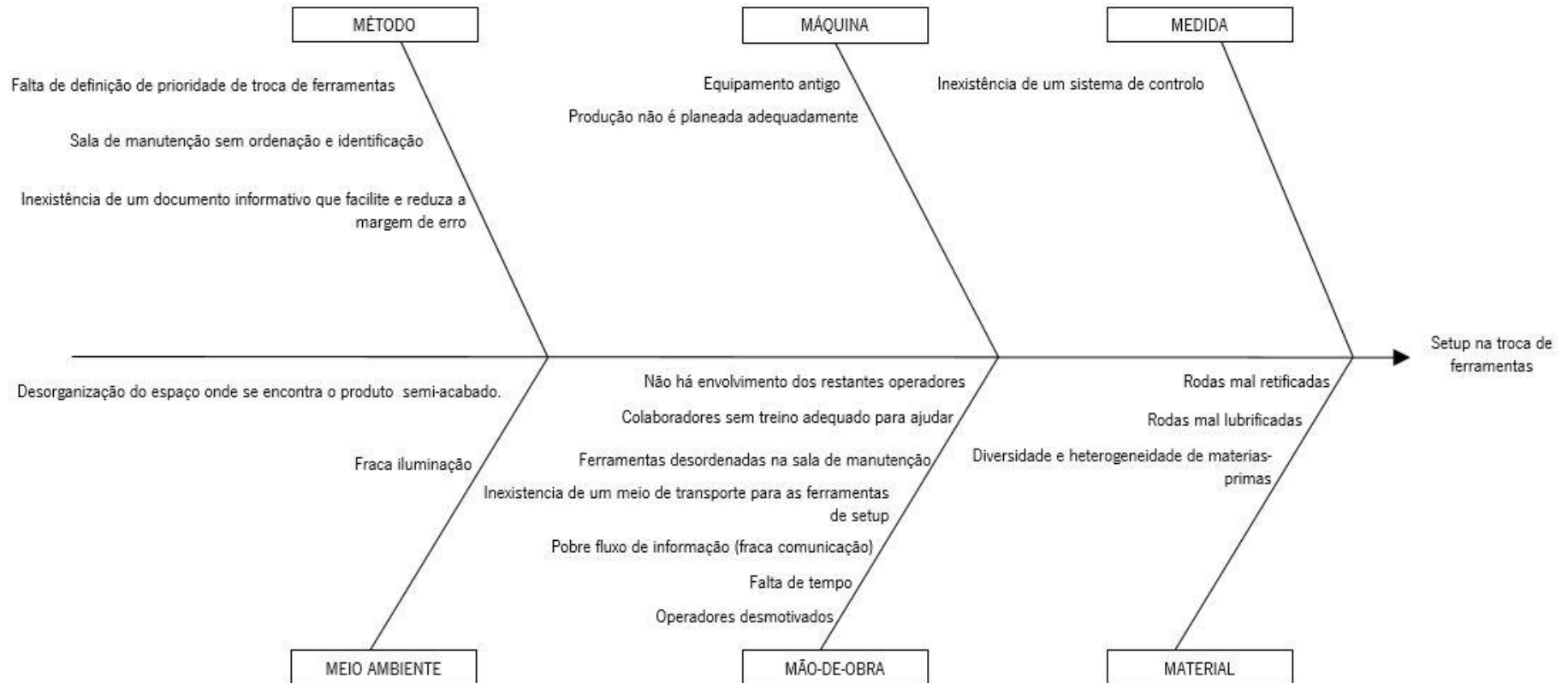
- Printing edition (1988-10-01) (1656).
- Nakajima, S. (1988b). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. *Productivity Press*.
- NP EN 13306. (2007). *Norma Portuguesa Para a Terminologia Da Manutenção*, 1–37.
- NP EN 15341 2009. (2009). *Norma Portuguesa Para Indicadores de Desempenho Da Manutenção (KPI)*.
- Ohno, T. (1988). The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. *Productivity Press*.
- Oliveira Rocha, J. A. (2006). *Gestão da Qualidade. Aplicação aos Serviços Públicos*. Lisboa: Escolar Editora.
- Park, K. S., & Han, S. W. (2001). TPM – Total Productive Maintenance : Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation, *11*(4), 321–338.
- Robinson, C. J., & Ginder, A. . (1995). *Implementing TPM: The North American experience*. (1^o edition, Ed.). Productivity Press.
- Sahin, F. (2000). Manufacturing competitiveness: different systems to achieve the same results. *Production and Inventory Management Journal*.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, a. (2009). *Research Methods for Business Students. Business* (Vol. 5th). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Shirose, K. (1992). *TPM for operators*. Portland, OR, Productivity Press.
- Shirose, K. (1996). *Total Productive Maintenance: new implementation program in fabrication and assembly industries*. (JIPM-Solutions, Ed.). Tokyo: Japan Institute of Plant Maintenance.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop : A Case Study. *Procedia Engineering, 51*(NUICONE 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Soderholm, P., Holmgren, M., & Klefsjo, B. (2007). A process view of maintenance and its stakeholders. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19–32.
- Suzuki, T. (1994). *TPM in Process Industries (Step-By-Step Approach to TPM Implementation)*. New York: Productivity Press; New edition edition (May 1, 1994).
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance, *70*.
- Takahashi, Y. (1981). Maintenance oriented management via total participation: Total productive maintenance, a new task for plant managers in Japan. *Terotechnology, 2*, 79–88.
- Wakjira, M. W., & Singh, A. P. (2012). Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry. *Global Journal of Researches in Engineering Industrial Engineering, 12*(1).
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. The McGraw-Hill Companies.
- Wireman, T. (2004). *Total Productive Maintenance* (Second Edi). New York: Industry Press Inc.



Wireman, T. (2005). *Developing Performance Indicators For Managing Maintenance* (Second Edi). New York: Industrial Press. Inc.



ANEXO I - DIAGRAMA CAUSA-EFEITO



**ANEXO II - PARQUE DE MÁQUINAS DA SMBM**

		Fusos (saídas)
Linha de Abertura Trutzschler	Abridor 1	2
	batedor 1	1
	batedor 2	1
	batedor 3	1
5 - Trutzschler	carda 1	1
	carda 2	1
	carda 3	1
	carda 4	1
	carda 5	1
2 - Rieter	carda 6	1
	carda 7	1
12 - Trutzschler	carda 9	1
	carda 10	1
	carda 11	1
	carda 12	1
	carda 13	1
	carda 14	1
	carda 15	1
	carda 16	1
	carda 17	1
	carda 1N	1
	carda 2N	1
	carda 3N	1
1 - Rieter	Laminador 1	2
2 - Zinser	Laminador 2	2
	Laminador 3	2
5 - Rieter	Laminador 4	2
	Laminador 5	2
	Laminador 6	1
	Laminador 7	1
	Laminador 8OE	1
1 - Zinser	Laminador 1N	1
1 - Rieter	Laminador 2N	2



5 - Hollingsworth	Torce 1		96
	Torce 2		96
	Torce 3		96
	Torce 4		96
	Torce 1N		96
1- Schlafhorst	Torce 2N		120
1- Saurer Schlafhorst Autocoro 8	Open End		216
12 Zinser	Continuo 1		808
	Continuo 2		812
	Continuo 3		812
	Continuo 4		812
	Continuo 5	Flamé	684
	Continuo 6	Flamé	684
	Continuo 7	Flamé	684
	Continuo 8	Flamé	684
	Continuo 9		684
	Continuo 10	injetado	684
	Continuo 11	injetado	684
	Continuo 12	injetado	680
12 - Mecano Textil	Continuo 13	Flamé	420
	Continuo 14	Flamé	456
	Continuo 15	Flamé	420
	Continuo 16	Flamé	456
	Continuo 17	Flamé	456
	Continuo 18	Flamé	456
	Continuo 19	Flamé	456
	Continuo 20	Flamé	456
	Continuo 21	Flamé	456
	Continuo 22	Flamé	420
	Continuo 23	Flamé	420
	Continuo 24	Flamé	420
1 - Marzoli	Continuo 25	Flamé	552
	Bobinadeira Muratec		18
6 - Schlafhorst	Bobinadeira 1		60



	Bobinadeira 2		60
	Bobinadeira 3		50
	Bobinadeira 4		60
	Bobinadeira 5		50
	Bobinadeira 6		40

**ANEXO III - TABELAS DE APOIO À ANÁLISE DE DADOS**

Máquina	Soma de Produção Teórica (kg)	Soma de Total produzido (kg)	Capacidade não utilizada	Percentagem da capacidade utilizada
<i>Batedores</i>	752 928	143 881	609 047	19%
<i>cardas</i>	875 688	116 501	759 187	13%
<i>Laminadores</i>	1 874 880	155 921	1 718 959	8%
<i>Torces</i>	401 760	55 876	345 884	14%
<i>Contínuos</i>	342 984	82 295	260 689	24%
<i>Bobinadeiras</i>	353 400	102 046	251 355	29%

Máquina	Soma de Produção Teórica (kg)	Soma de Total produzido (kg)	Capacidade não utilizada	Percentagem da capacidade utilizada
<i>carda 01</i>	49 104	5 891	43 213	12%
<i>carda 02</i>	49 104	7 436	41 668	15%
<i>carda 03</i>	49 104	7 434	41 670	15%
<i>carda 04</i>	49 104	5 588	43 516	11%
<i>carda 05</i>	49 104	10 399	38 705	21%
<i>carda 06</i>	57 288	8 610	48 678	15%
<i>carda 07</i>	57 288	7 460	49 828	13%
<i>carda 09</i>	40 920	879	40 041	2%
<i>carda 10</i>	40 920	868	40 052	2%
<i>carda 11</i>	40 920	719	40 201	2%
<i>carda 12</i>	40 920	946	39 974	2%
<i>carda 13</i>	40 920	308	40 612	1%
<i>carda 14</i>	40 920	66	40 854	0%
<i>carda 15</i>	40 920	6 206	34 714	15%
<i>carda 16</i>	40 920	5 912	35 008	14%
<i>carda 17</i>	40 920	6 795	34 125	17%



Organização e gestão da manutenção numa empresa têxtil

<i>carda 1N</i>	49 104	13 858	35 246	28%
<i>carda 2N</i>	49 104	13 335	35 769	27%
<i>carda 3N</i>	49 104	13 791	35 313	28%
<i>TOTAL</i>	875 688	116501	759187	13%

**ANEXO IV - VISÃO GERAL DO PLANO DE MANUTENÇÃO DAS BOBINADEIRAS 1 E 4**

Intervalo	Conjunto	Subconjunto
Diário	Cabine de controlo/ unidade de sucção	Câmara de fio
	Unidade de enrolamento	Ecopack/ cabeça de medição
		Alavanca transversal
		Armadilha de fios
		Obturador do tubo de sucção
		Wet plicer
		Velocista (sem Sucção de Bobina integrada)
Semanal	Cabine de controlo/ unidade de sucção	Cabine de controlo
	Secção da máquina	Unidade de extração do pó
		Aspirador
	Unidade de enrolamento/ winding unit	Escova de Tambor
		Escova de Torno
		PreciFX
		splicer
		Parafinador



	Transportador/ cone vazio	Transportador de entrega	
Mensal	Cabine de controlo/ unidade de sucção	unidade de sucção	
	secção da máquina	unidade de distribuição	
	Unidade de enrolamento/ winding unit	Adaptador do pacote RH	
		Sensor da Tensão do Fio	
		Tensor	
		splicer	
		Unidade de Transferência de Fios	
		Tesouras	
		Conetor entre Viga de Sucção e Unidade de Bobinagem	
		Velocista (com Sucção de Bobina integrada	
Tesouras de Fios			
Unidade de Extração do Pó			
Pacote/ cone vazio/ transportador	Transportador		
Trimestral	Cabine de controlo/ unidade de sucção	Cabine de controlo na extremidade na sucção	



Semestral	Cabine de controlo/ unidade de sucção	Unidade de sucção
	secção da máquina	Conexões do Ar Comprimido
	Unidade de enrolamento	Braço de sucção
		Wet plicer
		Caixa central
		linkage housing of circular magazine (RM)
		Adaptador do pacote LH/RH
Transportador		
Pacote/ cone vazio/ transportador	cabine de contolo	
Anual	Cabine de controlo/ unidade de sucção	Alavanca Transversal
	Unidade de enrolamento	Mandril do tear
		Tranportador
		Tocador
Tocador	Tambor Guia do Fio (1600h)	
> de 1 ano	Unidade de enrolamento- Caixa da Unidade de Enrolamento	Cilindro Amortecedor
	Tocador	Tocador



ANEXO V - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO CONJUNTO 1 - BOBINADEIRA



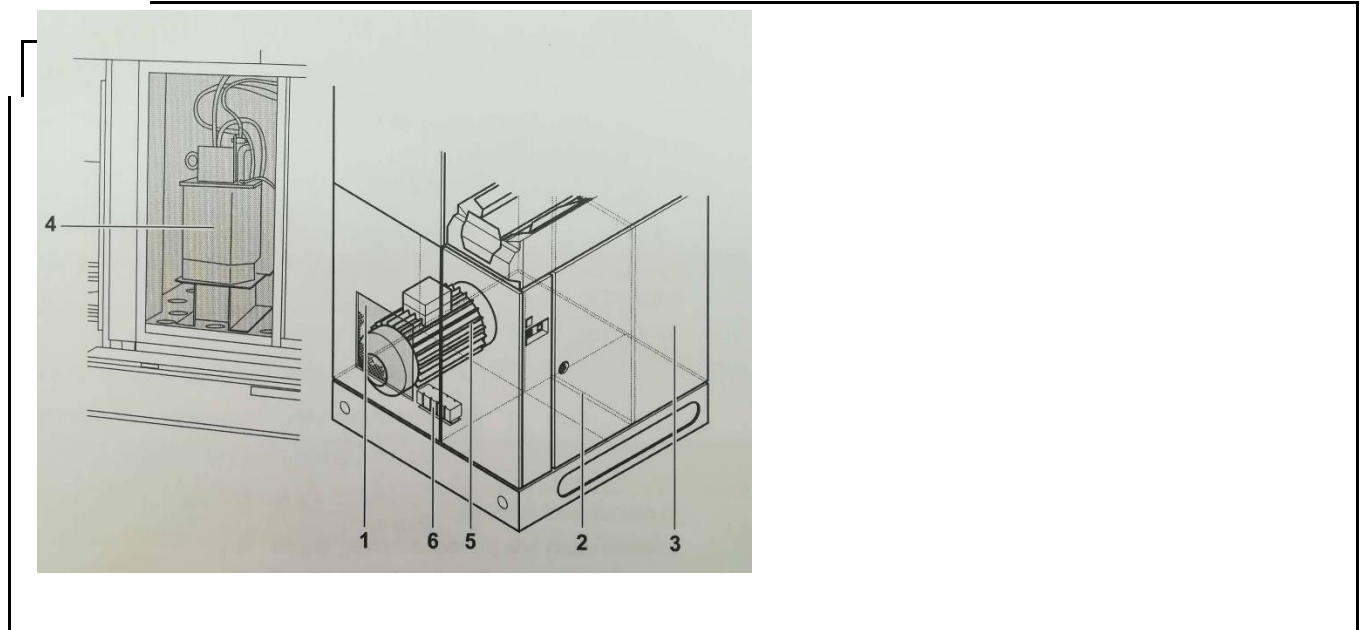
Plano de Manutenção Preventiva

Máquina: BOBINADEIRA 1 & BOBINADEIRA

4

Ano:

1.1 - Cabine de controlo e Unidade de Sucção



1. Tela da poeira
2. Câmara do Pó
3. Câmara de fios

4. Transformador
5. Motor
6. Válvula



SUPERFÍCIE QUENTE

PERIGO de queimadura através da superfície quente (mais de 100 C) no transformador.



PERIGO

TENSÃO ELÉTRICA!

NÃO abrir a cabine de Controlo e a Unidade de Sucção ou a tampa da válvula enquanto a máquina está LIGADA.



MANUTENÇÃO INSUFICIENTE DO CONVERSOR!



Limpar os componentes eletrónicos independentemente dos intervalos da manutenção.

DIARIAMENTE	
Câmara de fio	Remova os depósitos de acabamentos de fibras da tela (1)
	Esvaziar Câmara de fios (3) e limpar telas
	Esvaziar Câmara do Pó(2)

SEMANALMENTE	
Cabine de controlo	Limpar a vácuo o compartimento do transformador (4).

MENSALMENTE	
Unidade de Sucção	Limpar a vácuo o compartimento do Motor (5) e da válvula (6).

Em geral, o conversor é de manutenção livre, mas os seguintes COMPONENTES tem que ser OBSERVADOS



- Limpar os elementos de refregiração;
- Limpar o aparelho da parte de baixo, e deixá-lo livre de pó;
- Não limpar o conversor com líquidos;
- Verificar se há terminais soltos e cabos presos;
- Evitar que temperaturas excessivamente elevadas atuem permanentemente na cabine de controlo da unidade de sucção.



ANEXO VI - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO CONJUNTO 2 - BOBINADEIRA

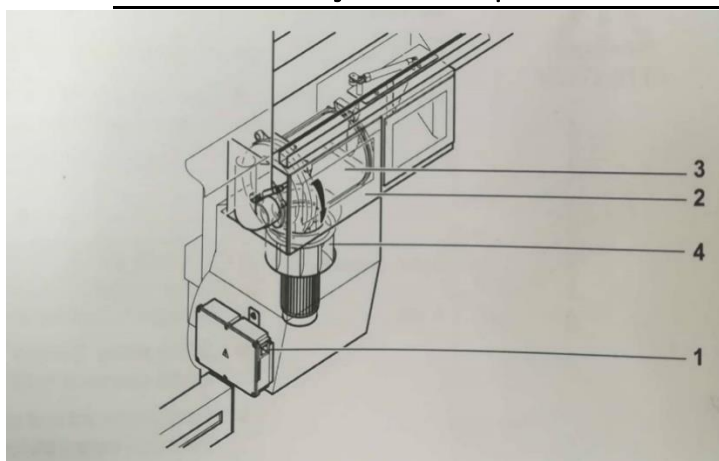


Plano de Manutenção Preventiva

Máquina: BOBINADEIRA 1 & BOBINADEIRA 4

Ano:

2.1 - Secção da Máquina - Unidade da extração do pó



1. Interruptor

2. Painel de visualização

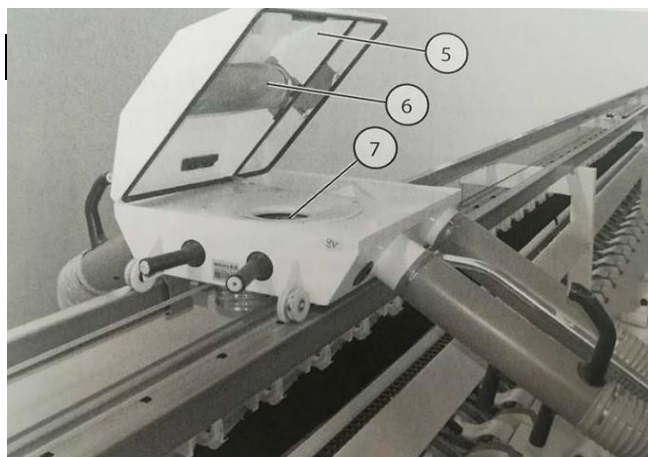
3. Tela do pó

4. Roda do ventilador

SEMANALMENTE

Unidade da extração do pó	Desligar a unidade de extração do pó no interruptor (1).
	Abrir o painel de visualização (2).
	Limpar tela do pó (3).
	Limpar a roda do ventilador (4). Verificar se movimenta-se facilmente.

2.2 - Secção da Máquina - Aspirador





5. Tapa

6. Tela do filtro

7. Roda do ventilador

SEMANALMENTE	
Aspirador	Desligar aspirador.
	Retirar a tampa (5).
	Verificar e Limpar a tela do filtro (6) e a roda do ventilador (7).



ANEXO VIII - EQUIPAMENTOS DOADORES E BENEFICIÁRIOS

Grupo	Maior utilização	Marca	Modelo	Serie	Ano		Custo de manutenção	Utilização <= 10%	Marca	Modelo	Serie	Ano		Custos de manutenção
					Fabrico	Aquisição						Fabrico	Aquisição	
Cardas	carda 1N	Trutzschler	DK 715 (13,8 A)	715-22-01-101803 D	1982	2002	3 347,00 €	carda 14	Trutzschler	DK 710 (15, 0 A)	198998 A	1981		154,00 €
	carda 3N	Trutzschler	DK 715 (17 A)	715-22-01-101803 D	1982	2002	1 890,00 €	carda 13	Trutzschler	DK 710 (13,3 A)	198642 B	1981	2000	345,00 €
	carda 2N	Trutzschler	DK 715 (13,4 A)	715-22-01-101803 D	1982	2002	1 846,00 €	carda 11	Trutzschler	DK 710 (15, 4 A)	198998 C	1981		2 126,00 €
	carda 05	Trutzschler	DK 715 (13,6 A)	116371 B	1986	2002	5 158,00 €	carda 10	Trutzschler	DK 710 (15, 4 A)	198998 D	1981		1 412,00 €
	carda 17	Trutzschler	DK 710 (13,1 A)	199094 B	1981	2000	1 702,00 €	carda 09	Trutzschler	DK 710 (15, 0 A)	198998 D	1981		1 206,00 €
	carda 15	Trutzschler	DK 710 (15, 0 A)	195282 B	1980	2000	1 157,00 €	carda 12	Trutzschler	DK 710 (13,7 A)	195282 A	1980	2000	636,00 €
Laminadores	Laminador 2N	Rieter	RSB - 851 (9,7)	T 26890/1	1995	2003	580,00 €	Laminador 1	Rieter	RSB 951	T 25370/1		2010	260,00 €
	Laminador 04	Rieter	RSB 951	413 510 656	1998	2004	56,00 €	Laminador 7	Rieter	RSB - D30	40000 402 - 02692	2001	2015	516,00 €
	Laminador 1N	Zinser	720/2 (8,1)	8743	1988		598,00 €	Laminador 6	Rieter	D 30	414564	1998	2012	498,00 €
								Laminador 3	Zinser	720/2	8434	1987	2005	603,00 €
								Laminador 5	Rieter	RSB 951 (7,7)	413510422	1997	2001	1 858,00 €
							Laminador 2	Zinser	720/2 (5,4 A)	8284	1987		1 073,00 €	
Continuos	Continuo 03	Zinser	319 SL / 321 E	N° 12155 Auftrag	1991	2005	1 579,00 €	Continuo 23	Mecano Textil	FC (21.0 A)	623	1982	2003	1 627,00 €
	Continuo 18	Mecano Textil	FC (21,2 A)	829	1986		2 175,00 €	Continuo 15	Mecano Textil	FC (21.0 A)	619	1982	2003	3 135,00 €
	Continuo 04	Zinser	319 SL (27,4)	N° 10535 Auftrag	1989	2005	2 486,00 €	Continuo 24	Mecano Textil	FC (22,3 A)	622	1982	2003	2 174,00 €
	Continuo 17	Mecano Textil	FC (22,3 A)	811	1986		1 847,00 €	Continuo 22	Mecano Textil	FC (21.3 A)	624	1982	2003	1 410,00 €
	Continuo 16	Mecano Textil	FC (21,2 A)	637	1982		1 950,00 €	Continuo 09	Zinser	319 SL (29,8 A)	N° 8269 - kom	1985	2002	4 682,00 €
								Continuo 13	Mecano Textil	FC (23,2 A)	621	1982	2003	2 309,00 €
								Continuo 21	Mecano Textil	FC (22,1 A)	638	1982	2003	2 888,00 €
							Continuo 08	Zinser	319 SL (23,0 A)	N° 7534 - kom	1985	2002	8 587,00 €	

