



Melhoria de desempenho nos processos de bobinagem de uma empresa têxtil

Ana Rita Pereira

UMinho | 2022

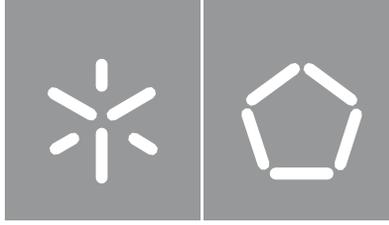


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Salgado Pereira

Melhoria de desempenho nos processos de bobinagem de uma empresa têxtil

setembro de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Salgado Pereira

Melhoria de desempenho nos processos de bobinagem de uma empresa têxtil

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Manuel Alves Silva Sousa

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A realização da presente dissertação marca o fecho de um ciclo muito importante e transformador da minha vida, e como tal, gostaria de deixar um agradecimento a todos aqueles que me apoiaram durante este período e tornaram possível a concretização deste projeto.

À J.F. Almeida pela oportunidade de realizar o estágio e pela confiança depositada. Ao Doutor João Almeida e ao engenheiro José Lopes, pelo acompanhamento e apoio. Ao meu supervisor Pedro Silva por toda a disponibilidade, por sempre me ajudar quando precisei e por todas as contribuições para o projeto. A todos os colaboradores das secções de bobinagem que sempre se mostraram muito prestáveis.

Ao meu orientador académico, o professor Rui Sousa, pelo acompanhamento, por todas as sugestões e correções e por todos os ensinamentos ao longo deste percurso.

À minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, por estarem sempre lá para me ouvirem e aconselharem e por acreditarem mais em mim do que por vezes eu acreditava, por compreenderem os meus momentos de stress e dúvida e estarem sempre ao meu lado.

Ao Zé pela paciência e compreensão, por sempre me apoiar, ouvir e por toda a motivação que me deu.

Aos meus amigos de infância, em especial à Vanessa, Diana e Adelinda por todos os conselhos e por todos os momentos de distração proporcionados.

Aos meus amigos da universidade com quem partilhei cinco anos inesquecíveis e que partilharam comigo os receios e dúvidas desta nova fase.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Melhoria de desempenho nos processos de bobinagem de uma empresa têxtil

RESUMO

A presente dissertação surge no contexto do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial no âmbito de um estágio curricular realizado na Têxteis J.F. Almeida S.A.. O objetivo deste projeto passou pela melhoria dos processos das secções de bobinagem de fio cru e bobinagem de fio tingido da empresa em questão, melhorando o seu desempenho através da aplicação de ferramentas *Lean Production*. De forma mais concreta as metas passaram por reduzir os tempos de preparação de máquina, aumentar a eficácia global dos equipamentos e do processo, melhorar a organização da produção e normalizar os procedimentos.

A metodologia utilizada neste projeto foi a Investigação-Ação. A primeira etapa desta metodologia foi a fase de diagnóstico. Nesta fase, o foco foi uma análise dos processos de bobinagem da empresa. Para isso, recorreu-se à observação direta e cronometragem dos processos presentes nesta secção. Foram também calculados indicadores de desempenho como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e realizada uma auditoria 5S. Vários problemas foram detetados, tais como os elevados tempos de *setup*, a falta de normalização na realização das diferentes tarefas, a desorganização do armazém e dos espaços de trabalho, entre outros.

Concluído o diagnóstico da situação atual procedeu-se ao desenvolvimento das propostas de melhoria. Várias melhorias foram sugeridas, nomeadamente a implementação de *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e do 5S, a definição de *standard work*, entre outras.

Com a implementação das medidas acima mencionadas foi possível alcançar uma melhoria de 55% no OEE da bobinagem de fio cru e de 30% no OEE da bobinagem de fio tingido. Para além disso, os tempos de preparação das máquinas da bobinagem de fio cru tiveram uma redução de 5% a 56% dependendo do tipo de preparação. Na secção de bobinagem de fio tingido esta diminuição foi de 11% a 25%. Em relação à organização do armazém e dos espaços de trabalho verificou-se uma melhoria de 11% nas auditorias 5S realizadas antes e após a implementação de melhorias. Estima-se que estas propostas tragam um ganho económico de 3173,27€ por mês para a empresa.

PALAVRAS-CHAVE

Lean; OEE; SMED; *Standard Work*; 5S

Performance improvement in the winding processes of a textile company

ABSTRACT

This dissertation project was developed during the 5th year of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management within the scope of a curricular internship carried out at Têxteis J.F. Almeida S.A.. The main goal of this project was to improve the processes of the raw yarn winding and dyed yarn winding sections of this company, increasing its performance through the application of Lean Production tools. More specifically, the goals were to reduce machine setup times, increase the overall efficiency of equipment and process, improve production organization, and standardize procedures.

The research methodology used was Action Research and its first step was the diagnosis phase of the initial situation. At this stage the focus was to analyse the company's winding processes, by direct observation and time studies. Key performance indicators such as Overall Equipment Effectiveness (OEE) were calculated, and a 5S audit was carried out. Several problems were detected, such as the high setup times, high variability, lack of standardization in the performance of different tasks, the disorganization of the warehouse and workspaces, among others.

Once the diagnosis of the current situation was concluded, the improvement proposals were developed. Several improvements were proposed, namely the implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) and 5S, the definition of standard work, as well as other suggestions.

With the implementation of the improvement proposals mentioned above, it was possible to increase the OEE for raw yarn winding by 21% and 14% for dyed yarn winding. In addition, setup times for raw yarn winding machine were reduce between 5% and 56% depending on the type of setup. In the dyed yarn winding section this decrease was between 11% and 25%. Regarding the organization of the warehouse and workspaces, there was an improvement of 11% in the 5S audits carried out before and after the implementation of improvements. It is estimated that these proposals will bring an economic gain of 3173,27€ per month for the company.

KEYWORDS

Lean; OEE; SMED; Standard Work; 5S

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
<i>Abstract</i>	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos do projeto.....	2
1.3 Metodologia de investigação	2
1.4 Estrutura do documento.....	4
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1 Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.1 Origem e enquadramento.....	5
2.1.2 <i>Toyota Production System</i>	6
2.1.3 Desperdícios	7
2.1.4 Princípios <i>Lean</i>	8
2.2 Ferramentas <i>Lean</i> e outras.....	9
2.2.1 <i>Value Stream Mapping</i>	9
2.2.2 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	11
2.2.3 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	13
2.2.4 <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	15
2.2.5 <i>Standard Work</i>	17
2.2.6 <i>Poka-yoke</i>	18
2.2.7 5S	19
2.2.8 Gestão visual.....	20
2.2.9 5W2H	20
2.2.10 Diagrama de <i>Ishikawa</i>	21

2.2.11	Métricas e indicadores de desempenho	21
2.3	Análise crítica.....	23
3.	Apresentação da empresa.....	26
3.1	Identificação da empresa	26
3.2	Missão e valores.....	26
3.3	Expansão e crescimento da empresa	27
3.4	Instalação fabril.....	27
3.5	Processo produtivo.....	30
4.	Análise e diagnóstico da situação atual.....	31
4.1	Identificação e descrição das secções em estudo	31
4.1.1	Matéria-prima e produto acabado	32
4.1.2	Máquinas	33
4.1.3	Mão de obra	35
4.1.4	Descrição do processo produtivo de bobinagem de fio cru	35
4.1.5	Descrição do processo produtivo de bobinagem de fio tingido	37
4.2	Cálculo da eficiência e produtividade.....	39
4.3	Cálculo do OEE atual.....	39
4.3.1	Cálculo do OEE na bobinagem de fio tingido.....	39
4.3.2	Cálculo do OEE na bobinagem de fio cru	42
4.3.3	Análise detalhada das perdas de disponibilidade.....	44
4.3.4	Comparação com os valores de eficiência	46
4.4	Preparação das máquinas.....	46
4.4.1	Preparação das máquinas na bobinagem de fio tingido	47
4.4.2	Operações de preparação externas na bobinagem de fio tingido	52
4.4.3	Preparação das máquinas na bobinagem de fio cru.....	53
4.4.4	Operações de preparação externas na bobinagem de fio cru	56
4.5	Registo da produção.....	57
4.6	Organização do Armazém e dos espaços de trabalho.....	59
4.7	Planeamento da produção.....	59
4.8	Encomendas em atraso	60

4.9	Síntese dos problemas detetados	61
5.	Desenvolvimento e implementação de propostas de melhoria	62
5.1	Registo das produções no <i>Multi</i> e nova fórmula para o cálculo da eficiência	64
5.2	Redução dos tempos de preparação das máquinas	66
5.2.1	Aplicação de SMED	66
5.2.2	Recolha dos tempos de preparação após implementação de melhorias	72
5.2.3	Operações de preparação externas na bobinagem de fio tingido após melhorias.....	75
5.2.4	Operações de preparação externas na bobinagem de fio cru após melhorias	75
5.3	Criação de um controlo do percurso da encomenda	76
5.4	Instalação do <i>software Valuekeep</i> nas secções de bobinagem	77
5.5	Mudança da programação das máquinas.....	79
5.6	Implementação de 5S e gestão visual.....	79
5.7	Implementação do <i>Standard Work</i>	80
5.7.1	Normalização dos processos de bobinagem	80
5.7.2	Normalização das folhas de produção	81
6.	Análise e discussão de resultados	82
6.1	Redução dos tempos de preparação das máquinas da bobinagem	82
6.1.1	Operações externas antes e após melhorias na bobinagem de fio tingido	83
6.1.2	Operações externas antes e após melhorias na bobinagem de fio cru	84
6.2	Melhoria da organização do armazém e postos de trabalho da bobinagem de fio tingido.....	84
6.3	Melhoria no controlo da manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos	84
6.4	Mudança da programação das máquinas.....	85
6.5	Melhorias previstas das medidas não implementadas	86
6.5.1	Controlo do percurso da encomenda.....	86
6.5.2	Mudança da fórmula da eficiência	86
6.5.3	Normalização das folhas de produção	86
6.6	Melhoria de desempenho da secção	87
6.6.1	Eficiência e Produtividade.....	87
6.6.2	Cálculo do OEE na bobinagem de fio tingido.....	87

6.6.3	Cálculo do OEE na bobinagem de fio cru	89
6.7	Análise das encomendas em atraso após melhorias	91
6.8	Análise Financeira das propostas implementadas.....	91
6.8.1	Custos das medidas propostas.....	91
6.8.2	Benefícios económicos das medidas propostas.....	92
7.	Considerações finais	94
7.1	Conclusões.....	94
7.2	Propostas de trabalho futuro.....	95
	Referências bibliográficas.....	97
	Apêndices	101
	Apêndice 1 - Bobinadeiras.....	102
	Apêndice 2 - Distribuição dos tempos de paragem na bobinagem de fio tingido	107
	Apêndice 3 - Auditoria 5S.....	109
	Apêndice 4 - OPL para registo de avarias.....	114
	Apêndice 5 - Auditoria 5S final.....	115
	Apêndice 6 - Normas de trabalho de preparação das máquinas de fio tingido	120
	Apêndice 7 - Normas de trabalho de preparação das máquinas de fio cru.....	122
	Apêndice 8 - Normas de trabalho de paletização de fio tingido	123
	Apêndice 9 - Normas de trabalho de paletização de fio cru	126
	Apêndice 10 - Normas de trabalho de limpeza de fim de turno.....	128
	Apêndice 11 - Normas de trabalho de limpeza de fim de semana	129
	Anexos.....	130
	Anexo 1 - Ficha de produção da bobinagem de fio cru	131
	Anexo 2 - Ficha de produção da bobinagem de fio tingido.....	132
	Anexo 3 - Exemplo de <i>Report</i> de uma bobinadeira.....	133
	Anexo 4 - Exemplo de registo de produção no <i>Multi</i>	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS	7
Figura 2 - Princípios <i>Lean</i>	9
Figura 3 - Exemplo de um VSM (Rother & Shook, 1999)	10
Figura 4 - Pilares do TPM.....	12
Figura 5 - Definição de tempo produtivo	14
Figura 6 - Exemplo de um <i>Parts Production Capacity Chart</i> (a), de um <i>Standard Operation Combination Chart</i> (b), de um <i>Work Methods Chart</i> (c) e de um <i>Standard Operation Chart</i> (d) (The Productivity Press Development Team, 2002)	18
Figura 7 - Exemplo de diagrama de <i>Ishikawa</i>	21
Figura 8 - Exemplos de produtos da J.F. Almeida: fio cru (a), fio tingido (b) e produto acabado (c).....	26
Figura 9 - <i>Layout</i> do núcleo A	28
Figura 10 - <i>Layout</i> do núcleo B, piso 0 (a) e piso 1 (b).....	28
Figura 11 - <i>Layout</i> do núcleo C e D.....	29
Figura 12 - <i>Layout</i> do Núcleo E, piso 0 (a) e piso 1 (b).....	29
Figura 13 - Representação esquemática do processo produtivo da J.F. Almeida	30
Figura 14 - VSM da situação atual.....	31
Figura 15 - Bobine de fio cru (a) e bobine de fio tingido (b)	32
Figura 16 - Cone de cartão (a) e cone de tinto (b)	33
Figura 17 - Fuso de uma bobinadeira.....	34
Figura 18 - Fotografia da vaporizadora	34
Figura 19 - <i>Layout</i> da secção da bobinagem de fio cru.....	35
Figura 20 - <i>Layout</i> da secção de bobinagem de fio tingido (piso 0).....	37
Figura 21 - <i>Layout</i> da secção da bobinagem de fio tingido (piso 1).....	37
Figura 22 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> dos fatores que contribuem para as perdas de disponibilidade	44
Figura 23 - Exemplo de erro de registo	46
Figura 24 - Bobinadeira com dois pratos (a) e bobinadeira com apenas um prato (b).....	47
Figura 25 - Diagrama de <i>spaghetti</i> da secção de fio tingido.....	51
Figura 26 - Robô que realiza a troca automática de bobines.....	53
Figura 27 - Diagrama de <i>spaghetti</i> da secção de fio cru	56
Figura 28 - Exemplo de um <i>Poka-Yoke</i> que limita o valor de introdução do número de fusos.....	64

Figura 29 - Registo de produção da máquina B08.....	65
Figura 30 - Diagrama de <i>spaghetti</i> da secção de fio tingido após implementação de melhorias.....	74
Figura 31 - Diagrama de <i>spaghetti</i> da secção de fio cru após implementação de melhorias	74
Figura 32 - Registo das reparações no <i>software Valuekeep</i>	77
Figura 33 - Registo das manutenções preventivas das secções de bobinagem no <i>software Valuekeep</i> .	78
Figura 34 - Plano de manutenção das bobinadeiras no <i>software Valuekeep</i>	78
Figura 35 - Comandos de programação da máquina B02 com 3 grupos (a) e com 6 grupos (b)	79
Figura 36 - Distribuição dos tempos de paragem das máquinas B01, B02 e B03	107
Figura 37 - Distribuição dos tempos de paragem das máquinas B05, B08 e do total das máquinas .	108
Figura 38 - OPL para registo de avarias por parte dos operadores.....	114
Figura 39 - Norma de trabalho para a preparação de fio tingido 1/2	120
Figura 40 - Norma de trabalho para a preparação de fio tingido 2/2	121
Figura 41 - Norma de trabalho para a preparação de fio cru	122
Figura 42 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 1/3.....	123
Figura 43 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 2/3.....	124
Figura 44 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 2/3.....	125
Figura 45 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio cru 1/2.....	126
Figura 46 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio cru 2/2.....	127
Figura 47 - Limpeza de final de turno.....	128
Figura 48 - Limpeza de fim de semana.....	129
Figura 49 - Ficha de produção da bobinagem de fio cru	131
Figura 50 - Ficha de produção da bobinagem de fio tingido	132
Figura 51 - Relatório de fim de turno da máquina B06.....	133
Figura 52 - Registo de produção no programa <i>Multi</i>	134

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores ideais do OEE e dos seus fatores	15
Tabela 2 - Resumo dos artigos usados na análise crítica	23
Tabela 3 - Ferramentas utilizadas e resultados alcançados nos artigos em estudo	24
Tabela 4 - Características das bobinadeiras	33
Tabela 5 - Velocidades recomendadas para o fio tingido	40
Tabela 6 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio tingido	41
Tabela 7 - Velocidades recomendadas para o fio cru	42
Tabela 8 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio cru	43
Tabela 9 - Tempos de preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido	48
Tabela 10 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido sem troca de partida	49
Tabela 11 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido com troca de partida	50
Tabela 12 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido	51
Tabela 13 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio tingido	52
Tabela 14 - Tempos de preparação das máquinas na bobinagem de fio cru sem troca de produto	53
Tabela 15 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru sem troca de produto	54
Tabela 16 - Tempos de preparação das máquinas da bobinagem de fio cru com troca de produto	54
Tabela 17 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru com troca de produto	55
Tabela 18 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio cru	56
Tabela 19 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio tingido	57
Tabela 20 - Encomendas em atraso	60
Tabela 21 - Síntese dos problemas detetados	61
Tabela 22 - Plano de ação para implementação de melhorias	63
Tabela 23 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio tingido)	67
Tabela 24 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio cru - sem troca de produto)	67
Tabela 25 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)	68
Tabela 26 - Estágio 2 do SMED (bobinagem de fio tingido)	69
Tabela 27 - Estágio 2 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)	69
Tabela 28 - Estágio 3 do SMED (bobinagem de fio tingido)	70
Tabela 29 - Tempos de <i>setup</i> (bobinagem de fio tingido)	71
Tabela 30 - Estágio 3 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)	71

Tabela 31 - Tempos de <i>setup</i> (bobinagem de fio cru).....	72
Tabela 32 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido sem troca de partida após melhorias.....	72
Tabela 33 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido com troca de partida após melhorias.....	73
Tabela 34 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru sem troca de produto após melhorias.....	73
Tabela 35 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru com troca de produto após melhorias.....	73
Tabela 36 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido após melhorias.....	74
Tabela 37 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio cru após melhorias	75
Tabela 38 - Tempo de preparação externo e tempo de embalamento da bobinagem de fio tingido após melhorias.....	75
Tabela 39 - Tempo de preparação externo e tempo de embalamento da bobinagem de fio cru após melhorias.....	76
Tabela 40 - Exemplo de alteração a implementar na folha de produção.....	81
Tabela 41 - Comparação dos tempos de <i>setup</i> da bobinagem de fio tingido	82
Tabela 42 - Comparação dos tempos de <i>setup</i> da bobinagem de fio cru.....	82
Tabela 43 - Comparação das distâncias percorridas antes e após implementação de melhorias	83
Tabela 44 - Comparação das operações externa na bobinagem de fio tingido	83
Tabela 45 - Comparação das operações externa na bobinagem de fio cru.....	84
Tabela 46 - Comparação da pontuação das auditorias 5S.....	84
Tabela 47 - Comparação da eficiência e produtividade antes e após melhorias	87
Tabela 48 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio tingido após melhorias.....	88
Tabela 49 - Comparação do OEE e os seus fatores na bobinagem de fio tingido.....	88
Tabela 50 - Valores esperados de melhoria do OEE na bobinagem de fio tingido	89
Tabela 51 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio cru após melhorias	89
Tabela 52 - Comparação do OEE e os seus fatores na bobinagem de fio cru	90
Tabela 53 - Custos associados às melhorias propostas.....	91
Tabela 54 - Ganhos das melhorias implementadas.....	92

Tabela 55 - Ganhos de todas as melhorias propostas	93
Tabela 56 - Fotografias das diferentes bobinadeiras.....	102
Tabela 57 - Auditoria 5S	109
Tabela 58 - Auditoria final 5S.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

5W2H – *Who, What, Where, When, Why, How, How Much*

JIT – *Just-In-Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OPL – *One Point Lesson*

RVA – *Rácio de Valor Acrescentado*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SW – *Standard Work*

TC – *Tempo de Ciclo*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VSM – *Value Stream Mapping*

WID – *Waste Identification Diagram*

WIP – *Work in Process*

ZQC – *Zero Quality Control*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizado um enquadramento do projeto de dissertação a desenvolver no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial realçando os seus objetivos. Posteriormente, é discriminada a metodologia a ser utilizada, bem como a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

Nas últimas décadas, os mercados têm-se tornado cada vez mais competitivos. Esta competitividade estende-se aos mais diversos setores de atividade, não sendo a indústria têxtil uma exceção. Cada vez mais os clientes procuram produtos personalizados e inovadores, a um preço acessível e num curto espaço de tempo, sem que isso comprometa a qualidade (Robertson et al., 2021). Com o objetivo de garantir a sua sustentabilidade, as empresas procuram melhorar o desempenho através do aumento da produtividade e da redução de custos.

Desta forma, e com o objetivo de fazer frente às novas exigências do mercado, muitas empresas recorrem à *Lean Production*. Esta filosofia tem como berço o *Toyota Production System*, tendo sido popularizada pelo livro “*The machine that changed the world*” de Womack et al., 1990.

O sistema criado pela *Toyota* tinha como principal objetivo o lucro, procurando reduzir custos e melhorar a produtividade, fazendo isto através da eliminação de desperdícios (Ohno, 1988). É considerado desperdício tudo aquilo que consome recursos e não acrescenta valor ao produto, sendo reconhecidas sete classes principais de desperdícios: movimentações, transportes, esperas, inventário, defeitos, sobreprodução e sobreprocessamento.

A *Lean Production* pretende eliminar estes desperdícios através do *Lean thinking* (Womack & T.Jones, 1996), procurando fazer mais com menos, tendo sempre em atenção a satisfação do cliente. Os cinco princípios *Lean* são: definir valor do ponto de vista do cliente, identificar a cadeia de valor, criar um fluxo de valor, criar uma produção puxada pelo cliente e, por último, procurar sempre pela perfeição.

A implementação desta filosofia é feita recorrendo a um conjunto amplo de ferramentas das quais se destacam o *Value Stream Mapping* (VSM), o *Standard Work* (SW), o *Single Minute Exchange of Die* (SMED), o 5S, entre outras, que permitem não só perceber a situação atual da empresa, como definir e implementar propostas de melhoria de forma a trazer ganhos ao sistema produtivo. Estes ganhos passam, para além das reduções de desperdícios e custos já referidas anteriormente, por reduções de

inventário, *lead-times* e produtos defeituosos, bem como pelo aumento da compreensão dos processos (Melton, 2005).

Posteriormente, no capítulo 2, esta filosofia será explicada em maior detalhe, assim como algumas das ferramentas a ela associadas.

O presente projeto surge no contexto de um estágio na J.F. Almeida, uma empresa do setor têxteis-lar, com uma estrutura vertical que, devido ao seu recente crescimento e aos desafios do mercado referidos anteriormente, sentiu a necessidade de melhorar o desempenho dos seus processos. De forma a alcançar este objetivo, a solução passou pela adoção de ferramentas *Lean* e implementação desta filosofia na sua produção. As secções foco deste projeto foram as secções de bobinagem de fio cru e bobinagem de fio tingido. A empresa pretendia aumentar a eficácia global destas secções, bem como a capacidade de resposta tanto a nível de fornecimento interno como externo.

1.2 Objetivos do projeto

O objetivo geral deste projeto passou por melhorar o desempenho das secções de bobinagem da empresa J.F. Almeida recorrendo a metodologias *Lean Production*.

De forma mais detalhada, as metas foram:

- Reduzir os tempos de preparação das máquinas presentes nestas secções;
- Aumentar a eficácia global deste processo e dos equipamentos utilizados;
- Melhorar a organização da produção;
- Normalizar os procedimentos das secções em estudo.

Para atingir estas metas foi necessário diagnosticar e analisar o processo produtivo atual da empresa, identificar os principais problemas presentes nestas secções e desenvolver propostas de melhoria. Propostas estas que foram, sempre que possível, implementadas. Por último procedeu-se a uma análise de resultados e avaliação de impacto das mesmas.

1.3 Metodologia de investigação

A presente dissertação pretende dar resposta à seguinte pergunta de investigação: “Como melhorar o desempenho de uma secção de bobinagem?”, tendo como base um estágio elaborado em contexto industrial.

Para a realização deste projeto a filosofia adotada foi o pragmatismo e foi utilizada uma abordagem dedutiva, uma vez que existe uma grande base teórica válida a partir da qual se podem formular hipóteses. Foram utilizados métodos mistos, isto é, métodos quantitativos e qualitativos.

Para o desenvolvimento desta dissertação foi realizada, uma revisão bibliográfica abordando o tema *Lean Production* e as ferramentas associadas a este conceito. Esta revisão bibliográfica recorreu a diversas fontes, incluindo fontes primárias, secundárias e terciárias, das quais se destacam livros, artigos, dissertações e publicações sobre os temas em estudo. Esta etapa foi importante para consolidar o conhecimento teórico que foi aplicado ao longo do projeto.

Em simultâneo, foi utilizada a estratégia *Action-Research* ou Investigação-ação caracterizada por envolver um grupo de pessoas, investigador e trabalhadores ou equipa do projeto, na identificação e resolução de um problema (Coughlan & Coughlan, 2002). Segundo O'Brien, 1998, esta metodologia conta com 5 etapas, sendo elas a fase de diagnóstico, a criação de um plano de ação, a implementação do plano de ação projetado, a avaliação dos resultados e, por fim, a especificação da aprendizagem.

Na primeira fase, a fase de diagnóstico, foi necessário caracterizar e analisar a situação atual da empresa, de forma a identificar e caracterizar os problemas existentes nas secções em análise. No presente projeto, esta fase decorreu durante dois meses e envolveu a recolha e análise de dados de forma a determinar alguns indicadores de desempenho como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), a produtividade e a eficiência. Foram utilizados dados secundários, isto é, dados fornecidos pela empresa, e dados primários, recolhidos pelo investigador, sendo que para estes últimos procedeu-se a uma observação estruturada.

A fase seguinte, com duração de um mês, passou pelo planeamento das ações de melhoria. Nesta fase foram desenvolvidas propostas de melhoria que pretendiam solucionar os problemas anteriormente detetados e criar planos de ação para as mesmas.

Posteriormente foi iniciada a fase de execução que correspondeu à implementação das propostas de melhoria desenvolvidas anteriormente. Para esta fase reservou-se o período de dois meses.

De seguida, os resultados foram avaliados e o sucesso da implementação das propostas de melhoria medido. Nesta fase foi importante comparar a situação antes e após implementação de melhorias, de forma a quantificar os benefícios gerados. Esta fase demorou aproximadamente um mês.

Na última fase foi especificada a aprendizagem identificando as descobertas feitas com o desenvolvimento do projeto e apresentando propostas de trabalho futuro.

Segundo Coughlan & Coughlan (2002), a Investigação-ação permite não só encontrar as soluções para o problema com o qual o investigador se depara, contando assim como um contributo para a organização onde o projeto se desenvolve, como também permite contribuir para o conhecimento científico da área em estudo, sendo, desta forma, a metodologia ideal para este projeto.

1.4 Estrutura do documento

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos.

O primeiro capítulo faz um enquadramento do projeto, discriminando quais os objetivos a alcançar bem como a metodologia de investigação adotada para a realização do mesmo. Adicionalmente, a estrutura da dissertação é apresentada.

No segundo capítulo realiza-se uma revisão bibliográfica sobre a *Lean Production*, fazendo o seu enquadramento histórico e esclarecendo conceitos a esta associados. Para além disso, diversas ferramentas utilizadas neste projeto são também abordadas. Esta revisão tem como objetivo esclarecer as noções que serão aplicadas ao longo de todo o projeto. Ainda neste capítulo é feita uma análise crítica tendo em conta as publicações mais recentes que abordam a implementação da filosofia *Lean Production* na indústria têxtil.

O terceiro capítulo tem como principal objetivo apresentar a empresa onde o estágio que serve de base a esta dissertação foi realizado, a J.F. Almeida. Neste capítulo são abordados pontos como os produtos, mercados e valores da empresa, as diferentes instalações e o processo produtivo da mesma.

No quarto capítulo, a situação atual das secções em estudo é descrita e diagnosticada, explicando detalhadamente os processos que nela ocorrem. Os problemas detetados ao longo do tempo de observação são também detalhados.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria desenvolvidas ao longo do projeto. É também aqui descrito o plano de ação para implementação das mesmas.

O sexto capítulo visa apresentar os resultados obtidos, analisando os mesmos e fazendo uma comparação entre a situação antes e após implementação de melhorias.

No sétimo capítulo encontram-se as considerações finais do projeto; aqui são descritas as conclusões bem como as propostas de trabalho futuro.

Por último, é possível consultar as referências bibliográficas, os apêndices e anexos que deram suporte a este projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo pretende apresentar os fundamentos teóricos que serviram de base para o desenvolvimento do presente projeto. Esta revisão inicia-se com a *Lean Production*, referindo a sua origem e relacionando-a com o *Toyota Production System* (TPS). Numa fase posterior diversas ferramentas *Lean* e outras são apresentadas.

Por último, é feita uma análise crítica tendo em conta artigos recentes da área que mostram como a *Lean Production* tem vindo a ser aplicada na indústria têxtil.

2.1 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* surge das práticas do TPS e tem-se mostrado como uma filosofia vantajosa para as mais variadas indústrias. Segundo Womack & T.Jones (1996), *Lean* significa fazer mais com menos, isto é, menos esforço, menos equipamentos, menos espaço e menos tempo sem que isso comprometa a capacidade de dar ao cliente exatamente o que ele quer.

2.1.1 Origem e enquadramento

O mundo está em constante mudança, e as necessidades de produção foram evoluindo de forma a responder às novas exigências do mercado.

O passado foi caracterizado por uma produção artesanal responsável pelo fabrico de produtos únicos e realizada por pessoas com grande destreza e conhecimento na área, que executavam todas as operações referentes a um determinado produto. Esta produção era caracterizada por pequenos volumes e preços elevados (Dennis, 2015).

Posteriormente, Frederick W. Taylor, de forma a contornar alguns dos problemas associados à produção artesanal, aplicou a metodologia científica em ambientes industriais. Com esta metodologia surge a medição e análise dos processos para que estes possam ser continuamente melhorados bem como os *standards* de trabalho, que identificam qual a melhor maneira de realizar uma determinada tarefa (Dennis, 2015).

Após a 1ª Guerra Mundial e baseando-se nestas noções, Henry Ford cria uma nova forma de produção, a produção em massa, que viria a revolucionar a indústria automóvel (Womack et al., 1990). Henry Ford foi o impulsionador das linhas de montagem, normalizando as peças para que a montagem fosse facilitada e as operações exigidas a cada operador fossem minimizadas (Dennis, 2015). Apesar do

sucesso, este modelo trouxe consigo muitos problemas, nomeadamente o facto de exigir dos operadores uma produção muito elevada, impondo rotinas rigorosas sem ter em atenção a motivação dos mesmos. Para além disso, este conceito de produção em massa falhava quando se pretendia uma menor quantidade de produtos com uma maior diversidade entre si, uma vez que o tempo e custo associados à troca dos produtos a fabricar eram muito elevados.

Após a 2ª Guerra mundial, e tentando sair da difícil situação económica gerada por esta, a *Toyota Motor Company*, cria um modelo que alia as vantagens da produção em massa com as da produção artesanal, o *Toyota Production System*. Este modelo seria o berço daquilo que viria a ser denominado no futuro como *Lean Production* (Womack et al., 1990).

A *Lean Production* tem como objetivo reduzir o tempo desde que o cliente faz a encomenda até ao momento em que esta é entregue através da eliminação contínua de desperdícios (Liker & Meier, 2006).

2.1.2 *Toyota Production System*

O *Toyota Production System* permite atingir o objetivo crucial de uma empresa, o lucro. Para atingir esse objetivo este modelo alia a redução de custos a um aumento da produtividade, que são obtidos através de uma constante eliminação de desperdícios (Monden, 1994). *Art of Lean* (2000) acrescenta ainda como objetivos do TPS, desenvolver uma produção flexível capaz de se adaptar à procura do mercado, fornecer a melhor qualidade e serviço aos seus clientes e desenvolver o potencial dos trabalhadores, baseando a relação com os mesmos em confiança, respeito e cooperação.

A teoria por detrás do modelo TPS pode ser representada por uma casa tal como se pode observar na Figura 1. A representação de uma casa deve-se ao facto de que esta apenas será robusta se todos os seus elementos também o forem; o mesmo acontece neste modelo (Liker, 2004).

O telhado desta casa representa os objetivos do modelo TPS, que são: melhor qualidade, menor custo, menor tempo de entrega, maior segurança e alta moral. Na base encontram-se quatro elementos: a produção nivelada (*Heijunka*), que corresponde ao nivelamento das quantidades e dos tipos de produtos de forma a responder melhor à procura e diminuir o stress do sistema produtivo; os processos estáveis e *standards*; a gestão visual e a filosofia *Toyota*.

Estes dão a estabilidade necessária para que os pilares possam existir, sendo estes pilares o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka*.

O *Just-In-Time* corresponde à filosofia de fazer apenas as quantidades pedidas, das peças pedidas e nunca antes do tempo pedido. Esta filosofia pretende assegurar um fluxo de materiais ao longo do processo garantindo que todos os componentes estejam no local correto no momento certo.

O *Jidoka* ou *Autonomation* relaciona-se com a capacidade do equipamento identificar anomalias, tornando os problemas visíveis e, desta forma, evitando defeitos. Este pilar defende que sempre que uma anomalia é detetada, a máquina deve parar automaticamente e a anomalia deve ser resolvida de imediato. (Liker & Meier, 2006).

No centro desta casa encontram-se as pessoas, pois são estas que identificam e eliminam os desperdícios. Para além disso, são as pessoas que procuram possíveis oportunidades de melhoria contínua (Liker & Meier, 2006).

Na literatura encontram-se outras representações desta casa, mas os elementos referidos acima acabam por ser gerais à maioria destas.

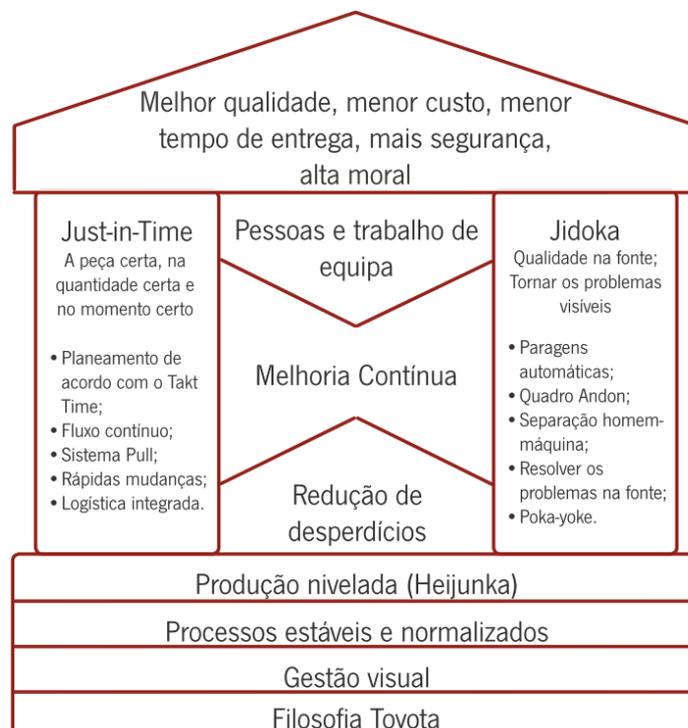


Figura 1 - Casa TPS
(Fonte: adaptado de Liker, 2004)

2.1.3 Desperdícios

Como referido anteriormente, a filosofia *Lean* pretende eliminar desperdícios, sendo definido como desperdício toda a atividade que consome recursos, mas que, contudo, não acrescenta valor ao produto

(Womack & T.Jones, 1996). Ohno (1988) identificou sete desperdícios que podem ser encontrados em qualquer sistema produtivo, sendo eles:

- **Transportes:** movimentações de materiais ou informação mais do que o necessário, muitas vezes resultantes de *layouts* ineficientes;
- **Movimentações:** movimentos realizados pelos operadores para a execução de um determinado produto;
- **Inventários:** excesso de matéria-prima, peças à espera de serem terminadas, ou então de produto acabado. Estes produtos implicam dinheiro empatado, a custos de posse, e por vezes a manuseio adicional (Art of Lean, 2000). A existência de *stocks* excessivos pode esconder outros defeitos, como por exemplo, elevados tempos de preparação de máquina, avarias frequentes, entre outros, daí ser necessária a sua redução;
- **Esperas:** paragens de equipamento ou operários, causadas por esperas devido a avarias, trocas, atrasos, entre outros;
- **Defeitos:** normalmente este desperdício é resultado de uma má qualidade interna e pode implicar custo de descarte, retrabalho, atrasos de entregas, entre outros;
- **Sobreprocessamento:** refere-se, por exemplo, à produção de um artigo com mais especificações do que aquelas pedidas pelo cliente, execução de operações redundantes ou uso inadequado de ferramentas;
- **Sobreprodução:** a sobreprodução pode estar relacionada com produzir mais que o necessário ou então com o produzir algo demasiado cedo. Por vezes a sobreprodução transmite uma sensação de segurança, mas esconde problemas na produção.

Adicionalmente, Liker & Meier (2006), identificam o não aproveitamento da criatividade e conhecimento dos operadores como um oitavo desperdício, correndo o risco de se perder boas ideias e possíveis oportunidades de melhoria.

2.1.4 Princípios *Lean*

Womack & T.Jones (1996) defendem a existência de cinco princípios (Figura 2) que servem de base à filosofia *Lean*. Estes princípios surgem como sendo a resposta para a identificação e eliminação dos desperdícios. Os princípios em questão são:

1. **Definir valor:** a definição de valor deve ser feita do ponto de vista do cliente, tendo em atenção questões como as suas características, a finalidade do produto adquirido, entre outras. Desta forma, tudo aquilo que não acrescenta valor para o cliente é visto como um desperdício;
2. **Identificação da cadeia de valor:** mapear os processos necessários desde o projeto à expedição de um produto, discriminando as atividades que agregam e as que não agregam valor, eliminando aquelas que são consideradas desperdícios sempre que possível;
3. **Fluxo:** criação de um fluxo contínuo ao longo do processo produtivo, contrariando a produção em lotes e promovendo um fluxo ininterrupto de materiais;
4. **Pull:** implementação de uma produção puxada pelo cliente, produzindo apenas o que este quer, na quantidade pedida e nunca antes do tempo pedido. Com este tipo de produção, os *stocks* tanto intermédios como de produtos finais são reduzidos ou eliminados;
5. **Busca pela perfeição:** promover uma melhoria contínua, percebendo que existe sempre oportunidades de redução de custos, tempo, esforço, espaço e erros, percebendo também que este é um processo iterativo.

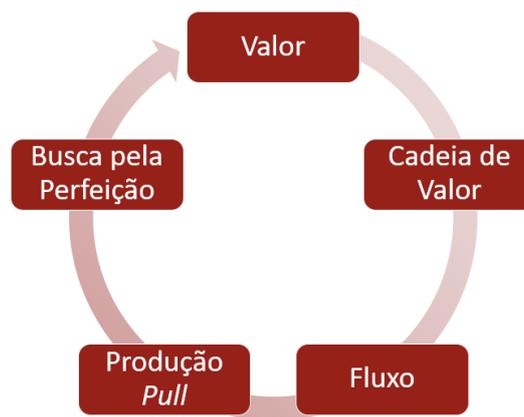


Figura 2 - Princípios *Lean*

2.2 Ferramentas *Lean* e outras

2.2.1 *Value Stream Mapping*

Para compreender um processo é preciso ter em mente o fluxo de valor do mesmo. Segundo Rother & Shook (1999), o fluxo de valor pode ser definido como todas as ações, incluindo as que acrescentam e as que não acrescentam valor, necessárias para o projeto e produção de um determinado produto.

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta visual que permite representar o fluxo de informação e de material através da cadeia de valor de um produto desde o fornecedor até ao cliente (Rother & Shook, 1999).

Segundo estes autores, a importância desta ferramenta prende-se por:

- Permitir ter uma visão global do processo e do fluxo de valor;
- Identificar desperdícios na cadeia de valor;
- Servir de linguagem comum para comunicação;
- Servir de base para a implementação de planos de melhoria;
- Permitir visualizar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais.

Braglia et al. (2006) destacam ainda a relevância desta ferramenta para a implementação do *Lean* numa empresa.

Para a construção de um VSM, tem-se em conta um conjunto de símbolos definidos por Rother & Shook (1999), que não é fechado, sendo possível acrescentar símbolos a este conjunto. É necessário, também, a recolha de diversos dados. Estes são o tempo de ciclo de cada processo, o tempo de *setup* do equipamento, o número de turnos, o tempo disponível por turno, o número de trabalhadores, o tamanho do lote, o *lead time*, entre outras informações. Para além disso, é necessário registar o inventário entre os diferentes processos (Rother & Shook, 1999). Na Figura 3 é possível observar um exemplo de um VSM.

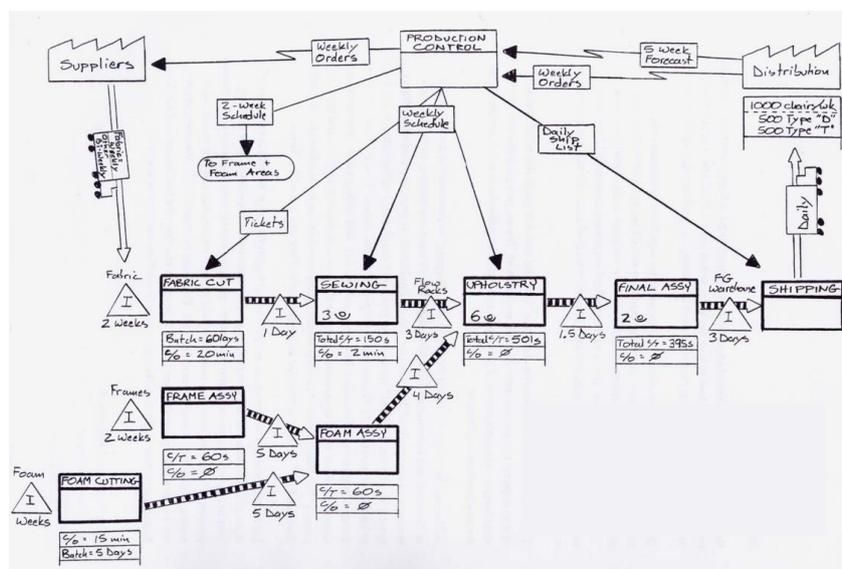


Figura 3 - Exemplo de um VSM (Rother & Shook, 1999)

De acordo com Rother & Shook (1999), a elaboração de um VSM engloba quatro etapas:

1. Definir a família de produtos;
2. Construir o VSM do estado atual;
3. Construir o VSM do estado futuro (estado pretendido);
4. Elaborar o plano de ação.

Desta forma, esta ferramenta serve de base para perceber que alterações devem ocorrer num sistema e, portanto, perceber também que ferramentas *Lean* podem ser utilizadas para levar o processo do estado atual ao estado pretendido (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Apesar de todas as vantagens, esta ferramenta apresenta algumas lacunas, nomeadamente o facto de não permitir mapear múltiplos produtos/rotas, não apresentar indicadores económicos, não possuir uma representação espacial, nomeadamente o *layout* da área em estudo, e não se relacionar com *bill-of-materials*. Para além destas desvantagens, alguns desperdícios como as movimentações, esperas, sobreprocessamento e transportes são difíceis de identificar no VSM, existem, no entanto, outras ferramentas que permitem contornar as desvantagens do VSM, como é o caso do *Waste Identification Diagram* (WID) (Dinis-Carvalho et al., 2015).

2.2.2 *Total Productive Maintenance* (TPM)

A *Total Productive Maintenance* (TPM) nasce no Japão das práticas da *Lean Production* e foi definida por Nakajima (1988) como a manutenção produtiva que é levada a cabo por todos os colaboradores.

Segundo este autor, a *Total Productive Maintenance* tem três significados distintos:

- a eficácia total que está relacionada com a redução de custos e melhoria da qualidade e produtividade;
- a manutenção total que procura aumentar a fiabilidade e facilitar a manutenção dos equipamentos;
- a participação total que promove o envolvimento de todos os colaboradores.

Esta filosofia é representada por uma casa com oito pilares (Figura 4), sendo que na sua base se encontra a ferramenta 5S, uma vez que a implementação do TPM pressupõe que o 5S está já implementado com sucesso e que todos os colaboradores estão envolvidos nesta causa (Ahuja & Khamba, 2008).

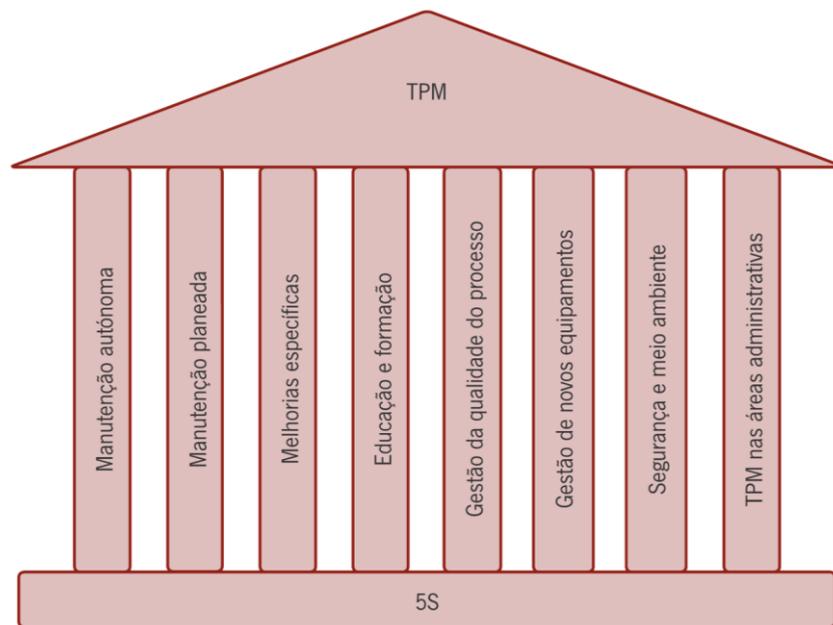


Figura 4 - Pilares do TPM

(Fonte: adaptado de Ahuja & Khamba, 2008)

Os oito pilares que sustentam esta ferramenta são:

- **Manutenção autônoma:** os próprios operadores de cada equipamento são responsáveis por pequenas reparações, e pela inspeção e limpeza dos seus equipamentos;
- **Manutenção planejada:** criação de uma rotina de manutenção preventiva que pretende manter os equipamentos nas suas condições ótimas de funcionamento;
- **Melhorias específicas:** introdução de melhorias no equipamento que permitam aumentar a eficiência diminuindo as perdas e desperdícios. Isto inclui perdas do equipamento, perdas relacionadas com a mão-de-obra e perdas de material;
- **Educação e formação:** este pilar pretende garantir que todos os funcionários adquiram competências técnicas e sociais para que esta ferramenta seja implementada com sucesso;
- **Gestão da qualidade do processo:** pilar importante para alcançar zero defeitos, pretende eliminar a variação, mantendo o processo nas suas condições normais, evitando a ocorrência de defeitos;
- **Gestão de novos equipamentos:** no planeamento, aquisição e/ou construção de novos equipamentos, ter em mente questões como a necessidade de manutenção, a fiabilidade, a durabilidade dos equipamentos, entre outras;

- **Segurança e meio ambiente:** este pilar tem como objetivo criar um ambiente seguro e saudável para os operadores;
- **TPM em áreas administrativas:** aplicar as atividades do TPM nas áreas administrativas que dão suporte à produção de forma a contribuir também para um aumento de eficiência produtiva.

Esta ferramenta tem como principais objetivos zero avarias, zero acidentes e zero defeitos, de forma a conseguir aumentar a disponibilidade do equipamento e garantir que este funcione à velocidade ideal sem produzir defeitos (Jain et al., 2014).

2.2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) foi desenvolvido por Nakajima (1988) no contexto da *Total Productive Maintenance* (TPM), sendo utilizado como indicador de desempenho (Hansen, 2001).

O OEE é um método utilizado para medir a eficácia com que se utiliza um equipamento. Este serve não só para controlar e monitorizar a produtividade como pode servir de indicador para oportunidades de melhoria (Tsarouhas, 2013).

Nakajima (1988) define o OEE como sendo a multiplicação de 3 outros fatores, sendo elas a disponibilidade, a velocidade e a qualidade. Este autor associa a cada um destes fatores duas perdas de produtividade, formando assim as 6 grandes perdas de um equipamento (Nakajima, 1988).

Perdas de disponibilidade

- Avaria/falha do equipamento;
- Preparação e ajustes dos equipamentos.

Perdas de velocidade

- Pequenas paragens;
- Velocidade reduzida.

Perdas de qualidade

- Defeitos durante o arranque;
- Defeitos durante a produção.

A Figura 5 representa a forma como as diferentes perdas se relacionam e como a partir do tempo de turno se pode obter o tempo produtivo.



Figura 5 - Definição de tempo produtivo
(Fonte: adaptado de Nakajima, 1988)

Estas perdas são quantificadas através do cálculo do OEE, cálculo esse feito recorrendo, como referido anteriormente, à multiplicação de 3 fatores (equação 1):

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade \quad [1]$$

O fator disponibilidade pretende perceber a percentagem do tempo planeado de produção em que efetivamente o equipamento esteve a produzir (equação 2). O tempo de produção planeado, ou tempo de abertura, é obtido quando ao tempo de turno se subtraem as paragens planeadas, enquanto o tempo de funcionamento é obtido subtraindo ao tempo de abertura as paragens não planeadas (Zhou et al., 2020).

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de abertura}} \quad [2]$$

A velocidade (equação 3) pretende comparar a quantidade de peças efetivamente produzidas com a quantidade ideal que deveria ter sido produzida no tempo em questão (Zhou et al., 2020).

$$Velocidade = \frac{\text{Tempo de ciclo ideal} \times \text{Peças produzidas}}{\text{Tempo de funcionamento}} \quad [3]$$

A qualidade pretende avaliar a percentagem de peças que foram produzidas sem defeito em relação ao total de peças produzidas (equação 4). As peças que necessitam de retrabalho são contabilizadas como peças defeituosas (Zhou et al., 2020).

$$Qualidade = \frac{\text{Peças sem defeito}}{\text{Peças produzidas}} \quad [4]$$

Nakajima (1988) definiu como condições ideais para cada um destes fatores os seguintes valores (Tabela 1):

Tabela 1 - Valores ideais do OEE e dos seus fatores

Fator	Valor ideal
Disponibilidade	Superior a 90%
Velocidade	Superior a 95%
Qualidade	Superior a 99%
OEE	Superior a 85%

O OEE pode ser aplicado em diferentes níveis dentro de uma organização. Desta forma, este permite comparar uma situação atual com uma situação após melhoria, quantificando a melhoria obtida. Para além disso, permite comparar diferentes linhas de produção, percebendo aquela que apresenta pior *performance* e por fim permite ainda descobrir dentro de uma linha qual o equipamento com menor desempenho e averiguar onde se deverá atuar (Singh et al., 2013).

Apesar de, inicialmente, o OEE ser utilizado essencialmente com equipamentos, posteriormente percebeu-se que a sua aplicação poderia ser mais abrangente. Willmott & McCarthy (2001) defendem que o OEE pode ser aplicado em diferentes contextos sendo eles o chão da fábrica, a linha de produção e o negócio como um todo.

2.2.4 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

As operações de *setup* são essenciais em todos os processos. Estas englobam a preparação, arrumação, montagem e remoção de ferramentas e materiais, medições e ajustes, bem como os testes e afinações finais (Shingo, 1985). Noutras palavras, Karam et al. (2018) descrevem o *setup* ou tempo de preparação como o tempo que decorre desde que sai a última unidade conforme de um produto até ao momento que sai a primeira unidade conforme do produto seguinte. Uma vez que as atividades de *setup* não acrescentam valor ao produto estas devem ser eliminadas ou reduzidas sempre que possível. Segundo Van Goubergen & Van Landeghem (2002) existem 3 principais razões para a diminuição dos *setups*:

- **Flexibilidade:** capacidade de responder melhor à procura do mercado, procura essa que corresponde a produtos cada vez mais diversificados em pequenos lotes que exigem uma rápida capacidade de resposta do processo produtivo;
- **Capacidade do *Bottleneck*:** Nos postos de trabalho que se apresentam como sendo o *bottleneck* de um processo, é crucial a diminuição dos tempos de preparação das máquinas, maximizando a sua disponibilidade.

- **Minimização de custos:** Se a máquina apresenta um aumento da sua disponibilidade, isto implica um melhor desempenho, e, portanto, uma redução dos custos.

Existem diferentes técnicas para diminuir os tempos de preparação, sendo uma das mais conhecidas o *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Este termo foi introduzido na década de 50 por Shingo (1985) e consiste numa técnica que pretende reduzir o tempo de *setup* de uma máquina para um valor com um único algarismo, isto é, um valor entre 0 e 9 minutos.

Esta técnica defende que as atividades de preparação de uma máquina podem ser distinguidas entre internas e externas, sendo as primeiras as que são realizadas com a máquina parada e as últimas com a máquina em funcionamento.

Para a aplicação correta desta técnica, existem, segundo Shingo (1985), 4 etapas ou estágios que devem ser seguidos:

- **Estágio preliminar:** nesta etapa, as atividades realizadas durante o *setup* dos equipamentos são estudadas. Para isso, os tempos das diferentes atividades são recolhidos, recorrendo a cronometragem e/ou filmagens das operações. Os trabalhadores devem ser envolvidos em entrevistas e discussões;
- **Estágio 1:** esta etapa tem como principal objetivo distinguir as operações internas das operações externas. Para este efeito, devem-se utilizar listas de verificação, verificação de funções e melhoria de transportes;
- **Estágio 2:** nesta etapa o foco passa por converter operações internas em externas. Para isso, dever-se-á antecipar operações, recorrer a padrões auxiliares e normalizar as funções.
- **Estágio 3:** esta etapa promove a simplificação de todos os aspetos da operação de *setup*, isto implica uma racionalização das operações internas e externas. Esta operação é essencial para se alcançarem tempos de preparação com apenas um dígito. Nesta etapa é comum implementar operações paralelas, racionalizar os transportes, recorrer a fixadores rápidos e automação, bem como tentar eliminar, sempre que possível, as afinações finais.

É de notar que depois de finalizado este processo, devem ser criados padrões de como as mudanças de máquina deverão ser efetuadas, para garantir que todas as melhorias alcançadas sejam realmente postas em prática e mantidas no futuro.

2.2.5 *Standard Work*

O *Standard Work* ou trabalho normalizado é uma das principais ferramentas da filosofia *Lean*, desta forma, os seus objetivos passam por eliminar desperdícios e aumentar a produtividade. O *Standard Work* corresponde a um conjunto de procedimentos que especificam e ajudam a determinar qual a sequência e métodos mais eficazes para a realização de um determinado processo (The Productivity Press Development Team, 2002).

Segundo The Productivity Press Development Team (2002), são essenciais três elementos para a criação do *Standard Work*:

1. **Takt Time:** corresponde ao ritmo que a produção deverá ter de forma a satisfazer a procura do cliente;
2. **Sequência de operações normalizadas:** sequência de operações que o operador deverá seguir ao realizar as suas tarefas, uma vez que representam a melhor forma de as executar, incluindo operações de abastecimento de material, de processamento e também as tarefas de pós-processamento;
3. **Quantidade de inventário normalizado:** é a quantidade mínima de inventário que deve existir para que a produção funcione ininterruptamente.

Segundo The Productivity Press Development Team (2002), a implementação do *Standard Work* pode trazer inúmeros benefícios tanto para a empresa como para os operadores. Como benefícios para a empresa é referida a redução da variabilidade, desperdícios e custos, bem como o aumento da qualidade. Adicionalmente, são destacados os tempos de entrega mais curtos e previsíveis e uma maior facilidade em alcançar a certificação ISO. Para o operador, a facilidade de aprendizagem de novas operações, de troca entre tarefas e de identificação de problemas são apontados como os principais benefícios. É também referida a contribuição com ideias por parte dos operadores, o que acaba não só por ser um benefício para estes, como para a empresa. Adicionalmente, Monden (1994), refere ainda a importante contribuição do *Standard Work* para a redução de acidentes.

Segundo The Productivity Press Development Team (2002), existem 4 passos para definir *Standard Work*:

1. Criação do diagrama *Parts-Production Capacity Worktable* (Figura 6a);
2. Criação do diagrama *Standard Operations Combination Chart* (Figura 6b);
3. Criação do diagrama *Work Methods Chart* (Figura 6c);

4. Criação do diagrama *Standard Operation Chart* (Figura 6d).

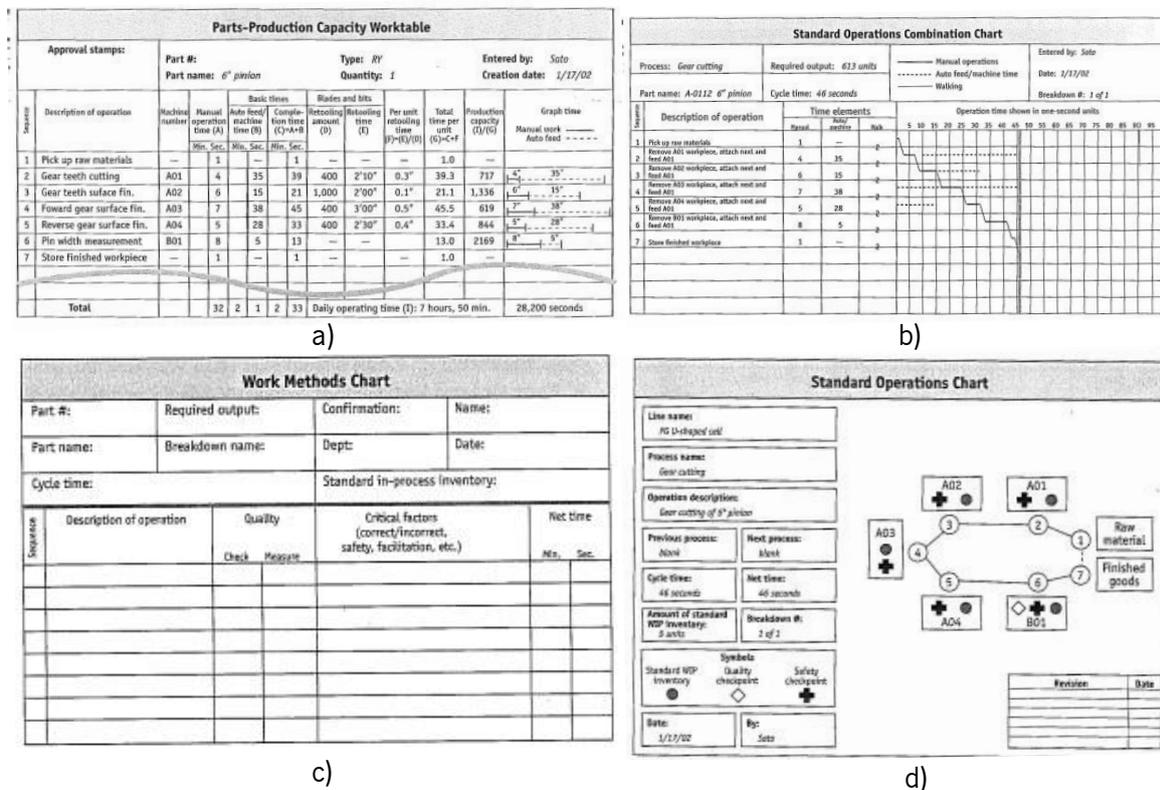


Figura 6 - Exemplo de um *Parts Production Capacity Chart* (a), de um *Standard Operation Combination Chart* (b), de um *Work Methods Chart* (c) e de um *Standard Operation Chart* (d) (The Productivity Press Development Team, 2002)

É de notar que os trabalhadores devem ser envolvidos durante todo o processo de definição do *Standard Work*, para que tenham mais facilidade em adotar os novos procedimentos, uma vez que a resistência por parte destes pode pôr em causa todo o projeto.

Liker & Meier (2006) defendem que o *Standard Work* é a base para a melhoria contínua, visto que para melhorar um processo deve ter-se um ponto de referência que sirva como termo de comparação. Desta forma, sempre que um *standard* é definido este não deverá ficar estático, devendo ser melhorado continuamente.

2.2.6 *Poka-yoke*

O dispositivo *poka-yoke* ou dispositivo à prova de erro, foi desenvolvido por Shingo (1986) no âmbito da filosofia *Zero Quality Control* (ZQC) com o objetivo de eliminar ou reduzir os defeitos nos produtos produzidos. Os sistemas *poka-yoke* possuem duas funções distintas, podendo realizar inspeções e detetar anomalias e, no caso de serem detetadas anomalias, emitir um *feedback*, atuando de imediato.

Quanto à função, estes dispositivos podem ser classificados em dispositivos de prevenção e detecção. Sendo que, os primeiros previnem o erro evitando que o mesmo ocorra, enquanto que os segundos não previnem os erros apenas evitam que estes se propaguem (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2009).

Quanto à natureza, estes dispositivos podem ser classificados em 3 classes (Saurin et al., 2012):

- **Natureza física:** bloqueiam o sistema produtivo, isto é, bloqueiam o fluxo de energia, matéria ou informação, não dependendo da interpretação do operador;
- **Natureza funcional:** ativa ou desativa um dispositivo como resposta a um determinado evento, não dependendo da interpretação do operador;
- **Natureza simbólica:** símbolos presentes no local de trabalho que dependem da interpretação do operador.

2.2.7 5S

A técnica 5S tem como objetivo manter o local de trabalho organizado e limpo, reduzindo os desperdícios e aumentando a produtividade, através da criação de regras e padrões (Freivalds & Niebel, 2014). Segundo Hirano (1995), os 5S servem de base para a melhoria contínua, sendo uma ferramenta crucial para a saúde e sobrevivência de uma organização.

Esta ferramenta compreende 5 etapas (Freivalds & Niebel, 2014):

1. *Seiri (Sort):* triagem do material do ambiente de trabalho, destacando a necessidade de separar os itens necessários daqueles que não são tão utilizados, eliminando tudo aquilo que não seja essencial;
2. *Seiton (Set in Order):* organização dos itens presentes no ambiente de trabalho de forma a facilitar a sua identificação bem como o seu manuseamento, assim como a alocação correta dos restantes artigos separados durante a primeira etapa;
3. *Seiso (Shine):* limpeza do ambiente do trabalho, inspeção e manutenção de equipamentos ou ferramentas;
4. *Seiketsu (Standardize):* criação de normas ou *standards* para a arrumação, organização e limpeza dos postos de trabalho;
5. *Shitsuke (Sustain):* criação de disciplina de forma a manter os padrões pré-estabelecidos, fazendo auditorias para verificar a sua implementação e promover a melhoria contínua.

Para Hirano (1995), esta ferramenta tem inúmeras vantagens, nomeadamente a redução dos tempos de preparação dos equipamentos, o aumento da qualidade, a redução de desperdícios e custos, a diminuição dos atrasos e o aumento da segurança. Contudo, os 5S também encontram resistência à sua implementação, sendo na sua maioria resistência por parte dos colaboradores. Desta forma, Randhawa & Ahuja (2017) destacam a necessidade do envolvimento da gestão de topo, bem como de todos os colaboradores para que esta ferramenta possa ser implementada com sucesso.

A ferramenta 5S é, segundo Womack & T.Jones (1996), crucial para a criação de um local de trabalho que facilite a gestão visual e a implementação da *Lean Production*.

2.2.8 Gestão visual

A gestão visual é definida por este autor como um sinónimo de transparência. Sendo assim, consiste em tornar todas as ferramentas e peças visíveis, assim como os indicadores de desempenho utilizados, para que, desta forma, o estado do sistema possa ser reconhecido por todos os colaboradores. Para além de permitir ver o desempenho, a gestão visual permite ainda perceber como o trabalho deve ser executado, mostrando onde os itens devem ser colocados, quais os procedimentos e fluxo de *standard work*, tornando mais fácil a identificação de desvios destas normas (Liker, 2004). Desta forma, para além do 5S anteriormente referido, a padronização é também uma das bases para a implementação da gestão visual (Werkema, 2012).

Em adição às vantagens anteriormente referidas a gestão visual melhora a comunicação, leva a um aumento da rapidez de resposta a anomalias e a uma maior consciencialização para a eliminação de desperdícios (Werkema, 2012).

2.2.9 5W2H

A ferramenta 5W2H é utilizada para a tomada de decisões e orientação de planos de ação, ajudando a discriminar os principais elementos dos mesmos. Esta ferramenta recorre a sete questões distintas que devem ser respondidas de forma a ter a informação mais correta possível sobre as ações a serem tomadas (Nakagawa, 2014).

1. *What?* Ação a ser executada ou problema a ser solucionado;
2. *Why?* Porquê desta ação estar a ser tomada ou este problema adereçado;
3. *Who?* Quem o responsável pela execução;
4. *Where?* Onde as ações ou medidas deverão ser tomadas;

5. *When?* Quando as ações deverão ser tomadas;
6. *How?* Como serão executados os procedimentos para atingir os objetivos definidos;
7. *How much?* Quanto custa realizar a ação ou quanto tempo é necessário para a mesma;

É essencial responder a estas questões de forma objetiva e clara, para tornar o plano de ação, também ele, objetivo e claro, permitindo assim alcançar os objetivos desejados.

2.2.10 Diagrama de *Ishikawa*

O Diagrama de *Ishikawa* também conhecido como *Fish-bone Diagram* permite explorar as causas ou os fatores que levam a um possível efeito ou problema (Mach & Guáqueta, 2001).

Normalmente o diagrama encontra-se organizado em categorias, Mach & Guáqueta (2001) descrevem, por exemplo, a estruturação em quatro categorias distintas, *man*, o fator humano, também descrito como homem ou mão-de-obra, *machine*, o fator relacionado com os equipamentos e máquinas, *method*, relacionado com os métodos de trabalho e, por fim, *material* (Figura 7). Para além destas categorias ainda podem surgir outras categorias, assim como subcategorias.

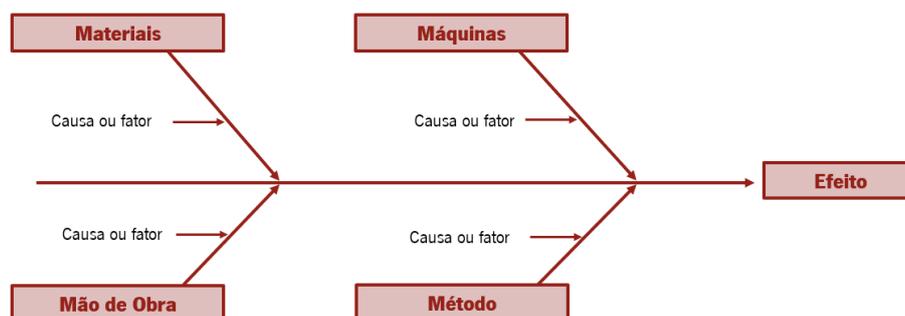


Figura 7 - Exemplo de diagrama de *Ishikawa*
(Fonte: adaptado de Mach & Guáqueta, 2001)

2.2.11 Métricas e indicadores de desempenho

Para melhor avaliar um sistema e compreender a evolução do mesmo é necessária a utilização de indicadores ou métricas de desempenho. Um *Key Performance Indicator* (KPI) é definido como um indicador que permite quantificar a *performance* da empresa nos seus fatores críticos de sucesso (Parmenter, 2015). Segundo Tapping & Shuker (2003), é de extrema importância determinar os indicadores que permitirão alcançar os objetivos *Lean*.

Alguns destes indicadores são:

– **Takt Time**

O *takt time* (TT) é definido por Monden (1994) como o intervalo de tempo em que o mercado absorve um produto. O *takt time* é calculado dividindo o tempo disponível num determinado período, pela procura estimada para aquele mesmo intervalo (equação 5).

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Procura}} \quad [5]$$

Desta forma, obter-se-á de quanto em quanto tempo deve ser produzido um produto para que este satisfaça a procura do cliente (Womack & T.Jones, 1996). Este é um indicador essencial para definir a capacidade da empresa, tanto a nível de equipamento como de operadores (Liker, 2004).

– **Tempo de Ciclo**

O tempo de ciclo (TC) corresponde ao intervalo de tempo entre a saída de dois produtos consecutivos do sistema produtivo ou posto de trabalho. Desta forma, este é calculado dividindo o tempo de produção pela quantidade produzida nesse intervalo (equação 6).

$$TC = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Quantidade produzida}} \quad [6]$$

Womack & T.Jones (1996) referem que de forma a satisfazer a procura o TC deve ser inferior ou igual ao TT. Quando isto não acontece pode haver necessidade de otimizar as tarefas de forma a diminuir TC ou então de aumentar a capacidade produtiva.

– **Eficiência**

A eficiência permite avaliar a percentagem do sistema que está a ser utilizada (equação 7).

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Quantidade produzida} \times \text{tempo padrão}}{\text{Tempo disponível para produção} \times n^{\circ} \text{ de operadores}} \quad [7]$$

– **Produtividade**

A produtividade é definida como a razão entre a produção que se conseguiu obter num determinado período e os recursos utilizados (equação 8). Frequentemente este indicador é expresso em quantidade produzida por horas-homem, visto a mão-de-obra ser um dos recursos mais críticos (Carvalho, 2006).

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade produzida}}{N^{\circ} \text{ operários} \times \text{horas de trabalho}} \quad [8]$$

– **Work in Process**

O *work in process* (WIP) corresponde à quantidade de produtos que deram entrada no sistema produtivo e iniciaram o seu processamento, mas que ainda não o terminaram (Carvalho, 2006). Estes artigos podem estar à espera de ser processados, a ser processados, a serem transportados ou outro.

2.3 Análise crítica

A filosofia *Lean* estando intimamente relacionada com o *Toyota Production System* é associada quase que de imediato à indústria automóvel. Contudo, antes desta indústria, a família Toyoda operava na área têxtil, sendo ainda nesta última que surgiram alguns dos mecanismos que serviriam de base aos conceitos que hoje associamos ao *Lean* (Liker, 2004).

Hoje em dia, o *Lean* disseminou-se pelas mais diversas indústrias, não sendo a têxtil uma exceção (Robertson et al., 2021). Este capítulo tem como objetivo estudar as particularidades de aplicação desta filosofia nesta indústria. Para isso, cinco artigos foram selecionados, quatro destes abordam a implementação da filosofia *Lean* nas indústrias têxtil de diversos países, sendo que três destes artigos focam nos resultados da implementação da mesma, enquanto o quarto artigo tem como principal foco as barreiras para implementação desta filosofia na indústria em causa. O quinto artigo distancia-se dos restantes, não sendo um caso de estudo numa empresa específica, mas sim uma avaliação do impacto da aplicação do *Lean* no setor têxtil de um determinado país. Na Tabela 2 pode ser observado um resumo dos detalhes dos artigos em causa.

Tabela 2 - Resumo dos artigos usados na análise crítica

Nº	Artigo	Referência	País	Descrição do artigo
1	<i>Application of Lean Tools Case Study in a Textile Company</i>	(Baptista et al., 2021)	Portugal	Implementação de <i>Lean</i> , usando a metodologia investigação-ação, recorrendo às seguintes etapas: diagnóstico, planeamento, implementação, avaliação e aprendizagem.
2	<i>Implementing Selected Lean Tools to Improve Efficiency in a Dyeing Unit of a Textile Factory</i>	(Islam et al., 2021)	Bangladesh	Implementação de ferramentas <i>Lean</i> , numa secção selecionada da empresa. Foram realizadas diversas etapas: observação, pré-implementação (diagnóstico dos principais problemas), período de treinamento, implementação das ferramentas, observação pós-implementação e comparação de resultados.
3	<i>Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing Practices of 5S &</i>	(Bukhsh et al., 2021)	Paquistão	Implementação de ferramentas <i>Lean</i> de acordo com as seguintes etapas: Recolha e análise de dados; Implementação do SMED; Pesquisa para implementação do 5S; Implementação do 5S; Comparação de resultados.

	<i>Single Minute Die Exchange (SMED)</i>			
4	<i>Barriers for Lean implementation in the textile industry</i>	(Robertson et al., 2021)	Letônia	Revisão da literatura das principais barreiras do <i>Lean</i> . Análise das principais barreiras do <i>Lean</i> na indústria têxtil tendo como base um caso de estudo. Comparação das barreiras já documentadas e das descobertas com o estudo.
5	<i>Impact of Lean Manufacturing on the Operational Performance: Evidence from Textile Industry</i>	(Naeem et al., 2021)	Paquistão	Realização de questionários a várias empresas têxteis de forma a perceber como a aplicação de ferramentas <i>Lean</i> nesta indústria influencia a <i>performance</i> operacional.

Baptista et al. (2021), Islam et al. (2021) e Bukhsh et al. (2021) mostram estruturas semelhantes, sendo comum existir uma fase inicial de diagnóstico, de recolha e análise de dados da situação atual, para posteriormente se proceder à implementação das ferramentas. Em todos eles a fase final passa por uma avaliação de resultados comparando os indicadores antes e após implementação das ferramentas *Lean*. Estes artigos destacam a necessidade de envolver os trabalhadores nos processos de mudança, dando formação aos mesmos sempre que necessário.

Na Tabela 3 é possível perceber de uma forma simplificada as ferramentas utilizadas em cada artigo bem como os resultados alcançados.

Tabela 3 - Ferramentas utilizadas e resultados alcançados nos artigos em estudo

Nº	Artigo	Referência	Ferramentas Utilizadas	Resultados Alcançados
1	<i>Application of Lean Tools Case Study in a Textile Company</i>	(Baptista et al., 2021)	5S, SMED, gestão visual	Melhoria da comunicação e da organização do espaço de trabalho, redução dos tempos de espera, dos tempos de preparação de máquinas e dos <i>stocks</i> .
2	<i>Implementing Selected Lean Tools to Improve Efficiency in a Dyeing Unit of a Textile Factory</i>	(Islam et al., 2021)	TPM, OEE, 5S	Diminuição dos tempos de inatividade da máquina, aumento do OEE e aumento da eficiência em 6,34%.
3	<i>Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED)</i>	(Bukhsh et al., 2021)	SMED, 5S	Diminuição dos tempos de preparação das máquinas de 142 minutos para 117 minutos.
4	<i>Barriers for Lean implementation in the textile industry</i>	(Robertson et al., 2021)	5S, VSM, TPM	Aumento da eficiência (16% no primeiro ano e 7% no segundo ano), diminuição de produtos defeituosos, diminuição das deslocações de funcionários e melhoria na organização do espaço de trabalho.

Através da análise destes artigos conclui-se que diferentes metodologias e ferramentas *Lean* podem ser utilizadas na indústria têxtil. Destacam-se as ferramentas 5S, SMED e TPM como sendo as mais comuns

nos artigos em estudo. É também possível perceber que as melhorias alcançadas são várias desde o aumento da eficiência, a diminuição dos tempos de preparação das máquinas e a melhoria da organização dos espaços de trabalho.

Robertson et al. (2021) reuniu um conjunto de barreiras como sendo aquelas mais comuns na indústria têxtil do país em estudo. Parte destas barreiras foram definidas como sendo transversais a mais indústrias, como é o caso da falta de conhecimento por parte dos trabalhadores e da gerência, falta de equipamentos, um sistema de compensação não baseado nos resultados globais da empresa, dificuldade na integração de fornecedores e a resistência por parte dos trabalhadores. Contudo algumas destas barreiras foram definidas como sendo específicas da indústria têxtil, sendo elas: o absentismo de trabalhadores, a dependência do comportamento dos mesmos, as curvas de aprendizagem, o alto grau de incerteza no planeamento da produção, o alto grau de variabilidade e a falta de trabalhadores qualificados. Desta forma, na implementação da filosofia *Lean* numa empresa têxtil deve ter-se sempre em atenção estes fatores percebendo de que forma estas questões poderão ser contornadas.

Naeem et al. (2021) concluem no seu estudo nas empresas têxteis paquistanesas que as práticas *Lean Manufacturing* têm um impacto significativo na *performance* operacional das empresas, contribuindo para a eliminação de desperdícios e aumento da eficiência dos processos. Este autor destaca o JIT, a melhoria contínua (*Kaizen*), o 5S e o *Jidoka* como tendo uma correlação positiva com a *performance* das organizações. Estes resultados vão de encontro ao concluído pelos restantes autores ao realizarem os seus casos de estudo em empresas.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é feita uma breve apresentação da J.F. Almeida, realçando os produtos e serviços que esta oferece, bem como os mercados em que atua. Abordam-se também temas como a missão e valores da empresa e um pouco da sua expansão e crescimento recentes. Numa fase posterior, as instalações da empresa são apresentadas juntamente com um resumo do seu processo produtivo.

3.1 Identificação da empresa

A J.F. Almeida, S.A., fundada em 1979 por Joaquim Ferreira de Almeida é uma empresa familiar focada no setor têxteis Lar. A empresa com sede em Guimarães tem uma estrutura vertical iniciando a sua cadeia produtiva na fiação, passando pela tecelagem, tinturaria e acabamentos, seguindo-se a confeção e por fim a expedição. Para suportar estes diferentes processos a empresa conta com uma equipa de mais de 670 colaboradores, dividida em cinco núcleos.

Os principais produtos da empresa são o fio cru, o fio tingido, o fio multicolor, os felpos e os artigos acabados constituídos por artigos de cama, banho, mesa e praia (Figura 8). Para além destes produtos a J.F. Almeida é conhecida pela ampla gama de serviços que fornece aos seus clientes, sendo estes o tingimento de fio, felpos, colchas e telas incluindo o desenvolvimento de cores, a bobinagem e parafinagem de fio e o acabamento de tecido. A empresa orienta-se para a exportação que representa cerca de 80% da sua produção e dá suporte às marcas *Mi Casa Es Tu Casa* e *Emoh textiles emotions at home*.

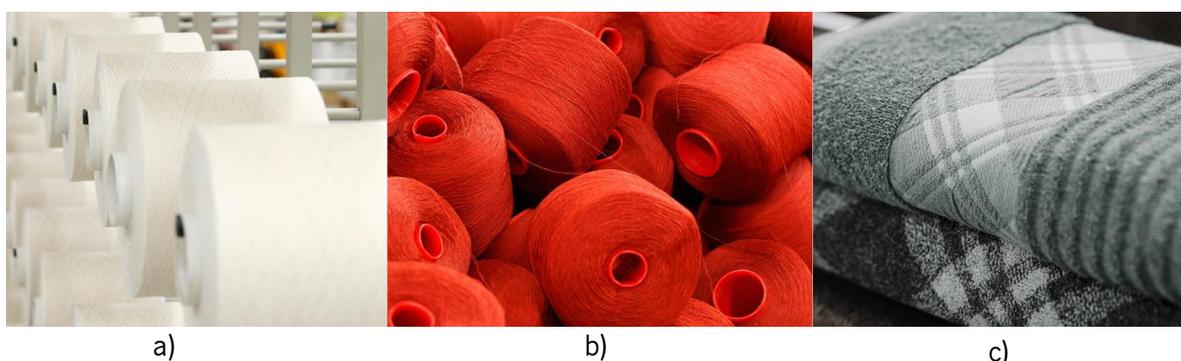


Figura 8 - Exemplos de produtos da J.F. Almeida: fio cru (a), fio tingido (b) e produto acabado (c)

(Fonte: J.F.A, 2022)

3.2 Missão e valores

A J.F. Almeida mantém com os seus clientes a proximidade própria de uma empresa familiar, sempre com o objetivo de oferecer serviços e produtos de qualidade, apostando na criatividade e inovação.

O sucesso da empresa e o seu reconhecimento nacional e internacional, devem-se em muito aos valores que regem esta organização. São eles a qualidade, versatilidade, rapidez, credibilidade, organização e ambição. Para além disso, a empresa tem trabalhado no sentido de se tornar mais consciente e responsável em relação à comunidade, tendo sempre presentes as questões ambientais e de sustentabilidade assim como o bem-estar dos seus colaboradores.

3.3 Expansão e crescimento da empresa

Devido à evolução e aumento da competitividade dos mercados, a J.F. Almeida sentiu a necessidade de responder às novas exigências do mercado. Deste modo, aumentaram a sua capacidade produtiva de forma a conseguir responder não só à procura de produtos têxtil lar produzidos internamente, mas também aumentar a sua capacidade de produção para clientes externos, em áreas como a fiação e a tinturaria.

Este aumento da capacidade produtiva é possível graças ao investimento de mais de 20 milhões de euros em novos equipamentos, recursos humanos e infraestruturas. A empresa procura investir na modernização de equipamentos e na investigação procurando sempre a inovação e diferenciação. Para além disso, tem sempre em vista a sustentabilidade investindo na instalação de painéis solares que permitirão a produção de energia limpa.

Este aumento de capacidade vai de encontro a outras exigências do mercado atual, nomeadamente a maior rapidez na resposta à procura, criando produtos cada vez mais personalizados em menos tempo.

Neste momento, a empresa depara-se com o aumento dos custos energéticos e dos custos das matérias-primas, como também com problemas de transporte e logística, desafios estes, transversais a várias indústrias. Adicionalmente, a J.F. Almeida, lida também com a dificuldade de encontrar colaboradores para a indústria. Apesar de no ano de 2020 o volume de negócios ter descido 5% em relação ao ano anterior, rondando os 40 milhões de euros, no ano de 2021 houve uma rápida recuperação sendo o volume de negócios desse ano de 52 milhões de euros.

3.4 Instalação fabril

A J.F. Almeida organiza-se em cinco núcleos distintos, sendo eles o Núcleo A, o Núcleo B, o Núcleo C, o Núcleo D e o Núcleo E. Estes 5 edifícios encontram-se num raio de dois quilómetros.

O Núcleo A é a sede da empresa, é neste núcleo que se localizam os serviços de administração, gestão e o departamento técnico. É também aqui que se localizam os processos de preparação e tecelagem, com capacidade de produzir 450 toneladas de tecido por mês (Figura 9).

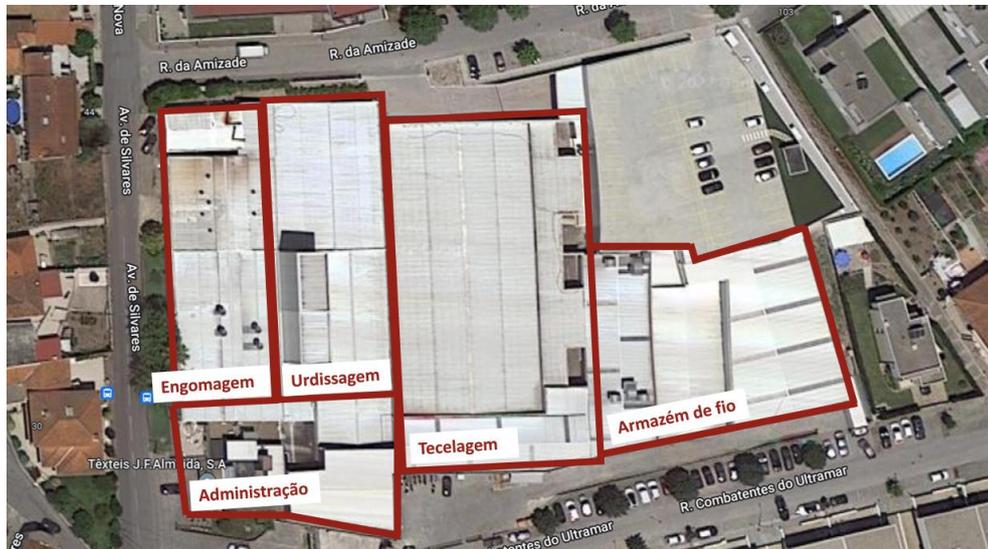


Figura 9 - *Layout* do núcleo A
(Fonte: Geocar)

O Núcleo B é responsável pelos processos de tinturaria, sendo esta uma das maiores da Europa com capacidade para tingimento de 1100 toneladas por mês. Para além da secção da tinturaria de fio e felpo, ainda neste polo, é possível encontrar uma secção de acabamentos, uma confeção para produtos internos, uma secção de bobinagem e parafinação de fio tingido bem como armazenamento de produtos acabados e a sua expedição (Figura 10).

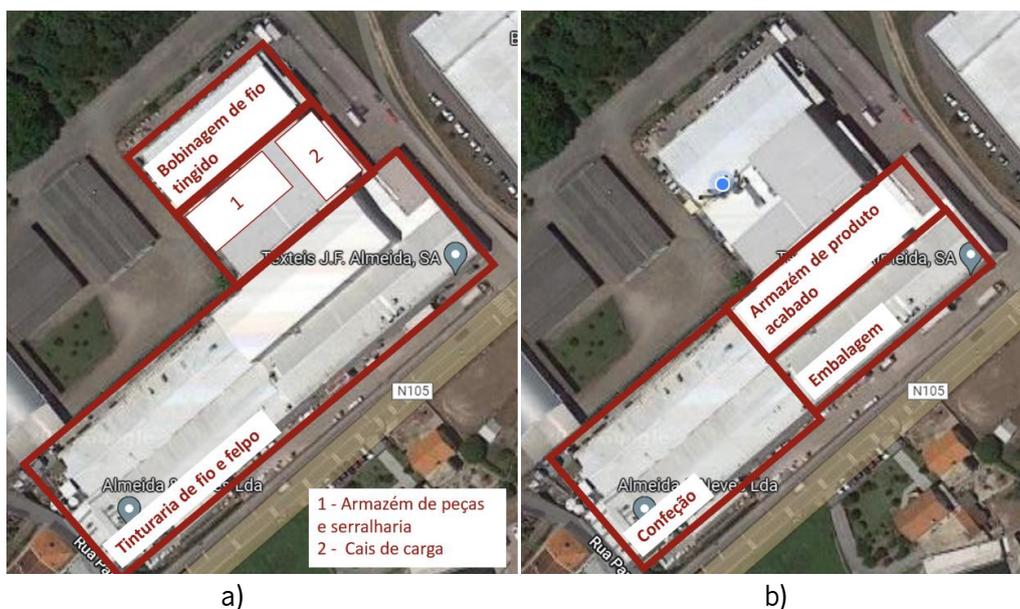


Figura 10 - *Layout* do núcleo B, piso 0 (a) e piso 1 (b)
(Fonte: Geocar)

O Núcleo C é o polo de fiação, com capacidade de produzir 850 toneladas de fio por mês, com uma grande variedade tanto a nível das composições como de títulos de fio (Figura 11).

O Núcleo D também denominado de Polo Logístico tem capacidade para armazenar 4400 paletes. Este edifício permitiu à empresa lidar com o seu crescimento recente e contribuiu para uma maior capacidade de resposta junto dos seus clientes (Figura 11).



Figura 11 - *Layout* do núcleo C e D
(Fonte: Geocar)

O Núcleo E apresenta-se como um polo de armazenamento de fio, possuindo uma bobinagem de fio cru e também uma confeção de robes (Figura 12).



Figura 12 - *Layout* do Núcleo E, piso 0 (a) e piso 1 (b)
(Fonte: Geocar)

3.5 Processo produtivo

Na Figura 13 observa-se um resumo esquemático dos processos da J.F. Almeida.

O processo produtivo inicia-se na fiação, onde é produzido fio de diferentes misturas e títulos. O fio produzido nesta secção pode ter diferentes destinos: tinturaria de fio, tecelagem, bobinagem de fio cru ou cliente final. Para além da produção interna de fio, a empresa recebe fio diretamente do cliente ou adquire fio de composições e títulos não produzidos internamente. Após a bobinagem de fio cru o fio é encaminhado para a tinturaria.

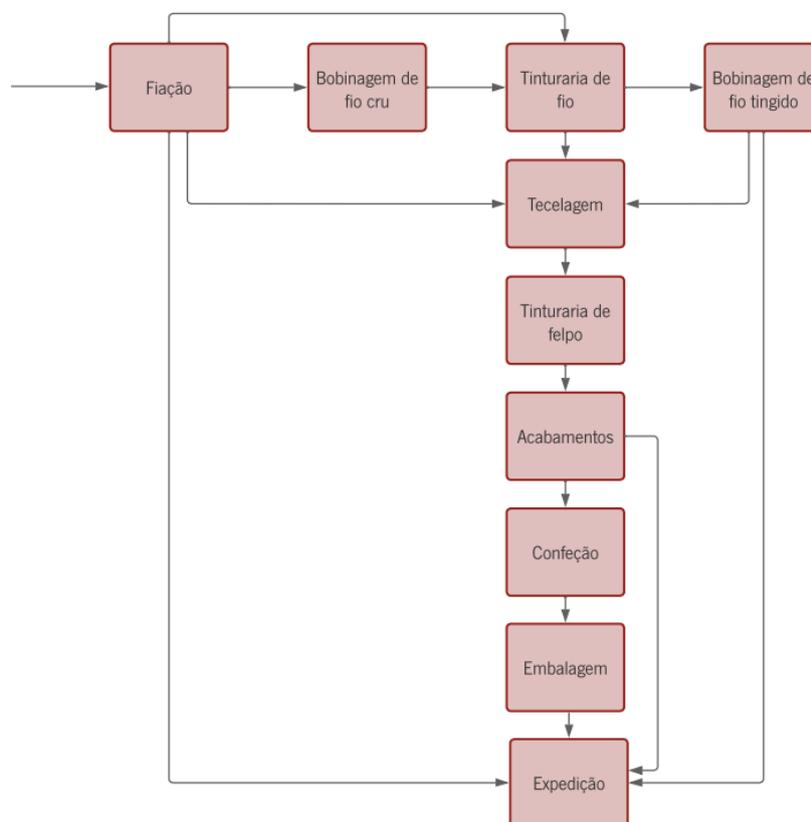


Figura 13 - Representação esquemática do processo produtivo da J.F. Almeida

O fio que passa pelo processo de tingimento pode ir diretamente para a tecelagem ou pode ser encaminhado para a bobinagem de fio tingido. Por sua vez, o fio tingido bobinado pode ter dois destinos distintos sendo um deles o cliente final e o outro a tecelagem interna da empresa.

Os fios cru e tingido, que chegam à tecelagem são transformados em tecidos. Estes tecidos passam, se necessário, pelos processos de tingimento e de acabamento. O tecido, depois de tratado, pode ser expedido para o cliente final ou então ser encaminhado para a confeção, onde se finaliza o produto interno que posteriormente é embalado e expedido.

4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é apresentada a situação atual das secções em que o projeto foi desenvolvido, isto é, a secção de bobinagem de fio cru e a secção de bobinagem de fio tingido. Inicialmente, faz-se uma breve descrição das mesmas, destacando as matérias-primas e maquinaria bem como os processos de cada uma delas. Posteriormente, realiza-se uma análise crítica apresentando uma síntese dos problemas encontrados, recorrendo a algumas ferramentas *Lean*.

4.1 Identificação e descrição das secções em estudo

A presente dissertação teve como foco uma parte dos processos da fição, nomeadamente as secções de bobinagem. A empresa definiu que o projeto seria nestas secções pois existia a noção que estas apresentavam alguns problemas nomeadamente tempos de preparação de máquinas muito elevados que levavam a pouca flexibilidade na produção. O VSM representado na Figura 14 pretende representar as secções em estudo, abordando também a secção de tingimento que acaba por ter uma relação estreita com estas.

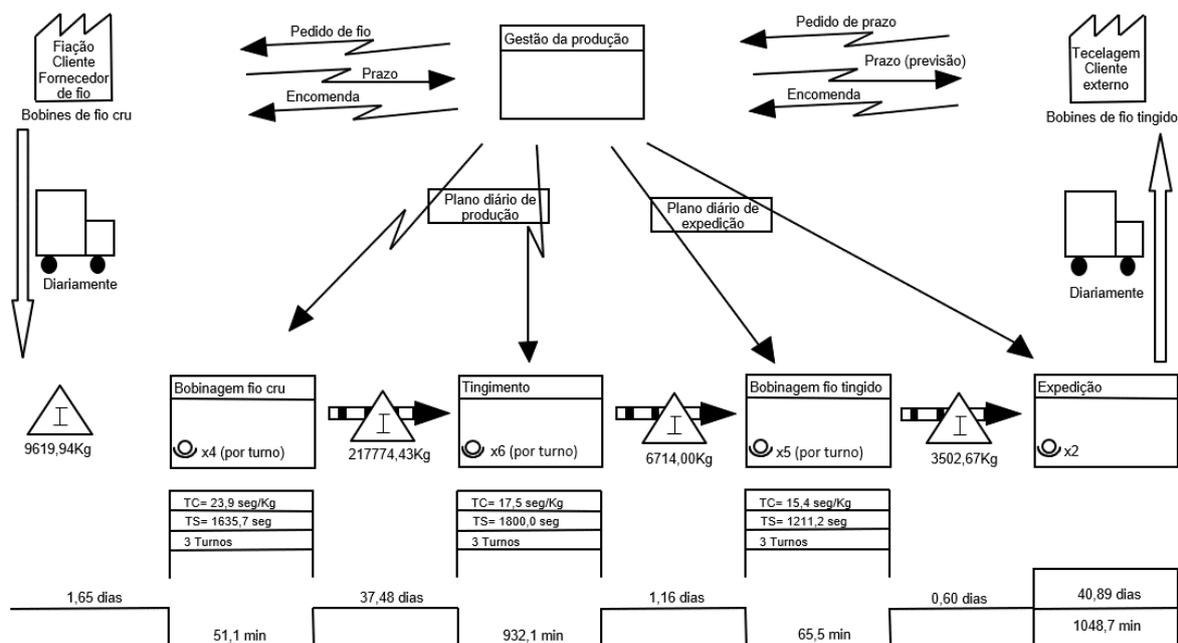


Figura 14 - VSM da situação atual

Para a construção do VSM foram recolhidos diversos dados nomeadamente o tempo de ciclo das diferentes secções, o tempo de preparação das máquinas, o TT e o WIP entre os processos.

O sistema produtivo da empresa funcionava segundo uma filosofia *push*. O *bottleneck* era, neste caso, a bobinagem de fio cru, no entanto verifica-se a existência de um elevado stock entre a secção de bobinagem de fio cru e o tingimento devido à política que a empresa tem de evitar que o tingimento pare. Foi possível calcular o rácio do valor acrescentado (RVA), que mostrou que apenas 1,78% do tempo em que o fio estava na empresa era tempo que acrescentava valor ao produto. O tempo de ciclo (TC) de 23,90s/kg, era superior ao *takt time* (TT) de 14,87s/kg, pelo que não era possível satisfazer a procura do cliente.

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível em um dia}}{\text{Procura diária}} = \frac{8 \text{ horas} * 60 \text{ minutos} * 3 \text{ turnos} * 60 \text{ segundos}}{5810 \text{ kg}} = 14,87 \text{ s/kg} \quad [9]$$

4.1.1 Matéria-prima e produto acabado

As secções em questão trabalham com bobines de fio cru (Figura 15a) e bobines de fio tingido (Figura 15b).

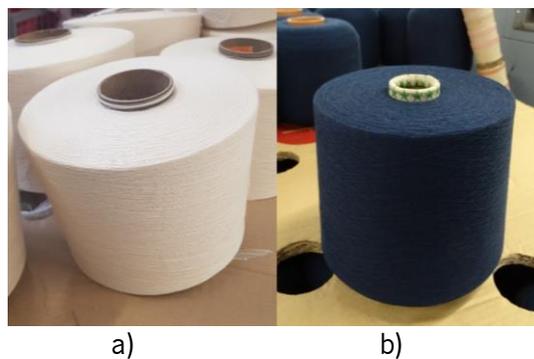


Figura 15 - Bobine de fio cru (a) e bobine de fio tingido (b)

Tanto as bobines de fio cru como de fio tingido apresentam diferentes características. Uma dessas características é a composição do fio, que varia de acordo com as fibras que o constituem. A J.F. Almeida trabalha com uma grande variedade de fibras, incluindo fibras sintéticas, naturais e artificiais.

Fibras naturais: algodão, lã, linho, bambu, cânhamo;

Fibras artificiais e sintéticas: viscose, *lyocell*, modal, poliamida, poliéster.

Os fios são constituídos pelas fibras acima mencionadas ou por misturas das mesmas.

Para além da questão da composição, o fio pode apresentar diferentes títulos e diferentes características de torção. Para o título do fio, a J.F. Almeida utiliza o sistema inglês Ne. Esta característica está relacionada com a grossura do fio, desta forma, quanto mais fino o fio, maior o valor de Ne. Para além disso, nesta numeração, é também discriminado o número de cabos, a título de exemplo, um fio com Ne 24/2 é formado por dois cabos de Ne 24 e a nível de espessura é o equivalente a um fio de Ne 12. A empresa

usa a designação “Valor Ne” para realizar cálculos envolvendo esta característica, o “Valor Ne” de um fio 24/2 é 12.

Para além de todas as características relacionadas com o fio, as bobines podem estar bobinadas em dois tipos de cones. Os cones de cartão (Figura 16a) e os cones de tinto (Figura 16b). Sendo estes últimos cones de plástico perfurados, próprios para o processo de tingimento.



a) b)
Figura 16 - Cone de cartão (a) e cone de tinto (b)

A matéria-prima da secção de bobinagem de fio cru são bobines de fio cru em cones de cartão e o seu produto acabado são bobines de fio cru em cones de tinto, já a matéria-prima da secção de bobinagem de fio tingido são bobines de fio tingido em cone tinto e o seu produto acabado são bobines de fio tingido em cone de cartão. O fio presente na bobinagem de fio tingido pode ainda apresentar diversas cores de acordo com o seu tingimento, o que acrescenta complexidade a esta secção.

4.1.2 Máquinas

As duas secções de bobinagem combinadas possuem um total de 9 máquinas bobinadeiras (Apêndice 1), que apesar de realizarem processos semelhantes, variam no modelo, no número de fusos e também no nível de automatização, o que implica diferenças no modo de operar a máquina. Na Tabela 4 é possível observar um resumo das características das diferentes máquinas.

Tabela 4 - Características das bobinadeiras

Máquina	Secção	Nº de Fusos	Grupos
B01 - Schlafhorst AC338	Bobinagem de fio tingido	50	1-10;11-20;21-30;31-40;41-50
B02 - Schlafhorst AC238	Bobinagem de fio tingido	48	1-16;17-32;33-48
B03 - Schlafhorst AC238c	Bobinagem de fio tingido	48	1-16;17-32;33-48
B04 - Savio Polar	Bobinagem de fio cru	50	1-12;13-26;27-38;39-50
B05 - Savio Orion	Bobinagem de fio tingido	49	1;2-12;13-26;27-38;39-50
B06 - Schlafhorst AC5	Bobinagem de fio cru	50	Sem grupos definidos

B07 - Schlafhorst AC6	Bobinagem de fio cru	70	Sem grupos definidos
B08 - Schlafhorst AC338	Bobinagem de fio tingido	60	1-10;11-20;21-30;31-40;41-50;51-60
B09 - Schlafhorst AC6	Bobinagem de fio cru	70	Sem grupos definidos

Como é possível observar, o número de fusos varia de máquina para máquina, e estes fusos estão organizados, na maioria das máquinas, em grupos de fusos. Cada fuso corresponde a uma unidade da máquina onde uma bobine podia ser processada (Figura 17). Sendo assim, quanto maior o n° de fusos, maior a capacidade da máquina.



Figura 17 – Fuso de uma bobinadeira

Adicionalmente, a secção de fio tingido apresenta ainda uma vaporizadora, máquina responsável por dar humidade ao fio, processo este, que quando necessário, ocorre após a bobinagem (Figura 18).



Figura 18 - Fotografia da vaporizadora

4.1.3 Mão de obra

Estas secções trabalham 5 dias por semana, em regime de três turnos, sendo estes das 6h às 14h, das 14h às 22h e das 22h às 6h.

Na secção de bobinagem de fio cru existe um trabalhador por máquina o que corresponde a 4 funcionários por turno, dos quais um é chefe de turno. Adicionalmente existem 3 funcionários no armazém.

Na secção de bobinagem de fio tingido existe também um trabalhador por máquina, o que corresponde a 5 funcionários por turno, dos quais um é o chefe de turno. Para além disso, existem 2 funcionários no armazém.

Estas secções contam ainda com 1 mecânico que trata das reparações e manutenção das máquinas. Para gerir estas duas secções existem mais 2 funcionários que são responsáveis por efetuar o planeamento da produção, a gestão de transportes, a gestão de *stocks* e a coordenação das secções em questão com as restantes secções da empresa.

4.1.4 Descrição do processo produtivo de bobinagem de fio cru

Na secção de bobinagem de fio cru (Figura 19), o fio chega em bobines que possuem um peso variável. Estas bobines são processadas de forma a originarem bobines que como padrão possuem 1kg. Nesta secção existe a preparação do fio para que este possa ser processado pela tinturaria, desta forma, o fio que chega em cones de cartão é bobinado para cones de tinto.

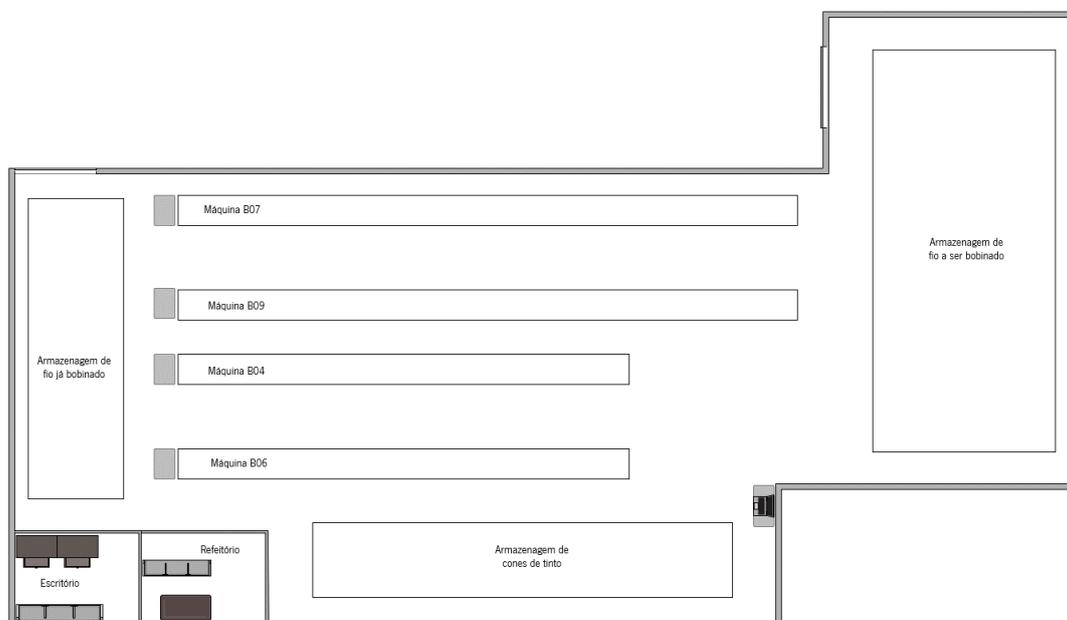


Figura 19 - *Layout* da secção da bobinagem de fio cru

Esta secção encontra-se junto ao armazém de fio da empresa, onde os lotes de fio ficam armazenados. Este fio pode ser proveniente da fiação, de um fornecedor externo, ou então pode ser fio do cliente. Quando uma nova ordem de produção é requerida, o material é levado para a bobinagem de fio cru. Este vem acompanhado por uma ficha de produção que, para além de possuir um código de barras identificador, discrimina o lote, o tipo e título do fio, o fornecedor do mesmo, bem como o cliente e o número de bobines e quilos a ser processados (Anexo 1). Sempre que um novo produto é carregado na máquina, é registado no *Multi* (sistema informático usado pela empresa) o início da sua produção.

O fio para além de ser bobinado é também depurado. A depuração ocorre em simultâneo com a bobinagem e corresponde à identificação e eliminação de partes defeituosas do fio, nomeadamente zonas mais finas ou mais grossas que podem comprometer a qualidade dos produtos que utilizam o fio em questão.

Quando as bobines terminam o seu processamento o trabalhador realiza a paletização ou embalagem das mesmas, transportando-as para a zona de armazenagem. A máquina é carregada até que o produto em causa termine, momento que também é registado no *Multi*. Aquando deste registo, são registados o número de quilos e o número de bobines que foram produzidos, o número de fusos utilizados e a velocidade a que a máquina trabalhou. De notar que as máquinas desta secção operam com a ajuda de robôs que realizavam parte das tarefas de preparação de máquina.

As bobines ficam armazenadas no armazém de fio do núcleo E até serem necessárias na tinturaria. Quando este momento chega, um trabalhador do armazém é responsável por preparar a partida para a tinturaria, isto é, separar os conjuntos de bobines que vão entrar na mesma máquina de tingimento.

Limpeza

Nesta secção ocorre uma limpeza de fim de turno que implica a limpeza da máquina, do chão e da mesa de trabalho, para esta tarefa são destinados 30 min do tempo disponível por turno. Para além disso, existe uma limpeza semanal que ocorre no último turno de sexta-feira. Esta inclui, para além das tarefas já referidas, a limpeza do aspirador, motores e tapetes assim como a remoção e limpeza das tampas móveis de cada fuso. Para esta operação reserva-se entre 60 a 90 minutos.

Planeamento de produção

Nesta secção não existe planeamento de produção a médio/longo prazo. O responsável da secção todos os dias verifica o fio que a tinturaria vai precisar e faz os seus pedidos a fornecedores, ou à fiação. Estes fios juntamente com aqueles deixados pelos clientes são encaminhados para o armazém da bobinagem

de fio cru, e vão sendo bobinados conforme são necessários. Nesta secção realiza-se também a bobinagem de fio para *stock* dos fios que a tinturaria mais consome.

Controlo de qualidade

Existe um controlo visual das bobines processadas, analisando se há ou não necessidade de rebobinar.

4.1.5 Descrição do processo produtivo de bobinagem de fio tingido

Depois de tingido, o fio é encaminhado para a secção de bobinagem de fio tingido. Esta secção tem o *layout* presente na Figura 20 e Figura 21.

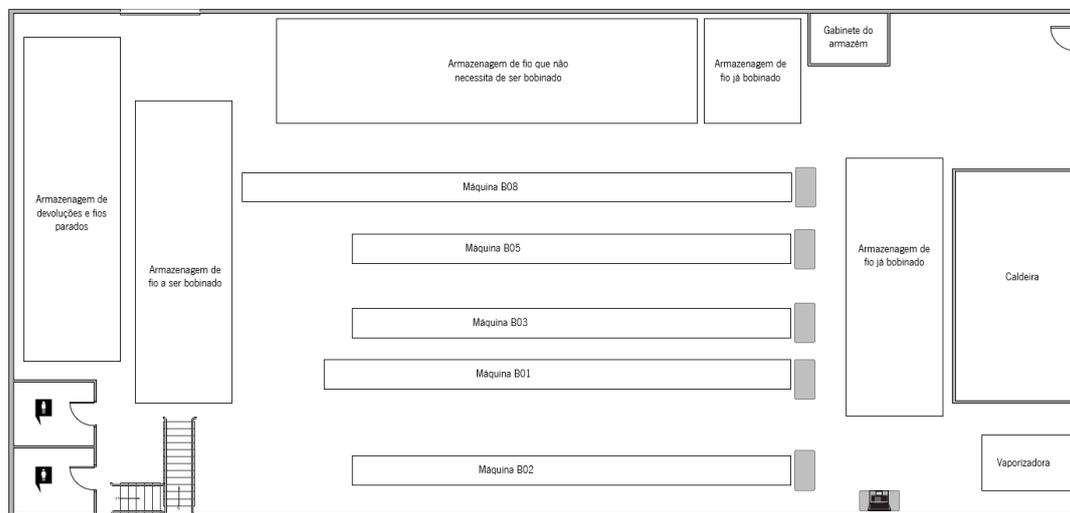


Figura 20 - *Layout* da secção de bobinagem de fio tingido (piso 0)

Parte do material que chega a esta secção não precisava de ser bobinado, uma vez que irá para o cliente em cone de tinto, outra parte necessita de ser bobinado, sendo armazenada em zonas distintas.



Figura 21 - *Layout* da secção da bobinagem de fio tingido (piso 1)

O material que chega a esta secção vem acompanhado de uma ficha de produção (Anexo 2) que, para além de possuir um código de barras, discrimina o tipo e título do fio, a cor, o cliente, o lote, a partida e o número de bobines e quilos. Como referido anteriormente, a partida corresponde a um conjunto de bobines processadas na mesma máquina de tingimento, que, sendo assim, apresentam as mesmas características. A empresa tem como norma não misturar bobines de partidas distintas, mesmo que tingidas na mesma cor.

Sempre que o operador pretende iniciar uma nova partida este regista no *software Multi* o início da mesma. Durante o tempo de processamento, a bobine, para além de passar pelo processo de bobinagem e depuração, pode adicionalmente ser parafinada, de acordo com aquilo que é especificado para cada partida. O processo de parafinação corresponde a passar o fio por parafina para que, desta forma, este adquira propriedades hidrorrepelentes e deslizantes.

Quando a máquina termina o seu processamento, o trabalhador repete o seu carregamento até que a partida termine, quando isto acontece, este deve registar o fim da mesma no *Multi*. Aqui, as mesmas informações registadas na bobinagem de fio cru são tidas em conta. Esta secção, ao contrário da anterior, não utiliza robôs.

O material que é descarregado da máquina é analisado e, caso necessário, encaminhado para o processo de vaporização. O fio é encaminhado para este processo quando apresenta baixa humidade. De seguida, o material é embalado ou colocado em paletes de acordo com as especificações de cada cliente. Os processos de embalagem/paletização são realizados pelos operadores das máquinas.

Depois disto, as bobines vão para a zona de armazenagem, onde aguardam para ser expedidas juntamente com as bobines que não necessitam de ser bobinadas. Esse fio é expedido, ou para cliente externo, ou para uso interno na secção da tecelagem da empresa.

Limpeza

Sempre que existe troca de partida, deve ser realizada uma limpeza à máquina para evitar a contaminação com algodão de diferentes cores. Adicionalmente, existem duas limpezas que devem ser tidas em conta, a limpeza de fim de turno e a limpeza semanal semelhantes às que ocorrem na bobinagem de fio cru.

Planeamento de produção

Nesta secção não existe planeamento a médio ou longo prazo, existe apenas uma lista de entregas diárias, daquilo que deve ser expedido no próprio dia. Sendo assim, o planeamento é feito pelo chefe de

secção e pelos chefes de turno ao longo do dia, tendo em conta aquilo que necessita de ser expedido e aquilo que se encontra no armazém.

Controlo de qualidade

Durante a bobinagem e parafinagem, os trabalhadores normalmente prestam atenção a anomalias no tingimento reportando ao chefe de secção, se necessário. Para além disso, fazem um controlo visual das bobines processadas, analisando se existe ou não necessidade de rebobinar.

4.2 Cálculo da eficiência e produtividade

Foram calculadas as eficiências e produtividades das secções em estudo. Para isso foi utilizada a equação 7 e a equação 8, respetivamente. Estes cálculos tiveram em atenção o período de uma semana durante o mês de fevereiro e os 3 turnos que operavam por dia nas secções em estudo. Para estes cálculos foram utilizados os dados registados pelos trabalhadores no *Multi*.

Na bobinagem de fio cru foi obtida uma eficiência de 61,26% enquanto na bobinagem de fio tingido este valor foi de 60,32%. Estes valores são semelhantes e mostram que existia uma margem considerável de melhoria.

A produtividade calculada foi de aproximadamente 79 quilos/h.homem na secção de fio cru e 48 quilos/h.homem na secção de fio tingido, tendo em conta que em cada máquina operava um trabalhador será equivalente dizer 79 ou 48 quilos/h-máquina. A diferença de valores poderia ser, em parte, justificada pelo facto que as máquinas da bobinagem de fio cru têm, em média, 60 fusos enquanto as de fio tingido têm, em média, 51 fusos.

4.3 Cálculo do OEE atual

4.3.1 Cálculo do OEE na bobinagem de fio tingido

De forma a analisar o sistema mais detalhadamente, foi calculado, inicialmente o OEE para as 5 máquinas da bobinagem de fio tingido.

Para este cálculo foi necessário proceder à recolha de todos os dados relativos ao funcionamento das máquinas, uma vez que estas não realizavam nenhum tipo de registo automático da sua produção. O único registo era feito pelos trabalhadores no sistema informático da empresa, mas não continha valores como o tempo de funcionamento das máquinas nem o registo das suas paragens, sejam estas paragens por avarias ou paragens para *setup*, entre outras.

A recolha destes dados foi feita por observação direta durante o mês de fevereiro. O período de observação foi de 3 dias para cada uma das máquinas, tendo sido observado o primeiro turno, isto é, das 06:00h às 14:00h.

Para o cálculo do OEE das máquinas em estudo, foi necessário repensar a forma como este cálculo seria feito. Como referido anteriormente cada máquina era composta por um grande número de fusos, e cada fuso era iniciado, terminava e apresentava paragens em momentos distintos. Adicionalmente, cada grupo de fusos podia estar a trabalhar em diferentes produtos, com velocidades variadas e a fazer diferentes tarefas, o que impossibilitava o cálculo do OEE da forma tradicional.

Sendo assim, primeiro calculou-se o OEE através da fórmula simplificada (equação 10).

$$OEE = \frac{\sum(\text{Tempo de ciclo ideal} \times \text{Peças sem defeito})}{\text{Tempo de abertura}} \quad [10]$$

O tempo de abertura foi calculado tendo em conta o tempo planeado para a máquina trabalhar, isto é, 8h por turno, menos as paragens planeadas que, no caso em análise, correspondeu apenas a paragens devido a períodos sem nada para produzir. De notar que o tempo que a máquina tem disponível deve ser multiplicado pelo número de fusos, pois cada fuso pode operar 8h. As quantidades produzidas foram registadas manualmente durante a recolha de dados.

As velocidades ideais foram determinadas em discussão com o chefe de secção e os operadores das mesmas, tendo em conta diversos fatores, nomeadamente a composição e título do fio, obtendo-se os valores presentes na Tabela 5. De assinalar que estes valores foram pensados, assumindo um fio em boas condições. Quando este não era o caso, a velocidade deveria ser reduzida até que o fio pudesse ser bobinado sem problema. Adicionalmente, no caso de um fio cumprir com duas das características apresentadas na Tabela 5 este deveria ser bobinado tendo em conta a velocidade mais baixa.

Tabela 5 - Velocidades recomendadas para o fio tingido

Tipo de fio	Velocidade (m/min)
Norma	1000
Fios sintéticos e artificiais	900
Fios com Valor Ne superior a 40	800
Fios com Valor Ne inferior a 10	700
Fios com Valor Ne inferior ou igual a 4	400

Com as velocidades ideais foi possível, através da equação 11, fornecida pelo chefe de secção, calcular o tempo de ciclo ideal.

$$TC = \frac{\text{Valor Ne} \times 1,69 \times 1000}{\text{Velocidade ideal}} \quad [11]$$

Depois de calculado o OEE, foram calculadas a disponibilidade (equação 2) e qualidade (equação 4). Desta forma, tendo estes dois fatores e o OEE, foi possível calcular a velocidade, usando a equação 1. É de notar que a disponibilidade foi calculada através do registo de funcionamento e paragens de cada fuso, registos esses que foram feitos de forma manual e que, portanto, podem apresentar imprecisões. Os resultados detalhados do cálculo do OEE para cada umas máquinas encontram-se registados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio tingido

Máquina	Observação	Disponibilidade	Qualidade	Velocidade	OEE
B01	1	65,27%	99,69%	73,72%	47,97%
	2	50,57%	100,00%	73,74%	37,29%
	3	65,29%	100,00%	76,28%	49,80%
B02	1	75,60%	100,00%	85,60%	64,71%
	2	72,61%	99,25%	70,49%	50,80%
	3	69,28%	99,85%	69,30%	47,94%
B03	1	59,06%	100,00%	74,87%	44,22%
	2	46,48%	99,67%	75,60%	35,02%
	3	66,99%	100,00%	75,62%	50,66%
B05	1	65,10%	100,00%	77,75%	50,62%
	2	73,26%	100,00%	73,20%	53,63%
	3	73,87%	100,00%	75,76%	55,96%
B08	1	65,66%	100,00%	59,46%	39,04%
	2	55,97%	67,89%	64,24%	24,41%
	3	68,02%	100,00%	66,57%	45,28%
Média		64,87%	97,76%	72,81%	46,49%

Comparando o valor médio do OEE, com aquele definido por Nakajima (1988) como ideal (Tabela 1), é possível observar uma grande margem de melhoria. O OEE, assim como todos os seus fatores, encontravam-se com valores inferiores aos ideais.

A qualidade apresentava valores bastantes satisfatórios de uma forma geral, tendo apenas como exceção o registo de 67,89% que se deveu a um engano por parte do operador. Caso este engano não tivesse ocorrido a qualidade cumpriria o requisito de 99%. Este engano ocorreu, pois, por vezes, as ordens de encomenda não discriminavam corretamente que processo o fio deveria sofrer, uma vez que existem três modalidades distintas para a realização da bobinagem de fio tingido que nem sempre eram detalhadas na folha de produção.

A velocidade e disponibilidade apresentavam os valores mais baixos. As perdas de velocidade deviam-se à escolha, por parte dos trabalhadores, de velocidades inferiores às definidas como ideais, sendo que neste caso, este fator, foi responsável por 15,26% das 27,19% perdas de velocidade. A escolha de um

valor inferior ao ideal aconteceu em 84,51% de todas as programações que ocorreram durante o período de observação. A escolha de velocidades inferiores estava relacionada com diversos motivos, sendo um deles a questão da qualidade do fio. Por vezes este apresentava-se danificado o que implicava velocidades menores, outra razão estava relacionada com os trabalhadores reduzirem as velocidades para aumentarem o tempo disponível para a realização de tarefas paralelas enquanto o fio era processado. As restantes perdas de velocidade (11,93%), deviam-se a reduções de velocidade ou a pequenas paragens que não foram contabilizadas e registadas para o cálculo da disponibilidade. Este último valor foi bastante significativo, o que provavelmente se deveu ao facto destes dados terem sido recolhidos por observação direta, o que levou a mais imprecisões no registo de pequenas paragens.

A disponibilidade revelou-se como o fator que necessitava de uma maior atenção, sendo assim, posteriormente, será analisado em detalhe.

4.3.2 Cálculo do OEE na bobinagem de fio cru

A bobinagem de fio cru, era constituída por quatro bobinadeiras. Duas delas emitiam *reports* que registavam todos os detalhes da produção em andamento, isto é, o título do fio, a velocidade, o tempo de produção do equipamento, os tempos de paragem, o tempo de turno, os quilos, as bobines produzidas, entre outros (Anexo 3). Com estes valores foi possível calcular o OEE, sem necessitar de realizar uma recolha manual como no caso da bobinagem de fio tingido. Foram utilizados *reports* referentes ao mês de março

O tempo de abertura foi calculado tendo em conta o tempo planeado para a máquina trabalhar, isto é, 8h por turno, menos as paragens planeadas, que mais uma vez correspondeu apenas a pausas devido a períodos sem nada para produzir. O tempo de produção e tempo de paragem foi fornecido pelo *report* da máquina, assim como as quantidades produzidas. O tempo de ciclo foi determinado com base nas velocidades consideradas ideais para cada tipo de fio (Tabela 7).

Tabela 7 - Velocidades recomendadas para o fio cru

Tipo de fio	Velocidade (m/min)
Norma	1000
Fios com valor de Ne inferior a 10 e superior a 6	900
Fios com valor de Ne inferior ou igual a 6 e superior a 3	800
Fios de linho	500
Fios com valor de Ne inferior ou igual a 3	400

Depois de calculado o tempo de ciclo (equação 11), foi calculado o OEE (equação 10), a qualidade (equação 4), a disponibilidade (equação 2) e a velocidade (equação 1).

O OEE e os seus fatores foram calculados para as duas máquinas que emitiam *reports* e os resultados obtidos encontram-se registados na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio cru

Máquina	Turno	Observação	Disponibilidade	Qualidade	Velocidade	OEE
B06	1	1	36,52%	100,00%	87,05%	31,79%
		2	55,24%	100,00%	77,93%	43,05%
		3	56,76%	100,00%	78,40%	44,50%
	2	1	51,43%	100,00%	77,61%	39,92%
		2	35,33%	100,00%	85,26%	30,12%
		3	40,30%	98,10%	67,60%	26,73%
	3	1	51,07%	100,00%	77,84%	39,75%
		2	34,29%	100,00%	85,88%	29,44%
		3	16,13%	100,00%	79,00%	12,74%
B09	1	1	30,39%	100,00%	95,46%	29,01%
		2	33,05%	100,00%	86,84%	28,70%
		3	62,30%	100,00%	88,51%	55,15%
	2	1	41,94%	100,00%	89,17%	37,40%
		2	59,55%	100,00%	78,74%	46,89%
		3	48,51%	100,00%	89,43%	43,38%
	3	1	68,89%	100,00%	87,86%	60,53%
		2	54,83%	100,00%	74,58%	40,89%
		3	60,67%	100,00%	91,60%	55,57%
Média			46,51%	99,89%	83,26%	38,64%

Comparando também os valores dos OEE e dos seus fatores com os ideais, foi possível concluir que a qualidade apresentava um valor considerado ideal. A disponibilidade foi o fator que se revelou, novamente, como o mais crítico. O segundo fator com mais oportunidade de melhoria foi a velocidade. As perdas de velocidade tinham como principal causa a escolha de uma velocidade mais baixa do que aquela definida na Tabela 7. Na realidade, a escolha de um valor inferior ao ideal aconteceu em 81,25% de todas as programações que ocorreram durante o período de observação, o que fez com que dos 16,74% de perdas de velocidade, 13,40% fossem resultado da escolha de uma velocidade inferior à ideal. Os outros 3,34% foram reduções de velocidade ou pequenas paragens não registadas pelo *software* da máquina.

As perdas de disponibilidade englobam os tempos que os fusos estiveram parados, que não correspondiam a paragens planeadas.

4.3.3 Análise detalhada das perdas de disponibilidade

Como, em ambos os casos, as perdas de disponibilidade se revelaram como aquelas que mais prejudicavam a eficácia global do equipamento foi elaborado um diagrama de *Ishikawa* de forma a entender melhor os fatores que contribuíam para este fenómeno (Figura 22).

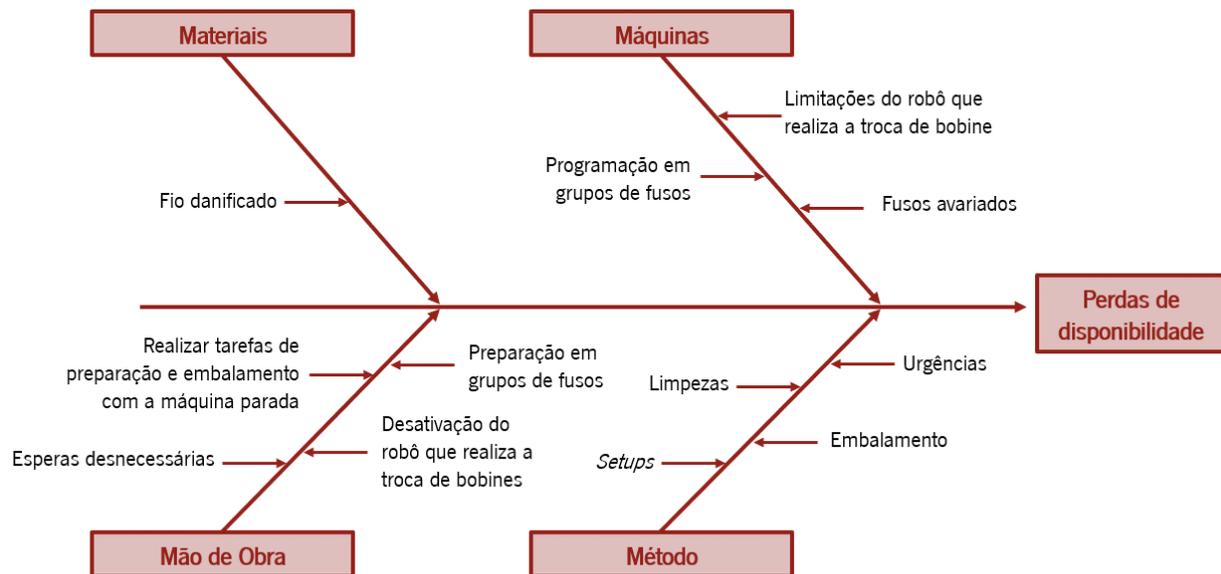


Figura 22 - Diagrama de *Ishikawa* dos fatores que contribuem para as perdas de disponibilidade

O fio danificado era comum em ambas as secções, contudo a secção de fio tingido deparava-se mais com este problema devido aos processos de tingimento que enfraqueciam o mesmo. O fio danificado provocava cortes de linha, e consequentes paragens no funcionamento da máquina, bem como necessidade de programar a máquina a velocidades inferiores às ideais.

Em relação aos fatores relacionados com as máquinas, estes deviam-se a fusos avariados. Adicionalmente, algumas máquinas apenas podiam produzir um mesmo produto num grupo de fusos, isto pois estas não aceitavam que um mesmo grupo tivesse diferentes programações, o que levava a que, por vezes, parte do grupo estivesse parado por não poder trabalhar com um produto distinto. As máquinas que apresentavam esta limitação eram apenas as que tinham grupos definidos (Tabela 4). As que não apresentavam grupos definidos poderiam ser programadas da forma que o trabalhador achasse mais conveniente sem nenhum tipo de limitação. As limitações do robô eram exclusivas da bobinagem de fio cru, pois apenas esta utilizava robôs. Posteriormente esta questão será abordada com mais detalhe.

Em relação ao método destacavam-se as paragens que ocorriam devido a urgências e as que ocorriam devido aos processos de preparação, limpeza e embalagem.

Em relação aos pontos relacionados com a mão de obra é possível observar que a maioria se devia ao método de trabalho pelo qual o funcionário optava. Muitos operadores optavam por realizar tarefas de preparação, limpeza ou embalagem com a máquina parada, ou parcialmente parada quando esta poderia estar em funcionamento. Para além disso, os trabalhadores desligavam os robôs para que as bobines iniciassem todas ao mesmo tempo, ou no caso das máquinas que não possuíam robôs esperavam que todas as bobines terminassem para fazer uma nova preparação, o que implicava tempos de espera desnecessários. Adicionalmente, alguns operadores faziam a preparação em grupos de fusos, o que aumentava o tempo de preparação, como será possível observar na subsecção seguinte.

Com base nos valores recolhidos manualmente para o cálculo do OEE na secção de fio tingido, foi possível observar como se distribuíam os tempos de paragem das máquinas pelas diferentes tarefas que eram realizadas enquanto a máquina estava parada. Desta forma, foi possível perceber dos diferentes fatores apontados no diagrama de *Ishikawa* quais os que representavam um maior impacto (Apêndice 2).

Através da análise dos gráficos observa-se que o *setup* era a tarefa que, independentemente da máquina, provocava um maior tempo de paragem. É de ressaltar que devido à complexidade de recolha de dados este tempo de *setup* incluía não só o tempo que o fuso estava a ser preparado como o tempo em que este estava à espera de ser preparado, assumindo que o trabalhador já iniciou a preparação da máquina. Já o tempo de espera, correspondia ao tempo que os fusos estavam à espera de serem preparados, mas em que o operador não estava a realizar tarefas paralelas.

O fator “sem produzir” incluía momentos de paragem de fusos, normalmente por fusos ou grupos que ficaram parados, mesmo havendo coisas para produzir. Isto devia-se à impossibilidade de mistura de diferentes produtos no mesmo grupo ou ao próprio método do operador. Uma análise mais detalhada permitiu perceber que dos 18014 minutos que as máquinas estiveram paradas pela razão “sem produzir” 12839 foram devido a limitações de mistura de diferentes produtos no mesmo grupo de fusos e 5175 minutos foram devido ao método do operador.

No fator “outros” foram incluídas tarefas de limpeza de final de turno, pequenas paragens devidas, por exemplo, a cortes de linha e outras tarefas menos significativas.

Os diferentes valores obtidos entre máquinas foi consequência dos diferentes métodos de trabalho dos operadores, da própria máquina e também dos diferentes produtos a serem produzidos.

Apesar desta análise apenas ter sido feita para a bobinagem de fio tingido, uma vez que os *reports* das máquinas de fio cru não discriminam os tipos de paragem, em discussão com os chefes de secção e os operadores, percebeu-se que os valores da bobinagem de fio cru seriam semelhantes e que os fatores que mais provocavam paragens não planeadas seriam os mesmos.

4.3.4 Comparação com os valores de eficiência

Os valores médios do OEE foram de 37,63% na bobinagem de fio cru e 46,49% na bobinagem de fio tingido, tendo sido consideravelmente menores que os obtidos quando calculada a eficiência (61,26% e 60,32% respetivamente).

Esta diferença poderá dever-se a diferentes fatores, sendo um destes a questão de que os valores usados para o cálculo da eficiência eram os registados pelos trabalhadores no *Multi* e por vezes detetavam-se erros nessa inserção como a troca de campos ou, até mesmo, o esquecimento do registo, desta forma os dados do OEE revelaram-se mais precisos.

A título de exemplo é possível observar na Figura 23 um erro de registo. A velocidade selecionada foi 10000 m/min sendo que essa não é uma velocidade possível para a máquina operar. Estes erros posteriormente podiam induzir a valores incorretos.

Data Ini.	Hora Ini	Data Fim	Hora-Fim	Kg	Bob	Velocidade	Efici	Efici %
23/02/2022	05:52	23/02/2022	13:34	752,00	752,00	10000,00	8,70	8,7%

Figura 23 - Exemplo de erro de registo

4.4 Preparação das máquinas

Sendo o *setup* a tarefa que mais implicou momentos de paragem das máquinas durante o período de observação, optou-se por estudar este processo com mais detalhe. Para entender melhor este processo, é necessário, antes de mais, compreender a constituição de cada fuso. Na Figura 24, é possível observar de forma detalhada os diferentes componentes de um fuso. Um fuso pode conter dois pratos (Figura 24a) ou apenas um prato (Figura 24b). O prato (1) é o local onde se coloca a bobine a ser processada, quando existem dois pratos estes rodam entre si, servindo um para ter a bobine a ser processada no momento e o outro para ter a bobine a ser processada em seguida. Para além disso, existe um porta-cones (3), onde ficam armazenados os cones que serão utilizados posteriormente. O braço (2) é responsável por suportar o cone onde se formará a nova bobine.



Figura 24 - Bobinadeira com dois pratos (a) e bobinadeira com apenas um prato (b)

4.4.1 Preparação das máquinas na bobinagem de fio tingido

Na secção de bobinagem de fio tingido, foi possível distinguir vários tipos de *setup*.

- *setup* com mudança de partida: este tipo de *setup* ocorria quando um novo produto, isto é uma nova partida entrava na máquina, desta forma, era necessário realizar tarefas como programação, limpeza, entre outras;
- *setup* sem mudança de partida: este tipo de *setup* ocorria, quando a máquina era preparada com o mesmo produto que ela já estava a processar. Dentro deste tipo de *setup*, era possível distinguir três tipos de *setup* distintos, que correspondem às três diferentes modalidades que existem na bobinagem de fio tingido referidas anteriormente:
 - *setup* uma para uma: preparação em que uma bobine de *input* originava um de *output*, (*setup* mais comum, sem mistura de fios de diferentes bobines);
 - *setup* duas bobines numa: duas bobines de *input* originam uma bobine de *output*;
 - *setup* retalhar bobines: uma bobine de *input* origina várias bobines de *output*.

Contudo, apesar destas distinções, os *setups* que não envolvem mudança de partida não apresentavam diferenças significativas nos tempos quando comparados entre si. Desta forma, optou-se por utilizar apenas a distinção entre preparação de máquina com e sem mudança de partida.

Todos os passos necessários para a preparação da máquina encontram-se detalhados na Tabela 9, tendo sido colocada uma nota de forma a perceber que tarefas eram feitas independentemente do tipo de *setup* e as que apenas eram realizadas quando existia mudança de partida.

Para medir os tempos das diferentes tarefas a executar na preparação das máquinas, foram realizadas observações de vários tipos de *setups* e feitas filmagens para cronometração de tempos. Desta forma, com estas filmagens foram registados os tempos de cada tarefa realizada, calculadas as médias para cada tarefa e feita uma extrapolação destes valores para os diferentes tamanhos das máquinas.

Através deste processo foi concluído que os passos que constituíam o *setup* eram realizados de forma distinta e em sequências distintas pelos diversos trabalhadores, e que não existia uma norma na realização de tarefas de forma interna e externa, para as tarefas que se notaram ser realizadas de duas formas distintas usou-se a classificação “ext/int”.

Tabela 9 - Tempos de preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido

Op.	Class.	Tarefa	Tempo médio (segundos)			
			48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
1	ext/int	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina (Apenas se for uma nova partida)	210,0	210,0	210,0	210,0
2	ext/int	Imprimir etiquetas no computador do <i>Multi</i> (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
3	ext/int	Colocar cones de cartão na máquina	90,4	92,0	93,6	109,7
4	ext/int	Colocar etiquetas nos cones de cartão	281,3	287,1	293,0	351,6
5	ext/int	Colocar bobines perto da máquina	173,4	177,0	180,6	216,7
6	int	Limpar máquina (Apenas se for uma nova partida)	129,6	132,1	134,5	149,7
7	int	Programar máquina (Apenas se for uma nova partida)	103,3	172,2	172,2	206,7
8	int	Remover cone de tinto do prato	867,7	885,0	903,9	1084,7
9	int	Empurrar bobine que se encontra no braço para o tapete				
10	int	Colocar nova bobine no prato				
11	int	Colocar novo cone de cartão no braço				
12	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone				
13	int	Iniciar o fuso	66,0	66,0	66,0	66,0
14	ext/int	Registar fim da produção anterior (Apenas se for uma nova partida)				

15	int	Registar abertura da produção (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
16	ext/int	Arrumar cones de tinto	116,6	119,0	121,4	145,7
17	ext/int	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0	44,0	44,0

O *setup* com mudança de partida implicava a limpeza de máquina, que através da observação direta foi possível perceber que nem sempre era realizada. Para além disso este tipo de *setup* envolvia a programação da máquina. Nesta tarefa diversos fatores eram considerados, nomeadamente:

- O grupo de fusos que a partida em questão iria utilizar;
- O Ne do fio bobinado;
- A tensão;
- A velocidade da máquina;
- A depuração por secção;
- A modalidade de bobinagem: uma bobine para uma, bobinar duas bobines numa ou retalhar bobines.

Nesta secção todas as máquinas eram programadas em grupo de fusos, ou seja, cada grupo apenas poderia processar o mesmo material ou materiais muito semelhantes (com a mesma programação). Cada fuso podia ser iniciado individualmente, mesmo que apenas pudesse ser programado em grupo.

Este processo acabava por ser cíclico e sempre que se iniciava uma nova carreira era necessário realizar este conjunto de operações de acordo com o tipo de *setup* adequado.

Para melhor compreender este procedimento e os fatores que o influenciavam, foi feita uma análise de diversos *setups*, tendo em conta as observações realizadas referidas anteriormente. Na Tabela 10 é possível observar os registos de preparação da máquina quando não ocorreu mudança de partida.

Tabela 10 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido sem troca de partida

Preparação da máquina sem troca de partida			
Obs.	Tempo	Nº fusos	Notas
1	11min43s	48	Preparação fuso a fuso sem operações externas
2	17min25s	48	Preparação parcialmente fuso a fuso e parcialmente em grupos de fusos com operações externas
3	12min34s	48	Preparação em grupos de fusos sem operações externas
4	9min13s	48	Preparação fuso a fuso sem operações externas
5	20min13s	48	Preparação em grupos de fusos sem operações externas
6	15min18s	48	Preparação fuso a fuso sem operações externas

É de notar que neste momento foram consideradas como operações externas aquelas classificadas na tabela como “ext/int”, pois eram as que mostravam possibilidade de serem realizadas de forma externa. Neste caso, os tempos de *setup* não coincidem com os tempos das somas das diferentes operações da Tabela 9, uma vez que nem sempre eram realizadas as operações consideradas externas durante o tempo de paragem dos fusos/máquina.

Através da análise destes valores foi possível perceber que em média quando se realizava a preparação das máquinas em grupos de fusos esta demorava mais 35,74% que quando se realizava a preparação fuso a fuso, contando que em nenhum dos casos eram executadas operações consideradas externas enquanto o fuso/ grupo de fusos estava parado. Efetuar o *setup* em grupos de fusos, implicava fazer parte das operações a todos os fusos de um grupo, por exemplo empurrar todas as bobines, depois retornar e colocar todas as bobines no prato, e por assim em diante, pondo todos a trabalhar apenas no final. Também foi possível perceber que quando foram realizadas operações externas durante o período interno (fusos ou grupos de fusos parados), o tempo de preparação aumentou 22,35% em relação ao tempo médio dos registos que não envolviam procedimentos de preparação considerados externos. É de notar que este valor pode apresentar uma imprecisão devido à necessidade de comparar uma situação em que existiu preparação parcial fuso a fuso e em grupos de fusos com as restantes observações em que a máquina foi preparada na totalidade em grupos de fusos ou na totalidade fuso a fuso.

Na Tabela 11 é possível observar os registos de preparação das máquinas quando ocorreu mudança de partida.

Tabela 11 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido com troca de partida

Preparação da máquina com troca de partida			
Obs.	Tempo	Nº fusos	Notas
1	24min46s	48	Preparação em grupos de fusos sem operações externas
2	36min48s	48	Preparação em grupos de fusos com operações externas
3	25min44s	48	Preparação fuso a fuso com operações externas
4	11min 25s	48	Preparação fuso a fuso sem operações externas
5	9min52s	48	Preparação fuso a fuso sem operações externas

Através destes dados foi possível concluir que quando a preparação foi feita em grupos de fusos existiu um aumento de 132,76% em relação ao tempo de preparação fuso a fuso. Quando ocorreram operações externas durante o período interno o tempo de preparação subiu, em média, 95,20%, em relação aos *setups* que não envolviam este tipo de operações. O último valor possui uma grande variação pois depende da quantidade de operações externas realizadas em cada observação, bem como de quais operações externas eram realizadas.

Para além destas conclusões foi possível perceber que existe uma grande variação na forma como a preparação é feita e que por vezes numa mesma preparação observam-se formas distintas como é o caso da observação 2 (Tabela 10) em que parte da preparação foi feita fuso a fuso e parte feita em grupos de fusos.

Associadas a estas preparações estavam deslocações excessivas dos trabalhadores que percorriam a máquina várias vezes, sendo que as máquinas apresentam, nesta secção, um comprimento entre 16,55m e 20,70m. Desta forma, elaborou-se um diagrama de *spaghetti* que tem como objetivo mostrar essas deslocações (Figura 25). Para isso, foi observada uma preparação que envolvia mudança de partida para cada uma das máquinas, uma vez que se percebeu que esta era a preparação mais crítica a nível de deslocações.

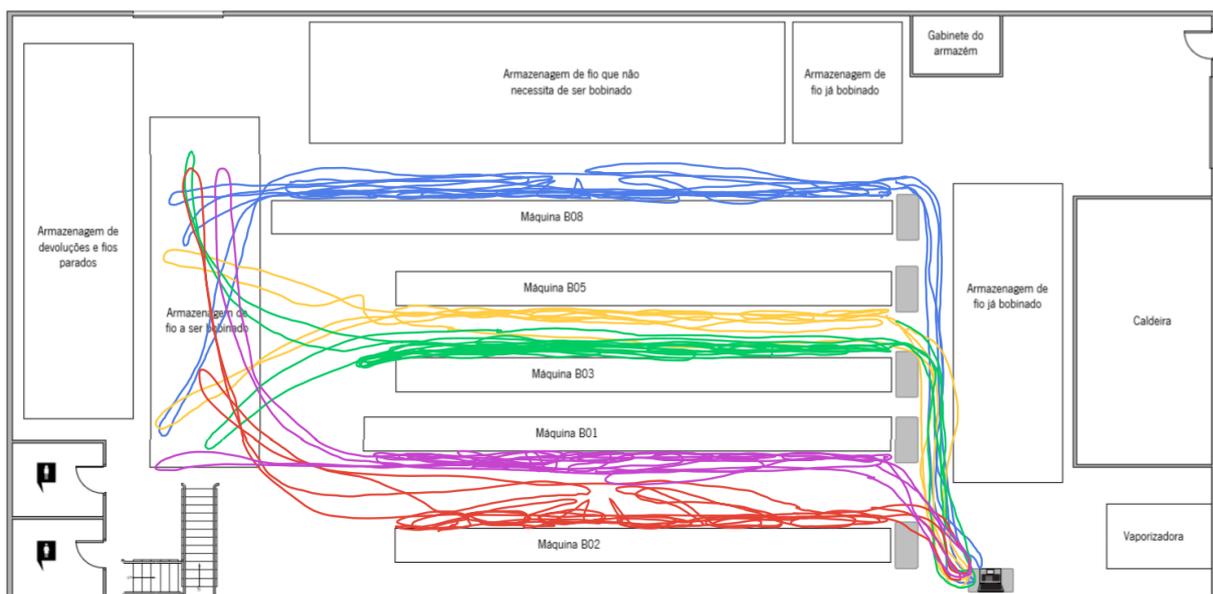


Figura 25 - Diagrama de spaghetti da secção de fio tingido

Tendo em conta as distâncias entre os diferentes elementos do *layout* foi possível estimar o número de metros percorridos durante cada uma destas preparações (Tabela 12).

Tabela 12 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido

Máquina	Distância (m)
B01	260,50
B02	272,16
B03	282,82
B05	277,47
B08	317,48

4.4.2 Operações de preparação externas na bobinagem de fio tingido

A existência de operações que poderiam ser feitas de forma externa realizadas de forma interna, deve-se muitas vezes, à existência de fios que têm um tempo de processamento tão baixo que não permitiam realizar todas as operações externas com a máquina ainda em funcionamento.

Decidiu-se analisar se era possível realizar as operações de preparação externas e as operações de paletização e embalagem, enquanto os produtos eram processados na máquina. De notar que mais uma vez foram consideradas externas todas aquelas classificadas com “ext/int”.

Para isso, para além dos dados relativos à preparação foram recolhidos também os tempos dos diferentes tipos de paletização e embalagem (Tabela 13).

Tabela 13 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio tingido

Tarefa	Tempo médio (segundos)			
	48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
Operações de preparação externa (com troca de partida)	1047,6	1061,1	1074,6	1209,7
Operações de preparação externa (sem troca de partida)	705,6	719,1	732,6	867,7
Operações de paletização/embalamento	447,1	459,5	466,7	546,7
Somatório (com troca de partida)	1494,7	1520,6	1541,4	1756,4
Somatório (sem troca de partida)	1152,7	1178,6	1199,4	1414,4

De forma a perceber quão comum era esta situação, decidiu-se analisar as produções referentes ao mês de fevereiro. Comparando os somatórios obtidos na Tabela 13 com os tempos de ciclo de cada fio produzido durante esse mês foi possível estimar que dos 3309 *setups* realizados durante este mês na totalidade das cinco máquinas presentes nesta secção, 540 corresponderam a *setups* nos quais não seria possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento. Em termos de quilos, isto corresponde a 25,02% dos quilos produzidos neste período.

De notar que esta análise tem em conta as produções que permitiriam que as operações de embalagem e preparação externas fossem realizadas com a máquina em funcionamento de acordo com o TC dos diferentes produtos. Contudo, mesmo existindo tempo para realizar estas operações enquanto a bobine era processada, estas tarefas poderiam ter sido realizadas com a máquina parada, não existindo este registo.

4.4.3 Preparação das máquinas na bobinagem de fio cru

Na secção da bobinagem de fio cru a preparação das máquinas divide-se também em dois tipos de preparação, a preparação quando se inicia um novo produto e a preparação entre carreiras do mesmo produto.

A preparação entre carreiras do mesmo produto faz-se de forma automática recorrendo a robôs. Cada máquina possui dois robôs, sendo que normalmente cada um opera em meia máquina. Na Tabela 14 é possível observar em detalhe as tarefas envolvidas neste tipo de preparação, bem como os tempos médios associados a cada uma e a sua classificação. O cálculo dos tempos foi feito recorrendo ao mesmo método utilizado na bobinagem de fio tingido

Tabela 14 - Tempos de preparação das máquinas na bobinagem de fio cru sem troca de produto

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext/int	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
2	ext/int	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9
3	int	Realizar a troca de bobines (feita pelo robô)	731,3	1023,8
4	ext/int	Arrumar cones de tinto	121,4	170,0
5	ext/int	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0

O robô (Figura 26) dirige-se para o fuso onde a bobine tinha terminado, retira a bobine, e coloca-a no tapete, de seguida coloca um novo cone de tinto e inicia a próxima bobine.



Figura 26 - Robô que realiza a troca automática de bobines

Na Tabela 15 é possível observar o tempo de mudança do robô de uma máquina de 70 fusos, lembrando que a máquina possui dois robôs que realizam a troca.

Tabela 15 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru sem troca de produto

Preparação da máquina sem troca de produto			
Obs.	Tempo	N° fusos	Notas
1	22min57s	70	Mudança automática do robô em que várias bobines pararam ao mesmo tempo
2	25min43s	70	Mudança automática do robô com robô encravado

Através da observação deste tipo de preparação percebeu-se que existiam momentos em que os fusos estavam parados à espera que a troca de bobines fosse realizada, daí os valores observados na Tabela 15 serem superiores ao tempos da operação 3.

Os fatores que contribuíam para esses tempos de espera eram:

- robô não realizava a troca enquanto o tapete que transportava as bobines na parte detrás da máquina estava em funcionamento;
- robô encravava devido a fios muitos grossos (valor Ne inferior a 10);
- paragem conjunta de várias bobines;
- falta de cones no porta-cones;
- falta de bobines nos pratos.

Foi também possível concluir que dos cinco fatores acima apresentados os mais frequentes eram os que dependiam do robô, isto é, os dois primeiros. Para além destes, a questão de que por vezes várias bobines paravam ao mesmo tempo e tinham de aguardar que o robô pudesse realizar a troca das mesmas era de grande relevância. De acordo com o que foi observado e discutido com os trabalhadores, os dois últimos pontos eram menos comuns.

A preparação quando ocorria mudança de produto era semelhante à preparação da bobinagem de fio tingido, uma vez que esta tarefa também tinha de ser realizada de forma manual.

Na Tabela 16 é possível observar a sequência de tarefas quando a preparação implicava mudança de produto, a sua classificação, e também o seu tempo médio, utilizando mais uma vez o mesmo método descrito anteriormente.

Tabela 16 - Tempos de preparação das máquinas da bobinagem de fio cru com troca de produto

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext/int	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina	210,0	210,0
2	ext/int	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
3	ext/int	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9

4	int	Programar máquina	118,7	118,7
5	int	Colocar nova bobine no prato	708,8	992,3
6	int	Colocar novo cone de tinto no braço		
7	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone		
8	int	Iniciar o fuso	66,0	66,0
9	ext/int	Registar fim da produção anterior	66,0	66,0
10	int	Registar abertura da produção	121,4	170,0
11	ext/int	Arrumar cones de tinto	44,0	44,0
12	ext/int	Arrumar cartões e/ou paletes		

A programação deve incluir fatores semelhantes aos referidos no caso da bobinagem de fio tingido:

- O número ou grupo de fusos da máquina que a produção em questão irá utilizar;
- O Ne do fio a ser bobinado;
- A tensão a que a máquina irá operar;
- A velocidade da máquina;
- O grau de depuração;
- Definição do número de metros ou então do diâmetro que a bobine final deverá ter.

Na Tabela 17 é possível observar tempos de preparação de máquinas quando ocorreu mudança de produto.

Tabela 17 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru com troca de produto

Preparação da máquina com troca de produto			
Obs.	Tempo	Nº fusos	Notas
1	35min01s	70	Preparação fuso a fuso com operações externas
2	52min47s	70	Preparação em grupos de fusos com operações externas
3	45min11s	70	Preparação em grupos de fusos com operações externas
4	32min12s	70	Preparação em grupos de fusos sem operações externas
5	29min48s	70	Preparação fuso a fuso sem operações externas

No caso da bobinagem de fio cru, as conclusões foram semelhantes às anteriores no sentido em que tanto a preparação em grupos de fusos como a realização de operações externas enquanto a máquina estava parada aumentavam o tempo de preparação das máquinas. De acordo com os dados recolhidos a preparação em grupos de fusos provocou um aumento do tempo de *setup* em 8,05% enquanto a realização de operações externas durante o tempo interno fez com que este tempo fosse em média 34,81% mais elevado.

Tal como no caso da bobinagem de fio tingido, as deslocações dos operadores também eram muito elevadas. Desta forma, procedeu-se à mesma análise feita anteriormente, tendo em conta a preparação que envolvia mudança de produto (Figura 27).

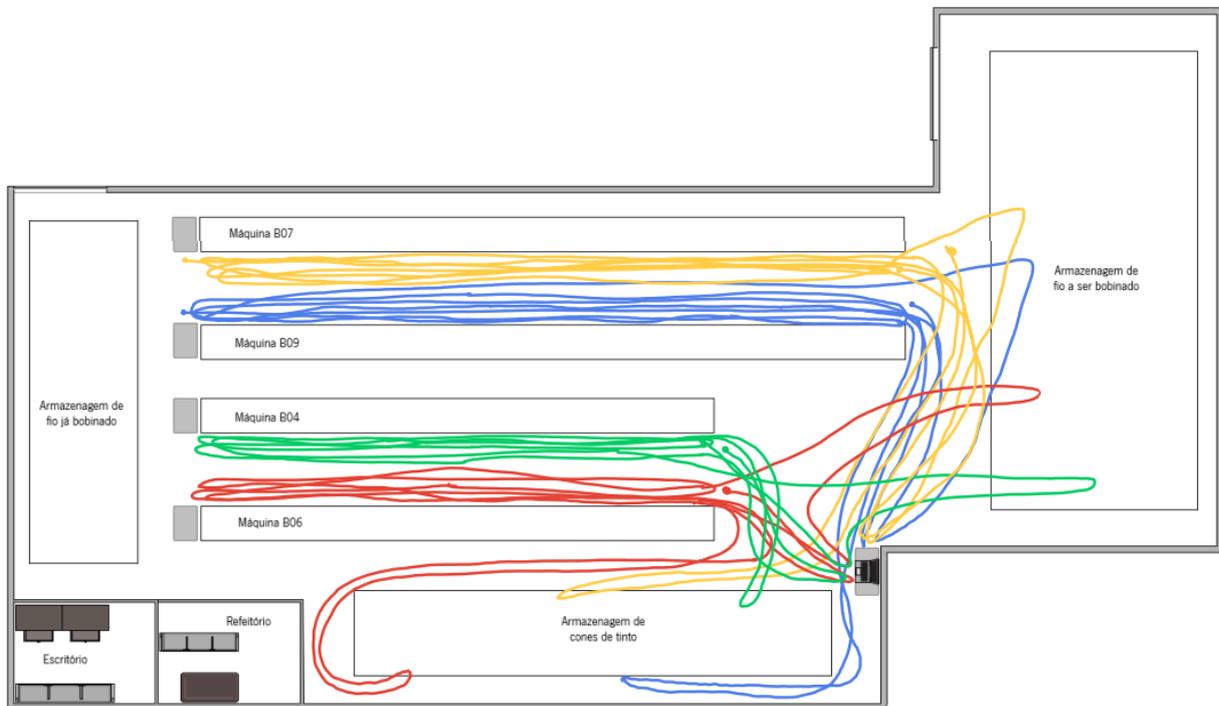


Figura 27 - Diagrama de *spaghetti* da secção de fio cru

Posteriormente, estimou-se o número de metros percorridos pelos operadores para estas preparações (Tabela 18).

Tabela 18 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio cru

Máquina	Distância (m)
B04	193,43
B06	159,31
B07	249,96
B09	235,56

4.4.4 Operações de preparação externas na bobinagem de fio cru

A mesma análise, tendo em conta as operações de preparação externas e as operações de paletização e embalagem, foi realizada para a bobinagem de fio cru (Tabela 19).

Tabela 19 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio tingido

Tarefa	Tempo médio (segundos)	
	50 fusos	60 fusos
Operações de preparação externa (com troca de produto)	715,7	868,7
Operações de preparação externa (sem troca de produto)	439,7	592,7
Operações de paletização/embalamento	268,6	320,0
Somatório (com troca de produto)	984,2	1188,7
Somatório (sem troca de produto)	708,23	912,72

No caso da bobinagem de fio cru existe uma pequena particularidade. Quando a preparação da máquina envolve a troca de produto, a comparação é feita entre o somatório da tabela anterior e o tempo de ciclo do fio, tal como caso do fio tingido. Contudo, no caso da preparação não envolver troca de produto o operador não realiza efetivamente a troca de bobines, quem o faz é o robô que funciona autonomamente. Sendo assim, não será relevante entender se o operador é capaz de realizar todas as operações de preparação externas e de paletização enquanto a bobine é processada, isto é, durante o seu tempo de ciclo, mas sim, se consegue realizar estas operações no tempo que o robô demora a mudar toda a máquina. Isto acontece, pois mesmo que o fio a ser processado tenha um tempo de ciclo bastante pequeno, o robô tem um limite de tempo mínimo para trocar a máquina toda.

Durante o mês de fevereiro foi possível estimar que dos 5415 *setups* realizados durante este mês na totalidade das quatro máquinas presentes nesta secção, 14 corresponderam a *setups* nos quais não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento. Em termos de quilos, isto corresponde a 0,36% dos quilos produzidos neste período. Também foi possível concluir que todos estes *setups* e quilos são referentes à preparação que envolve troca de produto, uma vez que o tempo para realizar as operações externas e as operações de paletização é sempre inferior ao tempo que o robô demora a realizar a troca das bobines.

4.5 Registo da produção

De forma a manter registos sobre a produção das diferentes máquinas e dos diferentes turnos é utilizado o *Multi*. Neste *software* são registados o início e o fim de cada produção, bem como o número de quilos produzidos, sendo possível chegar a uma eficiência.

O *Multi* recolhe os dados registados ao longo do dia de trabalho e cria tabelas possíveis de observar no Anexo 4. Para o cálculo da eficiência diferentes passos eram tidos em atenção, sendo o primeiro o de

perceber qual o número de quilos que teoricamente seria possível produzir numa hora por fuso (equação 12).

$$\textit{Produção Hora} = \frac{60}{\frac{\textit{Valor Ne} \times 1,69 \times 1000}{\textit{Velocidade}}} \quad [12]$$

Posteriormente era calculada a produção teórica (equação 13), que consistia em perceber quantos quilos deveriam ser feitos por fuso no tempo de trabalho registado no *Multi* para aquela produção. De seguida era calculada a produção teórica (fusos), cálculo este que permite perceber quantos quilos seriam possíveis bobinar no total de fusos a operar na produção em questão (equação 14).

$$\textit{Produção teórica} = \textit{Produção Hora} \times \textit{Tempo de trabalho} \quad [13]$$

$$\textit{Produção teórica (fusos)} = \textit{Produção teórica} \times N^{\circ} \textit{ fusos} \quad [14]$$

Por fim calculava-se a eficiência recorrendo à equação 15.

$$\textit{Eficiência} = \frac{\textit{Quantidade produzida}}{\textit{Produção teórica (fusos)}} \quad [15]$$

É de notar que estes cálculos apresentavam vários problemas:

- A velocidade utilizada nos cálculos era definida pelo trabalhador. A eficiência era calculada em função dessa velocidade e não da velocidade ideal para cada artigo;
- O tempo de trabalho utilizado na equação 13 era calculado fazendo a diferença entre o momento em que se abria a produção e o momento em que esta era fechada. Contudo não existia uma normalização destes registos, existindo pessoas que registavam a abertura da produção antes de começarem a preparação da máquina e outras que registavam o início da produção quando todos os fusos já estavam a funcionar. O mesmo acontecia com o fecho da produção. Desta forma, estes valores não representam com exatidão o tempo de trabalho da máquina;
- Quando se calculava a eficiência do turno fazia-se uma média simples das diferentes eficiências obtidas nas produções efetuadas, o que não tinha em conta o tempo disponível por turno. Desta forma, no limite um turno poderia apenas trabalhar uma hora das oito disponíveis, não existindo pausas planeadas para justificar essas paragens e poderia obter a eficiência máxima. Adicionalmente, mesmo que as oito horas de trabalho fossem utilizadas, o correto seria uma média ponderada tendo em conta o tempo de produção e percentagem de máquina ocupada em cada produção;

- Quando ocorria a produção de artigos bobinados 2 bobines em 1 ou então bobines retalhadas em várias, não existia uma normalização no registo dos quilos e número de bobines, sendo que apesar destes não coincidirem eram registados, muitas vezes, como sendo valores iguais;

Estes problemas detetados nos cálculos faziam com que os valores das eficiências não fossem realistas e não transmitissem o que realmente acontecia no chão de fábrica.

4.6 Organização do Armazém e dos espaços de trabalho

Na secção de bobinagem de fio tingido existia a armazenagem de diferentes produtos, normalmente armazenados em paletes ou em carrinhos. O armazém apresentava alguns problemas, nomeadamente o facto de que apesar de existirem marcações no chão relativas aos locais que deviam ser destinados para a passagem, estes não eram, muitas vezes, respeitados. Não existia também um local para a armazenagem de certos artigos, nomeadamente as paletes que não tinham um sítio próprio e sempre que o trabalhador necessitava de uma tinha de procurar por todo o pavilhão. O mesmo acontecia com os porta-paletes que também não tinham um sítio fixo e acabavam por ser deixados em qualquer lugar dificultando a sua localização. Adicionalmente, o armazém de fio tingido possuía muitos artigos parados que correspondiam a devoluções de clientes. Estes problemas e outros foram possíveis de detetar realizando uma auditoria 5S (Apêndice 3). Para esta auditoria foi utilizado o *template* fornecido pela empresa, cuja escala varia entre 1 e 10, sendo 1 utilizado para representar que uma medida não está implementada e o 10 para mostrar que uma medida está implementada com sucesso. Esta era já uma técnica implementada, mas na qual se percebeu que existiam oportunidades de melhoria, tendo sido obtido um resultado de 7,38/10. Estas oportunidades, provavelmente, foram resultado de uma paragem nas auditorias que eram realizadas mensalmente devido ao afastamento temporário da pessoa responsável pelas mesmas.

4.7 Planeamento da produção

O plano diário da produção referido anteriormente apresentava alguns defeitos, nomeadamente encontrase desatualizado e, por vezes, alguns dos produtos que estavam no plano como sendo necessários entregar no dia em questão ainda não se encontravam no armazém dos produtos a bobinar. Os funcionários não tinham acesso a este plano, apenas os chefes de secção e de turno tinham. Sendo assim, sempre que um trabalhador terminava uma partida tinha de perguntar ao chefe de turno qual a próxima partida a iniciar. Adicionalmente, devido ao aparecimento de urgências, por vezes era necessário colocar produções à frente de outras o que podia implicar tirar partidas que já estavam carregadas na

máquina, para colocar outras no seu lugar. Este sentido de urgência fazia com que o planeamento diário não tivesse em conta a sequência de partidas que facilitaria e/ou diminuiria os tempos de *setup*.

4.8 Encomendas em atraso

Um dos indicadores importantes a analisar neste contexto foi as encomendas em atraso. Para isso foram analisadas todas as encomendas cujos prazos de entrega foram definidos para o mês de fevereiro. Apenas foram analisadas as encomendas para clientes externos, uma vez que foi percebido que os prazos da tecelagem interna não eram realistas, pois eram definidos pela tecelagem e eram constantemente alterados por email ou telefone não havendo registo dos prazos atualizados. Os resultados obtidos encontram-se registados na Tabela 20.

Tabela 20 - Encomendas em atraso

Enc.	Total	Entregues fora do prazo	% Encomendas em atraso	Razão do Atraso				
				Tinturaria	Armazém/expedição	Bobinagem de fio cru	Bobinagem de fio tingido	Desconhecida
A	443	125	28,22%	34,40%	16,80%	0,00%	0,80%	48,00%
B	224	65	29,02%	36,92%	20,00%	0,00%	0,00%	43,08%
Total	667	190	28,49%	35,26%	17,89%	0,00%	0,53%	46,32%

As encomendas “A” referiam-se a encomendas em que não existia compra de fio à J.F. Almeida, este era fornecido pelo próprio cliente, e apenas era adquirido o serviço de bobinagem e tingimento. Já as encomendas “B” referiam-se a encomendas em que o cliente comprava o fio da própria J.F. Almeida assim como os serviços de bobinagem e tingimento.

Como é possível observar, independentemente do tipo de encomenda, as encomendas em atraso tinham valores semelhantes rondando os 28% e 29%. Na maioria das encomendas não foi possível determinar qual a razão do seu atraso, devendo-se isto a dois fatores. Um deles era o facto de não existir registo completo da encomenda, existindo momentos em que não se sabia em que secção a mesma se encontrava. De todo o percurso da encomenda, o local onde esta questão era mais evidente era a passagem da tinturaria para a bobinagem de fio tingido. O último processo da tinturaria era o controlo de qualidade que era registado no *Multi* e o próximo processo que aparecia neste *software* era a bobinagem, não havendo detalhe do momento em que a encomenda foi transportada de um local para o outro. Isto, para além de tornar impossível perceber onde o atraso foi causado, levava a conflitos entre as duas secções sobre o momento em que a encomenda chegava à secção de bobinagem. O outro fator era a falta de planeamento, uma vez que não existia um planeamento dos momentos em que a

encomenda deveria estar em cada fase, sendo impossível perceber se esta estava dentro do que seria esperado ou não.

Depois de analisada de forma mais detalhada a percentagem de encomendas das quais não se sabia a razão do atraso (46,32%) conclui-se que 25,26% eram resultado da falta de controlo no percurso da encomenda enquanto 21,05% eram resultado da falta de planeamento.

Das que foi possível perceber onde ocorreu o atraso observou-se que este era mais comum na tinturaria, seguindo-se a fase de pesagem e expedição.

4.9 Síntese dos problemas detetados

Na Tabela 21 é possível observar um resumo dos problemas detetados ao longo da fase de diagnóstico, bem como das consequências dos mesmos.

Tabela 21 - Síntese dos problemas detetados

Problema	Secção	Consequências
Tempos de <i>setup</i> elevados e com muita variabilidade	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Deslocações desnecessárias; diminuição da disponibilidade do equipamento
Falta de normalização (ordens de produção, limpeza, registos, <i>setup</i>)	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Diminuição da disponibilidade do equipamento; aumento dos erros; diminuição do fator velocidade
Desorganização do armazém e dos espaços de trabalho	Bobinagem de fio tingido	Aumento das deslocações; difícil acesso a materiais
Avarias e falhas no equipamento	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Diminuição da disponibilidade do equipamento
Inexistência de registo da encomenda em todo o seu percurso	Bobinagem de fio tingido	Impossibilidade de rastrear o material e de perceber o que origina os atrasos
Falta de planeamento e existência constante de urgências	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Aumento do n° e tempo de <i>setups</i> ; diminuição da disponibilidade do equipamento; impossibilidade de perceber a origem dos atrasos
Fio enfraquecido	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Diminuição da disponibilidade do equipamento; diminuição do fator velocidade
Impossibilidade de mistura de diferentes produtos num mesmo grupo	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Diminuição da disponibilidade do equipamento
Erros nos registos e cálculo incorreto da eficiência	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Impossibilidade de ter valores realistas sobre o que acontece no chão de fábrica; dificuldade em identificar as causas dos problemas

5. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se as propostas de melhoria que visam colmatar os problemas detetados no capítulo anterior. Desta forma, primeiramente, foi realizada uma análise 5W2H, ajudando assim a criar um plano de ação para cada uma das propostas (Tabela 22). De seguida, as mesmas serão detalhadas.

Tabela 22 - Plano de ação para implementação de melhorias

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>How?</i>	<i>Who?</i>	<i>Where?</i>	<i>When?</i>	<i>How much?</i>
Reduzir tempos de <i>setup</i>	Tempos de <i>setup</i> elevados	Aplicação de SMED	Ana Rita Pereira Operadores Chefe de secção	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Abril 2022	33,09€
Normalizar de tarefas	Grande variabilidade na forma como as tarefas eram realizadas bem como na forma como a informação era transmitida	Criação de folhas de tralhado normalizado	Ana Rita Pereira Operadores Chefe de secção	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Maio 2022	33,09€
Organizar do armazém e postos de trabalho	Armazém e postos de trabalho desorganizados e com materiais obsoletos	Aplicação de 5S e gestão visual	Ana Rita Pereira Chefe de secção Operadores do armazém	Bobinagem de fio tingido	Maio 2022	33,09€
Criar de rotina de manutenção preventiva e registo das manutenções corretivas	Muita avarias, falta de informação relacionadas com as mesmas	Integração do <i>software Valuekeep</i> nas secções de bobinagem	Ana Rita Pereira Mecânico Gestor do armazém de peças	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Maio 2022	58,08€
Criar um controlo de todo o percurso de uma encomenda	Falta de registo de todo o percurso das encomendas	Instalação de um leitor de código de barras na entrada do armazém da bobinagem de fio tingido	Ana Rita Pereira Chefe de secção Equipa de informática	Bobinagem de fio tingido e tinturaria	Maio 2022	137,96€
Diminuir dos erros nos registos de produção e tornar os valores da eficiência mais realistas	Erros nos registos, fórmula da eficiência atual não descreve o que na realidade acontece no chão de fábrica	Implementação de dispositivos <i>poka-yokena</i> inserção de dados; Alteração da fórmula para o cálculo da eficiência	Ana Rita Pereira Chefe de secção Equipa de informática	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Junho 2022	75,91€
Diminuir os tempos de paragem das máquinas	Grupos parcialmente parados devido a não puderem trabalhar com um produto distinto	Alteração do <i>software</i> e estrutura das máquinas	Ana Rita Pereira Operadores Mecânico	Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru	Junho 2022	2189,50€

5.1 Registo das produções no *Multi* e nova fórmula para o cálculo da eficiência

Como referido no capítulo anterior era comum a existência de erros nos registos das produções no *Multi*. Desta forma, propôs-se à empresa a implementação de dispositivos *Poka-Yoke* de maneira a reduzir estes erros. Estes dispositivos são constituídos por *pop-ups* que aparecem sempre que os valores inseridos estão fora dos parâmetros definidos. Esses parâmetros foram definidos em conjunto com o chefe de secção, sendo eles:

- A velocidade com valor entre 300m/min e 1500m/min;
- O número de fusos inferior ou igual a 70;
- O número de quilos produzidos por dia diferente de 0 kg e nunca superior a 2000 kg.

Na Figura 28 está registado um exemplo deste dispositivo em funcionamento.

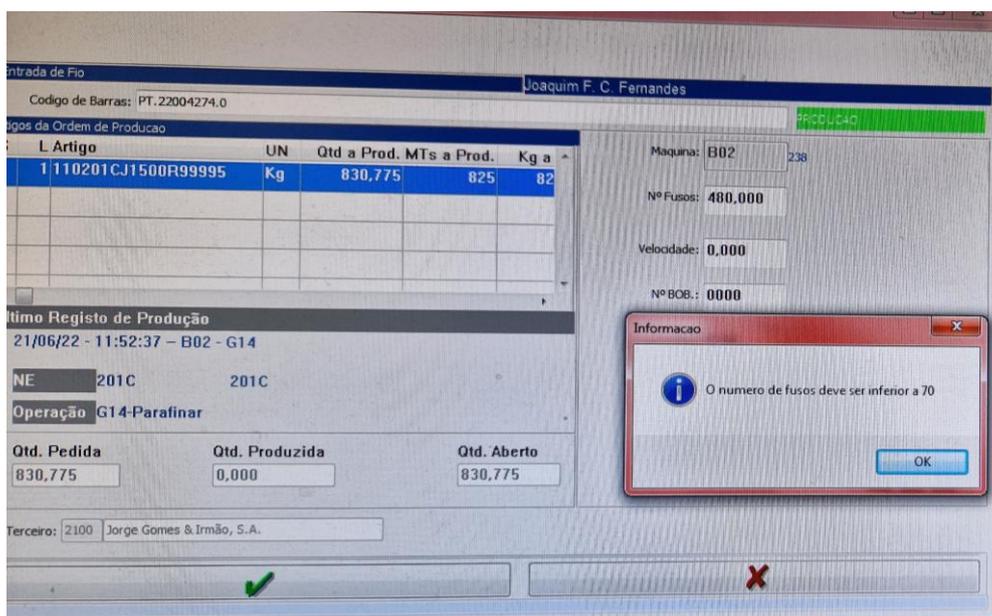


Figura 28 - Exemplo de um *Poka-Yoke* que limita o valor de introdução do número de fusos

Adicionalmente, foi repensada a forma como a eficiência era calculada, propondo-se o uso da fórmula de eficiência (equação 7) explicada na subsecção 2.2.11.. Adaptando esta equação a este caso em concreto obtém-se a equação 16:

$$Eficiência = \frac{\sum(N^{\circ} \text{ kilos produzidos} \times \frac{Valor \text{ Ne} \times 1,69 \times 1000}{Velocidade \text{ ideal}})}{(Tempo \text{ disponível para produção} - Paragens \text{ planeadas}) \times N^{\circ} \text{ fusos}} \quad [16]$$

De forma a existir registo das paragens planeadas propõe-se que os trabalhadores registem no *Multi*, da mesma forma que registam a abertura e término das produções, os períodos que correspondem a

paragens planeadas. Estes períodos foram definidos pela empresa como sendo os períodos sem nada para produzir e os períodos em que há falta de operador.

O momento de registo da abertura e fecho da produção deixa de ser relevante nesta fórmula, permitindo que se feche a produção mais tarde. Antes o mesmo não acontecia, uma vez que quanto mais tempo a produção estivesse aberta menor a eficiência, e então, o trabalhador mal terminasse a produção tinha de fechar a mesma de forma a não ser prejudicado.

Depois de discutida com a empresa a mudança da fórmula da eficiência, decidiu-se avançar com a mesma, contudo a velocidade que neste momento será utilizada para este cálculo ainda será a inserida pelo trabalhador e não a considerada ideal. Esta decisão deve-se ao facto de, no momento atual, existirem diversos fatores que influenciam esta velocidade, como a qualidade com que o fio vem da tinturaria que ainda não foi possível normalizar. Desta forma, optou-se por num momento presente utilizar a velocidade inserida pelo trabalhador que já tem em conta estes fatores, mas garantindo que existe uma maior participação do chefe de turno na escolha das velocidades para assegurar que sempre que possível, estas se encontrem na situação ideal ou muito próxima da mesma.

Infelizmente, devido à grande carga de trabalho do departamento de informática, apesar desta medida ter sido aprovada pela empresa não foi possível pô-la em prática durante o período de estágio.

A título de exemplo, na Figura 29 encontram-se parte dos registos da produção de um dos turnos da bobinagem de fio tingido.

Descrição	Kg	Velocidade	V. Ne	Efici (%)
Fio.Alg. 14/ 1 O.E. ORGANICO TRAMA TINTO	147,00	800,00	14,00	70,90
Fio.Alg. 24/ 2 CARD 100%CO lasso Geral	20,00	800,00	12,00	82,00
Fio.Alg. 24/ 2 CARD 100%CO lasso Geral	8,00	800,00	12,00	79,30
Fio.Alg. 14/ 1 O.E. ORGANICO TRAMA TINTO	236,00	800,00	14,00	70,90
Fio.Alg. 24/ 2 R. S Orga 100% CO FORTE G	154,00	800,00	12,00	53,20
Fio Poly. 30/ 1 GERAL 100%PES MALHAS Ger	6,00	900,00	30	99,00

Figura 29 - Registo de produção da máquina B08

Tendo em conta a fórmula de eficiência utilizada pela empresa, o resultado seria uma média simples da coluna das eficiências, isto é, 75,88%.

Recorrendo à fórmula proposta o valor da eficiência seria calculado através da equação 17:

Eficiência =

$$\frac{\Sigma(147 \times \frac{14 \times 1,69 \times 1000}{1000} + 20 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{1000} + 8 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{1000} + 236 \times \frac{14 \times 1,69 \times 1000}{1000} + 154 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{1000} + 6 \times \frac{30 \times 1,69 \times 1000}{900})}{(8 \times 60 - 0) \times 60} =$$

45,45% [17]

Como é possível observar a diferença de valores é bastante considerável, o que mostra que a fórmula utilizada pela empresa está a induzir as chefias em erro em relação à eficiência real das secções em causa.

A fórmula que será usada pela empresa será a presente na equação 18, usando as velocidades reais e não as ideais.

Eficiência =

$$\frac{\Sigma(147 \times \frac{14 \times 1,69 \times 1000}{800} + 20 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{800} + 8 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{800} + 236 \times \frac{14 \times 1,69 \times 1000}{800} + 154 \times \frac{12 \times 1,69 \times 1000}{800} + 6 \times \frac{30 \times 1,69 \times 1000}{900})}{(8 \times 60 - 0) \times 60} =$$

56,52% [18]

A fórmula que será adotada nesta fase inicial, tem valores mais próximos dos reais e deverá ser ajustada para a equação 17 assim que possível.

Tanto a proposta do *Poka-Yoke* como a mudança de fórmula têm em atenção as duas secções em estudo.

5.2 Redução dos tempos de preparação das máquinas

Como referido anteriormente a preparação das máquinas era uma das tarefas que mais contribuía para a redução da disponibilidade dos equipamentos. Os tempos de preparação eram elevados, apresentando uma grande variabilidade. Desta forma, conclui-se que para a resolução deste problema a ferramenta mais adequada seria o SMED.

5.2.1 Aplicação de SMED

O estágio preliminar do SMED consiste em recolher dados sobre a situação atual percebendo as diferentes operações que fazem parte da preparação das máquinas. Esta etapa já foi realizada na fase de diagnóstico e registados os dados na Tabela 9, no caso da bobinagem de fio tingido, e na Tabela 14 e Tabela 16, no caso da bobinagem de fio cru.

O primeiro estágio do SMED implica separar as operações internas e externas. Na Tabela 23 é possível observar a execução deste estágio na bobinagem de fio tingido.

Tabela 23 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio tingido)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo médio (em segundos)			
			48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
1	ext	Trazar palete ou carrinho para perto da máquina (Apenas se for uma nova partida)	210,0	210,0	210,0	210,0
2	ext	Imprimir etiquetas no computador do <i>Multi</i> (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
3	ext	Colocar cones de cartão na máquina	90,4	92,0	93,6	109,7
4	ext	Colocar etiquetas nos cones de cartão	281,2	287,1	293,0	351,6
5	ext	Colocar bobines perto da máquina	173,4	177,0	180,6	216,7
6	int	Limpar máquina (Apenas se for uma nova partida)	129,6	132,0	134,5	149,7
7	int	Programar máquina (Apenas se for uma nova partida)	103,3	172,2	172,2	206,7
8	int	Remover cone de tinto do prato	867,7	885,0	903,9	1084,7
9	int	Empurrar bobine que se encontra no braço para o tapete				
10	int	Colocar nova bobine no prato				
11	int	Colocar novo cone de cartão no braço				
12	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone				
13	int	Iniciar o fuso				
14	ext	Registrar fim da produção anterior (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
15	int	Registrar abertura da produção (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
16	ext	Arrumar cones de tinto	116,6	119,0	121,4	145,7
17	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0	44,0	44,0
Soma do tempo das operações internas (segundos)			1166,6	1255,2	1276,6	1507,0
Soma do tempo das operações internas (minutos)			19min27s	20min55s	21min17s	25min07s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			1047,6	1061,1	1074,6	1209,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)			17min28s	17min41s	17min41s	20min10s

O mesmo processo foi realizado para a bobinagem de fio cru. Na Tabela 24 é possível observar o resultado da separação de operações internas e externas quando a preparação da máquina não envolve mudança de produto.

Tabela 24 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio cru - sem troca de produto)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
2	ext	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9
3	int	Realizar a troca de bobines (feita pelo robô)	731,3	1023,8
4	ext	Arrumar cones de tinto	121,4	170,0
5	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0

Soma do tempo das operações internas (segundos)	731,3	1023,8
Soma do tempo das operações internas (minutos)	12min11s	17min04s
Soma do tempo das operações externas (segundos)	439,7	592,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)	7min20s	9min53s

Já na Tabela 25 é possível observar o mesmo procedimento, também para a bobinagem de fio cru, mas no caso de uma preparação que envolve mudança de produto.

Tabela 25 - Estágio 1 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina	210,0	210,0
2	ext	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
3	ext	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9
4	int	Programar máquina	118,7	118,7
5	int	Colocar nova bobine no prato	708,8	992,3
6	int	Colocar novo cone de tinto no braço		
7	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone		
8	int	Iniciar o fuso		
9	ext	Registrar fim da produção anterior	66,0	66,0
10	int	Registrar abertura da produção	66,0	66,0
11	ext	Arrumar cones de tinto	121,4	170,0
12	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0
Soma do tempo das operações internas (segundos)			893,4	1176,9
Soma do tempo das operações internas (minutos)			14min53s	19min37s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			715,7	868,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)			11min56s	14min29s

É de notar que todas aquelas tarefas que eram realizadas, por vezes de forma interna e por vezes de forma externa, tanto na bobinagem de fio cru como na bobinagem de fio tingido, podem sempre ser realizadas com a máquina em funcionamento.

O estágio 2 passa por converter operações internas em externas. Esta etapa revelou-se bastante desafiadora, sendo que a única operação que era realizada de forma interna e que se percebeu que poderia ser realizada de forma externa era o fecho da produção no *Multi*. Esta alteração apenas foi possível graças à mudança de fórmula de eficiência sugerida na subsecção anterior, o que garante que as duas operações (de abertura e fecho da produção) podem ser realizadas de forma externa, sem que isso comprometa a eficiência do operador.

Na Tabela 26 é possível observar a mudança que ocorreu neste estágio no caso da bobinagem de fio tingido.

Tabela 26 - Estágio 2 do SMED (bobinagem de fio tingido)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo médio (em segundos)			
			48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
1	ext	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina (Apenas se for uma nova partida)	210,0	210,0	210,0	210,0
2	ext	Imprimir etiquetas no computador do <i>Multi</i> (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
3	ext	Colocar cones de cartão na máquina	90,4	92,0	93,6	109,7
4	ext	Colocar etiquetas nos cones de cartão	281,3	287,1	293,0	351,6
5	ext	Colocar bobines perto da máquina	173,4	177,0	180,6	216,7
6	int	Limpar máquina (Apenas se for uma nova partida)	129,6	132,0	134,5	149,7
7	int	Programar máquina (Apenas se for uma nova partida)	103,3	172,2	172,2	206,7
8	int	Remover cone de tinto do prato	867,7	885,0	903,9	1084,7
9	int	Empurrar bobine que se encontra no braço para o tapete				
10	int	Colocar nova bobine no prato				
11	int	Colocar novo cone de cartão no braço				
12	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone				
13	int	Iniciar o fuso				
14	ext	Registrar fim da produção anterior (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
15	ext	Registrar abertura da produção (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
16	ext	Arrumar cones de tinto	116,6	119,0	121,4	145,7
17	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0	44,0	44,0
Soma do tempo das operações internas (segundos)			1100,6	1189,2	1210,6	1441,0
Soma do tempo das operações internas (minutos)			18min21s	19min49s	20min11s	24min01s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			1113,6	1127,1	1140,6	1275,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)			18min34s	18min47s	19min01s	21min16s

A Tabela 27 mostra a mesma alteração no caso da bobinagem de fio cru. De notar que este estágio apenas afetou a preparação com troca de produto.

Tabela 27 - Estágio 2 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina	210,0	210,0
2	ext	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
3	ext	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9
4	int	Programar máquina	118,7	118,7

5	int	Colocar nova bobine no prato	708,8	992,3
6	int	Colocar novo cone de tinto no braço		
7	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone		
8	int	Iniciar o fuso		
9	ext	Registar fim da produção anterior	66,0	66,0
10	ext	Registar abertura da produção	66,0	66,0
11	ext	Arrumar cones de tinto	121,4	170,0
12	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0
Soma do tempo das operações internas (segundos)			827,4	1110,9
Soma do tempo das operações internas (minutos)			13min47s	18min31s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			781,7	934,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)			13min02s	15min35s

O estágio 3 consiste na racionalização das tarefas, desta forma, foi possível perceber que determinadas tarefas podiam ser realizadas de uma forma mais eficiente reduzindo transportes e movimentações.

Verificou-se que sendo as operações de abertura e fecho da produção ambas externas estas podem agora ser feitas em simultâneo, permitindo reduzir o tempo e deslocamentos associados. Para além disso, a troca dos fusos (operação 7 a 12, na Tabela 28 e operações 5 a 8, na Tabela 30) era, por vezes, realizada em grupos de fusos, desta forma, ao criar a norma de realizar esta preparação fuso a fuso obtém-se uma redução significativa no tempo necessário para este conjunto de operações. É de notar que estas melhorias se aplicam tanto à bobinagem de fio tingido como à bobinagem de fio cru.

Adicionalmente, no caso da bobinagem de fio tingido, a colocação de cones nas máquinas e a colocação de etiquetas nos cones, quando executadas em simultâneo, implicam uma redução significativa de tempo e das deslocamentos necessárias.

Tabela 28 - Estágio 3 do SMED (bobinagem de fio tingido)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo médio (em segundos)			
			48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
1	ext	Trazar palete ou carrinho para perto da máquina (Apenas se for uma nova partida)	210,0	210,0	210,0	210,0
2	ext	Imprimir etiquetas no computador do <i>Multi</i> (Apenas se for uma nova partida)	66,0	66,0	66,0	66,0
3	ext	Colocar cones de cartão com a etiqueta na máquina	183,3	187,1	190,9	229,1
4	ext	Colocar bobines perto da máquina	173,4	177,0	180,6	216,7
5	int	Limpar máquina (Apenas se for uma nova partida)	129,6	132,0	134,5	149,7
6	int	Programar máquina (Apenas se for uma nova partida)	103,3	172,2	172,2	206,7

7	int	Remover cone de tinto do prato	720,5	734,3	750,5	900,7
8	int	Empurrar bobine que se encontra no braço para o tapete				
9	int	Colocar nova bobine no prato				
10	int	Colocar novo cone de cartão no braço				
11	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone				
12	int	Iniciar o fuso	112,0	112,0	112,0	112,0
13	ext	Registrar o fim da partida anterior e a abertura da partida atual (Apenas se ocorreu mudança de partida)				
14	ext	Arrumar cones de tinto				
15	ext	Arrumar cartões e/ou paletes				
Soma do tempo das operações internas (segundos)						
Soma do tempo das operações internas (minutos)			15min53s	17min19s	17min37s	20min57s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			905,2	915,0	924,9	1023,5
Soma do tempo das operações externas (minutos)			15min05s	15min15s	15min25s	17min04s

Tendo em conta que no caso em estudo o tempo de *setup* coincide com o tempo de operações internas foi possível calcular os tempos de *setup* estimados tanto no caso de ocorrer troca de partida como no caso desta não ocorrer (Tabela 29).

Tabela 29 - Tempos de *setup* (bobinagem de fio tingido)

Tempo de <i>setup</i>	48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
Tempo de <i>setup</i> sem troca de partida	12min01s	12min14s	12min31s	15min01s
Tempo de <i>setup</i> com troca de partida	15min53s	17min19s	17min37s	20min57s

Repetiu-se o mesmo processo para a bobinagem de fio cru (Tabela 30). Mais uma vez, a aplicação deste estágio apenas provocou alterações na preparação com troca de produto.

Tabela 30 - Estágio 3 do SMED (bobinagem de fio cru - com troca de produto)

Op.	Class.	Tarefa	Tempo (segundos)	
			50 fusos	70 fusos
1	ext	Trazer palete ou carrinho para perto da máquina	210,0	210,0
2	ext	Colocar cones de tinto no porta-cones	93,6	125,9
3	ext	Colocar bobines no segundo prato	180,6	252,9
4	int	Programar máquina	118,7	118,7
5	int	Colocar nova bobine no prato	590,6	826,9
6	int	Colocar novo cone de tinto no braço		
7	int	Encaminhar o fio que está na bobine por todo o fuso até chegar ao cone		
8	int	Iniciar o fuso	112,0	112,0
9	ext	Registrar o fim da partida anterior e a abertura da partida atual (Apenas se ocorreu mudança de partida)		

10	ext	Arrumar cones de tinto	121,4	170,0
11	ext	Arrumar cartões e/ou paletes	44,0	44,0
Soma do tempo das operações internas (segundos)			709,3	945,5
Soma do tempo das operações internas (minutos)			11min49s	15min46s
Soma do tempo das operações externas (segundos)			761,7	914,7
Soma do tempo das operações externas (minutos)			12min42s	15min15s

Tendo terminado a aplicação de SMED calculou-se o tempo de *setup* no caso da bobinagem de fio cru (Tabela 31).

Tabela 31 - Tempos de *setup* (bobinagem de fio cru)

Tempo de <i>setup</i>	50 fusos	70 fusos
Tempo de <i>setup</i> sem troca de produto	12min11s	17min04s
Tempo de <i>setup</i> com troca de produto	11min49s	15min46s

No caso de não haver mudança de produto, o único tempo de preparação corresponde ao tempo do robô realizar a troca de bobine. Como esta tarefa não necessita de operador, este pode estar a fazer operações paralelas.

5.2.2 Recolha dos tempos de preparação após implementação de melhorias

As tabelas acima representam o que teoricamente se esperava com aplicação de SMED. Contudo depois de implementada esta medida, foram recolhidos tempos de preparação de máquinas de forma a perceber se realmente estas melhorias foram alcançadas. Na Tabela 32 é possível observar a recolha de novos tempos de preparação de máquina, no caso de não existir mudança de partida.

Tabela 32 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido sem troca de partida após melhorias

Preparação da máquina sem troca de partida		
Obs.	Tempo	Nº fusos
1	8min54s	48
2	14min12s	48
3	12min24s	48
4	14min42s	48
5	10min53s	48
6	16min08s	48

O mesmo procedimento foi feito para o caso de existir mudança de partida na bobinagem de fio tingido (Tabela 33).

Tabela 33 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio tingido com troca de partida após melhorias

Preparação da máquina com troca de partida		
Obs.	Tempo	Nº fusos
1	10min06s	48
2	15min58s	48
3	19min12s	48
4	14min24s	48
5	20min01s	48
6	17min35s	48

Foram recolhidos também os tempos de preparação quando não ocorre mudança de produto na bobinagem de fio cru (Tabela 34).

Tabela 34 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru sem troca de produto após melhorias

Preparação da máquina sem troca de produto		
Obs.	Tempo	Nº fusos
1	22min40s	70
2	23min38s	70

Por último foram recolhidos os tempos de preparação na bobinagem de fio cru quando ocorre mudança de produto (Tabela 35).

Tabela 35 - Registo dos tempos de preparação na bobinagem de fio cru com troca de produto após melhorias

Preparação da máquina com troca de produto		
Obs.	Tempo	Nº fusos
1	16min15s	70
2	18min04s	70
3	15min41s	70
4	19min23s	70
5	17min44s	70
6	16min47s	70

Depois de implementadas as melhorias foram novamente recolhidos dados sobre as deslocações para elaborar um novo diagrama de *spaghetti*. No caso da bobinagem de fio tingido apenas foi possível recolher dados das 3 máquinas que estavam em funcionamento durante o período de análise (Figura 30).

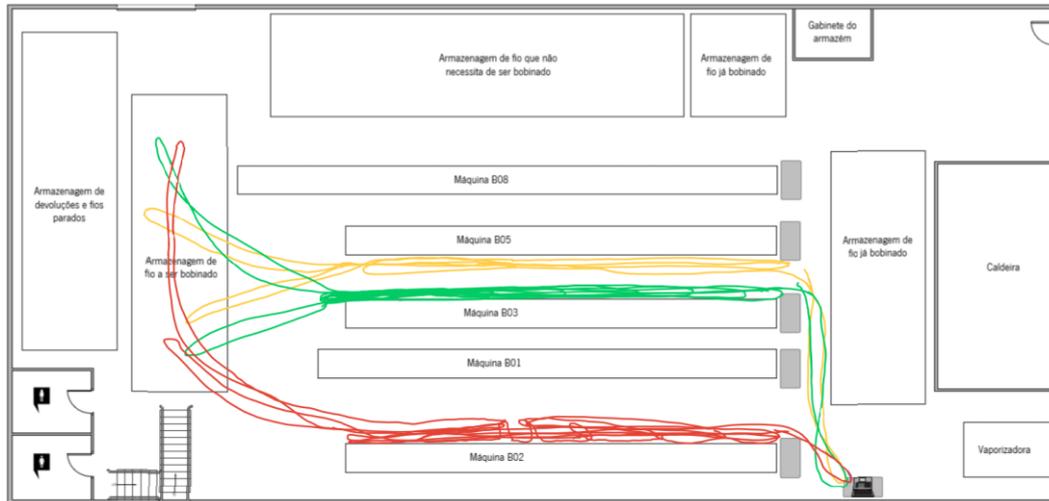


Figura 30 - Diagrama de *spaghetti* da secção de fio tingido após implementação de melhorias

Novamente foram estimados os metros percorridos (Tabela 36).

Tabela 36 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio tingido após melhorias

Máquina	Distância (m)
B02	225,28
B03	234,16
B05	223,21

O mesmo processo foi realizado novamente para a bobinagem de fio cru, elaborando-se um diagrama de *spaghetti* (Figura 31).

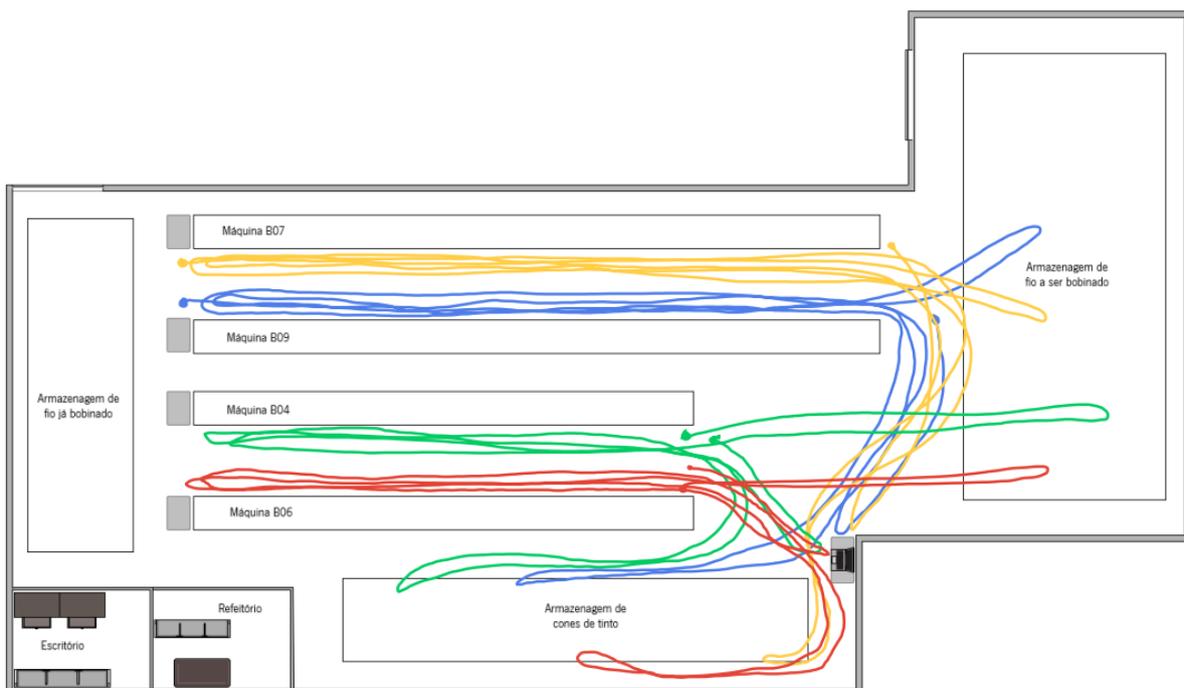


Figura 31 - Diagrama de *spaghetti* da secção de fio cru após implementação de melhorias

Posteriormente, foram estimados os metros recolhidos pelos operadores (Tabela 37).

Tabela 37 - Distâncias percorridas na preparação das máquinas da bobinagem de fio cru após melhorias

Máquina	Distância (m)
B04	166,72
B06	137,36
B07	204,46
B09	190,06

5.2.3 Operações de preparação externas na bobinagem de fio tingido após melhorias

Com a redução dos tempos de preparação, foram analisadas novamente as operações de preparação externas assim como as operações de embalagem/paletização.

Para isso, foi novamente construída uma tabela que relaciona estes dois fatores, tendo em conta as reduções previstas nos tempos de preparação externa alcançadas com a implementação de SMED (Tabela 38).

Tabela 38 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio tingido após melhorias

Tarefa	Tempo médio (segundos)			
	48 fusos	49 fusos	50 fusos	60 fusos
Operações de preparação externa (com troca de partida)	905,2	915,1	925,0	1023,5
Operações de preparação externa (sem troca de partida)	517,2	527,1	537,0	635,5
Operações de paletização/embalamento	447,1	459,5	466,7	546,7
Somatório (com troca de partida)	1352,3	1374,6	1391,7	1570,2
Somatório (sem troca de partida)	964,3	986,6	1003,7	1182,2

Fez-se a mesma análise realizada anteriormente tendo também por base o mês de fevereiro para que posteriormente possa existir uma comparação justa entre a situação antes e após melhorias.

Mais uma vez, compararam-se os somatórios obtidos na Tabela 38 com os tempos de ciclo de cada fio produzido durante esse mês. Dos 3309 *setups* realizados durante esse mês estima-se que apenas 273 correspondessem a *setups* nos quais não seria possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento. Em termos de quilos, isto corresponderia a 12,92% dos quilos produzidos nesse período.

5.2.4 Operações de preparação externas na bobinagem de fio cru após melhorias

A mesma análise, foi realizada para a bobinagem de fio cru (Tabela 39).

Tabela 39 - Tempo de preparação externo e tempo de embalagem da bobinagem de fio cru após melhorias

Tarefa	Tempo médio (segundos)	
	50 fusos	60 fusos
Operações de preparação externa (com troca de produto)	761,7	914,7
Operações de preparação externa (sem troca de produto)	439,7	592,72
Operações de paletização/embalamento	268,6	320,0
Somatório (com troca de produto)	1030,23	1234,72
Somatório (sem troca de produto)	708,23	912,72

Com as melhorias propostas seria de esperar que dos 5415 *setups* realizados durante este mês na totalidade das quatro máquinas presentes nesta secção, 15 correspondessem a *setups* nos quais não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento. Em termos de quilos, isto corresponde a 0,39% dos quilos produzidos nesse período. Mais uma vez estes *setups* e quilos são referentes à preparação que envolve troca de produto.

5.3 Criação de um controlo do percurso da encomenda

No capítulo anterior foi referida a problemática de falta de registo do local onde a encomenda se encontrava nos diversos momentos, nomeadamente o momento em que a encomenda deixava a tinturaria após o controlo de qualidade e entrava na bobinagem. Sendo assim, propôs-se a instalação de um leitor de código de barras na entrada do armazém da bobinagem de fio tingido para que haja um registo do momento em que as encomendas entram neste edifício. Esta melhoria irá permitir ter um maior controlo da encomenda e evitar conflitos sobre o momento em que esta entrou na bobinagem. A instalação deste leitor irá facilitar o planeamento diário das encomendas realizado pelo chefe de secção, que vai ter acesso ao material que se encontra disponível, em cada momento, no armazém da bobinagem de fio tingido. Para além disso, este leitor irá permitir identificar de uma forma mais completa as razões dos atrasos das encomendas. Esta medida foi aprovada pela empresa, contudo não foi implementada durante o tempo de estágio.

É de notar que a todas as encomendas já está associado um código de barras que é utilizado para os restantes registos. Desta forma, não haverá necessidade de criar um código de barras adicional ou de alterar a folha de produção que acompanha a encomenda.

Contudo a implementação desta medida implica a criação de um novo armazém no *software* da empresa assim como a criação de uma nova movimentação, tarefas essas que deverão ser executadas pelo departamento de informática.

Este tipo de leitor apresenta preços variados de acordo com as suas características. Sendo que este aparelho não terá uma utilização muito intensiva, estima-se que um leitor de aproximadamente 100€ cumpra com as funcionalidades necessárias.

5.4 Instalação do *software Valuekeep* nas secções de bobinagem

A J.F. Almeida possui atualmente o *Valuekeep*, um *software* de manutenção de ativos que permite atuar em diferentes campos como gestão de equipamentos, manutenção corretiva, preventiva e preditiva, gestão de ordens de trabalho e gestão de inventário. Quando discutida com a empresa a proposta de implementar o TPM na bobinagem, foi sugerido que se começasse pela implementação do *Valuekeep* nesta secção, uma vez que, apesar da empresa utilizar este *software* em algumas secções, ainda não o fazia na bobinagem.

O primeiro passo para a implementação deste *software* nas secções em questão foi, em conjunto com o gestor do armazém de peças, responsável também pela monitorização e implementação deste *software* e com o mecânico destas secções, criar uma oficina para a bobinagem na base de dados do programa e colocar os equipamentos destas secções lá. Estes equipamentos incluem as bobinadeiras tanto da bobinagem de fio cru como bobinagem de fio tingido, a vaporizadora e as máquinas de embalagem de paletes.

Idealmente este *software* deve ser utilizado pelos operadores e pelos mecânicos, de forma que os primeiros registem a avaria e os segundos as reparações. Contudo, em conjunto com a empresa decidiu-se que inicialmente se começaria apenas pela criação do perfil do mecânico de forma a fazer uma implementação gradual do *software*.

Após garantir que o mecânico estava familiarizado com o *software* e entendia as suas funcionalidades, este começou o registo das reparações que ia fazendo nas secções (Figura 32). No registo das reparações o mecânico deve registar várias informações, tais como: a máquina que reparou, o tipo de reparação, o tempo despendido na reparação e os materiais consumidos na mesma.

▼ Oficina: Bobinagem								
Aprovado	OT6333	Troca do braço (alavanca) fuso 16 Maq.3	05/25/2022 12:07:00 PM	Serviço		Bobinadeira 3	Bobinagem	05/24/2022 12:07:00 PM
Aprovado	OT6318	troca de braço (alavanca) fuso 6 maquina 7	05/24/2022 2:17:00 PM	Serviço		Bobinadeira 5	Bobinagem	05/23/2022 2:17:00 PM
Aprovado	OT6254	Troca do braço (alavanca) fuso 30 maq.8	05/18/2022 11:07:00 AM	Serviço		Bobinadeira 6	Bobinagem	05/17/2022 11:07:00 AM
Executado	OT6252	Troca de correia do fuso Nº35 Maq.8	05/17/2022 2:05:00 PM	Serviço		Bobinadeira 6	Bobinagem	05/16/2022 2:05:00 PM

Figura 32 - Registo das reparações no *software Valuekeep*

Para a definição da manutenção preventiva, o primeiro passo, foi, em conjunto com o mecânico da secção definir quais as diferentes tarefas de manutenção preventiva, em que máquinas devem ser realizadas, e qual a sua periodicidade. Posteriormente, com a ajuda do responsável pela implementação deste *software* foram introduzidos os detalhes da manutenção preventiva no *Valuekeep*. Na Figura 33 é possível observar o resultado desta implementação.

Estado	Manutenção Preventi...	Versão	Descrição	Tipo de Ordem de Tra...	Tipo de Ativo	Ativo	Ativo
Aprovado	PM000035	1	Manutenção Preventiva Maq Bobinagem Férias de Verão	Preventiva	↻	Rota de máquinas de Bobinagem	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprovado	PM000036	1	Manutenção Preventiva Maq Bobinagem Férias de Natal	Preventiva	↻	Rota de máquinas de Bobinagem	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprovado	PM000037	1	Manutenção Paletizadoras Férias	Preventiva	↻	Rota Paletizadoras bobinagem	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprovado	PM000038	1	Manutenção Preventiva Paletizadora Férias Natal	Preventiva	↻	Rota Paletizadoras bobinagem	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprovado	PM000039	1	Inspeção Vaporizadora Férias de Verão	Preventiva	📅	Vaporizadora	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprovado	PM000040	1	Inspeção Vaporizadora Férias de natal	Preventiva	📅	Vaporizadora	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 33 - Registo das manutenções preventivas das secções de bobinagem no *software Valuekeep*

Quando chegar o momento de cada uma destas manutenções o responsável pelas mesmas, isto é, o mecânico da secção, será notificado e deverá executá-las registando esta execução.

A título de exemplo, na Figura 34 encontra-se um plano de manutenção detalhado.

Plano de Manutenção PREVB0B-000025 🔍

Plano de Manutenção
PREVB0B-000025

Descrição
Manutenção Preventiva Maquina bobinagem

Tipo de Plano de Manutenção
PR Preventivo

Oficina
BOB Bobinagem

Tarefas ^

Tarefa	Descrição	Duração	Verificação
MASSAMOT	Colocação de Massa n...	00:00:00	VAL02 Validação de Ex...
LIMPTAM	Limpeza de Tampas	00:00:00	VAL02 Validação de Ex...
LIMP	Limpeza	00:00:00	VAL02 Validação de Ex...
LUBR	Lubrificação	00:00:00	VAL02 Validação de Ex...

4 linhas

Figura 34 - Plano de manutenção das bobinadeiras no *software Valuekeep*

Pretende-se que no futuro as avarias sejam registadas pelos operadores, para que o tempo de paragem do equipamento possa ser contabilizado de forma correta e o mecânico possa ter acesso rápido às avarias das duas secções mesmo tendo como seu local de trabalho fixo a bobinagem de fio tingido.

Tendo em mente essa vontade futura, e com a ajuda de um manual criado previamente pelo responsável deste *software* elaborou-se uma *One Point Lesson* (OPL) que pretende servir de guia para facilitar o uso deste por parte dos operadores (Apêndice 4).

5.5 Mudança da programação das máquinas

Das nove bobinadeiras presentes nestas secções, três funcionavam sem grupos definidos (B06, B07 e B09). Desta forma, estudou-se a possibilidade de colocar as restantes máquinas a funcionar da mesma maneira, uma vez que ao funcionarem sem grupos definidos, a existência de fusos parados por não poderem trabalhar com diferentes produtos no mesmo grupo diminuiria ou seria eliminada. Em discussão com o mecânico destas secções chegou-se à conclusão de que apenas duas das máquinas mostravam esta possibilidade, uma vez que podiam ser alteradas de forma a deixarem de ter grupos definidos, sendo elas a B01 e a B08. As máquinas B02 e B03, apenas possibilitavam a mudança de 3 para 6 grupos, desta forma, em vez de 3 grupos de 16 fusos, passariam a ter 6 grupos de 8 fusos, o que daria maior flexibilidade à produção. As restantes máquinas, B04 e B05, não possibilitavam estas alterações. Até ao momento apenas as máquinas B02 e B03 foram alteradas, funcionando agora com 6 grupos (Figura 35).



Figura 35 - Comandos de programação da máquina B02 com 3 grupos (a) e com 6 grupos (b)

5.6 Implementação de 5S e gestão visual

A implementação de 5S e gestão visual coincidiu com o retorno da pessoa responsável pela implementação desta ferramenta à empresa. Desta forma, foi sugerido pela própria gestão um trabalho em conjunto de maneira a garantir o sucesso desta ferramenta nas secções em causa.

Foram propostas diferentes melhorias tendo em conta cada uma das cinco etapas desta ferramenta.

1. Separar

- propôs-se a realização de verificações trimestrais do inventário, por parte dos chefes de secção, de forma a perceber o que pode ser descartado, vendido ou enviado para outras secções;
- imposição do uso de cacifos (já disponíveis na empresa, mas não utilizados).

2. Organizar

- criação de locais apropriados para colocação de paletes, cartões e porta-paletes.

3. Limpar

- criação de uma rotina de limpeza do pavilhão e equipamentos, como por exemplo, da vaporizadora;
- imposição do cumprimento da norma de não colocação de materiais nos corredores já estabelecidos no pavilhão.

4. Normalizar

- Colocação das medidas acima descritas nas normas de trabalho.

5. Manter

- Regresso das auditorias mensais de monitorização do 5S.

Nem todas as medidas propostas acima foram implementadas. Na auditoria realizada no final do projeto, é possível observar quais destas foram ou não implementadas (Apêndice 5).

5.7 Implementação do *Standard Work*

Nesta secção são detalhadas as medidas implementadas para aumentar a normalização dos processos nas secções de bobinagem e das folhas que acompanham as encomendas.

5.7.1 Normalização dos processos de bobinagem

Uma das grandes necessidades dos processos de bobinagem tanto de fio cru, como de fio tingido passava pela normalização de processos. Para isso foram criadas normas de trabalho a ser seguidas pelos operadores. Para definição destas normas, os processos foram discutidos com o chefe de secção e com os operadores de forma a perceber a forma mais eficiente de serem realizadas. Estas normas têm já em atenção algumas das melhorias propostas acima para que, desta maneira, estas possam ser

já incutidas no dia a dia dos trabalhadores. Esta tarefa pretende ainda facilitar o processo de integração de novos trabalhadores nesta secção, que era uma dificuldade sentida pela empresa.

A primeira norma de trabalho teve como foco os processos de preparação das bobinadeiras, tendo sido criada uma norma para a preparação das máquinas de fio tingido (Apêndice 6) e outra para a preparação das máquinas de fio cru (Apêndice 7).

Posteriormente foram criadas normas de trabalho para os processos de embalamento e paletização, distinguindo-se também as duas secções (Apêndice 8 e Apêndice 9).

Por fim foram criadas normas de limpeza, tanto da limpeza de final de turno (Apêndice 10), como de final de semana (Apêndice 11), garantindo que este processo era normalizado em ambas as secções. Para a limpeza de final de turno foi possível concluir que não eram necessários 30 minutos para esta tarefa, e que na realidade o tempo que esta demoraria, implicando paragem de máquina, seria de aproximadamente 5 minutos. De notar que os 30 minutos estipulados pela empresa correspondiam a tempo de paragem de máquina, apesar de na maioria dos casos não serem respeitados. Na limpeza de final de semana conclui-se que 60 min seria suficiente.

5.7.2 Normalização das folhas de produção

Para além destas operações revelou-se de extrema importância a normalização das folhas de produção. Sendo assim, foi proposta a criação de um campo obrigatório do tipo de partida (Tabela 40), na qual deverá ser seleccionado a modalidade em que a partida em questão será feita, desta forma, deixa de ser uma simples observação e passa a ser um campo obrigatório evitando esquecimentos. Espera-se que erros como aquele registado na recolha de dados do OEE na secção 4.3.1 sejam eliminados.

Tabela 40 - Exemplo de alteração a implementar na folha de produção

Tipo de preparação:	
1 bobine para 1 bobine	
2 bobine para 1 bobine	
Retalhar fio	

Esta alteração não foi, até ao momento do término do estágio, posta em prática.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este capítulo tem como principal objetivo a análise e discussão dos resultados obtidos com a implementação das melhorias propostas no capítulo 5. Neste capítulo é possível encontrar resultados efetivos, medidos diretamente na secção, resultados estimados e resultados esperados.

6.1 Redução dos tempos de preparação das máquinas da bobinagem

A implementação de SMED permitiu uma redução dos tempos de preparação tanto das máquinas de fio tingido como das máquinas de fio cru

Desta forma, a Tabela 41 pretende não só mostrar a situação antes de melhoria, como a situação após melhoria e a situação prevista, no caso da bobinagem de fio tingido e de uma máquina de 48 fusos.

Tabela 41 - Comparação dos tempos de *setup* da bobinagem de fio tingido

Tipo de <i>setup</i>	Antes da implementação	Após implementação	Previsto
<i>Setup</i> sem troca de partida	14min24s	12min52s	12min01s
<i>Setup</i> com troca de partida	21min43s	16min12s	15min53s

Através destes valores é possível perceber que os resultados foram bastante positivos, existindo uma diminuição de aproximadamente 11% no tempo de preparação da máquina no caso de não existir mudança de partida, e de 25% no caso de ocorrer mudança de partida.

A mesma comparação tendo em conta a bobinagem de fio cru e as máquinas de 70 fusos foi realizada, tendo sido obtidos os valores presentes na Tabela 42.

Tabela 42 - Comparação dos tempos de *setup* da bobinagem de fio cru

Tipo de <i>setup</i>	Antes da implementação	Após implementação	Previsto
<i>Setup</i> sem troca de produto	24min20s	23min09s	17min04s
<i>Setup</i> com troca de produto	39min00s	17min19s	15min46s

Neste caso, houve uma diminuição de aproximadamente 5% no caso de não ocorrer mudança de produto e de 56% no caso de ocorrer esta mudança.

Como é possível observar, as melhorias efetivas são, em média, menores que as previstas, isto aconteceu devido a diversos fatores. Um deles foi o facto do prazo dado pela informática para mudança da fórmula de cálculo da eficiência ser superior ao momento de recolha destes dados, o que fez com que não fosse possível garantir que as operações de fecho e abertura da partida/produção eram feitas em simultâneo de forma externa. Adicionalmente, nem sempre todas as operações definidas como operações externas

podem ser realizadas desta forma, devido ao facto do processamento de determinados títulos de fio ser inferior ao tempo necessário para a realização destas. Em particular, a preparação sem mudança de produto na bobinagem de fio cru, apresenta as menores melhorias, uma vez que não foi possível diminuir as limitações do robô. Contudo percebeu-se que ao realizar a primeira preparação de um novo produto fuso a fuso em vez de em grupos de fusos, isto aumentava o desfasamento entre bobines. Desta forma, quando o robô realiza a troca de bobines, o desfasamento de tempo, origina uma pequena melhoria. Em relação às distâncias percorridas durante a preparação das máquinas as melhorias alcançadas encontram-se discriminadas na Tabela 43 para ambas as secções.

Tabela 43 - Comparação das distâncias percorridas antes e após implementação de melhorias

Secção	Máquina	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
Secção de fio tingido	B02	272,16m	225,28m	17,23%
	B03	282,82m	234,16m	17,20%
	B05	277,47m	223,21m	19,56%
Secção de fio cru	B04	193,43m	166,72m	13,81%
	B06	159,31m	137,36m	13,78%
	B07	249,96m	204,46m	18,20%
	B09	235,56m	190,06m	19,32%

Apesar de não terem sido recolhidos dados para as máquinas B01 e B08 após a implementação, estima-se que a melhoria seja semelhante às outras máquinas desta secção.

6.1.1 Operações externas antes e após melhorias na bobinagem de fio tingido

De forma a perceber o impacto da diminuição dos tempos de preparação externos foi construída a Tabela 44.

Tabela 44 - Comparação das operações externa na bobinagem de fio tingido

Indicador	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
Nº de <i>setups</i> em que não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento	540	273	49,44%
% quilos em que não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento	25,02%	12,92%	48,36%
Total de horas realizadas de forma interna que poderiam ser externas	37,64h	15,71h	58,26%

É possível observar melhorias significativas nos três indicadores. O total de horas que as máquinas necessitavam de estar paradas para a realização de operações que poderiam ser externas reduziu para mais de metade.

Mais uma vez realça-se que estes valores têm em conta uma estimativa feita para o mês de fevereiro.

6.1.2 Operações externas antes e após melhorias na bobinagem de fio cru

A mesma comparação foi feita para a bobinagem de fio cru (Tabela 45).

Tabela 45 - Comparação das operações externa na bobinagem de fio cru

Indicador	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
Nº de <i>setup</i> em que não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento	14	15	-7,14%
% quilos em que não foi possível realizar todas as operações externas com a máquina em funcionamento	0,36%	0,39%	-8,33%
Total de horas realizadas de forma interna que poderiam ser externas	920,7h	1339,9h	-45,5%

Neste caso concreto, devido à conversão de tarefas internas em externas é possível observar um pequeno decréscimo, não muito significativo e que é compensado pela diminuição de tempos de preparação internos.

6.2 Melhoria da organização do armazém e postos de trabalho da bobinagem de fio tingido

Na Tabela 46 é possível observar uma comparação entre a auditoria 5S inicial e final, quantificando as melhorias das mesmas. Para além disso, é de referir que nem todas as medidas propostas relacionadas com o 5S foram postas em prática, pelo que se espera que quando o forem, estes valores possam apresentar uma melhoria mais significativa.

Tabela 46 - Comparação da pontuação das auditorias 5S

Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
7,38	8,21	11,25%

6.3 Melhoria no controlo da manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos

Com a implementação do *software Valuekeep* na bobinagem, passou a ser possível ter um registo detalhado das avarias que ocorrem nestas secções. Informações como os custos de reparação, o tempo que as máquinas ficam paradas sendo consertadas, as principais causas de avarias e as peças que mais recorrentemente são necessárias substituir, são agora registadas e podem ser utilizadas para análises

futuras. Toda esta informação é de extrema importância não só para ajudar no controlo e gestão de peças sobressalentes que tem agora acesso à periodicidade com que determinadas peças são consumidas, mas também para facilitar a rotina de trabalho do mecânico das secções em questão. Para além disso, do ponto de vista financeiro permite à empresa ter valores reais sobre as manutenções das máquinas, isto é, custos relacionados com o tempo de trabalho do mecânico, com as peças e materiais consumidos. Adicionalmente, quando o *software* passar a ser utilizado pelos funcionários, para além do registo dos tempos que as máquinas estão paradas a ser consertadas, será possível ter o registo do tempo que estas estão paradas à espera de ser consertadas.

Este *software* tem ainda em conta as manutenções preventivas, esperando-se desta forma que, criando uma rotina mais precisa de manutenções preventivas, as necessidades de manutenções corretivas diminuam. Sendo assim, quando o *software* funcionar em pleno estima-se que o OEE possa aumentar, uma vez que um melhor funcionamento da máquina contribui para um aumento tanto da disponibilidade, como da qualidade e velocidade.

6.4 Mudança da programação das máquinas

Apesar da medida não ter sido implementada na totalidade, uma vez que até ao momento apenas a B02 e B03 foram alteradas, esta medida contribui para dar uma maior flexibilidade à produção.

A alteração da B02 e B03 apenas foi realizada posteriormente à recolha de dados do OEE final que será apresentada na subsecção 6.6. Desta forma, não foi possível quantificar diretamente a sua melhoria, contudo espera-se que a disponibilidade das máquinas aumente, levando a um aumento do OEE.

Apesar de não ter sido possível quantificar estas melhorias, para entender melhor o impacto desta medida, fez-se uma análise detalhada dos tempos “sem produzir” de cada máquina referidos no Apêndice 2. Esta análise foi apenas realizada para a secção da bobinagem de fio tingido que era a única que apresentava máquinas que poderiam sofrer este tipo de alterações.

Foi possível estimar que dos minutos considerados “sem produzir” devido à limitação de programação das máquinas (12839min), 6831min poderiam ter sido produtivos, tendo em conta todas as alterações propostas na programação das máquinas. Destes 6831, 3095min seriam resultado da alteração das máquinas B02 e B03 enquanto os restantes 3736 seriam resultado das alterações na B01 e B08.

6.5 Melhorias previstas das medidas não implementadas

Nesta subsecção estão resumidos os resultados que se esperam com as medidas que não foram implementadas durante o período deste projeto.

6.5.1 Controlo do percurso da encomenda

Apesar do leitor de código de barras que irá ser responsável pelo controlo das entradas no armazém de bobinagem de fio tingido ainda não ter sido instalado, prevê-se que quando isto acontecer haja um maior controlo sobre as encomendas. Desta forma, para além de facilitar o planeamento desta secção e reduzir os conflitos entre a bobinagem de fio tingido e a tinturaria esta medida irá permitir perceber quais as razões das encomendas em atraso. Tendo por base o mês de fevereiro, prevê-se que seja possível perceber a razão do atraso em mais 25,26% das encomendas, passando assim das atuais 46,32% sem se perceber a causa do atraso para apenas 21,05%.

6.5.2 Mudança da fórmula da eficiência

A nova fórmula da eficiência irá contribuir para a transparência do sistema produtivo, uma vez que ao contrário da fórmula anterior, esta realmente irá descrever o que acontece no chão de fábrica, não induzindo a empresa em erro.

Com esta medida, para além de se reduzir a necessidade de deslocações ao computador de registos, o trabalhador poderá fechar e abrir as produções quando considerar a altura mais oportuna, tentando sempre que possível realizar esta tarefa quando a máquina estiver a funcionar. Evita também que os esquecimentos por parte dos operadores afetem a eficiência.

Por fim, esta fórmula vai permitir ter um registo de parte das paragens e das causas das mesmas. Com estas informações a empresa poderá entender melhor quais os problemas do sistema produtivo, as suas causas e de que forma podem atuar para aumentar o desempenho.

6.5.3 Normalização das folhas de produção

Com esta medida espera-se que os erros e esquecimentos no preenchimento das folhas de produção sejam reduzidos ou até mesmo eliminados. Sendo assim, espera-se um aumento da qualidade e disponibilidade, e conseqüentemente um aumento do OEE.

6.6 Melhoria de desempenho da secção

De forma a perceber o impacto global das medidas implementadas, foram novamente recolhidos dados para o cálculo da eficiência, produtividade, OEE e seus fatores. Para estes cálculos foram utilizados os mesmos métodos descritos nas secções 4.2 e 4.3.

6.6.1 Eficiência e Produtividade

As eficiências e produtividades destas secções foram novamente calculadas e comparadas com os valores obtidos anteriormente (Tabela 47). Os valores após implementação foram recolhidos no mês de junho.

Tabela 47 - Comparação da eficiência e produtividade antes e após melhorias

secção	indicador	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
Bobinagem de fio tingido	Eficiência	60,32%	67,50%	11,90%
	Produtividade	48 quilos/h.homem	54 quilos/h.homem	12,50%
Bobinagem de fio cru	Eficiência	61,26%	66,63%	8,77%
	Produtividade	79 quilos/h.homem	80 quilos/h.homem	1,27%

Como é possível observar todos os indicadores apresentaram melhorias. Contudo como visto anteriormente estes valores acabam por não ser os mais fidedignos, uma vez que são calculados através dos dados do *Multi*.

6.6.2 Cálculo do OEE na bobinagem de fio tingido

No caso da bobinagem de fio tingido, foi necessária uma nova recolha de dados recorrendo-se novamente à observação direta. Foram recolhidos 3 dias por máquina, durante o mês de junho, tendo em conta o primeiro turno.

Devido à diminuição da procura e aumento dos custos com eletricidade, duas das máquinas não se encontravam em funcionamento. Desta forma, apenas foi possível a recolha de dados de três máquinas.

É necessário referir também que no mês de março e até ao fim do período de estágio as funções de aspiração e sucção das máquinas da bobinagem de fio tingido foram desligadas devido ao aumento dos preços da eletricidade, uma vez que este tipo de funções apresentavam um grande consumo energético. Desta forma, as máquinas tornam-se menos automatizadas, sendo de esperar que se o OEE final tivesse sido calculado nas mesmas condições que o OEE inicial (recolhido em fevereiro) os valores de OEE obtidos nesta secção fossem superiores aos apresentados na Tabela 48.

Tabela 48 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio tingido após melhorias

Máquina	Observação	Disponibilidade	Qualidade	Velocidade	OEE
B02	1	83,08%	99,56%	80,25%	66,38%
	2	72,70%	100,00%	84,88%	61,71%
	3	77,30%	99,81%	71,65%	55,28%
B03	1	54,70%	100,00%	70,01%	38,30%
	2	70,24%	99,77%	93,80%	65,74%
	3	87,40%	100,00%	80,22%	70,11%
B05	1	63,58%	100,00%	77,26%	49,12%
	2	82,79%	99,79%	81,27%	67,14%
	3	87,34%	100,00%	79,29%	69,25%
Média		75,46%	99,88%	79,85%	60,34%

Tal como na primeira análise do OEE a disponibilidade é o fator que apresenta valores mais baixos e a qualidade o que apresenta os valores mais satisfatórios.

Em relação à velocidade não houve uma grande alteração, uma vez que se percebeu que as velocidades ideais referidas nas normas de trabalho não foram tidas em conta na maioria dos casos. A escolha de uma velocidade inferior à ideal ocorreu em 84,31% das programações, o que mostra que praticamente não houve alterações neste campo. A escolha de uma velocidade inferior foi responsável por 10,36% do total das perdas de velocidade (20,15%).

Na Tabela 49 é possível observar as melhorias alcançadas em cada máquina, comparando os valores obtidos após a implementação das melhorias com aqueles obtidos na fase de diagnóstico.

Tabela 49 - Comparação do OEE e os seus fatores na bobinagem de fio tingido

Máquina	Fatores	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
B02	Disponibilidade	72,50%	77,69%	7,16%
	Qualidade	99,70%	99,79%	0,09%
	Velocidade	75,13%	78,92%	5,04%
	OEE	54,48%	61,12%	12,19%
B03	Disponibilidade	57,51%	70,78%	23,07%
	Qualidade	99,89%	99,92%	0,03%
	Velocidade	75,36%	81,34%	7,94%
	OEE	43,30%	58,05%	34,06%
B05	Disponibilidade	70,74%	77,90%	10,12%
	Qualidade	100,00%	99,93%	-0,07%
	Velocidade	75,57%	79,27%	4,90%
	OEE	53,40%	61,84%	15,81%
Média	Disponibilidade	64,87%	75,46%	16,32%
	Qualidade	97,76%	99,88%	2,17%
	Velocidade	72,81%	79,85%	9,67%
	OEE	46,49%	60,34%	29,79%

A partir da análise desta tabela pode-se observar que o fator que mais apresentou melhorias foi a disponibilidade seguindo-se a velocidade. A qualidade é o que apresenta menos alterações, apresentado numa das máquinas uma pequena descida.

Isto vai de encontro ao que era esperado uma vez que as medidas implementadas tiveram como principal foco o aumento da disponibilidade, como é o caso do SMED e do *standard work*.

Apesar de não ser possível recolher dados das máquinas B01 e B08, tendo em conta as médias das melhorias das restantes máquinas, pode-se estimar qual seria a melhoria do OEE e dos seus fatores considerando o conjunto das 5 máquinas (Tabela 50).

Tabela 50 - Valores esperados de melhoria do OEE na bobinagem de fio tingido

Fatores	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
Disponibilidade	64,87%	73,37%	13,10%
Qualidade	97,76%	97,78%	0,02%
Velocidade	72,81%	77,31%	6,18%
OEE	46,49%	56,43%	21,38%

As conclusões globais são semelhantes, mantendo-se a disponibilidade como o fator com melhorias mais significativas.

É de ressaltar que os valores apresentados acima resultam de um conjunto de melhorias implementadas, nomeadamente o SMED, o *standard work*, e o 5S. Contudo espera-se que quando as restantes propostas estejam implementadas, como por exemplo a mudança da fórmula da eficiência, o OEE e os seus fatores apresentem valores superiores, sendo esperada uma maior subida no fator disponibilidade.

6.6.3 Cálculo do OEE na bobinagem de fio cru

Para o cálculo do OEE da bobinagem de fio cru foram recolhidos *reports*. referentes ao mês de junho. Devido à diminuição da procura, das duas máquinas que apresentam *reports*, uma delas apenas trabalhou dois turnos após a implementação das melhorias em questão. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 51.

Tabela 51 - Valores do OEE e dos seus fatores na bobinagem de fio cru após melhorias

Máquina	Turno	Observação	Disponibilidade	Qualidade	Velocidade	OEE
B06	1	1	69,95%	100,00%	93,22%	65,21%
	3	1	46,54%	100,00%	86,38%	40,20%
B09	1	1	91,35%	99,59%	99,43%	90,45%
		2	69,43%	96,60%	92,93%	62,34%
		3	71,85%	100,00%	94,02%	67,55%

	2	1	73,56%	100,00%	88,62%	65,19%
		2	76,45%	100,00%	98,09%	74,99%
		3	76,03%	100,00%	98,52%	74,90%
	3	1	72,65%	100,00%	96,25%	69,92%
		2	65,48%	100,00%	77,84%	50,97%
		3	53,24%	100,00%	83,24%	44,32%
Média			69,68%	99,65%	91,69%	64,18%

A disponibilidade é novamente o fator mais baixo, enquanto a qualidade se encontra numa situação ideal. Em relação à velocidade, no caso da bobinagem de fio cru, notou-se uma melhoria considerável na escolha das velocidades ideais. A velocidade ideal foi escolhida em 68,42% de todas as programações o que corresponde a um aumento de 264,91% em relação à situação antes da melhoria. Desta forma, das 8,31% de perdas de velocidade apenas 2,80% foram resultado da escolha de uma velocidade inferior à ideal.

Recolhidos estes dados foi possível realizar uma comparação com o estado atual e quantificar as melhorias alcançadas (Tabela 52).

Tabela 52 - Comparação do OEE e os seus fatores na bobinagem de fio cru

Máquina	Fatores	Antes da implementação	Após implementação	% melhoria
B06	Disponibilidade	41,89%	58,24%	39,03%
	Qualidade	99,79%	100,00%	0,21%
	Velocidade	79,62%	89,80%	12,79%
	OEE	33,11%	52,71%	59,20%
B09	Disponibilidade	51,13%	72,23%	41,27%
	Qualidade	100,00%	99,58%	-0,42%
	Velocidade	86,91%	92,10%	5,97%
	OEE	44,17%	66,74%	51,10%
Média	Disponibilidade	46,51%	65,24%	40,27%
	Qualidade	99,89%	99,79%	-0,10%
	Velocidade	83,26%	90,95%	9,24%
	OEE	38,64%	59,72%	54,55%

Como se pode observar a disponibilidade e a velocidade apresentaram melhorias bastantes significativas, sendo a disponibilidade a que mais melhorou. A qualidade apresentou um pequeno decréscimo na B09 e um pequeno aumento na B06.

Neste caso não foi possível estimar as melhorias para a totalidade das máquinas, uma vez que não foi recolhido o OEE antes da melhoria em duas delas.

6.7 Análise das encomendas em atraso após melhorias

Enc.	Total	Entregues fora do prazo	% Encomendas em atraso	Razão do Atraso				
				Tinturaria	Armazém/expedição	Bobinagem de fio cru	Bobinagem de fio tingido	Desconhecida
A	125	41	28,80%	33,33%	13,89%	0,00%	0,00%	52,78%
B	82	19	23,17%	36,84%	15,79%	0,00%	0,00%	47,37%
Total	207	60	26,57%	34,55%	14,55%	0,00%	0,00%	50,91%

Como é possível observar a percentagem de encomendas em atraso desceu 6,74%, passando de uma média de 28,49% para 26,57%. Esta descida não foi muito acentuada uma vez que não houve uma intervenção nos processos que mais provocavam atrasos (tinturaria, pesagem e expedição). A descida detetada pode ser resultado das melhorias nas secções da bobinagem, assim como da diminuição do número de encomendas.

6.8 Análise Financeira das propostas implementadas

6.8.1 Custos das medidas propostas

Para perceber a viabilidade económica das melhorias propostas foram tidos em conta os custos que estas melhorias implicariam. Os custos das propostas encontram-se discriminados na Tabela 53.

Tabela 53 - Custos associados às melhorias propostas

Proposta	Descrição dos custos	Custos	Estado
Aplicação do SMED	Tempo de formação dos trabalhadores	33,09€	Implementada
Normalização de tarefas	Tempo de formação dos trabalhadores	33,09€	Implementada
Aplicação do 5S e gestão visual	Tempo de formação dos trabalhadores	33,09€	Implementada
Integração do <i>Valuekeep</i> nas secções de bobinagem	Tempo de formação do mecânico	8,44€	Implementada
	Tempo de formação dos trabalhadores	49,64€	Por implementar
Criação de um controlo de todo o percurso de uma encomenda	Tempo despendido pelo departamento de informática	37,96€	Por implementar
	Leitor de código de barras	100,00€	Por implementar
Criação de dispositivos <i>Poka-Yoke</i>	Tempo despendido pelo departamento de informática	9,49€	Implementada
Nova fórmula de eficiência	Tempo despendido pelo departamento de informática	66,42€	Por implementar
Mudança da programação das máquinas	Tempo despendido pelo mecânico (B01 e B08)	22,50€	Por implementar
	Peças para as máquinas (B02 e B03)		
	Empresa de manutenção subcontratada (B02 e B03)	2167,00€	Implementada
Estimativa do total de gastos nas medidas implementadas		2284,20€	
Estimativa do total de gastos nas medidas a implementar		276,52€	

Os custos acima foram calculados tendo por base as horas despendidas nas formações dos operadores e nas horas estimadas que os diversos departamentos irão precisar para cumprir as suas tarefas. No caso dos operadores foi usado o custo fuso/hora fornecido pela empresa (0,20056€), enquanto para o departamento de informática e para o mecânico foram estimados valores tendo por base os salários médios dessas profissões em Portugal. Para os custos da formação dos operadores foi utilizada a equação 19, de forma a contabilizar o custo da paragem dos operadores, enquanto no mecânico e departamento informático a equação 20.

$$\text{Custo} = \text{Tempo da formação} \times \text{Custo fuso/hora} \times \text{N}^\circ \text{ de fusos operados pelos trabalhadores em questão} \quad [19]$$

$$\text{Custo} = \text{Custo hora médio da profissão} \times \text{Tempo de trabalho estimado} \quad [20]$$

6.8.2 Benefícios económicos das medidas propostas

Para calcular tanto os ganhos das medidas propostas assim como os ganhos esperados das medidas ainda a implementar foram tidas em conta as reduções dos tempos de preparação das diversas máquinas.

Para calcular estes valores foi usado o mês de fevereiro.

O primeiro passo foi estimar o tempo que seria poupado em *setups* tendo em conta os dados recolhidos após a implementação de melhorias e a frequência com que os diversos *setups* foram realizados no mês em questão. Posteriormente foi elaborada a Tabela 54.

Tabela 54 - Ganhos das melhorias implementadas

Secção	Máquina	Horas Poupadas	Custo hora/fuso	Nº fusos	Poupança
Bobinagem de fio tingido	B01	8,62	0,20056€	50	86,46€
	B02	24,26	0,20056€	48	233,53€
	B03	19,64	0,20056€	48	189,08€
	B05	14,26	0,20056€	49	140,10€
	B08	25,99	0,20056€	60	312,75€
Bobinagem de fio cru	B04	40,54	0,20056€	50	406,49€
	B06	37,11	0,20056€	50	372,14€
	B07	51,89	0,20056€	70	728,52€
	B09	50,16	0,20056€	70	704,19€

Tendo por base o custo hora/fuso da mão de obra fornecido pela empresa (0,20056€) foi possível calcular uma poupança estimada de 3173,27€ por mês.

Como referido, estes valores apesar de serem uma estimativa para um mês específico têm em conta as reduções de *setup* efetivamente medidas. Contudo se a mesma estimativa for feita para o mesmo mês, mas tendo em conta os valores previstos da redução de tempos de *setup*, os ganhos obtidos são superiores.

Desta forma, foi construída a Tabela 55 que permite perceber quantas horas seriam poupadas tendo em conta os tempos de preparação previstos quando todas as melhorias estiverem implementadas nas duas secções em estudo.

Tabela 55 - Ganhos de todas as melhorias propostas

Secção	Máquina	Horas Poupadas	Custo hora/fuso	Nº fusos	Poupança
Bobinagem de fio tingido	B01	26,32	0,20056€	50	263,93€
	B02	30,12	0,20056€	48	289,91€
	B03	24,14	0,20056€	48	232,43€
	B05	19,13	0,20056€	49	187,99€
	B08	31,76	0,20056€	60	382,22€
Bobinagem de fio cru	B04	82,58	0,20056€	50	828,06€
	B06	73,40	0,20056€	50	736,08€
	B07	104,01	0,20056€	70	1460,22€
	B09	97,74	0,20056€	70	1372,16€

A poupança estimada seria de 5753,01€ por mês, isto significa um aumento 2579,74€ em relação às poupanças calculadas anteriormente.

Como é possível observar tanto na situação das melhorias efetivas como na situação das melhorias previstas os ganhos obtidos no período de um mês cobrem os custos da implementação das melhorias e ainda representam benefícios para a empresa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões retiradas ao longo do desenvolvimento deste projeto de dissertação. Para além disso, são feitas indicações de trabalho futuro que poderá ser executado pela empresa de forma a continuar o trabalho realizado e contribuir para a melhoria do desempenho das secções estudadas.

7.1 Conclusões

A presente dissertação teve como principal objetivo a melhoria de processos nas secções de bobinagem de fio tingido e fio cru da empresa J.F. Almeida, recorrendo à filosofia *Lean* respondendo desta forma à pergunta de investigação: “Como melhorar o desempenho de uma secção de bobinagem?”. De forma mais concreta os objetivos passaram por reduzir os tempos de preparação de máquina, aumentar a eficácia global dos equipamentos e do processo, melhorar a organização da produção e normalizar os procedimentos. Todos estes objetivos foram atingidos.

Numa fase inicial foi feita uma análise diagnóstico das secções. Nesta fase recorreu-se à observação direta e cronometragem das diferentes tarefas. A partir daí foram calculados diferentes indicadores, tais como a eficiência, produtividade, OEE e a percentagem de encomendas em atraso. Para além disso foi realizada uma auditoria 5S. Com os dados recolhidos e as análises elaboradas foi possível perceber quais os principais problemas presentes nesta secção. Estes problemas passavam por tempos de preparação de máquina muito elevados, uma grande falta de normalização nas preparações de máquina, na limpeza, nos registos de produção e nas folhas de produção. Para além disso, foi possível observar uma grande desorganização no armazém e nos locais de trabalho, erros nos registos de produções, cálculos incorretos de eficiências, limitações na programação das máquinas, entre outros.

Depois de definidos os principais problemas desta secção, foram planeadas propostas de melhoria e implementadas sempre que possível. As medidas que foram implementadas durante o tempo de estágio consistiram na aplicação de SMED, 5S, *standard work*, alteração da programação das máquinas e na criação de dispositivos *Poka-Yoke*. Para além destas, foi também introduzido um *software* de manutenção, o *Valuekeep*, nas secções em estudo. Outras medidas foram propostas, contudo devido a restrições de tempo não foi possível implementar durante o período de estágio. Estas medidas foram, a mudança da fórmula da eficiência, a implementação de um leitor de código de barras entre a tinturaria e a bobinagem de fio tingido e por último a normalização das folhas de produção.

Com a implementação do SMED foi possível reduzir os tempos de preparação das máquinas. Na secção de fio cru esta redução foi de 56% quando ocorre mudança de produto a produzir, e de 5% quando se mantém o produto. Já na secção de fio tingido esta redução foi de 25% quando ocorre mudança de partida/produto e 11% quando esta mudança não ocorre.

O 5S foi apenas aplicado à secção de fio tingido, na qual se obteve uma melhoria de 11,25% na pontuação das auditorias realizadas antes e após a implementação de melhorias.

Com tudo isto foi possível aumentar o OEE das secções. O OEE da secção de fio cru aumentou aproximadamente 55% e o da secção de fio tingido 30%. Para além disso, foram criadas normas de trabalho e normalizados os processos.

Estima-se que estas propostas tragam um ganho económico de 3173,27€ por mês para a empresa.

Estes indicadores podem ainda apresentar resultados mais satisfatórios quando todas as medidas propostas forem implementadas. Estima-se uma maior redução nos tempos de *setup* e um aumento do OEE para além daquele já alcançado. Adicionalmente, esperam-se outras vantagens como um maior conhecimento do chão de fábrica e uma análise mais correta do que lá ocorre.

Este projeto apresentou alguns desafios e limitações à sua execução. O primeiro desafio passou pelo cálculo do OEE nas bobinadeiras. Estas máquinas eram constituídas por um grande número de fusos, podendo cada fuso parar e começar em momentos distintos e produzir vários produtos diferentes dentro de uma mesma máquina. Isto fez com que o OEE não pudesse ser calculado da forma tradicional e que a recolha de dados fosse complexa devido à necessidade de registo de paragens individuais para cada fuso.

Outro fator que constituiu uma limitação do projeto foi o aumento do preço de eletricidade que fez com que a empresa tomasse a decisão de desligar o sistema de aspiração e sucção das máquinas da secção de fio tingido, desta forma, a comparação feita entre os dados recolhidos antes e após a implementação das melhorias não foi feita exatamente nas mesmas condições.

Adicionalmente, a partir do mês de junho houve uma grande redução da procura, o que fez com que não fosse possível recolher dados de todas as máquinas.

7.2 Propostas de trabalho futuro

Como proposta de trabalho futuro recomenda-se a monitorização das melhorias implementadas para garantir que os ganhos alcançados não sejam perdidos. Sugere-se também uma análise do OEE, tendo

em conta a totalidade das máquinas, uma vez que apenas foi possível realizar esta recolha em parte das mesmas. No caso da bobinagem de fio tingido recomenda-se que esta análise seja feita com o sistema de sucção e de aspiração em funcionamento, para que as melhorias obtidas possam ser quantificadas com mais precisão. Para além disso, propõe-se que a empresa olhe para estas medidas com um espírito de melhoria contínua, pensando sempre em possíveis formas de melhorar os processos.

Adicionalmente, propõe-se que as medidas que não foram implementadas durante o tempo do estágio o sejam. Isto é, que a fórmula do cálculo da eficiência seja alterada, que o leitor de código de barras na entrada do armazém de bobinagem seja implementado e que as folhas de produção sejam normalizadas de acordo com a alteração proposta. Adicionalmente, recomenda-se a alteração do funcionamento das máquinas para que deixem de ser programadas em grupos, no caso da B01 e B08.

Em relação ao *software Valuekeep* propõe-se que no futuro a sua utilização seja feita também pelos operadores das máquinas e não só pelo mecânico da secção.

Ademais, seria vantajoso normalizar a qualidade do fio, uma vez que para além de ser benéfico a nível da qualidade dos produtos da empresa, faria com que as velocidades de bobinagem pudessem ser também elas normalizadas o que aumentaria o fator velocidade e conseqüentemente o OEE.

Sugere-se ainda um estudo mais profundo na secção de tinturaria, assim como nos processos de pesagem e expedição, uma vez que estes se revelam os principais responsáveis pelas encomendas de fio em atraso.

Por fim é ainda sugerido que a empresa invista no planeamento, pois tal como referido na subsecção 4.7 este apresenta algumas falhas. Ao planear as produções de uma forma mais rigorosa a J.F. Almeida poderá alcançar melhorias nos tempos de *setup*, uma diminuição das encomendas em atraso, um melhor entendimento do porquê dos atrasos, bem como uma melhoria geral na organização da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, *107*(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, *25*(7), 709–756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Art of Lean. (2000). *Toyota Production System Basic Handbook*. Art of Lean, Inc.
- Baptista, A., Abreu, L., & Brito, E. (2021). Application of Lean Tools Case Study in a Textile Company. *Proceedings on Engineering Sciences*, *3*(1), 93–102. <https://doi.org/10.24874/pes03.01.009>
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, *44*(18–19), 3929–3952. <https://doi.org/10.1080/00207540600690545>
- Bukhsh, M., Khan, M. A., Zaidi, I. H., Yaseen, R., Khalid, A., Razzaque, A., & Ali, M. (2021). Productivity improvement in textile industry using lean manufacturing practices of 5s & single minute die exchange (Smed). *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 7374–7385.
- Carvalho, D. (2006). Fundamentos da Dinâmica da Produção. In *Dinis Carvalho* (pp. 1–5).
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, *22*(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Dennis, P. (2015). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System* (third). CRC Press.
- Dinis-Carvalho, J., Ferrete, L. F., Sousa, R. M., Medeiros, H. S., Magalhães, A. J., & Ferreira, J. P. (2015). Process mapping improvement: Extending value stream maps with waste identification diagrams. *FME Transactions*, *43*(4), 287–294. <https://doi.org/10.5937/fmet1504287D>
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke Method as an Improving Quality Tool of Operations in the Process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, *36*(1), 95–102.
- Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2014). *Niebel's Methods, Standards, and Work Design* (13th ed.). McGraw-Hill.

- Hansen, R. C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits* (First Edit). Industrial Press, Inc.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace, The Sourcebook for 5S Implemnetation* (1st ed.). Productivity Press.
- Islam, S., Chowdhury, R., & Samad, M. A. (2021). Implementing Selected Lean Tools to Improve Efficiency in a Dyeing Unit of a Textile Factory. *6th International Conference on Engineering Research, Innovation and Education School of Applied Sciences & Technology, SUST, Sylhet*, 1–6.
- J.F.A. (2022). *J.F. Almeida*. Produtos. <https://www.jfa.pt/pt/>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing* 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. k., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071448934>
- Mach, P., & Guáqueta, J. (2001). Utilization of the seven Ishikawa tools (old tools) in the six sigma strategy. *Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2001-January*, 51–55. <https://doi.org/10.1109/ISSE.2001.931009>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1994). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Chapman & Hall. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8>
- Naeem, M., Ahmad, N., Hussain, S., Nafees, B., & Hamid, A. (2021). Impact of Lean Manufacturing on the Operational Performance: Evidence From Textile Industry. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 9(3), 951–961. <https://doi.org/10.18510/hssr.2021.9393>
- Nakagawa, M. (2014). Ferramenta: 5w2h – plano de ação para empreendedores. *Movimento Empreenda*, 1–3. http://cms-empreenda.s3.amazonaws.com/empreenda/files_static/arquivos/2014/07/01/5W2H.pdf

- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*, 1–15.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Parmenter, D. (2015). *Performance, Key Indicators: Developing, Implementing, And KPIs, Using Winning* (Third Edit). Wiley.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance : literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Robertson, G., Mezinska, I., & Lapina, I. (2021). Barriers for Lean implementation in the textile industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(3), 648–670. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020-0225>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System*. CRC Press.
- Singh, R., Shah, D. B., Gohil, A. M., & Shah, M. H. (2013). Overall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development. *Procedia Engineering*, 51, 579–584. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.082>
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. Productivity Press.
- The Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Tsarouhas, P. H. (2013). Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study. *International Journal of Production Research*, 51(2), 515–523. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.653014>
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 18(3–4), 205–214. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(02\)00011-X](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(02)00011-X)
- Werkema, C. (2012). *Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing* (4th ed.).

Elsevier Editora Ltd.

Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *TPM - A Route to World-Class Performance*. Butterworth-Heinemann.

Womack, J. P., & T.Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster.

Womack, J. P., T.Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: the story of lean production – Toyota 's secret weapon in the global car wars that is revolutionizing world industry*. New York: Rawson Association.

Zhou, J., Wang, Y., & Chua, Y. Q. (2020). Machine OEE Monitoring and Analysis for a Complex Manufacturing Environment. *Proceedings of the 15th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2020*, 1413–1418. <https://doi.org/10.1109/ICIEA48937.2020.9248351>

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - BOBINADEIRAS

Tabela 56 - Fotografias das diferentes bobinaadeiras

B01 - Schlafhorst AC338



B02 - Schlafhorst AC238



B03 - Schlafhorst AC238c



B04 - Savio Polar



B05 - Savio Orion



B06 - Schlafhorst AC5



B07 - Schlafhorst AC6



B08 - Schlafhorst AC338



B09 – Schlafhorst AC6



APÊNDICE 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS DE PARAGEM NA BOBINAGEM DE FIO TINGIDO

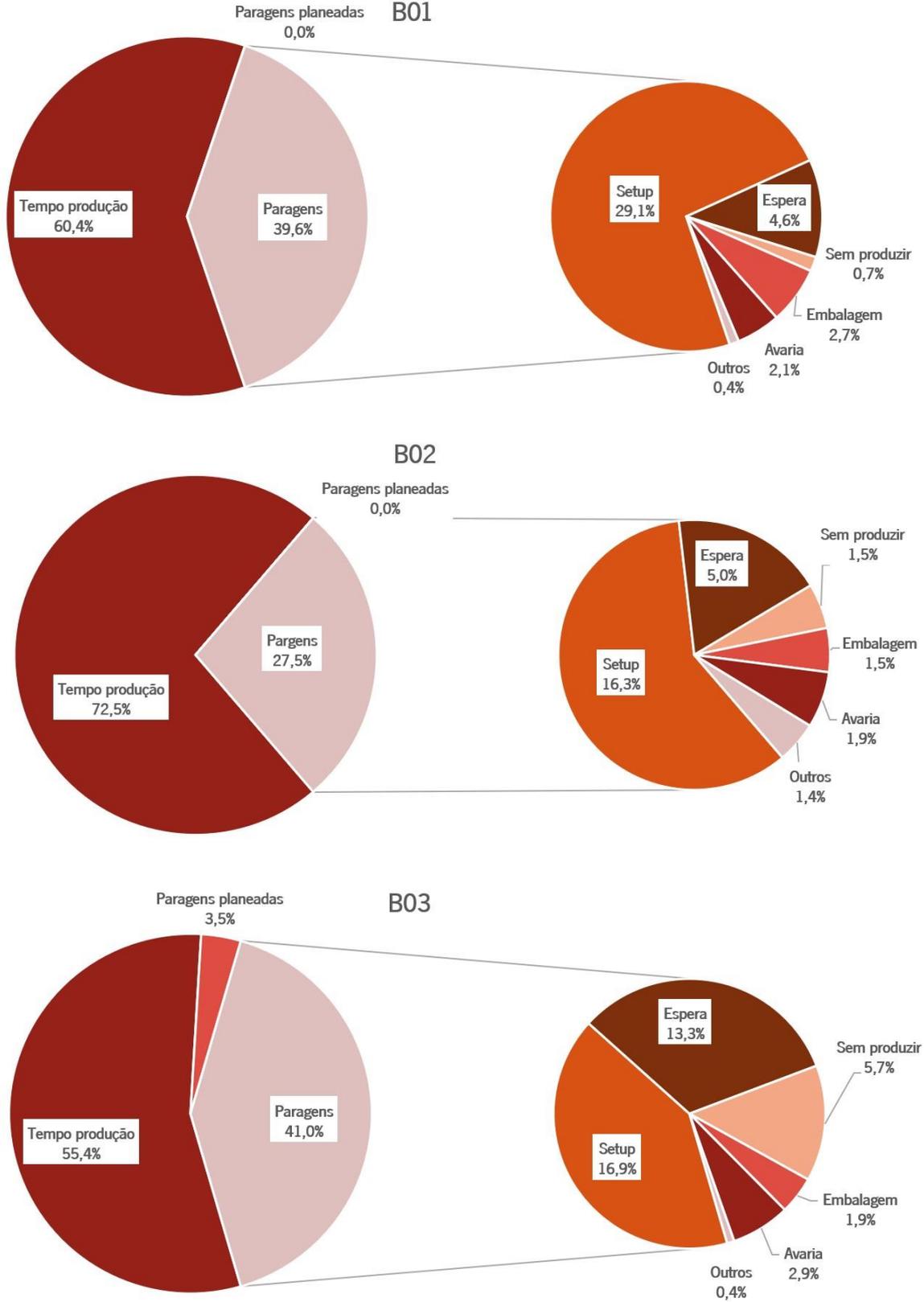
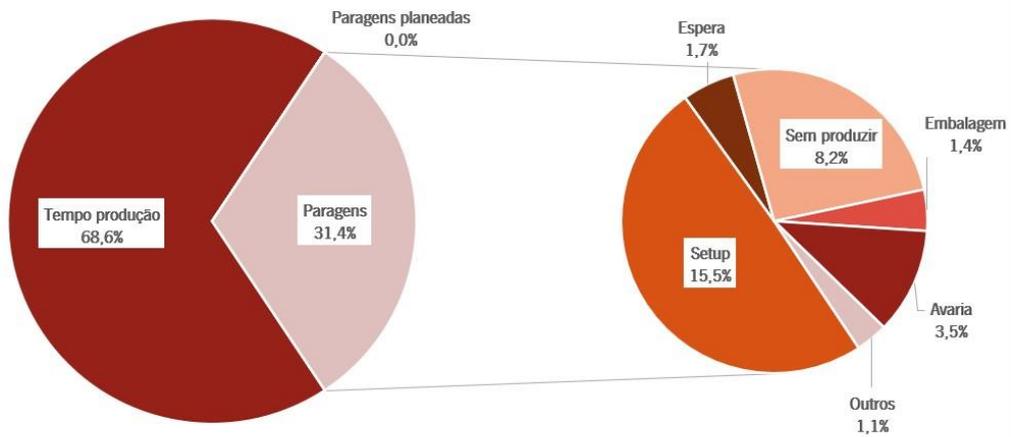
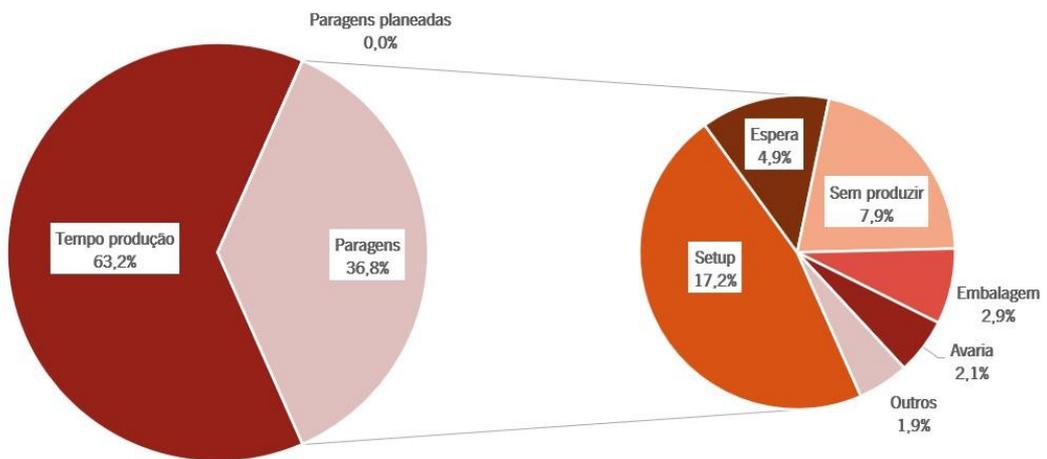


Figura 36 - Distribuição dos tempos de paragem das máquinas B01, B02 e B03

B05



B08



Total

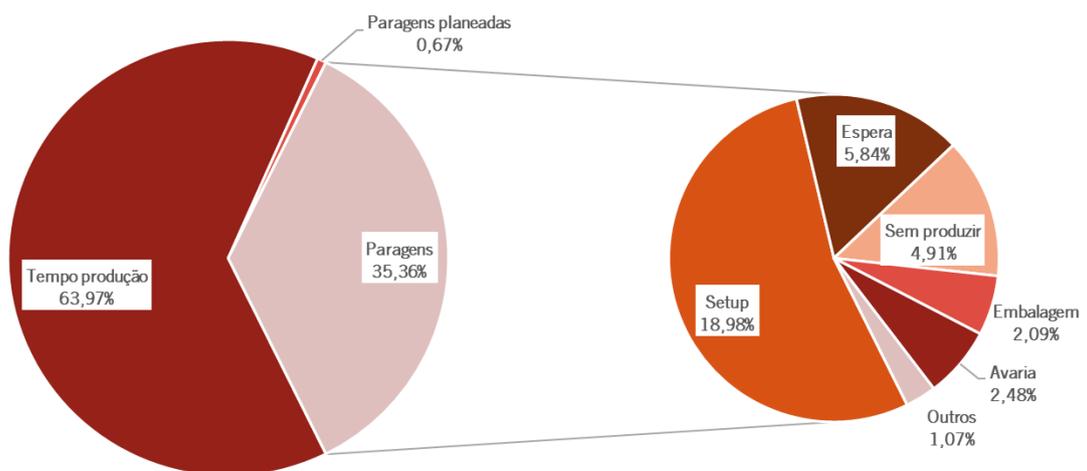


Figura 37 - Distribuição dos tempos de paragem das máquinas B05, B08 e do total das máquinas

APÊNDICE 3 - AUDITORIA 5S

Tabela 57 - Auditoria 5S

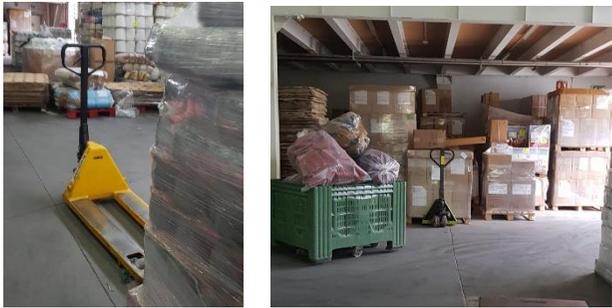
1° S – ELIMINAÇÃO (SEIRI)	Pontuação	Justificação
1-Existem materiais de trabalho/objetos e/ou equipamentos que não estão a ser usados nas mesas/prateleiras/janelas/máquinas/chão?	8	
2- Existe material de trabalho danificado a ser utilizado?	10	
3- Existem objetos pessoais no local de trabalho? (Apenas e só a <i>sweat</i> do turno que está em funções é permitida no local de trabalho)	5	
4- Existem restos de fio parado/inutilizado?	5	
Pontuação Média	7	

2° S – ORGANIZAÇÃO (SEITON)	Pontuação	Justificação
1- Os materiais de trabalho como paletes/ porta-paletes/ cones/ sacos/ cartão estão em locais adequados e organizados?	6	
2- O cartão é depositado corretamente e no local para ele designado?	8	
3- Os pontos de lixo estão a ser usados corretamente?	8	
4- As botijas dos empilhadores cheias/vazias estão a ser colocadas no local para elas estipulado?	9	
5- Os equipamentos de combate a incêndios estão em boas condições e prontos para o uso? (Não podendo nunca estar obstruídos com paletes, objetos pessoais, material de trabalho, restos de felpo/ fio, camisolas...)	9	
Pontuação Média	8	

3° S – LIMPEZA (SEISO)	Pontuação	Justificação
<p>1- Os móveis/ materiais/ máquinas/ computadores/ equipamentos estão em boas condições de limpeza?</p>	<p>5</p>	
<p>2- Os corredores estão livres e desimpedidos?</p>	<p>6</p>	

<p>3- O chão está em boas condições, tanto de limpeza como de segurança?</p>	<p>7</p>	
<p>4- Os sacos do lixo depois de cheios são arrumados para o local estipulado?</p>	<p>7</p>	
<p>Pontuação Média</p>		<p>6,25</p>

4° S – NORMALIZAÇÃO (SEIKETSU)	Pontuação	Justificação
1- Os utilizadores das casas de banho contribuem para a sua conservação e limpeza?	8	
2- Os colaboradores cumprem com os procedimentos de limpeza, mantendo o seu local de trabalho limpo e organizado?	7	
3- Os trabalhadores usam os EPI's obrigatórios?	8	
Pontuação Média	7,66666667	

5° S – AUTO-DISCIPLINA (SHITSUKE)	Pontuação	Justificação
1- Os materiais de limpeza estão em boas condições de conservação?	8	
2- Os materiais de limpeza após o uso, são colocados nos locais para eles estipulados?	8	
3- Os materiais de uso comum (porta-paletes, vaquinhas, etc.) quando não estão a ser utilizados, são colocados nos locais determinados?	5	
4- Os materiais de uso comum (porta paletes, vaquinhas, etc) estão a ser usados corretamente?	10	
5- Os colaboradores tomam iniciativa no sentido de melhorar continuamente?	9	
Pontuação Média	8	

Pontuação Média Geral	7,38333333
------------------------------	-------------------

APÊNDICE 4 - OPL PARA REGISTO DE AVARIAS



almeida

OPL - One Point Lesson

Registo de avarias

Secção: Bobinagem de fio tingido e bobinagem de fio cru

Responsável: Bobinador

1. Entrar na aplicação



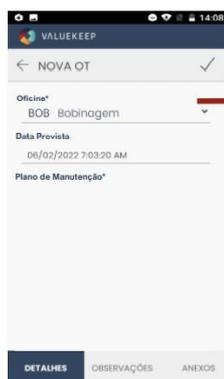
2. Criar nova ordem de trabalho



3. Preencher os detalhes da nova ordem de trabalho



- Breve explicação de qual a necessidade de reparação detetada
- Selecionar "Equipamento"
- Selecionar o equipamento em que a avaria ocorreu
- Selecionar "corretiva"
- Selecionar o nível de prioridade mais adequado ao tipo de avaria
- Selecionar qual o estado de funcionamento do equipamento



- Selecionar "BOB - bobinagem"

4. Finalizar pedido



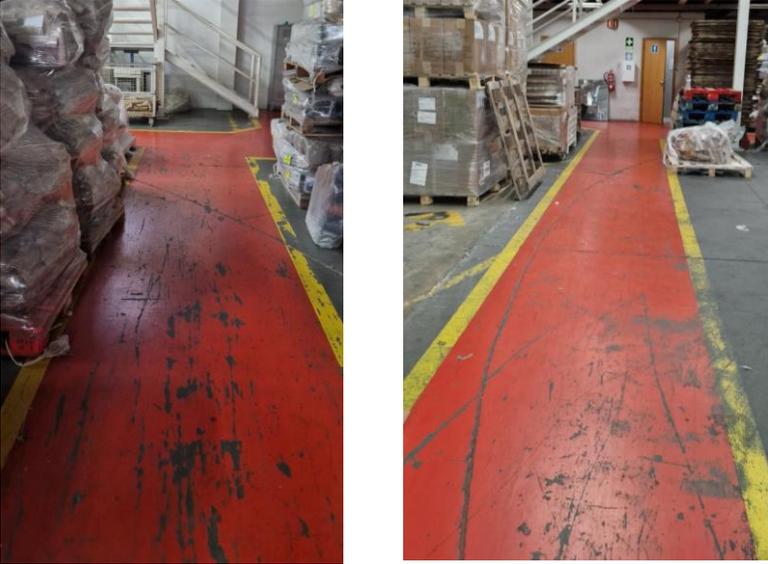
Figura 38 - OPL para registo de avarias por parte dos operadores

APÊNDICE 5 - AUDITORIA 5S FINAL

Tabela 58 - Auditoria final 5S

1° S – ELIMINAÇÃO (SEIRI)	Pontuação	Justificação
1-Existem materiais de trabalho/objetos e/ou equipamentos que não estão a ser usados nas mesas/prateleiras/janelas/máquinas/chão?	9	
2- Existe material de trabalho danificado a ser utilizado?	10	
3- Existem objetos pessoais no local de trabalho? (Apenas e só a <i>Sweat</i> do turno que esta em funções é permitida no local de trabalho)	9	
4- Existem restos de fio parado/inutilizado?	5	
Pontuação Média	8,25	

2° S – ORGANIZAÇÃO (SEITON)	Pontuação	Justificação
1- Os materiais de trabalho como paletes/ porta-paletes/ cones/ sacos/ cartão estão em locais adequados e organizados?	7	
2 - O cartão é depositado corretamente e no local para ele designado?	9	
3 - Os pontos de lixo estão a ser usados corretamente?	9	
4 - As botijas dos empilhadores cheias/vazias estão a ser colocadas no local para elas estipulado?	9	
5- Os equipamentos de combate a incêndios estão em boas condições e prontos para o uso? (Não podendo nunca estar obstruídos com paletes, objetos pessoais, material de trabalho, restos de felpo/fio, camisolas...)	9	
Pontuação Média	8,6	

3° S – LIMPEZA (SEISO)	Pontuação	Justificação
<p>1- Os móveis/ materiais/ máquinas/ computadores/ equipamentos estão em boas condições de limpeza?</p>	<p>7</p>	
<p>2- Os corredores estão livres e desimpedidos?</p>	<p>8</p>	

<p>3- O chão está em boas condições, tanto de limpeza como de segurança?</p>	<p>8</p>	
<p>4- Os sacos do lixo depois de cheios são arrumados para o local estipulado?</p>	<p>9</p>	
<p>Pontuação Média</p>		<p>8</p>

4° S – NORMALIZAÇÃO (SEIKETSU)	Pontuação	Justificação
1- Os utilizadores das casas de banho contribuem para a sua conservação e limpeza?	8	
2- Os colaboradores cumprem com os procedimentos de limpeza, mantendo o seu local de trabalho limpo e organizado?	8	
3- Os trabalhadores usam os EPI's obrigatórios?	8	
Pontuação Média	8	

5° S – AUTO-DISCIPLINA (SHITSUKE)	Pontuação	Justificação
1- Os materiais de limpeza estão em boas condições de conservação?	8	
2- Os materiais de limpeza após o uso, são colocados nos locais para eles estipulados?	9	
3- Os materiais de uso comum (porta-paletes, vaquinhas, etc.) quando não estão a ser utilizados, são colocados nos locais determinados?	5	
4- Os materiais de uso comum (porta paletes, vaquinhas, etc) estão a ser usados corretamente?	10	
5- Os colaboradores tomam iniciativa no sentido de melhorar continuamente?	9	
Pontuação Média	8,2	

Pontuação Média Geral	8,21
------------------------------	-------------

APÊNDICE 6 - NORMAS DE TRABALHO DE PREPARAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO TINGIDO

	Norma de Trabalho	
	Preparação das máquinas de bobinagem	
	Secção: Bobinagem de fio tingido	Revisão: 15/06/2022

Enquanto a partida anterior ainda está em processamento:

1. Transporte da paleta ou carrinho para próximo da máquina (apenas se houve troca de partida)
Ferramenta: porta-paletes
2. Dirigir-se ao *Multi* e imprimir as etiquetas (apenas se houve troca de partida)
3. Colocar as etiquetas nos cones de cartão e posicionar os cones no porta-cones ou na parte lateral da máquina (Nota: no caso de exportação os cones deverão ser todos da mesma cor)
4. Colocar as bobines no chão perto de cada fuso ou então no 2º prato da máquina

Tarefas a realizar quando a partida atual termina:

5. Limpeza da máquina (apenas se houve troca de partida)
Ferramenta: pistola de ar comprimido
6. Programação da máquina (apenas se houve troca de partida)

Na programação ter em atenção as seguintes velocidades:

Tipo de fio	Velocidade
Norma	1000
Fios sintéticos e artificiais	900
Fios com valor de Ne superior a 40	800
Fios com valor de Ne inferior a 10	700
Fios com valor de Ne inferior ou igual a 4	400



As velocidades acima consideram o fio em boas condições, caso o fio não trabalhe à velocidade ideal, esta deve ser reduzida até que o fio possa ser bobinado sem problema



Atentar às observações, para ver a necessidade de retalhar bobines ou bobinar duas numa

Figura 39 - Norma de trabalho para a preparação de fio tingido 1/2

7. Realizar a troca de bobines (inclui empurrar bobine já processada, remover cone de tinto, colocar nova bobine no prato, encaminhar o fio até chegar ao topo, colocar cone de cartão e iniciar a máquina)
 -  a) Esta troca deve ser realizada fuso a fuso, isto é, todas estas tarefas devem ser feitas num fuso e só depois se avança para o próximo fuso
 -  b) Quando a troca de bobines é entre a mesma partida não se deve esperar que um grupo ou a totalidade da máquina termine, deve realizar-se a troca mal cada fuso pare

Depois da máquina estar em funcionamento:

8. Dirigir-se ao *Multi* fechar a produção anterior, e abrir a nova produção (apenas se houve troca de partida)
9. Arrumar cartões e paletes/carrinhos onde vinham as bobines para serem bobinadas nos locais designados
10. Arrumar cones de tinto da partida anterior

Figura 40 - Norma de trabalho para a preparação de fio tingido 2/2

APÊNDICE 7 - NORMAS DE TRABALHO DE PREPARAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO CRU

	Norma de Trabalho	
	Preparação das máquinas de bobinagem	
	Secção: Bobinagem de fio cru	Revisão: 15/06/2022

Enquanto o produto anterior ainda está em processamento:

1. Transporte da paleta ou carrinho para próximo da máquina (apenas se houve troca de produto)
Ferramenta: porta-paletes
2. Colocar os cones de tinto no porta-cones ou no caso da B04 na estrutura lateral
 Devem consultar a tabela que relaciona as diferentes cores de cones com os vários Ne de fio.
3. Colocar as bobines no 2º prato da máquina

Tarefas a realizar quando o produto atual termina:

4. Programação de máquina (apenas se houve troca de produto)

Na programação ter em atenção as seguintes velocidades:

Tipo de fio	Velocidade
Norma	1000
Fios com valor de Ne inferior a 10 e superior a 6	900
Fios com valor de Ne inferior ou igual a 6 e superior a 3	800
Fios de linho	500
Fios com valor de Ne inferior ou igual a 3	400

 As velocidades acima consideram o fio em boas condições, caso o fio não trabalhe à velocidade ideal, esta deve ser reduzida até que o fio possa ser bobinado sem problema

5. Realizar a troca de bobines (inclui colocar nova bobine no prato, encaminhar o fio até chegar ao topo, colocar cone de tinto e iniciar a máquina) - (apenas se houve troca de produto)
 a) Esta troca deve ser realizada fuso a fuso, isto é, todas estas tarefas devem ser feitas num fuso e só depois se avança para o próximo fuso

Depois da máquina estar em funcionamento:

5. Dirigir-se ao *Multi* fechar a produção anterior, e abrir a nova produção (apenas se houve troca de produto)
6. Arrumar cartões e paletes/carrinhos onde vinham as bobines para serem bobinadas nos locais designados
7. Arrumar cones de cartão da partida anterior

Figura 41 - Norma de trabalho para a preparação de fio cru

APÊNDICE 8 - NORMAS DE TRABALHO DE PALETIZAÇÃO DE FIO TINGIDO

	Norma de Trabalho	
	Embalagem/ Paletização	
	Secção: Bobinagem de fio tingido	Revisão: 15/06/2022

Todo o embalamento/paletização pode ser realizado com a máquina em funcionamento:

1. Pegar numa nova palete, pesar e colocar etiqueta
2. Endireitar bobines no tapete
3. Verificar a necessidade de vaporização

Necessita de vaporização?

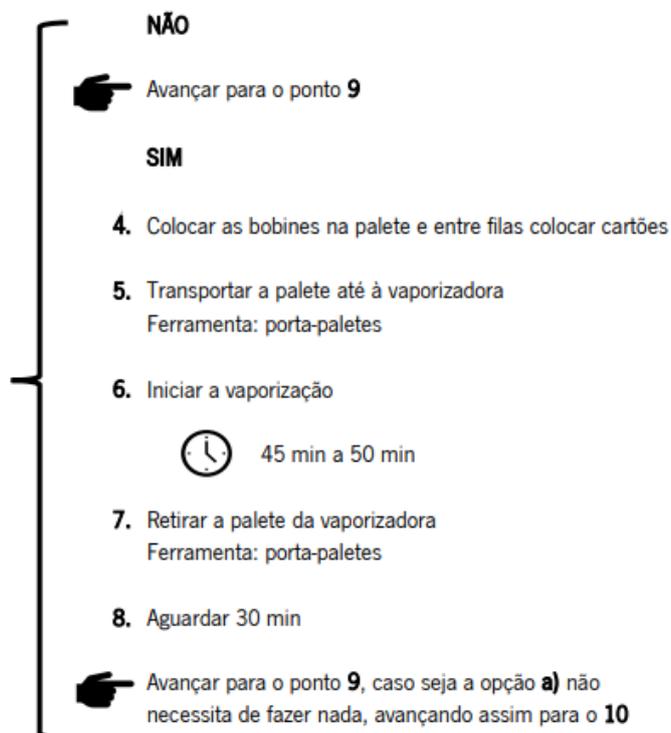


Figura 42 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 1/3

9. Realizar a embalagem/paletização de acordo com um dos seguintes métodos:
a) Paletização → colocar as bobines na palete e entre filas colocar cartões



- b) Embalagem → colocar as bobines dentro de sacos e colocar os sacos na palete



Figura 43 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 2/3

c) Embalagem para exportação -> colocar as bobines dentro de sacos individuais, posteriormente dentro dos sacos JFA (alternando bobine com saco individual e bobine sem saco individual), usar fita-cola JFA e colocar os sacos na paleta



10. Transportar a paleta até à máquina automática de embalagem de paleta e iniciá-la.
Ferramenta: porta-paletes
11. Arrumar a paleta na zona de armazenagem C
Ferramenta: porta-paletes

Figura 44 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio tingido 2/3

APÊNDICE 9 - NORMAS DE TRABALHO DE PALETIZAÇÃO DE FIO CRU

	Norma de Trabalho
	Embalagem/ Paletização
Secção: Bobinagem de fio cru	Revisão: 15/06/2022

Toda a paletização pode ser realizada com a máquina em funcionamento:

1. Pegar numa nova palete e pesá-la
2. Imprimir etiqueta com peso da palete e colar na mesma
3. Colocar cartão na palete
4. O número de bobines é superior a 100?

SIM

Colocar as bobines na palete e entre filas colocar cartões



NÃO

Embalagem-> colocar as bobines dentro de sacos e colocar os sacos na palete

Figura 45 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio cru 1/2



5. Transportar a paleta até à máquina automática de embalagem de paleta e iniciá-la.
Ferramenta: porta-paletes

6. Arrumar a paleta na zona de armazenagem
Ferramenta: porta-paletes

Figura 46 - Norma de trabalho de embalagem/paletização de fio cru 2/2

APÊNDICE 10 - NORMAS DE TRABALHO DE LIMPEZA DE FIM DE TURNO

	Norma de Trabalho	
	Limpeza de final de turno	
	Secção: Bobinagem de fio cru e Bobinagem de fio tingido	Revisão: 15/06/2022

Limpeza a ser executada com a máquina parada:

1. Limpeza dos fusos
Ferramenta: pistola de ar comprimido



Limpeza a ser executada com a máquina em andamento:

2. Limpeza da mesa de trabalho
Ferramenta: pistola de ar comprimido
3. Limpeza do chão (apenas as áreas que o aspirador não alcança)
Ferramenta: vassoura
nota: cada funcionário deverá limpar a área da sua máquina e de forma alternada um deverá ser responsável pela limpeza do restante chão

Figura 47 - Limpeza de final de turno

APÊNDICE 11 - NORMAS DE TRABALHO DE LIMPEZA DE FIM DE SEMANA

	Norma de Trabalho	
	Limpeza de final de semana	
	Secção: Bobinagem de fio cru e Bobinagem de fio tingido	Revisão: 15/06/2022

 Esta limpeza deverá substituir a limpeza de final de turno do 3º turno de sexta feira

 60 min

Limpeza a ser executada com a máquina parada:

1. Limpeza da mesa de trabalho
Ferramenta: pistola de ar comprimido
2. Limpeza do aspirador
Ferramenta: pistola de ar comprimido
3. Limpeza dos fusos
Ferramenta: pistola de ar comprimido
4. Limpeza de motores
Ferramenta: pistola de ar comprimido
5. Limpeza de tapetes
Ferramenta: pistola de ar comprimido
6. Remoção e limpeza das tampas de cada fuso
Ferramenta: pistola de ar comprimido
7. Limpeza do chão
Ferramenta: vassoura
8. Limpeza da vaporizadora (a realizar por um funcionários de forma alternada - apenas na bobinagem de fio tingido)
Ferramenta: pistola de ar comprimido

Figura 48 - Limpeza de fim de semana

ANEXOS

ANEXO 1 - FICHA DE PRODUÇÃO DA BOBINAGEM DE FIO CRU

	Data		Turno		*OFB.2993.0			
Cliente 9995 - JFA ND								
Encomenda LOTE-343/2021				COR JFA: 00000000-Cru				
Pedido								
Titulo Fio	Tipo	*	Fornecedor	Guia N°	Lote N°	Bob.	Kg.	
020/1	Fio.Alg.-PENT-100 % ALGODÃO ORGANICO MALHAS			LOTE-343/2021	2021090174	40	111	
						TOTAL : 40 111		
Materia Prima	Descrição	Lote			Outros Dados			
110201212500000000	Fio.Alg. 20/ 1 PENT ORGANICO MALHAS Gera	2021090174	LOTE-343/20	LOTE-343/20	LOTE-343/202	343/2021		
				21	21	1		

Operações a Realizar

Bobinagem

OBS:

Certificado: 2-GOTS

GOTS

	Data		Turno		*OFB.2993.0			
Cliente 9995 - JFA ND								
Encomenda LOTE-343/2021				COR JFA: 00000000-Cru				
Pedido								
Titulo Fio	Tipo	*	Fornecedor	Guia N°	Lote N°	Bob.	Kg.	
020/1	Fio.Alg.-PENT-100 % ALGODÃO ORGANICO MALHAS			LOTE-343/2021	2021090174	40	111	
						TOTAL : 40 111		
Materia Prima	Descrição	Lote			Outros Dados			
110201212500000000	Fio.Alg. 20/ 1 PENT ORGANICO MALHAS Gera	2021090174	LOTE-343/20	LOTE-343/20	LOTE-343/202	343/2021		
				21	21	1		

Operações a Realizar

Bobinagem

OBS:

Figura 49 - Ficha de produção da bobinagem de fio cru

ANEXO 2 - FICHA DE PRODUÇÃO DA BOBINAGEM DE FIO TINGIDO

 almeida	Máquina A1 3 - 18Ke	Data <i>10-03-22</i>	Turno 3	 * P T . 2 2 0 0 1 7 4 8 . 0 *				
	Utilizador Goncalo	Data Criação 10/03/2022		CLIENTES				
Cliente	COR JFA: 04830-MARINHO		TON: ESCURA					
Encomenda	COR CLI:		Data Ped: 11/03/2022					
Pedido	2022000763							
Título Fio	Tipo	*	Fornecedor	Guia Nº	Lote Nº	Bob.	Kg.	Destino
020/2	Fio Poly.-CARD-100% PES RECICLADO-7TPI-Geral		JFA ND		OFB.4079.0.1.1	17	16,5	
TOTAL :						17	16,5	
Materia Prima	Descrição	Lote		Outros Dados				
1202021L8F00000000	Fio Poly. 20/2 100%PES Rec. GRS 7TPI	OFB.4079.0.1.1						

Operações a Realizar

R-Carregar R-Tingir R-Descarregar R-Controlo de R-Pesagem R-Secagem

OBS:

Certificado: 1-OEKO-TEX

CUMPRIR COM OS REQUISITOS OEKO-TEX STANDARD 100(CLASS1)

Figura 50 - Ficha de produção da bobinagem de fio tingido

ANEXO 3 - EXEMPLO DE *REPORT* DE UMA BOBINADEIRA

```

*****
*          Informator AC 5          *
*****
Vl. 30.21
V:1.30.17          23.03.2022 06:00
JFA                K-TYP
Maschine 10       14903101460
Reiniger          ESQUERDA

Ligação à rede de
comunicação              COM

*** RELATÓRIO DO TURNO ***

Grupo 1
Nome partida          16/2 HB
Número da partida    SD 3564
Área de trabalho     1 - 20
Fim do turno        23.03.22 6:00
No. de fios         2
Título do fio       [Ne] 16.00
Velocidade          [n/min] 600
Diâmetro teórico    [mm] 167.00

**** Produção da Partida ****

Tempo de produção    [min] 77
Tempo de observação [min] 113
Duração do turno    [min] 176
Efeito de rendimento da
máquina              [%] 67.7
Quantidade de produção [kg] 61.04
Bobinas cruzadas trocadas
Junções de fio      /100 16.8
Rupturas de fio     /100 4.1
(nYBE/)             /100 4.1
Cortes do depurador /100 0.6
(nCX/)              /100 0.6
Cortes do depurador/espula
(nCX/)              /100 0.0
Luzes vermelhas     [%] 10.8
Duração/luz vermelha [min] 5
LUZ VERMELHA-AMARELA
PERMANENTE          [min] 0
Intervenções adicionais [%] 223.0

**** Partida fora do padrão ****

No.  %MA  nCCl  nTB  %RL <15  nOS
    60.9  0/ 1  10.52
-----
1  66.1  0.00*  0.00  0.0  11
2  52.9* 0.00*  2.61  14.3  1
3  71.4  0.00*  0.00  0.0  2
4  0.0*  0.00*  0.00  0.0  * 210
5  77.8  0.00*  1.91  0.0  1
6  59.9* 2.47*  7.41  25.0  1
7  56.8* 2.59*  2.59  9.1  1
8  75.6  0.00*  3.86  0.0  1
9  73.3  3.97*  1.99  0.0  2
10 77.7  0.00*  0.00  0.0  1
11 79.0  0.00*  1.83  42.9  1
12 0.0*  0.00*  0.00  0.0  * 7
13 54.9* 0.00*  0.00  11.1  1
14 71.5  0.00*  1.99  0.0  1
15 74.7  0.00*  5.70  11.1  1
16 71.9  0.00*  1.97  0.0  1
17 72.4  0.00*  1.92  0.0  1
18 68.5  2.02*  4.04  10.0  1
19 60.8* 0.00*  81.54* 100.0  1
20 50.2* 0.00*  0.00  33.3  1

**** Análise de produção ****

Tempos de parada          421.2
Luzes vermelhas          19.5
- Duração/luz vermelha   [min] 4.6

- Luz.vermelhas/enenda    [%] 10.8
- Luzes vermelhas        15
Luzes amarelas          134.7
Tempos de espera         0.0
Autospeed                0.0
Aceleração               2.6
Dispositivo de anti-imagem 1.0
Intervenções             31.2
- (nCSy) Cortes provocados
pelo sistema              221
- Enendas do fio/100 km   16.8
- Intervenções adicionais [%] 223.0
- Defeito do fio superior [%] 15.1
- Cortes motivados por splice /
nó                          [%] 0.7
- Rupturas por tensão     29
- Rupturas por tensão/100 km 3.5
Fator de produção        391

**** Alarmes ****

Câmara de fio está aberta = 1
XTR fora da posição zero = 15
Trocar bobinas X nós     = 1

**** Dados do depurador ****

n /100 km (ni)
-----
(nCCl) Cortes do depurador
(nCN) 0 0.0
(nCS) 0 0.0
(nCL) 5 0.6
(nCT) 0 0.0
(nCFP) 0 0.0
(nCFp) 0 0.0
-----
(nCCl) 5 0.6
(nCYC) 0 0.0
(nCYFC) 0 0.0
(nCFFC) 0 0.0
(nCSfI) 0 0.0
(nCMo) 0 0.0
(nACM) 0 0.0
(nAIFI) 0 0.0
(nACV) 0 0.0
-----
(nCX/) 5 0.6
(nCSp) Cortes especiais do depurador
(nCSy) 221 26.7
(nCB) 6 0.7
(nCSK) 1 0.1
(nCU) 0 0.0
(nCMo) 0 0.0
(nCYC) 0 0.0
(nCYFC) 0 0.0
(nCFFC) 0 0.0
(nCSfI) 0 0.0
-----
(nCSp) 228 27.6
(nACl) Alarme do depurador
(nAYC) 0 0.0
(nAYFC) 0 0.0
(nAFF) 0 0.0
(nAFFC) 0 0.0
(nASfI) 0 0.0
(nAMo) 0 0.0
(nAPp) 0 0.0
(nACM) 0 0.0
(nAIFI) 0 0.0
(nACV) 0 0.0
(nAYF) 0 0.0
-----
(nACl) 0 0.0

```

Figura 51 - Relatório de fim de turno da máquina B06

ANEXO 4 - EXEMPLO DE REGISTO DE PRODUÇÃO NO *MULTI*

001 - TÊXTEIS J.F.ALMEIDA, S.A.

Home > Operações > Sipro > Produção Têxtil > BOBINAGEM > Consulta Produções Bobinagem [JFA-ac90c.w]

Consulta Artigo / Localizações | Consulta Produções Bobinagem | Menu

Programa Consulta Opções Ajuda

11.04.2022 - 14:0

Filtros de seleção

Encomenda
 Doc. Produção
 Sem Doc

Da Data: 01/03/2022 À Data: 05/03/2022
 Hora ini: 00:00 Hora fim: 00:00
 Do Func.: Ao Func.: 999999
 Cor: Tam: Oper.: Parafinar

Dados em Bruto

Encomenda	Terceiro Nome	Doc.Prod.Ori.	Doc.Prod.	Artigo	Descrição	Cor	NE	uncionário	Maq.	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin	Kilos
0.0.0	0003437	OFT.37843.0.12	PT.22001368.0.1	110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		943 B01		02-03-202 06:20		02-03-202 09:00		294,0
527.2022000654.1	0004513	.0.0	PTS.12200880.0.1	6150301221500R0003	Viscose 30 30934	030/1		1221 B08		02-03-202 06:21		02-03-202 07:15		59,0
0.0.0	0003437	OFT.37843.0.12	PT.22001368.0.1	110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		664 B02		02-03-202 06:23		02-03-202 09:14		288,0
0.0.0	0003297	OFT.37833.0.1	PT.22001356.0.1	110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		1116 B05		02-03-202 06:25		02-03-202 07:40		98,0
0.0.0	0003297	OFT.37800.0.2	PT.22001279.0.1	110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		731 B03		02-03-202 06:28		02-03-202 08:56		134,0

Dados Tratados

Encomenda	Terceiro Nome	Doc.Prod.Ori.	Doc.Prod.	Artigo	Descrição	Cor	NE	uncionário	Maq.	Turno	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin
521.2022090112.4	0000383	OFT.37857.0.2	PT.22001427.0.1	1K0081353308R30932	Fio FL 8/ 130932	008/1		1121 B02			3 02-03-202 00:27		02-03-202 01:20	
527.2022000637.1	0000762	.0.0	PTS.12200882.0.1	61E0161104400R0003	Fio 16/ 1 (30920	016/1		1026 B07			3 02-03-202 00:42		02-03-202 04:40	
0.0.0	0002370	OFT.37125.0.1	PT.22000932.0.1	110161353S08R25405	Fio.Alg. 16 25405	016/1		577 B01			3 02-03-202 00:56		02-03-202 02:48	
0.0.0	0002370	OFT.37125.0.1	PT.22000932.0.1	110161353S08R25405	Fio.Alg. 16 25405	016/1		941 B03			3 02-03-202 00:57		02-03-202 03:21	
527.2022000633.5	0002064	.0.0	PTS.12200868.0.1	6110301C12100R0002	Fio.Alg. 30 21877	030/1		1121 B02			3 02-03-202 01:04		02-03-202 02:03	
520.2022000628.1	0004949	OFT.37819.0.4	PT.22001367.0.3	110141300300R28637	Fio.Alg. 14 28637	014/1		1286 B08			3 02-03-202 01:16		02-03-202 01:38	
0.0.0	0003212	OFT.37802.0.16	PT.22001297.0.1	110101353300R18449	Fio.Alg. 10 18449	010/1		1286 B08			3 02-03-202 01:19		02-03-202 01:37	
520.2022001009.3	0000008	OFT.37737.0.5	PT.22001269.0.2	110101700400R10131	Fio.Alg. 10 10131	010/1		1121 B02			3 02-03-202 01:21		02-03-202 02:52	

Totalizadores

Encomenda	Terceiro Nome	Doc.Prod.Ori.	Doc.Prod.	Artigo	Descrição	Cor	NE	uncionário	Maq.	Turno	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin
0.0.0	0003437	JFT.37843.0.12	PT.22001368.0.1	110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		577 B01			1 02-03-202 06:20		02-03-202 09:00	
527.2022000654.1	0004513	.0.0	PTS.12200880.0.1	6150301221500R0003	Viscose 30 30934	030/1		1286 B08			1 02-03-202 06:21		02-03-202 07:15	
0.0.0	0003437	JFT.37843.0.12	PT.22001368.0.1	110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		1121 B02			1 02-03-202 06:23		02-03-202 09:14	
0.0.0	0003297	JFT.37833.0.1	PT.22001356.0.1	110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		1116 B05			1 02-03-202 06:25		02-03-202 07:40	
0.0.0	0003297	JFT.37800.0.2	PT.22001279.0.1	110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		941 B03			1 02-03-202 06:28		02-03-202 08:56	
527.2022000654.1	0004513	.0.0	PTS.12200880.0.1	6150301221500R0003	Viscose 30 30934	030/1		1286 B08			1 02-03-202 07:16		02-03-202 08:11	
0.0.0	0003437	JFT.37843.0.12	PT.22001368.0.1	110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		1286 B08			1 02-03-202 07:36		02-03-202 08:12	

001 - TÊXTEIS J.F.ALMEIDA, S.A.

Home > Operações > Sipro > Produção Têxtil > BOBINAGEM > Consulta Produções Bobinagem [JFA-ac90c.w]

Consulta Artigo / Localizações | Consulta Produções Bobinagem | Menu

Programa Consulta Opções Ajuda

11.04.2022 - 14:0

Filtros de seleção

Encomenda
 Doc. Produção
 Sem Doc

Da Data: 01/03/2022 À Data: 05/03/2022
 Hora ini: 00:00 Hora fim: 00:00
 Do Func.: Ao Func.: 999999
 Cor: Tam: Oper.: Parafinar

Dados em Bruto

Maq.	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin	Kilos	Bob	Velocidade	Nº Fusos	V. Ne	empo Prod(S)	Tempo Prod(rod.	rod. Teórica	Prod. Teórica	Efici
B01	02-03-202 06:20		02-03-202 09:00		294,0	294,0	500,000	49,000	6,00	9.610,000	0002:40	2,96	7,90	75,90
B08	02-03-202 06:21		02-03-202 07:15		59,0	59,0	900,000	59,000	30,00	3.244,000	0000:54	1,07	0,96	104,10
B02	02-03-202 06:23		02-03-202 09:14		288,0	288,0	500,000	48,000	6,00	10.314,000	0002:51	2,96	8,48	70,70
B05	02-03-202 06:25		02-03-202 07:40		98,0	98,0	800,000	49,000	16,00	4.504,000	0001:15	1,78	2,22	90,00
B03	02-03-202 06:28		02-03-202 08:56		134,0	134,0	800,000	47,000	16,00	8.900,000	0002:28	1,78	4,39	64,90

Dados Tratados

Doc.Prod.	Artigo	Descrição	Cor	NE	uncionário	Maq.	Turno	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin	Kilos	Bob	Velocidade	Nº Fusos
PT.22001427.0.1	1K0081353308R30932	Fio FL 8/ 130932	008/1		1121 B02			3 02-03-202 00:27		02-03-202 01:20		22,0	22,0	800,000	16,000
PTS.12200882.0.1	61E0161104400R0003	Fio 16/ 1 (30920	016/1		1026 B07			3 02-03-202 00:42		02-03-202 04:40		53,0	53,0	700,000	20,000
PT.22000932.0.1	110161353S08R25405	Fio.Alg. 16 25405	016/1		577 B01			3 02-03-202 00:56		02-03-202 02:48		147,0	147,0	800,000	49,000
PT.22000932.0.1	110161353S08R25405	Fio.Alg. 16 25405	016/1		941 B03			3 02-03-202 00:57		02-03-202 03:21		184,0	184,0	800,000	46,000
PTS.12200868.0.1	6110301C12100R0002	Fio.Alg. 30 21877	030/1		1121 B02			3 02-03-202 01:04		02-03-202 02:03		5,0	5,0	900,000	5,000
PT.22001367.0.3	110141300300R28637	Fio.Alg. 14 28637	014/1		1286 B08			3 02-03-202 01:16		02-03-202 01:38		51,0	51,0	800,000	51,000
PT.22001297.0.1	110101353300R18449	Fio.Alg. 10 18449	010/1		1286 B08			3 02-03-202 01:19		02-03-202 01:37		6,0	6,0	800,000	6,000
PT.22001269.0.2	110101700400R10131	Fio.Alg. 10 10131	010/1		1121 B02			3 02-03-202 01:21		02-03-202 02:52		91,0	91,0	900,000	23,000

Totalizadores

Artigo	Descrição	Cor	NE	uncionário	Maq.	Turno	Data Ini.	Hora In	Data Fim	Hora-Fin	Un	Metros	Kilos	Velocidade	Nº Fusos	Partida
110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		577 B01			1 02-03-202 06:20		02-03-202 09:00		294,0	294,0	294,0	500,000	49,000	464
6150301221500R0003	Viscose 30 30934	030/1		1286 B08			1 02-03-202 06:21		02-03-202 07:15		59,0	59,0	59,0	900,000	59,000	465
110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		1121 B02			1 02-03-202 06:23		02-03-202 09:14		288,0	288,0	288,0	500,000	48,000	466
110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		1116 B05			1 02-03-202 06:25		02-03-202 07:40		98,0	98,0	98,0	800,000	49,000	467
110161353Q08R20301	Fio.Alg. 16 20301	016/1		941 B03			1 02-03-202 06:28		02-03-202 08:56		134,0	134,0	134,0	800,000	47,000	468
6150301221500R0003	Viscose 30 30934	030/1		1286 B08			1 02-03-202 07:16		02-03-202 08:11		15,0	15,0	15,0	900,000	15,000	469
110061353308R30699	Fio.Alg. 6/ 30699	006/1		1286 B08			1 02-03-202 07:36		02-03-202 08:12		78,0	78,0	78,0	500,000	39,000	470

Figura 52 - Registo de produção no programa *Multi*