



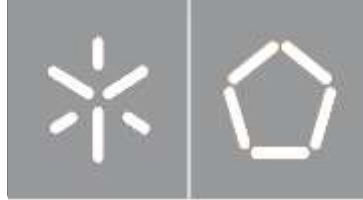
Ana Miguel Alves Carlos

Melhoria da Eficiência no Processo de Lixagem numa Empresa de Revestimentos de Cortiça

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia







**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Ana Miguel Alves Carlos

**Melhoria da Eficiência no Processo de Lixagem  
numa Empresa de Revestimentos de Cortiça**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

dezembro de 2021

## 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 foi possível devido à contribuição e auxílio de distintas pessoas, às quais manifesto o meu agradecimento sincero.

Primeiramente, agradeço à minha mãe por me apoiar e motivar ao longo de todo o meu percurso académico, sem ela nada seria possível.

Quero também agradecer póstumo ao meu orientador na empresa, Manuel Pinto, e também ao responsável de produção da área em estudo, Jerónimo Jesus, pelo seu apoio, ajuda, conhecimento e contribuição ao longo de todo o estágio. Agradeço também a todos os colaboradores com quem tive contacto e me auxiliaram sempre de sorriso no rosto.

Posteriormente, quero também agradecer ao meu orientador, Professor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa, pela disponibilidade e orientação no desenvolvimento de todo o estágio, bem como da presente dissertação.

## 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 Eficiência no Processo de Lixagem numa Empresa de Revestimentos

### RESUMO

A globalização intensificou a concorrência entre as empresas. Devido a essa intensificação da competitividade do setor empresarial, as organizações passaram a ter, cada vez mais, a necessidade de adotar novas filosofias de gestão, nomeadamente, para serem sustentáveis.

Posto isto, este trabalho é realizado na Amorim Revestimentos S.A. e tem como objetivo melhorar a eficácia dos equipamentos de lixagem, pois estas duas máquinas são o gargalo da produção na empresa. Inicialmente começou-se por identificar os pontos onde existem maiores perdas, tais como avarias, desperdícios em deslocações, tempos de *setup* elevados, microparagens recorrentes, e desenvolver e implementar propostas de melhoria. Para isso foi feita uma redefinição do *layout*, uma normalização dos procedimentos de trabalho nas máquinas em estudo, com a implementação de ferramentas como o *SMED* (single minute exchange of die) e TPM (*Total Productive Maintenance*); a avaliação da implementação e reimplantação dos 5S bem como a gestão visual e, por fim, foi dada formação aos operadores, garantindo assim que todos os funcionários são orientados para a melhoria contínua da eficiência no departamento, pondo em prática todas as rotinas e procedimentos avaliados.

Verificou-se que a concretização do objetivo principal conduziu a melhorias nas medidas de desempenho nos seguintes parâmetros: (i) no aumento da eficiência de cada máquina, que se traduz num aumento de 38,05% para 60,24% para a máquina de pré-lixagem e de 44,89% para 58,36% na máquina de lixar. Ao nível das microparagens no material *Authentica* obteve-se um ganho de tempo de cerca de 36% do tempo eliminando as paragens, no *Wise* a redução do tempo das microparagens foi cerca de 75%, no *Dekwall* verificou-se uma diminuição percentual de 95% do tempo de paragens, no XDP também se verificou uma redução de 83% do tempo de paragens. Para o *subertech* estima-se que a velocidade de lixagem possa aumentar cerca de 30% com o estudo da composição e disposição de matéria-prima na sua produção. (ii) diminuição do tempo de avarias através da implementação do TPM, estimando-se que haja uma redução de custos de paragens na pré-lixagem de 57322€/ano e na lixagem de 28877€/ano. (iii) na redução dos custos associados aos rebentamentos de lixas na pré-lixagem que podem chegar aos 24812€/ano; e (iv) na redução do tempo investido nos *setups* bem como nas trocas de ferramentas, obtendo-se uma redução na pré-lixagem de 12,2% e 11,5% respetivamente e na lixagem 5,8% e 8,8% respetivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean production*, ferramentas, técnicas, eficiência.

## Improved Efficiency in the Sanding Process at a Coating Company

### ABSTRACT

Globalization has intensified competition between companies. Due to this intensification of the competitiveness of the business sector, organizations have increasingly needed to adopt new management philosophies, namely, to be sustainable.

That said, this work is carried out at Amorim Revestimentos S.A. and aims to improve the efficiency of the sanding equipment, as these two machines are the production bottleneck at the company. Initially, we started by identifying the points where there are major losses, such as breakdowns, wasted travel, high setup times, recurrent micro-stops, and developing and implementing improvement proposals. For this, a redefinition of the layout was made; a standardization of work procedures on the machines under study, with the implementation of tools such as SMED (single minute exchange of die) and TPM (Total Productive Maintenance); the evaluation of the implementation and re-implementation of the 5S as well as the visual management and, finally, training was given to the operators, thus ensuring that all employees are guided towards the continuous improvement of the department's efficiency, putting into practice all the evaluated routines and procedures.

It was found that the achievement of the main objective led to improvements in performance measures in the following parameters: (i) the increase in the efficiency of each machine, which translates into an increase from 38.05% to 60.24% for the machine. pre-sanding and from 44.89% to 58.36% in the sanding machine. At the level of microstops in Authentica material, there was a time saving of about 36% of the time eliminating the stops, in Wise the time reduction of microstops was about 75%, in Dekwall there was a percentage decrease of 95% of downtime, in XDP there was also a reduction of 83% in downtime. For subertech, it is estimated that the sanding speed can increase by around 30% with the study of the composition and disposition of raw material in its production. (ii) reduction of breakdown time through the implementation of the TPM, estimating that there will be a reduction in stoppage costs in pre-sanding of €57322/year and in sanding of €28877/year. (iii) the reduction of costs associated with sandpaper bursts during pre-sanding, which can reach €24812/year; and (iv) the reduction of time invested in setups as well as in tool changes, achieving a reduction in pre-sanding of 12.2% and 11.5% respectively and in sanding of 5.8% and 8.8% respectively.

**KEYWORDS:** Lean production, tools, techniques, efficiency.



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas .....	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xvi
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Metodologia de Investigação.....	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica .....	5
2.1. <i>Lean Production</i> .....	5
2.1.1. <i>Lean Thinking</i> .....	5
2.1.2. Casa TPS .....	7
2.1.3. Tipos de desperdícios .....	10
2.1.4. Principais dificuldades da implementação <i>Lean</i> .....	11
2.2. Ferramentas e técnicas <i>Lean</i> .....	12
2.2.1. <i>Kaizen</i> .....	13
2.2.2. Trabalho Normalizado.....	14
2.2.3. Gestão Visual.....	15
2.2.4. 5'S.....	16
2.2.5. SMED.....	17
2.2.6. TPM .....	18
2.2.7. Estudo de <i>layout</i> .....	21
2.2.8. OEE.....	22
2.3. Aplicação da filosofia <i>lean</i> .....	23

3.	Apresentação da empresa.....	25
3.1.	Organização do Grupo.....	25
3.2.	Organização da Amorim Revestimentos, S.A.....	26
3.3.	Principais produtos.....	27
3.4.	<i>Layout</i> geral e processo produtivo.....	28
4.	Descrição do estado inicial.....	31
4.1.	Caracterização do estado inicial.....	31
4.2.	Processo produtivo.....	32
4.3.	Gestão das ferramentas.....	33
4.4.	Identificação dos problemas.....	34
4.4.1.	OEE e cadências de produção.....	35
4.4.2.	Paragens e microparagens.....	41
4.4.3.	Avarias.....	45
4.4.4.	<i>Layout</i> .....	46
4.4.5.	Tempos de <i>setup</i> e troca de ferramentas.....	48
4.4.6.	Síntese dos principais problemas identificados.....	49
5.	Soluções implementadas.....	51
5.1.	Cadências de produção.....	51
5.2.	Microparagens.....	52
5.2.1.	<i>Subertech</i> .....	53
5.2.2.	<i>Authentica</i> .....	53
5.2.3.	<i>Wise</i> .....	54
5.2.4.	<i>DEKWALL</i> .....	58
5.2.5.	<i>XDP</i> .....	62
5.3.	Rebentamentos de lixas.....	66
5.4.	<i>Layout</i> .....	68
5.5.	SMED.....	70
5.6.	Padronização de atividades.....	75
5.7.	Manutenção autónoma.....	77
5.8.	5'S.....	79
6.	Análise e discussão dos resultados.....	86

6.1.	Microparagens .....	86
6.1.1.	<i>Subertech</i> .....	86
6.1.2.	<i>Authentica</i> .....	86
6.1.3.	<i>WISE</i> .....	87
6.1.4.	<i>DEKWALL</i> .....	87
6.1.5.	<i>XDP</i> .....	87
6.2.	Rebentamento de lixas .....	88
6.3.	<i>Layout</i> e <i>SMED</i> .....	89
6.4.	Padronização das atividades e manutenção autónoma.....	90
6.5.	5'S.....	91
6.6.	OEE .....	91
7.	Conclusões e trabalho futuro .....	96
7.1.	Conclusões .....	96
7.2.	Trabalho Futuro .....	99
	Bibliografia .....	100
	Anexo I – Cálculos OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade pré-lixagem semana 13 – 52 .....	106
	Anexo II - Cálculos oee, rendimento, disponibilidade e qualidade lixagem semana 13 – 52 .....	107
	anexo III – Estudo às avarias semana 13 – 46 de 2019 .....	108
	anexo IV – Estudo às novas lixas.....	109
	Anexo V - Lista de operações standard – paragem de máquina, arranque de máquina e autocontrolo .....	110
	Anexo VI - Cartões de padronização de operações quando ocorrem avarias em cada uma das máquinas .....	111
	Anexo VII – Documento para funcionários relatarem oportunidades de melhorias .....	112
	Anexo VIII - ficha de operações standard criada para auxiliar os operadores.....	113
	Anexo IX - Excerto das operações a considerar no TPM da pré-lixagem .....	114
	Anexo X - Excerto das operações a considerar no TPM da lixagem .....	115
	Anexo XI - Cartão nº 15 TPM da pré-lixagem .....	116
	Anexo XII - Cartão Nº 23 TPM da Lixagem.....	117
	Anexo XIII - Cartão 5s – ponto de verificação nº3 da pré-lixagem .....	118
	Anexo XIV - Mapa verificação auditoria 5's –da pré-lixagem .....	119

Anexo XV - Cartão 5s – ponto de verificação nº8 da lixagem .....	120
Anexo XVI - Mapa verificação auditoria 5's –da lixagem .....	121
Anexo XVII - Check list 5's.....	122
Anexo XVIII - Cálculos e gráficos do OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade da pré-lixagem na semana 1 – 13 2020 .....	123
Anexo XIX - Cálculos e gráficos do OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade da lixagem na semana 1 – 13 2020 .....	124
Apêndice I - Cálculos dos custos dos rebentamentos de lixas do estado inicial armazenadas na casa das lixas e fora da casa das lixas.....	126
Apêndice II - Cálculos dos custos dos rebentamentos de lixas do estado inicial armazenadas na casa das lixas em relação às novas lixas armazenadas fora da casa das lixas .....	127
Apêndice III - Cálculos dos custos dos rebentamentos de lixas do estado inicial armazenadas na casa das lixas em relação às novas lixas armazenadas na casa das lixas .....	128
Apêndice IV - Cálculos dos custos anuais do <i>SETUP</i> da pré-lixagem.....	129
Apêndice V - Cálculos dos custos anuais do <i>SETUP</i> da lixagem .....	130
Apêndice VI - Cálculos dos custos anuais da mudança de ferramenta pré-lixagem .....	131
Apêndice VII – Cálculos dos custos anuais da mudança de ferramenta lixagem .....	132
Apêndice VIII cálculos do custo das paragens TPM.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - As 5 fases da Investigação-Ação .....	3
Figura 2 - Cinco Princípios <i>Lean</i> (adaptado de Womack et al., 1990) .....	6
Figura 3 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2003) .....	8
Figura 4 - Ciclo PDCA (Deming, 2000) .....	13
Figura 5 - Metodologia 5'S .....	17
Figura 6 - Pilares TPM .....	19
Figura 7 - Estrutura organizacional do Grupo Amorim, SGPS, SA .....	26
Figura 8 - Produto em camadas da Amorim Revestimentos .....	27
Figura 9 - <i>Layout</i> geral da ARO.....	29
Figura 10 - Processo produtivo generalizado da ARO .....	30
Figura 11 - <i>Layout</i> atual .....	31
Figura 12 - Vista geral da pré-lixagem.....	33
Figura 13 - Folha de registo de produção .....	36
Figura 14 - OEE diário de cada uma das máquinas .....	37
Figura 15 - OEE estudo inicial da pré-lixagem .....	39
Figura 16 - % Disponibilidade, % Rendimento e % Qualidade / semana – pré-lixagem e lixagem.....	40
Figura 17 - Material a sair da caixa da pré-lixagem .....	42
Figura 18 - Operador a ajustar o material para dentro da caixa .....	42
Figura 19 - Material que chega ondulado à linha .....	43
Figura 20 - Tapetes de entrada na lixagem.....	43
Figura 21 - Entrada de material na lixagem .....	44
Figura 22 - Ventosas com pó e outras partículas .....	44
Figura 23 - Localização da “casa das lixas” da lixagem .....	46
Figura 24 - Percurso para as ferramentas da lixagem .....	47
Figura 25 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> a azul do caminho percorrido para as ferramentas (lixas) e a amarelo do caminho percorrido para as ferramentas manuais desde a pré-lixagem.....	48
Figura 26 - Especificação de Operação: corte de PVC e papel.....	54
Figura 27 - Carta de controlo de qualidade referente à gramagem da cola no <i>wise</i> no estado inicial...	55
Figura 28 - Partículas de pó agarradas ao core depois do decorativo descolar.....	56
Figura 29 - Decorativo a descolar no viradouro da colagem .....	56

Figura 30 - Carta de controlo de qualidade referente à gramagem da cola no <i>wise</i> após implementação das melhorias.....	57
Figura 31 - Gramagem de cola na camada superior no estado inicial.....	62
Figura 32 - Controlo do aumento da gramagem de cola na camada superior do XDP.....	65
Figura 33 - N° de rebentamentos segundo o grão da lixa.....	67
Figura 34 - <i>Layout</i> para casa das lixas.....	69
Figura 35 – Cartões de <i>setup</i> da pré-lixagem.....	72
Figura 36 - Cartão <i>setup</i> com casa das lixas pré-lixagem.....	73
Figura 37 - Cartão mudança de ferramentas Pré-Lixagem e da Lixagem.....	74
Figura 38 – Ficha de operações das atividades para os equipamentos de pré-lixagem e lixagem.....	76
Figura 39 - Quadro MPT pré-lixagem.....	78
Figura 40 - Quadro MPT Lixagem.....	79
Figura 41 - Arrumação final das lixas.....	80
Figura 42 - O antes da organização da casa das lixas.....	80
Figura 43 - Arrumação final das lixas por gramagem.....	81
Figura 44 - Antes da implementação dos 5'S (a) e (b), e depois da implementação dos 5'S (c).....	82
Figura 45 - Local das ferramentas antes dos 5'S – lixagem.....	83
Figura 46 - Nova estante para as ferramentas após os 5'S – lixagem.....	83
Figura 47 - Caixa de ferramentas móvel para a pré-lixagem.....	84
Figura 48 - %Disponibilidade, %rendimento, %qualidade / semana - pré-lixagem semana 1 a 13 de 2020.....	92
Figura 49 - %Disponibilidade, %rendimento, %qualidade / semana - lixagem semana 1 a 13 de 2020.....	93
Figura 50 - %OEE da pré-lixagem da semana 1 a 13 de 2020.....	94
Figura 51 - %OEE da lixagem da semana 1 a 13 de 2020.....	95
Figura 52 - Cálculos OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade pré-lixagem semana 13 – 52.....	106
Figura 53 - Cálculos OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade lixagem semana 13 – 52.....	107
Figura 54 – Excerto do estudo das avarias da semana 13 – 46 de 2019.....	108
Figura 55 - Estudo das novas lixas.....	109
Figura 56 - Lista de operações <i>standard</i> .....	110
Figura 57 - Cartões de padronização das atividades.....	111
Figura 58 - Documento de oportunidades de melhoria.....	112
Figura 59 - Ficha de operações <i>standard</i> .....	113

Figura 60 - Operações a considerar no TPM da pré-lixagem.....	114
Figura 61 - Operações a considerar no TPM da lixagem .....	115
Figura 62 - Cartão n° 15 TPM pré-lixagem.....	116
Figura 63 - Cartão n° 23 TPM da lixagem.....	117
Figura 64 - Ponto de verificação 5'S - pré-lixagem.....	118
Figura 65 - Mapa auditoria 5'S - pré-lixagem.....	119
Figura 66 - Ponto de verificação 5'S – lixagem .....	120
Figura 67 - Mapa de verificação 5'S – lixagem.....	121
Figura 68 - <i>Check list</i> 5'S.....	122
Figura 69 - OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade pré-lixagem semana 1 -13 de 2020.....	123
Figura 70 - OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade Lixagem semana 1 -13 de 2020.....	124

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Funções das ferramentas de gestão visual .....	15
Tabela 2- Constituições de cada um dos produtos que fazem uma lixagem final e de onde provêm os seus componentes .....	28
Tabela 3 - Tipos de cores afetos às máquinas em estudo .....	30
Tabela 4 - Identificação dos problemas, das causas e das ações .....	35
Tabela 5 - Paragens planeadas, paragens programadas e paragens não planeadas .....	37
Tabela 6 - Cadências inseridas no sistema para cada tipo de produto.....	39
Tabela 7 - Resumo das paragens .....	46
Tabela 8 - Análise das cadências de produção .....	51
Tabela 9 - Cadências inseridas no sistema da pré-lixagem.....	51
Tabela 10 - Cadências inseridas no sistema da lixagem .....	52
Tabela 11 - <i>WISE PET</i> .....	54
Tabela 12 - Paragens após implementação das melhorias.....	58
Tabela 13 - Paragens <i>Dekwall</i> .....	58
Tabela 14 - Estudo inicial das especificações de medidas.....	60
Tabela 15 - Estudo com novo tamanho das placas .....	61
Tabela 16 - Paragens <i>Dekwall</i> .....	61
Tabela 17 - Paragens no estado inicial XDP – lote normal .....	63
Tabela 18 - Paragens com aumento de gramagem de cola na camada superior do XDP – lote com aumento de gramagem de cola na camada superior .....	63
Tabela 19 - Lote com aumento da gramagem de cola na camada inferior do XDP – lote com aumento de gramagem de cola na camada inferior .....	64
Tabela 20 - Paragens com aumento da gramagem de cola na camada superior e inferior – lote com aumento de gramagem de cola na camada superior e inferior.....	66
Tabela 21 - Tamanho do grão das lixas .....	66
Tabela 22 - Rebutamentos consoante o N° do Grão da lixa e as condições de armazenamento .....	67
Tabela 23 - Condições de armazenamento das lixas.....	69
Tabela 24 - Tempos de <i>SETUP</i> Pré-lixagem .....	71
Tabela 25 - Tempos de <i>SETUP</i> Lixagem.....	71
Tabela 26 - Tempos mudança de lixas pré-lixagem.....	75



Tabela 27 - Tempos mudança de lixas lixagem.....	75
Tabela 28 - Lixas mais utilizadas.....	80
Tabela 29 - Melhorias no tempo de paragens da Authentica .....	87
Tabela 30 - N° de paragens no Wise .....	87
Tabela 31 - Tempo de paragens do Dekwall .....	87
Tabela 32 - Tempo de paragens XDP .....	88
Tabela 33 - Resultados do estudo com lixas atuais e novas lixas.....	89
Tabela 34 - Custos setup na pré-lixagem .....	89
Tabela 35 - Custos setup na lixagem.....	89
Tabela 36 - Custos mudança de ferramentas na pré-lixagem .....	90
Tabela 37 - Tabela 36 - Custos mudança de ferramentas na lixagem.....	90
Tabela 38 - Benefício do MPT .....	91
Tabela 39 - Resumo da melhoria do OEE, disponibilidade, rendimento e qualidade na pré-lixagem ....	94
Tabela 40 - Resumo da melhoria do OEE, disponibilidade, rendimento e qualidade na lixagem .....	95
Tabela 41 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial) .....	126
Tabela 42 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial VS novas lixas).....	127
Tabela 43 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial VS novas lixas sem CL) .....	128
Tabela 44 - Cálculos do <i>setup</i> pré-lixagem.....	129
Tabela 45 - Cálculos do <i>setup</i> lixagem .....	130
Tabela 46 - Cálculo dos custos de mudança de ferramenta - pré-lixagem.....	131
Tabela 47 - Cálculo dos custos de mudança de ferramenta - lixagem.....	132
Tabela 48 - Cálculo dos custos de paragens TPM.....	133

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

**AR** - Amorim Revestimentos

**ARL** - Amorim Revestimentos Lourosa

**ARO** - Amorim Revestimentos Oleiros

**CL** - Casa das lixas

**JIT** - *Just In Time*

**LP** - *Lean Production*

**KPI** - *Key Performance Indicator*

**LT** - *Lean Thinking*

**OEE** – Eficácia geral do equipamento

**PDCA** - *Plan-Do-Check-Act*

**SMED** - *Single Minute Exchange of Die*

**SQL** - *Structured Query Language*

**TPM** - *Total Productive Maintenance*

**TPS** - *Toyota Production System*

**WIP** - *Work-In-Progress*

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feito um enquadramento do projeto da dissertação, em seguida apresentam-se os principais objetivos da mesma e descreve-se a metodologia de investigação utilizada. O capítulo acaba com a apresentação da estrutura da presente dissertação.

### 1.1. Enquadramento

Num mercado cada vez mais competitivo e com uma crescente necessidade de dar resposta à procura do cliente, que é cada vez mais específica e diversificada, é fundamental que as empresas apostem em metodologias e ferramentas que diminuam os seus custos e desperdícios e aumentem não só a sua qualidade mas também o grau de satisfação dos seus clientes (Salgado, 2009; Knol et al., 2018). Para ser possível dar respostas às mudanças impostas pelos mercados, as empresas têm necessidade de inovar. Esta inovação passa tanto pelo produto, para dominar novos nichos de mercado e aumentar o consumo dos atuais clientes, como também pela inovação a nível organizacional da própria empresa, que visa o aumento da eficiência da mesma, e por sua vez, a diminuição dos seus custos, passando também pela eliminação de desperdícios e de atividades que não acrescentam qualquer valor ao produto final.

Devido a isto, as ferramentas do *Toyota Production System* (TPS) são cada vez mais usuais. O sistema de produção TPS é descrito como um conjunto de práticas de excelência (Womack, Jones, & Roos, 1990). Esta filosofia, frequentemente chamada também de *Lean*, surgiu após a Segunda Guerra Mundial na indústria automóvel japonesa. Esta metodologia foi desenvolvida pela Toyota com o objetivo de aumentar a sua eficiência e a sua produtividade, tentando eliminar todo o tipo de desperdícios. Para se conseguirem atingir estes objetivos melhoraram-se os processos produtivos nas indústrias (Antosz & Stadnicka, 2017).

### 1.2. Objetivos

A presente dissertação recai sobre a área de componentes da AR, nomeadamente em dois processos específicos, a pré-lixagem e a lixagem.

Atualmente a AR é uma organização *lean* e põe em prática diariamente o uso desta filosofia e de grande parte das ferramentas que lhe são inerentes, tendo assim, uma cultura de melhoria contínua já integrada em toda a sua organização.

De uma forma geral, este trabalho tem como objetivo medir a eficiência dos equipamentos de lixagem, identificar os pontos onde existem maiores perdas e desenvolver e implementar propostas de melhoria. Mas, primeiramente, e para que isso fosse possível atingir, foram percorridas as seguintes etapas:

- Redefinir o *layout*;
- Normalizar os procedimentos de trabalho nas máquinas em estudo;
- Avaliar a implementação dos 5S e gestão visual previamente implementada e reimplantá-la;
- Formação dos operadores, garantindo assim que todos os funcionários são orientados para a melhoria contínua da eficiência no departamento, pondo em prática todas as rotinas e procedimentos avaliados.

### 1.3. Metodologia de Investigação

Inicialmente começou-se por efetuar uma extensa pesquisa bibliográfica em fontes primárias, secundárias e terciárias para se perceber qual a melhor metodologia a adotar e quais as ferramentas necessárias a utilizar e aplicar neste projeto. Esta pesquisa de fontes literárias abrangeu a análise de artigos científicos, livros e dissertações sobre a filosofia, as metodologias e os princípios TPS, mais conhecidos como *Lean Production* (LP), e as suas ferramentas mais usuais.

A metodologia escolhida para este projeto foi a investigação-ação, pois, é descrita por Coughlan e Coghlan (2002) como uma metodologia utilizada em situações reais, não só teóricas, e onde existem realmente problemas físicos em contexto industrial com um propósito específico e preciso (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009), que é exatamente o cenário observado.

A investigação-ação foi descrita em 1946 pela primeira vez por Kurt Lewin e depois por O'Brien em 1998. Com esta metodologia, e dada a dualidade entre a teoria e a prática, existe uma investigação ativa por parte do investigador e de todas as pessoas abrangidas pelo projeto para que, posteriormente, exista uma ação sobre o investigado (O'Brien, 1998). Assim sendo, a investigação tem como finalidade aprofundar o conhecimento do investigador e de todos os envolvidos, bem como fundamentar as teorias usadas nas ações. Já a ação tem como finalidade a mudança na organização para que sejam implementadas as melhorias. Uma mais-valia desta metodologia é que todos os envolvidos têm uma participação ativa e cooperativa quer na investigação como na ação (Coughlan & Coghlan, 2002).

Nesta metodologia existe um ciclo sistemático do estudo do problema entre a teoria e a ação. A investigação-ação é visualmente exposta numa circunferência dividida em 5 fases interativas, começando com o diagnóstico, passando para o planeamento de ações, implementação das mesmas e avaliação dos resultados, e terminando na especificação da aprendizagem (Figura 1).

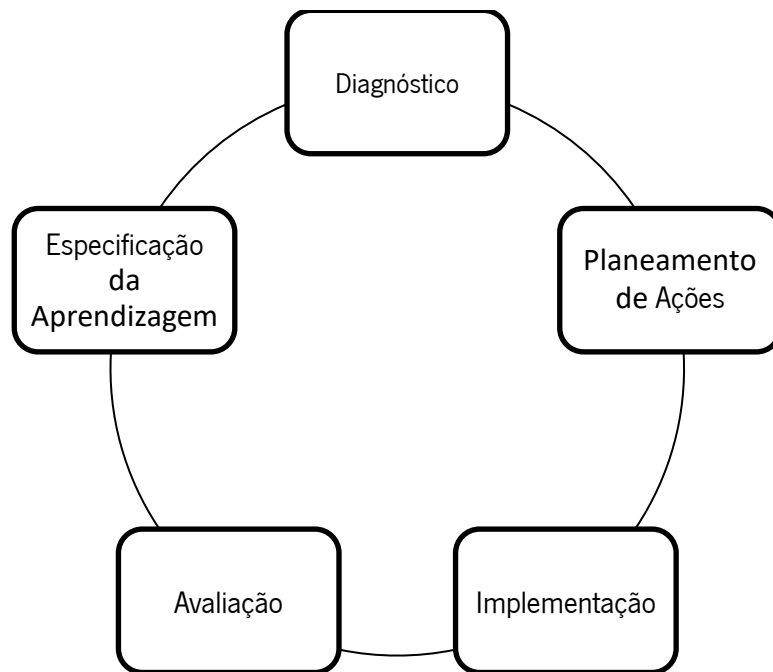


Figura 1 - As 5 fases da Investigação-Ação

A primeira fase da metodologia quando aplicada é a fase de Diagnóstico da situação atual. Nesta primeira etapa é observada a secção em estudo para assim se identificarem e analisarem os problemas, ineficiências existentes e possíveis oportunidades de melhoria.

A segunda fase refere-se ao planeamento de ações. Esta serve para se definir os melhores planos para que seja possível abandonar as limitações anteriormente identificadas.

Na terceira fase da investigação-ação dá-se lugar à implementação das ações. É nesta fase que se implementam as melhorias propostas, bem como todas as ações definidas na segunda fase.

Após a implementação das ações procede-se à Avaliação dos Resultados. Nesta fase existe a comparação entre a situação inicial do sistema e a situação proposta nas medidas de desempenho selecionadas para se verificar, avaliar e comprovar o impacte das melhorias e se estas efetivamente são melhorias significativas para o sistema produtivo.

Numa última etapa, especificação da aprendizagem, apresentam-se as principais conclusões e discutem-se os resultados obtidos e os esperados. É também nesta fase que se traduzem os ganhos alcançados e que se propõem trabalhos futuros para dar continuidade à melhoria do processo produtivo. Após a aplicação de diversos ciclos da metodologia investigação-ação, deverá recomeçar-se novos ciclos de modo a ser possível solucionar novos problemas que possam surgir (O'Brien, 1998).

#### 1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo enquadra o tema e o projeto em questão e é nele que se apresentam e se definem os objetivos e a metodologia de investigação da dissertação. No capítulo seguinte são apresentados os fundamentos teóricos, bem como as ferramentas e conceitos que foram utilizados ao longo da presente dissertação. O terceiro capítulo apresenta a empresa e o contexto do estudo, expõe o processo produtivo e explica alguns aspetos gerais da mesma. Seguidamente, no quarto capítulo, apresenta-se a análise crítica da situação inicial no setor, dando mais ênfase aos equipamentos que são objeto de estudo e aos seus principais problemas e dificuldades. No quinto capítulo são expostas as propostas de melhoria e os seus processos de implementação. Já no sexto capítulo são analisados os resultados obtidos das propostas de melhoria apresentadas. A dissertação termina com o capítulo onde são sumariadas as principais conclusões e onde são apresentadas as ideias para um trabalho futuro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No atual capítulo apresenta-se a revisão da literatura que serve de base teórica para o desenvolvimento do presente projeto. Começou-se por explorar a filosofia LP, desde a sua origem, passando pelos seus conceitos e princípios, identificando e descrevendo os principais desperdícios observados e refletindo sobre os benefícios e obstáculos das implementações concretizadas. Descrevem-se e expõem-se também as metodologias e ferramentas utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Este capítulo encerra com a apresentação de alguns casos de sucesso de implementações de ferramentas *Lean*.

### 2.1. *Lean Production*

Na década de 50, no Japão e após a Segunda Guerra Mundial, desenvolveu-se um sistema de produção chamado de TPS que demorou mais de 25 anos a ser apresentado com o seu formato atual. A creditação do desenvolvimento deste sistema de produção, que tem como foco principal o processo produtivo, foi dada a Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e Shigeo Shingo (Ohno, 1988). Mas é em 1990 que este sistema de produção começa a ser mais divulgado e conhecido, passando a ser denominado de *Lean Production*, sendo este termo impulsionado através do livro “*The Machine that changed the world*” (Womack et al., 1990). O termo LP foi utilizado pela primeira vez nos anos 80 por Krafcik no artigo “*Triumph of the Lean production system*” (Krafcik, 1988).

Segundo Taichii Ohno (1988) o grande objetivo do TPS é o aumento da eficiência da produção através da eliminação de desperdícios, tendo como base a casa TPS, e assim conduzir a uma redução de custos e de esforços, que por sua vez se traduzem numa maior produtividade, ou seja, passando-se a produzir mais com menos.

O *lean* é definido como um processo que visa a melhoria contínua, que tem como objetivo primordial a eliminação de desperdícios que, por sua vez, levam a uma redução de custos, através da utilização de ferramentas Lean, ferramentas estas que passam muitas vezes por inculcar princípios e boas práticas aos colaboradores (Womack et al., 1990).

#### 2.1.1. *Lean Thinking*

O *Lean Thinking* (LT) (pensamento Lean) está na base da filosofia LP. Este pensamento consiste na maximização do valor para o cliente através da especificação do mesmo. Assim é gerada a cadeia de valores, sendo que esta última também consiste na eliminação de atividades que não acrescentam qualquer valor ao cliente e que geram desperdícios. Assim, cria-se então uma sequenciação de atividades

que geram um fluxo contínuo com foco no cliente final, tentando minimizar os custos ao mesmo tempo que se aperfeiçoa, consistentemente, esse mesmo fluxo (Ainul Azyan, Pulakanam, & Pons, 2017). Esta filosofia é uma filosofia cíclica e baseada em cinco princípios (Figura 2).

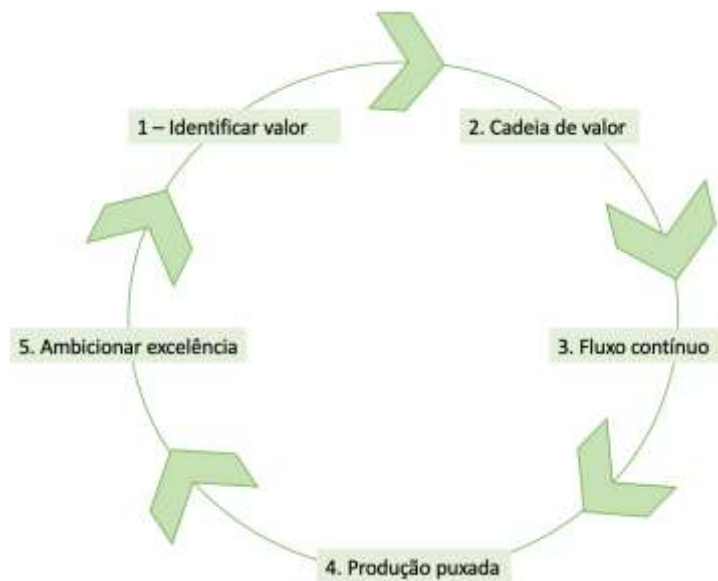


Figura 2 - Cinco Princípios *Lean* (adaptado de Womack et al., 1990)

Estes cinco princípios exemplificados na figura 2 são a base da implementação da filosofia *lean*.

A identificação de valor é, na realidade, a definição de valor para o cliente, passa por se perceber o que é valor aos olhos do cliente. Este só pode ser definido pelo cliente final e segundo Womack e Jones (1996) é o princípio mais crítico dos cinco, pois o valor só passa a ter significado quando o produto final vai de encontro, ou até mesmo supera, as expectativas do cliente final.

A cadeia de valor é o conjunto sequenciado de todas as atividades necessárias do processo que poderão acrescentar ou não acrescentar valor ao produto (Womack & Jones, 1996). Esta etapa visa a identificação e eliminação de todos os desperdícios e atividades que não oferecem valor acrescentado ao produto e, também, a otimização de todas as atividades, mesmo as que não acrescentam valor ao produto, mas ainda assim são necessárias.

Após ser identificado o valor para o cliente e ser definida a cadeia de valor é necessário criar um fluxo contínuo para a mesma. Este último, como o próprio nome indica, tem como função primordial a criação de um fluxo contínuo de todas as atividades do processo produtivo, desde o início da produção até ao término desta, através da eliminação de desperdícios entre cada atividade da cadeia de valor para tornar o todo mais eficiente (Feld, 2001).

A implementação da produção puxada impõe que os produtos sejam produzidos nas quantidades desejadas e no momento desejado pelo cliente, para que assim se evite a existência de níveis de stock



desnecessários e obsoletos. Por outro lado, é necessário que os tempos de ciclo e lead times não sejam demasiado longos, para que assim seja possível dar resposta às necessidades do cliente no tempo por este exigido. Por isso é chamada de produção puxada, pois é a procura do cliente e a exigência do mesmo nos prazos de entrega que vai determinar a produção, portanto, o produto só será fabricado após ser encomendado (Womack, Jones, & Roos, 2007).

Ambicionar a excelência implica um aprofundamento sobre as necessidades constantes do cliente, a estar sempre a par do aperfeiçoamento do sistema produtivo e da procura por um fluxo cada vez mais eficiente para reduzir e eliminar os desperdícios que estão associados a toda a produção. A conceção de excelência visa a procura pela perfeição ciclo após ciclo, pois existem sempre oportunidades de melhorar até mesmo o que já foi melhorado. Estes ciclos de melhorias contínuas são denominados de *Kaizen* (Hoem & Lodgaard, 2016).

Em suma, o LT está focado no processo produtivo com um fluxo contínuo e sequenciado de atividades que agregam valor ao produto final, que visa a eliminação de todo e qualquer desperdício e onde são os clientes que determinam o que produzir e quando produzir.

Existem duas maneiras objetivas de se aumentar o valor do produto: ou se adicionam características que são valorizadas pelo cliente final e que não levam ao acréscimo de custos, ou se reduzem os desperdícios internos e por sua vez os custos de produção. Diminuindo os custos de produção, mantendo ao mesmo tempo os preços de venda dos produtos, os lucros serão majorados (Hines, Holwe, & Rich, 2004).

### 2.1.2. Casa TPS

A metodologia TPS é uma metodologia de melhoramento que tem como objetivo aprimorar as empresas de maneira a que estas consigam responder às necessidades do cliente no menor prazo possível, com a melhor qualidade e, por sua vez, com menores custos de produção. Ou seja, aumentar a eficiência industrial através da eliminação contínua de desperdícios, e, também, tendo como base e em paralelo o respeito pelas pessoas em todas as partes da organização, levando uma melhoria constante. Esta metodologia foi originalmente desenvolvida para a indústria automóvel por Taiichi Ohno (Ohno, 1988). Atualmente, este é um método tão utilizado que pode ser encontrado e aplicado em qualquer tipo de negócio.

O TPS é usualmente ilustrado através de uma casa, a casa TPS, como ilustrado na figura 3 e foi desenvolvida por Fujio Cho com o objetivo de melhorar a compreensão sobre o tema.

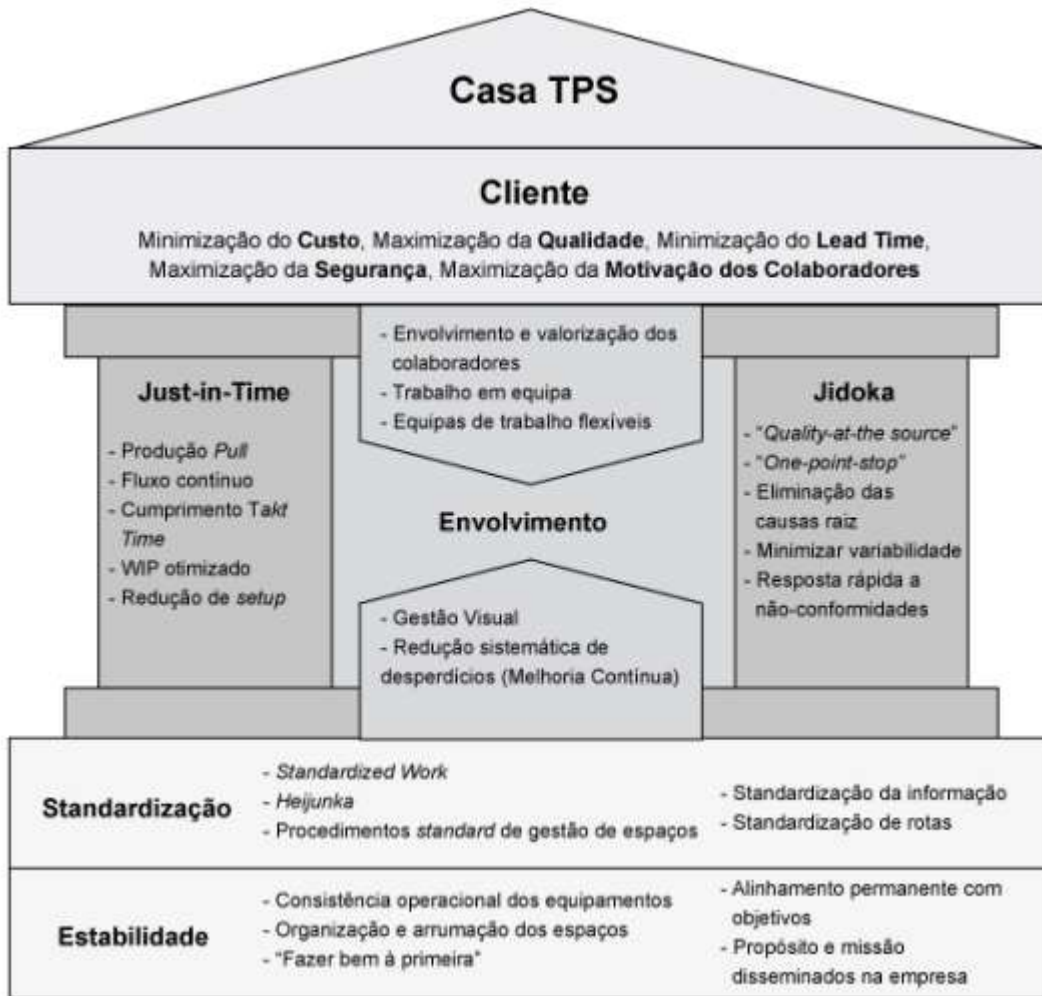


Figura 3 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2003)

Na base da casa, como se pode verificar na figura 3, estão os processos mais estáveis. A primeira camada da base vai assentar sobre os cinco princípios da filosofia *Toyota Way*. Os princípios desta filosofia são subdivididos em melhoria contínua e respeito pelas pessoas, e por sua vez estes dois subdividem-se em cinco. Dentro da melhoria contínua encontramos três princípios. O primeiro princípio é o desafio, que se baseia na visão de como é visto e enfrentado o desafio com autoconfiança e aceitação. O segundo é o *Kaizen*, que se baseia na melhoria contínua e permanente, que envolve e implica todas as pessoas da organização, passando a ser parte da cultura da empresa. Por último deparamo-nos com o *Genchi Genbutsu*, que é um conceito que se baseia e defende que a única maneira de obtermos informações e factos que nos levem a tomar as melhores decisões e ir ao encontro dos melhores resultados, no menor espaço de tempo possível, é falar com as pessoas e ir ao *gemba* (chão de fábrica) e observar o que realmente está a acontecer. Dentro da melhoria contínua deparamo-nos com dois princípios. O respeito é o primeiro princípio, que passa pela consideração pelo próximo e de todos os

colaboradores dentro da organização e pelo esforço de compreensão e aceitação entre outros, sabendo assumir os erros e evoluirmos com eles. O segundo princípio é o do trabalho em equipa, que pretende estimular e desenvolver as capacidades individualmente e em grupo para que assim seja possível maximizar o desempenho e eficiência (Liker, 2003).

Na base da casa também subsiste a gestão visual, o trabalho normalizado e o *Heijunka*. O trabalho normalizado consiste em estabelecer procedimentos precisos de execução de tarefas e assenta em três elementos principais, o *takt*-time, que é o ritmo a que devemos produzir para satisfazer a procura por parte do cliente, ou seja, o ritmo do mercado, e somente produzir para satisfazer essa procura, para que não exista excesso de produção. O segundo elemento é a sequência de operações e o último são os stocks. Já o *Heijunka* consiste no nivelamento da produção de forma a evitar a formação de grande quantidade de stock, utilização desnecessária de mão-de-obra e de tempo de produção, permitindo a redução, ou até mesmo a eliminação de desperdícios, facilitando a aplicação do primeiro pilar da casa TPS, *Just In Time* (JIT). Este primeiro princípio assegura a diminuição do *lead time* (tempo entre o momento em que é realizada a encomenda pelo cliente, até ao momento em que esta chega até ele), visto que é uma técnica de gestão em que o fornecedor produz precisamente o que o cliente deseja, nas quantidades requeridas e no instante de tempo pretendido. Para esta técnica ser bem-sucedida é necessário existir mão-de-obra multifacetada e motivada. Já o segundo princípio, e por sua vez o segundo pilar da casa, o *Jidoka*, que significa automação (“transferência de inteligência humana para as máquinas automáticas”), serve para se atingir a melhor qualidade possível. Esta técnica capacita as máquinas e operadores para interromperem o trabalho instantaneamente quando alguma irregularidade e erro se verifica (Liker, 2003).

No centro da casa está toda a cultura organizacional envolvida, desde as pessoas aos seus costumes, para que através da melhoria contínua seja possível reduzir os desperdícios e aproximar as organizações do equilíbrio e estabilidade. E como existe em todas as casas, nesta também não poderia faltar, o telhado. É aqui que estão os objetivos da filosofia TPS, que se incitam a atingir através de todos os outros conceitos, são eles a melhor qualidade, com uma maior segurança, uma elevada moral, mas a um baixo custo e tempo (Liker, 2003). Uma característica muito peculiar desta filosofia é que pequenas mudanças ao longo do tempo permitem que se obtenham grandes resultados a longo prazo. A filosofia só resulta se todos os componentes forem estáveis, pois basta que só uma das partes constituintes da casa não tenha a firmeza, perseverança e persistência suficiente, para colocar em causa toda a estabilidade da casa (Liker & Morgan, 2006).

### 2.1.3. Tipos de desperdícios

Desperdício (ou *muda* em Japonês), definido por Ohno (1988), é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto para o cliente final. Mas, apesar de tudo, existem desperdícios do ponto de vista do cliente, e que não lhe acrescentam valor mas que geram incremento de valor para a empresa, sendo necessários no processo, podendo fazer flutuar o preço do produto (Carreira, 2005). Tudo o que o cliente não está disposto a pagar, segundo o LT, é considerado um desperdício (Womack & Jones, 1996).

Womack e Jones (1996) e Rawabdeh (2005) fazem a distinção entre três tipos de atividades distintas para a produção, para depois ser possível classificarem os tipos de desperdícios, e apesar dos autores atribuírem diferentes designações aos tipos de atividades, elas têm exatamente o mesmo significado. O primeiro tipo são as atividades de valor acrescentado ao produto final, ou seja, acrescentam valor ao produto na ótica do cliente. O segundo tipo são as atividades necessárias, mas sem valor acrescentado, são relativas a todas as atividades que não criam valor acrescentado ao produto final na perspetiva do cliente, mas que, no entanto, são necessárias no processo e não podem por isso ser eliminadas. O terceiro tipo são todas as atividades sem valor acrescentado, ou seja, são referentes a todas as atividades que não acrescentam qualquer valor ao produto e são completamente desnecessárias no processo, e por isso, devem ser identificadas e eliminadas.

O TPS acaba, também, por definir três tipos fundamentais de desperdícios que são encontrados nas organizações: o *Muda*, o *Mura* e o *Muri*, conhecidos como os três M's. *Muda* significa desperdício e é toda a atividade que gera desperdício, que não seja produtiva ou que não acrescente qualquer valor ao produto, é referente ao *Muda* tipo dois. *Mura* significa irregularidade, representa a falta de equilíbrio entre a mão-de-obra e as máquinas. *Muri* é a sobrecarga provocada pelo *Muda* e pelo *Mura* (Ohno, 1988). Esta sobrecarga leva a que as máquinas ou funcionários excedam os seus limites naturais, levando a irregularidades na segurança das pessoas, pouca qualidade dos produtos, defeitos na produção e maior número de avarias nas máquinas (Hines & Lethbridge, 2008).

Segundo Taiichi Ohno (1988) e Shingo (1985) existem sete tipos de desperdícios sendo eles a sobreprodução, o inventário, as movimentações e deslocações dos operadores, as esperas, o sobreprocessamento, os defeitos e os transportes.

**Sobreprodução** – Compreende toda a produção que é concebida antes das encomendas serem efetuadas (Melton, 2005) e toda a produção que se produz a mais do que é pedido para a procura ser satisfeita. Isto gera um elevado nível de *stock* desnecessário que tem de ser armazenado, ocupando espaço que podia estar desocupado (Hicks, 2007).

**Inventário** – Compreende todo o excesso de produtos finais, bem como toda a matéria-prima e *Work-In-Progress* (WIP) desnecessário (Melton, 2005). Isto é devido, muitas vezes, à falta de planeamento ou à falha do mesmo.

**Movimentações** – Compreende todos os movimentos desnecessários dos funcionários (Melton, 2005), como a procura e busca de materiais e ferramentas que não se encontram nos postos de trabalho, devido à má organização, à imperfeição do *layout* atual e até mesmo a falta de normalização dos processos produtivos.

**Esperas** – Compreende todas as paragens desnecessárias por falta de material, por falta de informação ou até mesmo por falta de colaboradores (Liker, 2003), ou seja, todo o tempo que as máquinas e/ou operadores se encontram a não produzir por falta de condições, que por sua vez levam à redução da produtividade, resultando assim em atrasos da produção (Hicks, 2007).

**Sobrep processamento** – Compreende toda a execução incorreta, no sentido dos produtos serem produzidos com especificações superiores às assimiladas por alguma falha de máquina ou material, a nível de processo e operações, bem como trabalho redobrado e tarefas que não acrescentam qualquer valor ao produto final do ponto de vista do cliente final, levando a um aumento do custo de produção, ou seja, a uma diminuição do lucro gerado (Womack & Jones, 1996).

**Defeitos** – São erros durante o processo de produção que se cometem durante a produção de um determinado material (Melton, 2005). Compreende todos os semiacabados ou produtos finais que não cumprem as bitolas de qualidade determinados por cada indústria, ou seja, todos os produtos não conformes que são necessários reparar e retrabalhar, ou até mesmo que se tornam obsoletos e inutilizáveis.

**Transportes** – Compreende todo o transporte desnecessário de um local para outro de WIP entre processos, de produto acabado entre armazéns, ou até mesmo de materiais que são necessários. O transporte não acrescenta qualquer valor ao produto. Muito pelo contrário, pode até gerar atrasos com o aumento do tempo de produção (Hicks, 2007).

A redução de desperdícios ao longo do processo de produção visa a redução de custos e o aumento da eficiência de cada empresa (Liker, 2003).

#### 2.1.4. Principais dificuldades da implementação *Lean*

Num estudo realizado por Abu et al. (2019) a 148 empresas industriais, parte das indústrias já com a filosofia *lean* implementada e outras sem esta implementação, que trabalham com a madeira como

matéria-prima na Malásia verificaram-se algumas dificuldades na implementação *lean* apontadas tanto pelas empresas em si como pelos colaboradores.

O estudo constatou que o principal motivo para a implementação e adoção de práticas *lean* são o aumento da eficiência e organização e limpeza do local de trabalho.

O estudo mostra também que as empresas que ainda não implementaram *lean* acreditam nos benefícios destas práticas e estão dispostas a mudar para dar sustentabilidade ao seu negócio. No entanto, as empresas acabam por não implementar esta filosofia porque consideram que a falta de conhecimento é um fator crucial para não se avançar com a implementação, e o facto de não quererem ter custos acrescidos na contratação de um consultor fazem-nas desistir da ideia. No entanto, os autores vão mais longe e aprofundam este tópico. Isto levou-os a perceber que as empresas acabam por não investir num consultor porque não conseguem perceber o lucro que poderiam obter com a implementação de práticas *lean*. Apesar das empresas acharem que é benéfico, só implementariam se isso não levasse a um investimento de capital.

Já as empresas que efetivamente têm práticas *lean* implementadas acreditam que as suas grandes dificuldades passaram pela mudança de mentalidades dos colaboradores, que criaram resistências e barreiras face às novas práticas. Concluíram também que é necessário fornecer mais evidências e estudos sobre a adoção e implementação *lean* para que o conhecimento se transfira e chegue a todos os colaboradores. A falta de conhecimento e de treino levantam-se como grandes desafios também, pois leva à falha na aplicação das práticas, leva ao incorreto uso das ferramentas, que por sua vez leva ao fracasso nos resultados esperados e ao descontentamento dos funcionários. O aumento da carga de trabalho e o não aumento do número de colaboradores também é um especto que leva também ao insucesso da filosofia na ótica dos colaboradores.

Apesar de este estudo ter sido feito num tipo de indústria específica, percebe-se, genericamente, quais são as maiores dificuldades das empresas que não implementam a filosofia *lean*, e quais são as maiores dificuldades das indústrias que a implementam.

## 2.2. Ferramentas e técnicas *Lean*

A adoção de ferramentas *Lean* tem como finalidade a minimização, ou até eliminação, se possível, de tudo o que não acrescenta valor ao produto, e também de tudo o que seja considerado desperdício. Esta mudança é realizada continuamente, para que assim seja possível o aumento da eficiência e a minimização dos recursos utilizados. Deverão ser identificadas as atividades que geram valor e potenciá-

las, reduzindo as restantes até que estas estejam completamente minoradas, sem comprometer o processo e assegurando o *flow of value* (cadeia de valor) (Melton, 2005).

Neste subcapítulo são apresentadas as ferramentas que vão ser utilizadas ao longo do projeto de dissertação, nomeadamente o *Kaizen*, o Trabalho Normalizado, a Gestão Visual, os 5'S, SMED, TPM, Estudo de *layout* e OEE.

### 2.2.1. *Kaizen*

*Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua, mudar para melhor (Imai, 1986) e é um princípio fundamental para a implementação do LT numa cultura organizacional. A melhoria contínua é uma prática que deve ser reiterada diariamente, por todos os colaboradores, sejam eles operadores ou da chefia. Só assim a organização poderá evoluir no sentido da melhoria contínua.

Ortiz (2006) conclui que esta ferramenta é realmente muito benéfica para as organizações e que os seus resultados prevalecem no tempo, pois vai sendo implementada e absorvida por cada colaborador ao longo do tempo, ficando cada vez mais intrínseca a cada um deles e que os seus efeitos começam a surgir de forma progressiva devido às pequenas mudanças que cada uma vai fazendo, em si e no seu posto de trabalho, ao longo do tempo.

Para dar suporte físico à implementação da melhoria contínua utiliza-se a ferramenta denominada de ciclo de Deming, também conhecida como ciclo *PDCA* (Plan-Do-Check-Act, que significa Planejar-Fazer-Verificar-Atuar) (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010). Como é uma ferramenta cíclica, quando um ciclo acaba está logo um novo ciclo a iniciar, como está representado na figura 4 (Deming, 2000).



Figura 4 - Ciclo PDCA (Deming, 2000)

A primeira etapa do *PDCA* é a do planeamento. Nesta etapa são identificados todos os problemas e no momento define-se o que é necessário fazer e quais são as medidas de ação que deverão ser executadas, desenvolvendo-se um plano que abranja todas as ações de melhoria estruturadas. É também nesta etapa

que são definidos os objetivos que se querem atingir e a duração que se pretende do ciclo. A segunda etapa é a de fazer. Nesta etapa coloca-se em prática tudo o que foi planeado e estipulado anteriormente. Nesta fase verifica-se alguma resistência à mudança por partes dos colaboradores, sendo necessário dar-lhes formação e mostrar-lhes que com esta nova forma conseguirão obter melhores resultados, motivando-os e deixando-os confortáveis com as alterações projetadas e implementadas. A terceira etapa é a de verificação. Nesta etapa verifica-se se os objetivos foram cumpridos, ou seja, verifica-se o desempenho que as ações de melhoria tiveram, se efetivamente se conseguiu ser bem-sucedida. A quarta etapa é referente à atuação, que consiste na padronização e normalização do processo que foi anteriormente bem sucedido e inicia-se um novo ciclo de melhoria, voltando ao ponto de partida (Deming, 2000).

### 2.2.2. Trabalho Normalizado

A grande variação de produtos e processos leva ao aumento de paragens e de erros que se possam cometer e isso leva a desperdícios e custos associados. Para que se consigam diminuir ou até mesmo eliminar os desperdícios causados devido a erro humano surgiu a necessidade de criar uma forma de trabalho normalizado (Ohno, 1988). Para Dennis (2015) o trabalho normalizado é um trabalho que é feito seguindo uma sequência de tarefas e elementos de trabalho, onde estes foram previamente organizados da forma mais eficiente e que tem de ser seguida por todos que executam esse determinado trabalho. Acabam por fazer parte de uma sequência de normas e de procedimentos no trabalho a serem seguidos, e, todos os colaboradores devem conseguir realizar tudo da mesma maneira, com exatamente a mesma sequência de passos e uso das mesmas ferramentas (Jang & Lee, 1998).

Esta ferramenta *lean* é composta por três elementos chave fundamentais, o tempo de ciclo normalizado, a sequência normalizada de operações e o inventário do WIP normalizado. O tempo de ciclo normalizado é o tempo estimado para se conseguirem fazer as tarefas estabelecidas. A sequência normalizada de operações consiste na ordem pela qual as operações devem ser realizadas e por esse motivo devem estar descritas e devem ser do conhecimento de todos os funcionários para que estes as realizem na sequência correta. O inventário do WIP normalizado indica e define as quantidades mínimas de inventário para que haja um fluxo contínuo na produção, para assim garantir o seu bom funcionamento, evitando as quebras do fluxo de produção (Monden, 2011).

Para que se consiga garantir o cumprimento do trabalho padronizado são realizadas auditorias periódicas, que acabam, também, por se tornarem oportunidades para os funcionários sugerirem



melhorias no processo ou até mesmo alternativas. Se todas as tarefas forem padronizadas torna-se mais simples e claro visualizar e perceber o que ainda se pode aperfeiçoar e tornar mais eficiente.

### 2.2.3. Gestão Visual

Devido ao avanço tecnológico que se sente cada vez mais, há inúmera informação com que cada pessoa tem de lidar no seu local de trabalho, bem como inovação tanto a nível de máquinas, como de materiais e processos, havendo uma necessidade de se começarem a utilizar ferramentas visuais para facilitar e rentabilizar o trabalho diário. Com estas novas ferramentas, o colaborador tem apenas que visualizar para assim obter a informação que lhe é necessária. A gestão visual é feita através de sinais ou indicadores visuais que permitem ao funcionário olhar e saber exatamente a que se refere o produto ou qual o seu processo (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2009).

Na tabela 1 estão descritas as funções que este tipo de ferramenta tem.

Tabela 1 - Funções das ferramentas de gestão visual

<b>Função</b>	<b>Definição</b>
Transparência	Capacidade de um processo de produção comunicar com as pessoas
Disciplina	Criar rotinas de manutenção de procedimentos corretos
Melhoria Contínua	Focar no processo de melhoria sustentável e contínua
Facilitação de Tarefas	Física e Psicologicamente facilitar os esforços dos trabalhos de rotina
<i>On-the-job Training</i>	Aprendizagem com base na experiência
Criação de Posse Partilhada	Sentimento de posse e ligação com um objeto (material ou imaterial)
Gestão Factual	Uso de factos e dados estatísticos
Simplificação	Esforços contínuos para controlar, processar, visualizar e distribuir informação pelas equipas e indivíduos
Unificação	Remover parcialmente barreiras e criar empatia dentro da empresa por meio de partilha de informação eficiente

Estas ferramentas, que se tornam um meio de comunicação, simplificam a comunicação entre a chefia e os funcionários com informações que são simples, facilitando as suas tarefas diárias. Todos têm acesso à informação, o que leva à redução de erros que se possam cometer por falta de comunicação. Cada colaborador pode tomar decisões, o que os faz sentir mais capazes, e ao expor a informação lembra-os do que não se podem esquecer (Jaca et al., 2014). As ferramentas visuais ganharam bastante espaço no mundo industrial devido ao seu fornecimento rápido de informações, direções, procedimentos e até instruções através da utilização de mapas, tabelas, listas de tarefas, kanbans, ou até mesmo de quadros SCRUM, levando a tomadas de decisões em cada posto de trabalho na produção mais rápidas e mais acertadas (Gilpatrick & Furlong, 2004).

#### 2.2.4. 5'S

Esta metodologia deve ser sempre uma das primeiras a implementar desde que se começa a colocar em prática uma cultura *lean*. A metodologia 5S's é um método com cinco etapas que são aplicadas em toda a indústria com o objetivo de aumentar a segurança, conforto e limpeza dos postos de trabalho, bem como maximizar o desempenho diminuindo os desperdícios (Peterson & Smith, 1998). Os 5S's auxiliam a organização do local de trabalho e das ferramentas utilizadas pelos colaboradores e também ajudam na limpeza e segurança com a eliminação de lixo (Monden, 2011).

Os cinco estágios 5S's, que em japonês começam todos por S, dando origem à designação do próprio termo que os define enquanto grupo, são os seguintes: *seiri*, *seiton*, *seizo*, *seiketsu* e *shitsuke* (Imai, 1986). A 5S's é cíclica e as suas etapas repetem-se infinitamente, como é demonstrado na figura 5, de modo a favorecer a melhoria contínua dos postos de trabalho.

***Seiri*** (Separação) – Consiste na triagem de tudo o que é desnecessário e dispensável uma vez que o posto de trabalho deve ter apenas o essencial para a realização das suas atividades (Bicheno & Holweg, 2016).

***Seiton*** (Arrumação) – Define os locais exatos para toda a arrumação de materiais e ferramentas para que torne mais ágil a sua utilização e sejam mais fáceis de serem encontrados e posteriormente arrumados (Imai, 1986).

***Seizo*** (Limpeza) – Consiste na limpeza e organização geral contínua da área de trabalho e dos equipamentos envolventes. Esta limpeza quer-se como uma rotina diária tornando o local com um ambiente mais confortável e arrumado. Esta limpeza é uma tarefa que vai para além da arrumação após a realização de um trabalho no posto, pois requer a organização sistemática do local de trabalho (Imai, 1986).

***Seiketsu*** (Normalização) – Consiste no estabelecimento de padrões e de práticas em todos os postos de trabalho, criando-se regras, procedimentos e planos que têm de ser cumpridos diariamente. É simplesmente a colocação em prática dos três primeiros S's (Imai, 1986).

***Shitsuke*** (Disciplina) – Consiste em auditorias regulares desenvolvidas para assegurar e sustentar o cumprimento dos S anteriores, verificando que todas estas práticas são cumpridas e se tornam uma rotina para todos os funcionários. Este “S” surge então para criar hábitos diários nos de controlo do cumprimento dos padrões de organização criados, estabelecendo um compromisso de melhoria contínua dentro de toda a organização (Imai, 1986).



Figura 5 - Metodologia 5'S

(<https://www.japaoemfoco.com/os-5-pilares-das-empresas-japonesas/>)

### 2.2.5. SMED

A metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED), também conhecida como a metodologia utilizada para diminuir o tempo *Setup*, tempo este que é referente ao tempo entre as trocas de ferramentas no posto de trabalho, foi criada por Shingo (1985). A SMED é utilizada quando se pretende diminuir os tempos de *setup* (das trocas de ferramentas) através de técnicas a passos bem definidos (Shingo, 1985). Antes do surgimento desta metodologia o que era feito para reduzir os custos associados aos tempos de *setups* era o aumento dos lotes, assim a máquina acabava por ter menos número de *setups* uma vez que, de cada vez que produzia, produzia grandes e desnecessários lotes. O tempo investido para a troca de ferramentas era diluído através da quantidade de unidades produzidas, ou seja, acabava por não haver nenhum nivelamento da produção e esta produzia com o objetivo de minimizar o número de *setups*, e não consoante aquilo que era encomendado pelo cliente. Nessa altura, chegava-se à quantidade ideal por lote quando os custos de mudança de ferramenta eram iguais ao custos de aprovisionamento (Min & Pheng, 2007).

O grande objetivo do uso desta metodologia é a eliminação dos desperdícios no processo de troca de ferramentas que tornam o processo menos produtivo e diminuem a disponibilidade das máquinas. A aplicação de SMED acaba por reduzir os custos associados à produção, visto que se traduz em tempos de *setup* menores, o que também faz aumentar a produtividade pois existe mais tempo para produzir, diminui o tempo de resposta ao cliente pois o fluxo de processos e produtos também melhora com a diminuição do tamanho dos lotes, e conseqüentemente reduz o nível de inventário e as esperas tornando todo o processo mais flexível (Dave & Sohani, 2012).

Shingo (1985) afirma que para implementar a metodologia SMED é necessário seguir rigorosamente 4 passos.

1º Passo – Estágio preliminar de registo de todas as atividades de *Setup*. Consiste em analisar e registar todas as operações realizadas pelos operadores, bem como as durações destas, durante todo o *Setup*. Uma técnica utilizada é a filmagem de todo o processo de *Setup* para poder ser analisado e observado ao pormenor, tornando também as cronometragens do mesmo mais fáceis. A lista de todas as atividades é feita com base na análise prévia.

2º Passo – Separar atividades internas e atividades externas: Consiste na identificação e separação das atividades internas e externas, isto é, há uma separação entre todas as atividades que o operador pode e deve fazer com o equipamento em funcionamento (externas), e as que o operador só pode realizar quando o equipamento está completamente parado (internas). Só esta divisão de atividades pode reduzir o tempo de *Setup* entre 30 a 50% (Shingo, 1985).

3º Passo – Converter atividades internas em atividades externas: Consiste numa nova análise a todo o processo para se verificar se existe alguma atividade, que embora tenha sido classificada como interna, poderá ser feita externamente, recorrendo muitas vezes a técnicas e à preparação antecipada do *Setup*. Para se realizar este passo é necessário voltar a visualizar todo o processo de *Setup*, para se conseguir olhar o mesmo de uma outra perspetiva (Shingo, 1985).

4º Passo – Alinhar todo o processo de troca: Consiste na aplicação na prática das três etapas anteriores e na procura por atingir melhores objetivos de forma continuada. Se necessário são feitas alterações ao processo para que este se torne ainda mais eficiente e se consiga reduzir o máximo de tempo possível.

5º Passo (acrescentado por Dave e Sohani (2012)) – Treinamento contínuo: Consiste no treino e na formação que é dada aos funcionários para que estes comecem a reproduzir todos os passos descritos anteriormente, de forma correta, para que a aplicação da ferramenta SMED tenha o sucesso desejado. Como já foi referido anteriormente, o sucesso do uso desta ferramenta reflete diminuição de desperdícios, a diminuição de custos e por sua vez o aumento da produtividade industrial.

#### 2.2.6. TPM

Existem cinco pontos distintos para Manutenção Produtiva Total (TPM, *Total Productive Maintenance*). Em primeiro lugar, a TPM é uma abordagem inovadora para técnicas de manutenção que otimizam a eficácia do equipamento por meio da melhoria contínua envolvendo processos de produto e serviço. Em

seguida, a TPM estabelece um sistema de manutenção baseado em confiabilidade, recorrendo a manutenção proativa, manutenção preditiva e manutenção preventiva.

O foco das práticas de TPM envolve todo o ciclo de vida do equipamento. O suporte da administração é um diferencial chave para o TPM, portanto, a administração precisa trabalhar em correlação direta com os supervisores da linha de frente, funções de suporte, etc. O TPM coordena todos os colaboradores por meio da participação em eventos importantes, incluindo fornecedores, operadores, engenheiros e pessoal de manutenção. O TPM promove e implementa atividades baseadas em equipa em todos os níveis dentro da organização com o mesmo objetivo em mente de zero defeitos e zero avarias (Agustiady & Cudney, 2018) está assente em 8 pilares (Figura 6).



Figura 6 - Pilares TPM

(<http://engsimengenharia.blogspot.com/2018/07/tpm-total-productive-maintenance.html>)

Existem oito pilares principais para a TPM. O primeiro pilar diz respeito a melhorias específicas. É fundamental que pequenos grupos de funcionários trabalhem em equipa e de maneira proativa, com o objetivo de alcançar melhorias regulares na operação dos equipamentos. A combinação de talentos coletivos dentro da empresa ajuda a resolver problemas recorrentes de maneira mais fácil e rápida, além de criar uma estrutura para a melhoria contínua. Depois, o segundo pilar é a manutenção autónoma, na qual a manutenção é realizada por operadores de máquina em vez de técnicos de manutenção. Isso dá aos operadores a "propriedade" dos seus equipamentos e aumenta o seu conhecimento e as habilidades em relação aos seus equipamentos. Além disso, a manutenção autónoma garante que o equipamento seja bem limpo, inspecionado e lubrificado. Os problemas em evolução são identificados antes de se tornarem falhas, o que permite que a equipa de manutenção se concentre em tarefas mais avançadas.

O próximo pilar é a manutenção planeada. O equipamento é medido quanto às taxas de falha e a manutenção é programada de acordo com as falhas previstas. A manutenção planeada reduz o tempo de inatividade não planeado e permite que a manutenção seja planeada para momentos em que o equipamento não está programado para execuções de produção ativas. Além disso, isso reduz o excesso de stock por meio de um melhor controlo das peças que são suscetíveis a desgaste ou falha. O quarto pilar é a manutenção da qualidade. A qualidade é equilibrada enquanto se procura por erros e técnicas preventivas de erros nos processos de produção. As técnicas de análise de causa são incorporadas no processo de qualidade para eliminar a recorrência de problemas. A manutenção da qualidade envolve uma mentalidade de zero defeito e visa especificamente os problemas de qualidade com projetos de melhoria focados em remover defeitos de volta em primeiro lugar. As técnicas de redução de custos também são usadas para conter defeitos antecipadamente.

O próximo pilar é a gestão antecipada, que envolve pequenos grupos de 6 a 8 pessoas que trabalham juntas para eliminar defeitos de forma proativa e melhorar continuamente o equipamento. A análise de causa raiz é usada para evitar problemas recorrentes enquanto identifica problemas comuns por meio de pequenas equipas multifuncionais. Portanto, a melhoria contínua é a base das equipas de melhoria. O sexto pilar é o TPM na administração. Aqui, as técnicas de TPM são aplicadas a funções administrativas. Portanto, os benefícios do TPM são expandidos para além do equipamento e da manufatura, tratando do desperdício nas funções administrativas. Essas atividades apoiam a produção e fabrico por meio de operações administrativas aprimoradas (por exemplo, processamento de pedidos, aquisição e programação).

O sétimo pilar é o treino/formação. É imperativo treinar operadores, pessoal de manutenção e gestores para compreender o TPM, para obter o conhecimento adequado. Também é necessário que os operadores desenvolvam as habilidades para fazer a manutenção rotineira dos equipamentos e identificar problemas futuros. Além disso, o pessoal de manutenção adquire habilidades para manutenção proativa e preventiva e os gestores são treinados nos princípios de alto nível do TPM, além de capacitar, desenvolver e treinar funcionários.

Por fim, é a segurança e saúde ambiental necessária para garantir um ambiente de trabalho seguro e sustentável e eliminar potenciais riscos à saúde e segurança. Este pilar visa especificamente a meta de um local de trabalho sem acidentes com zero ferimentos, o que resulta em um local de trabalho mais seguro com zero acidentes (Adesta, Prabowo & Agusman, 2019; Hooi & Leong, 2017).

### 2.2.7. Estudo de *layout*

O desafio de determinar a melhor disposição das estações de trabalho é um dos elementos de grande impacto no desempenho do sistema. É conhecido como o problema do *layout* das instalações, nomeadamente o problema da disposição de tudo o que é necessário ao processo de produção. Uma instalação, na verdade, é qualquer elemento que simplifica a execução de uma atividade, como uma máquina-ferramenta, um centro de trabalho, uma divisão, uma unidade de produção e assim por diante. A literatura dá muitas definições de vários problemas de *layout*. um dos primeiros remonta a 1957, quando foi definido como um problema industrial comum o objetivo de minimizar o custo de transporte de materiais entre as diferentes estações de trabalho. O transporte, na verdade, é o fator chave no problema de *layout* das instalações. Além do objetivo direto de minimizar os custos de manipulação dos materiais, o planeamento eficaz do *layout* também tem vantagens: por exemplo, pode ajudar a diminuir o WIP e os tempos de processamento, ou pode simplesmente facilitar o controlo dos fluxos de informações e materiais (De Carlo et al., 2013).

Uma descrição mais recente define o estudo de *layout* como um problema de otimização que tenta melhorar a eficiência de *layout*, considerando todas as interações entre as instalações e sistemas de manipulação de materiais durante um projeto (Singh & Sharma, 2006). Durante esta fase de otimização, há muitos elementos a serem considerados: segurança, flexibilidade para o futuro, mudanças de design, ruído e estética são exemplos de fatores qualitativos básicos no planeamento do *layout*. O estudo de *layout* é atestado também pelas numerosas referências na literatura: alguns textos oferecem uma exposição da planta princípios de *layout* (Meller & Gau, 1996) ou uma revisão de todos as diferentes abordagens para o problema de *layout* (Hassan & Hogg, 1987); outros apresentam estudos de caso com possíveis soluções para o problema (Hamamoto, 1999).

No Sistema de Produção Toyota, um *layout* em forma de U é mais eficaz do que outras formas. Ele fornece uma base conveniente para o fluxo de uma peça, a comunicação entre a equipa é mais fácil e o espaço físico geralmente é menor. No entanto, um estudo de *layout* projetado linearmente é provavelmente o mais eficiente (Wang et al., 2015).

O *layout* de uma organização, em geral, é determinado por três fatores; o que faz (desenho do produto), como faz (desenho do processo) e quanto ganha (desenho do cronograma). Muther (1973) introduziu um “Gráfico de Relacionamento” para mostrar a relação entre cada atividade. O gráfico também avalia a importância da proximidade entre as atividades e apoia a avaliação dos departamentos operacionais ou produtores e do planeamento de arranjos de escritórios ou áreas de serviço com pouco ou nenhum fluxo de materiais. A proximidade é avaliada de acordo com uma escala de valores, A, E, I, O, U e X. “A”

indica a proximidade como absolutamente necessária; enquanto “X” indica proximidade como indesejável. Assim, sugere-se que essas atividades sejam mantidas separadas. E, I, O e U indicam, cada um, vários graus de proximidade. Nos escritórios de planejamento e áreas de serviço, o “Gráfico de Relacionamento” é sem dúvida a técnica mais prática e importante. Isso também facilita que as pessoas envolvidas possam participar na gestão e estudo do *layout*.

A escolha da melhor configuração de *layout* de instalação é claramente uma decisão a ser feita durante a fase de design, mesmo que possa ser modificado durante uma fase de redesenho devido, por exemplo, a uma extensão da planta.

### 2.2.8. OEE

A eficácia geral do equipamento (OEE) da TPM é apresentada como um poderoso indicador de desempenho (KPI) de benchmarking com foco em três processos complementares: disponibilidade, desempenho e qualidade (Jonsson & Lesshammar, 1999). O trabalho de Nakajima (1988) refere que a OEE é a medida para "desbloquear a fábrica oculta", melhorando a utilização de recursos. Como uma medida de implementação do TPM, Raouf (1994) argumenta que a OEE se concentra em maximizar a eficácia do equipamento de produção, proporcionando maior produtividade de capital. Dal, Tugwell e Greatbanks (2000) sugerem que a OEE pode ser usado como uma medida operacional, bem como um indicador de atividades de melhoria dentro de um ambiente de produção. Isso é validado pelo uso de OEE como uma medida dentro do Seis Sigma (definir, medir, analisar, melhorar, controlar o processo de melhoria), conforme apresentado por Gibbons (2006). Em relação à gestão de ativos, Ahuja e Khamba (2008) sugerem que um dos principais objetivos da OEE é concentrar-se na redução do custo total de propriedade dos ativos. Embora a medida OEE seja vista como um KPI útil e poderoso, a metodologia possui críticas que justificam uma investigação mais aprofundada.

A aplicação industrial da OEE, como é hoje, varia de um setor para outro. Embora a base da eficácia da medição seja derivada do conceito original do OEE, os fabricantes personalizaram a OEE para atender a requisitos industriais específicos (Muchiri & Pintelon, 2008).

A OEE é definida como uma medida do desempenho total do equipamento, ou seja, o grau em que o equipamento faz o que deve fazer (Williamson, 2006). É uma ferramenta de análise das três partes já referidas para o desempenho do equipamento com base na sua disponibilidade, desempenho e taxa de qualidade. É usada para identificar, num equipamento, as perdas relacionadas com o propósito de melhorar o desempenho e a confiabilidade do ativo total. Categoriza as principais perdas ou razões para o baixo desempenho e, portanto, fornece a base para definir as prioridades de melhoria e iniciar a análise



da causa raiz. Pode apontar para uma capacidade oculta num processo de produção e levar a um fluxo equilibrado. A OEE é usada para rastrear melhorias ou declínio na eficácia do equipamento ao longo de um período de tempo (Bulent, Tugwell & Greatbanks, 2000).

### 2.3. Aplicação da filosofia *lean*

A literatura apresenta muitos poucos casos de estudo de implementação de ferramentas Lean na indústria da cortiça. Contudo, seguem alguns casos de estudo em indústrias onde são apresentadas aplicações concretas de algumas ferramentas utilizadas neste projeto de dissertação.

Sousa (2018) refere um caso numa indústria de rolhas de cortiça em Portugal, que tinha como objetivo a melhoria de um dos equipamentos da indústria da mesma através de ferramentas Lean. Neste caso foi aplicada a metodologia SMED, para que o tempo entre trocas de ferramentas fosse diminuído, e foi também implementado o cálculo da OEE, para se fazer um monitoramento de possíveis desvios durante a produção. Após a implementação da ferramenta SMED concluiu-se que o tempo total despendido para a troca de ferramentas foi reduzido em 43%.

Já Gupta e Vardhan (2016) referem um caso numa indústria automóvel na Índia que tinha como objetivo aumentar a performance em termos de volume de vendas através da melhoria dos OEE's, produtividade e custos de produção através da implementação da ferramenta TPM. Assim, conseguiu-se melhorar o OEE de todas as máquinas, ficando este indicador em todas elas acima de 85%. A nível da produtividade conseguiu-se aumentar 74% e o custo de produção foi reduzido em 30%. A empresa continuou a investir na ferramenta TPM para assim conseguir alcançar níveis de desempenho ainda mais aprimorados.

Um outro caso analisado por Makwana e Patange (2019) é da implementação da ferramenta 5'S numa indústria de fabrico de máquinas de plástico na Índia, onde é verificada a relação entre os 5'S e a produtividade da empresa. Após a implementação desta ferramenta verificou-se que o tempo despendido na procura de ferramentas diminuiu de 8,6h para 3,1h, confirmou-se também que à medida que o valor do *score* dos 5'S aumentava, a produtividade subia também. O valor dos 5'S aumentou de 20% para 80% e a produtividade aumentou de 75% para 101%. Conclui-se, então, que a produtividade estava diretamente relacionada com os 5'S, e se este último aumentasse, o primeiro também aumentaria. Além destas melhorias significativas, tanto no *gemba* como na produtividade, houve uma melhoria considerável a nível cultural e moral dos funcionários devido à implementação desta ferramenta.

Num estudo realizado por yalçın (2018) aos serviços hospitalares do Hospital público de Izmir Aliag, na Turquia, empregaram ferramentas como a ferramenta *Kaizen charter*, diagramas de *spaghetti*, entre outras, com o objetivo de diminuir os desperdícios em deslocamentos. Observou-se através do diagrama

de *spaghetti* que antes do estudo cada caminhada era de cerca de 283 metros. Após a implementação de ferramentas Lean este percurso diminuiu 118 metros, passando a ser de 165 metros. Concluiu-se que o diagrama de *spaghetti* foi a ferramenta básica mais indicada para se desenhar o mapa de processo e perceber quais as atividades que não acrescentam valor ao produto. Atividades estas que foram posteriormente eliminadas, o que levou a uma melhoria na eficiência com a eliminação de 41,5% dispensáveis.

Num estudo realizado por Ramakrishnan et al. (2019), numa pequena média empresa, na Índia, que fabrica peças para veículos elétricos foram implementadas a filosofia e ferramentas *Lean* durante por um período de 18 meses. Obtiveram-se resultados muito satisfatórios a todos os níveis avaliados. O índice de OEE aumentou dos 50% para os 72%, com a aplicação de SMED conseguiu-se reduzir o tempo de *Setup* de 135 minutos para 45 minutos. A melhoria notória na produtividade levou a uma maior competitividade e melhor qualidade em relação aos seus concorrentes. Atualmente são capazes de aceitar e assumir trabalhos mais desafiantes e que requerem mais dos colaboradores, pois estes ficaram capacitados a resolver qualquer problema que lhes possa surgir com a implementação da ferramenta Kaizen. O TPM também foi implementado levando a uma maior disponibilidade das máquinas e melhorando assim o valor do OEE.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o projeto de dissertação de mestrado. Primeiramente há uma breve explicação da estrutura organizacional do grupo em que está inserida a empresa. Prossegue-se a apresentação da Amorim Revestimentos, S.A. e posteriormente são identificados os principais produtos produzidos nesta indústria. Segue-se, também, a apresentação do *layout* geral do *gamba* e o seu processo produtivo.

#### 3.1. Organização do Grupo

A Corticeira Amorim SGPS, S.A. fundou-se em 1963, mas foi em 1870, com o surgimento de uma oficina de rolhas de cortiça, que António Alves Amorim começou a escrever a história deste célebre grupo português. Tornou-se numa das maiores multinacionais portuguesas sendo líder no mercado da cortiça. Atualmente, está presente em 70 países e tem como lema “nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto”. Além dos investimentos ligados à cortiça, o grupo onde está inserida a Corticeira Amorim, está ligado a diversos tipos de mercados, entre eles o imobiliário, o mercado das telecomunicações, o da indústria petrolífera, entre outros.

A Corticeira Amorim SGPS, S.A. divide-se em cinco núcleos que originam diferentes produtos finais. Inicialmente há o processo de remoção da cortiça feita por empresas externas à corticeira Amorim e, depois, essa mesma cortiça é comprada pela Amorim Florestal que a armazena e prepara. Posteriormente é comprada e distribuída às outras empresas do grupo consoante a qualidade da cortiça. Na Amorim Irmãos produzem-se rolhas de cortiça. Na Amorim *Cork Composites* produzem-se aglomerados de cortiça, para os mais diversos fins. Na Amorim Isolamentos, como o próprio nome indica, produzem-se isolamentos. Na empresa onde se realizou o projeto, na Amorim Revestimentos, produzem-se revestimentos, tanto decorativos de paredes como pavimentos para o chão. A ARO conta com 375 colaboradores.

Na figura 7 está representado o esquema da estrutura organizacional do grupo e dos seus produtos finais.

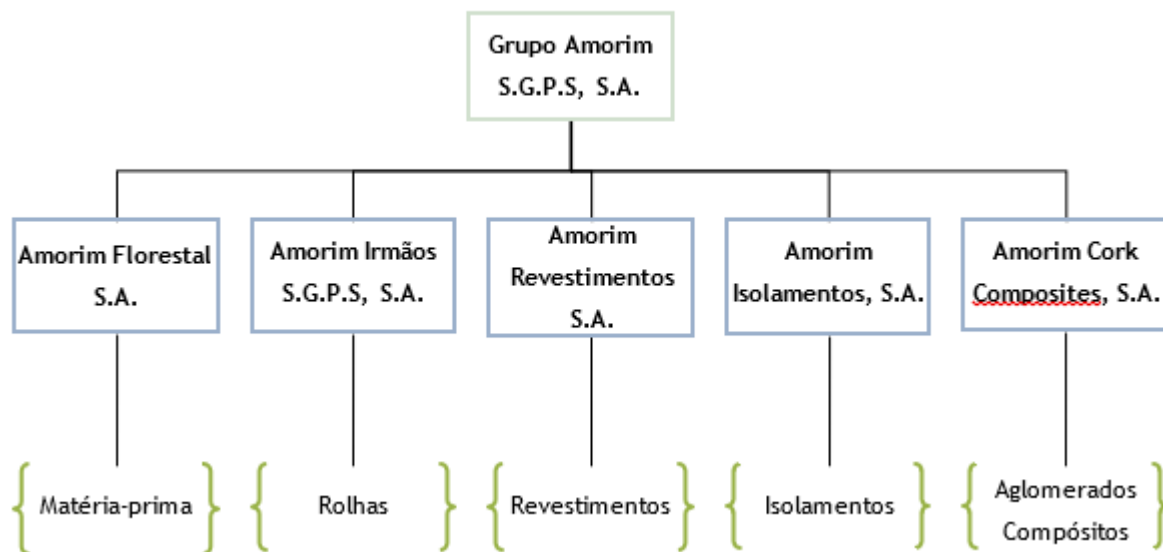


Figura 7 - Estrutura organizacional do Grupo Amorim, SGPS, SA

### 3.2. Organização da Amorim Revestimentos, S.A.

A Amorim Revestimentos (daqui em diante “AR”) inicia a sua atividade em 1996, e surge da fusão entre a Inacor, S.A. e da Ipcork, S.A. mas foi em 1978 que o grupo se começa a dedicar à criação e produção de revestimentos com o produto Ipcork.

A AR é uma unidade de negócio formada por duas unidades industriais, a Amorim Revestimentos Lourosa (ARL) e a Amorim Revestimentos Oleiros (ARO), que apesar de estarem geograficamente separadas uma da outra, estão no mesmo concelho do país.

Para fazer a quota no mercado total de pavimentos e revestimentos, a AR tem proporcionado aos seus clientes uma vasta oferta de produtos com o objetivo de aumentar a sua competitividade com outras empresas, oferecendo produtos inovadores, que se distinguem dos demais pelas melhores qualidades térmicas que se podem encontrar na sua matéria-prima de excelência, a cortiça. A empresa congrega os métodos convencionais às novas tecnologias, proporcionando assim, pavimentos e revestimentos sofisticados.

A ARO divide-se em duas grandes áreas, a de aglomeração e componentes, dentro da mesma nave, e a de acabamentos finais, dentro de três naves distintas. Todas estas naves apesar de serem fisicamente diferentes e distanciadas estão situadas dentro do mesmo polo industrial da ARO.

### 3.3. Principais produtos

A ARO tem um catálogo de produtos muito diverso para assim ser possível dar resposta às necessidades e pedidos dos seus clientes que por sua vez são cada vez mais distintos. Esta instabilidade é sentida tanto a nível do mercado nacional como do internacional, visto que a ARO está presente em inúmeros mercados internacionais (cerca de 70 países).

Com toda esta diversificação de produtos sentiu-se a necessidade de tornar a base dos seus artigos semelhantes. Visto que estes são todos constituídos por camadas (Figura 8), genericamente todos tem um *Top Layer*, um *Core* e um *Bottom Layer*, percebeu-se que se facilitava o processo de produção se a constituição do seu *core* (substrato intermédio do produto) fosse semelhante dentro de cada família de produtos, para assim, se acelerar a sua produção e esta fosse mais eficaz em dar respostas aos clientes no tempo que estes desejam. Na grande maioria, todos os produtos têm uma constituição idêntica e estão todos ligados entre si pela matéria-prima mãe, a cortiça.

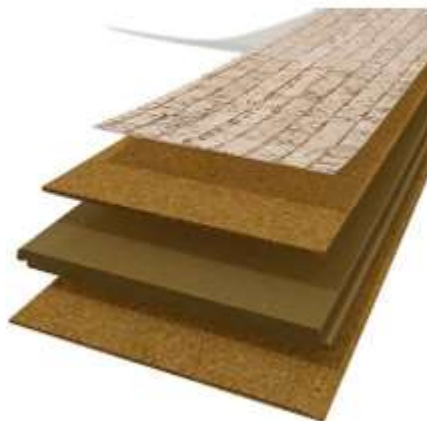


Figura 8 - Produto em camadas da Amorim Revestimentos

Fonte: AR

Os produtos afetos à pré-lixagem e lixagem, que são as máquinas em estudo, são o *IN*, o *XDP*, o *NRT*, o *Subertech*, o *Authentica*, o *Wise*, o *LVT* e o *DEKWALL*.

O *IN*, o *XDP*, o *NRT* e o *Subertech* são o *core* (substrato intermédio de todas as famílias de produtos). O *XDP* é o *core* do *Authentica*, o *Subertech* é o *core* do *Wise*, o *NRT* é o *core* do *HydroCork*, e o *IN* é o *core* do *LVT*.

O *DEKWALL* vem da ARL como semiacabados de bases e de decorativos (separados uns dos outros) que chegando a componentes são colados e prensados e posteriormente lixados.

Na tabela 2 estão representadas as constituições de cada um dos produtos que fazem uma lixagem final e de onde provêm os seus componentes. Cada um dos *cores* também passa por uma lixagem, sendo esta não de acabamento mas de pré-lixagem.

Tabela 2- Constituições de cada um dos produtos que fazem uma lixagem final e de onde provêm os seus componentes

Produto	Camadas	Proveniência
<i>Authentica</i>	Filme	Semiacabados de componentes
	PVC	
	<i>XDP</i>	
	HDF	Comprados
	BL	
<i>Wise</i>	Decorativo de cortiça	ARLourosa
	<i>IN</i>	Semiacabados de componentes
	<i>SUBERTECH</i>	
	Backing ACC	Comprados
<i>LVT</i>	<i>Top Layer</i>	Comprados
	<i>IN</i>	Semiacabados de componentes
	HDF	Comprados
	BL	
<i>DEKWALL</i>	Decorativo de cortiça	ARLourosa
	Base de cortiça	

Dentro de cada uma destas famílias, os produtos finais podem ou não variar de dimensões e acabamentos, de acordo com o desejo do cliente. Este último tem à sua disposição um catálogo com cerca de 2000 produtos, todos eles diferentes entre si.

### 3.4. *Layout* geral e processo produtivo

O processo produtivo da ARO está estruturado em *job shop* e o *layout* geral divide-se em áreas distintas, sendo elas Aglomeração e Componentes, Acabamentos Finais 1, Acabamentos Finais 2 e Acabamentos Finais 3 (Figura 9).

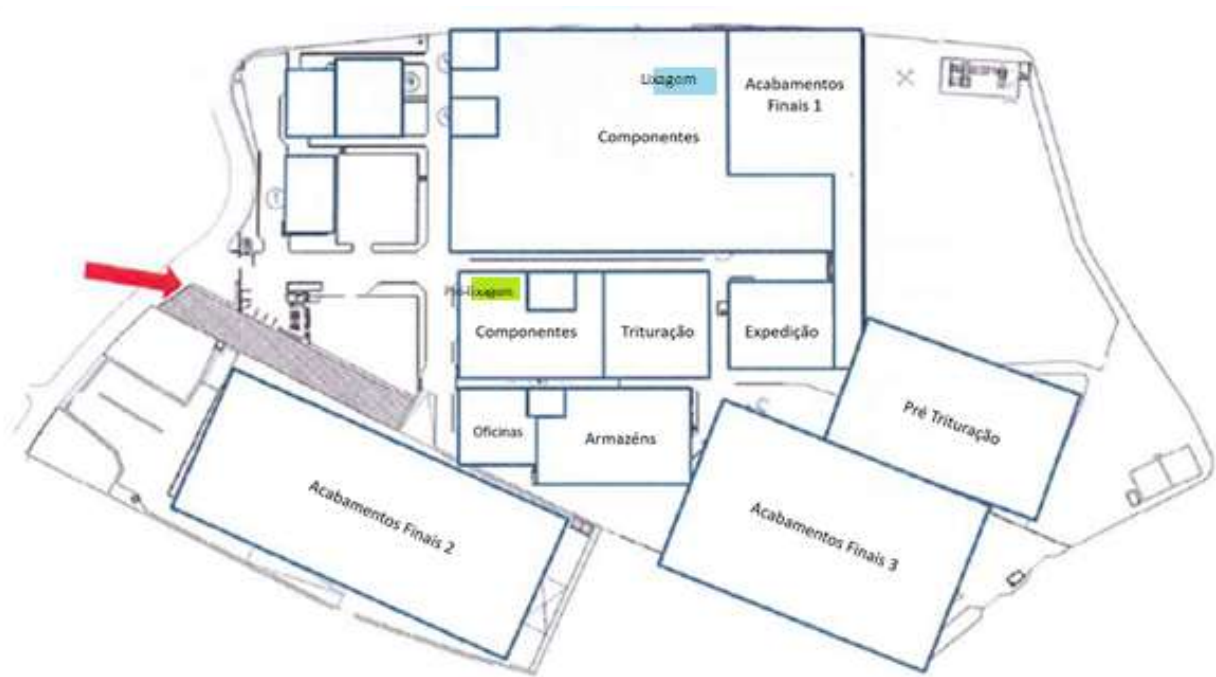


Figura 9 - *Layout* geral da ARO

Fonte: AR

Na área de aglomeração e componentes são produzidas as bases e os semiacabados de praticamente todos os produtos comercializados pela ARO. Na área de Acabamentos Finais, como o próprio nome indica, fazem-se os acabamentos finais dos semiacabados que são, também nestas áreas, transformados em produtos finais e por fim embalados. Seguidamente são armazenados, posteriormente levados para a área de expedição e por fim entregues ao cliente.

Existem duas grandes fontes produtivas de aglomerados na ARO, uma que produz *XDP* e *IV* que são um *core*, constituídos unicamente em cortiça aglomerada com cola e produzidos na SICO I, e uma outra que produz dois tipos de *cores* impermeáveis, a *SUBERTECH*. Desta última sai o *NRT* que é um aglomerado de cortiça que tem na sua composição PVC, e o *SUBERTECH*, batizado com o nome da máquina, que é um aglomerado de cortiça, que em vez de PVC tem HDEP na sua composição. Estes semiacabados passam pelas máquinas de lixar para fazerem uma pré-lixagem. O *SUBERTECH* após a pré-lixagem é estabilizado durante 8 dias. Após isto há uma divisão nos processos produtivos das famílias de produtos. Os semiacabados poderão passar pela Colagem + Prensa se o produto final assim o exigir. Se não for esse o caso, são posteriormente levados para as áreas de acabamentos finais onde são colados filmes, ou *IV*s, ou *BL*'s, entre outros, que podem ser envernizados e/ou pintados, ou, até mesmo, serem

pressados com PVC. Em acabamentos finais fazem o acabamento de acordo com as especificações do produto final (Figura 10).

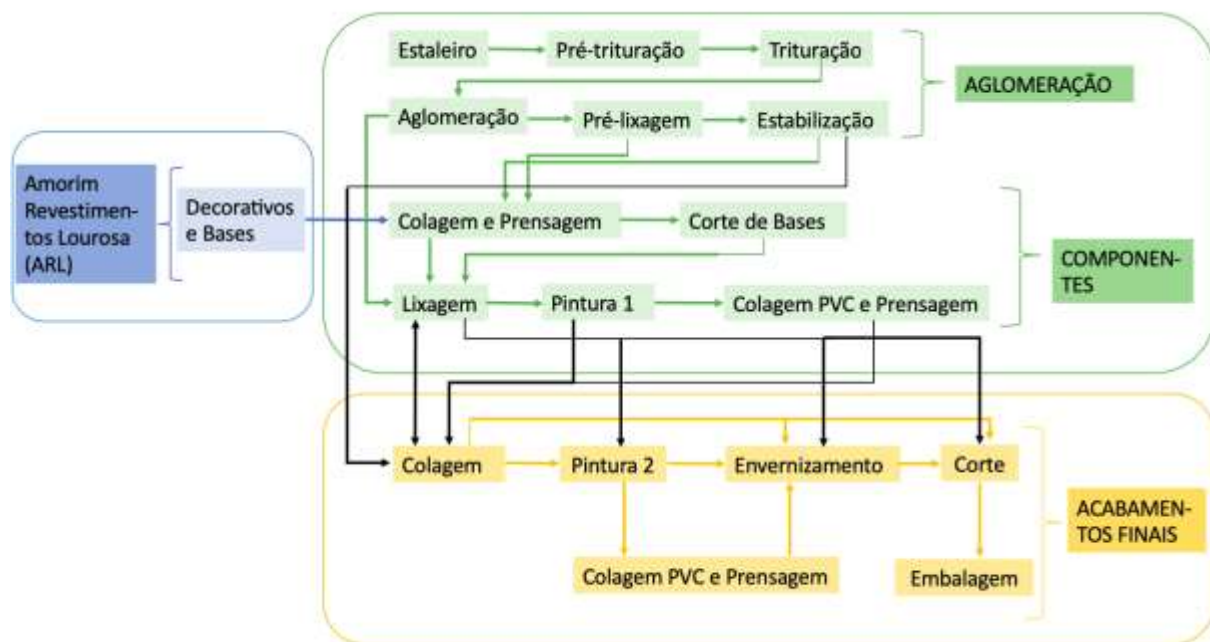


Figura 10 - Processo produtivo generalizado da ARO

No diagrama da figura 10 existem setas com duplo fluxo, o que significa que existem produtos que vão a acabamentos finais em algum processo, dependendo da sua especificação, e voltam ao setor dos componentes para fazerem uma lixagem final. Estes produtos são todos afetos à zona em estudo, à exceção do *DEKWALL*. Depois, os produtos voltam novamente à zona dos acabamentos finais onde são pré-cortados, onde se fazem também os encaixes necessários em comprimento e depois em largura. Em seguida são embalados e seguem para o consumidor final através do departamento de logística da empresa.

Na tabela 3 estão simplificados os tipos de produtos afetos às máquinas em estudo, o produto que origina, de onde provém e as máquinas e zonas por onde passam.

Tabela 3 - Tipos de cores afetos às máquinas em estudo

Tipo de Produto	Produto	Máquina de onde provém	Máquina por onde passa
Core	<i>SUBERTECH</i>	<i>SUBERTECH</i>	PRÉ-LIXAGEM
			Estabilização
	<i>NRT</i>	<i>SUBERTECH</i>	LIXAGEM
	<i>XDP</i>	SICO I	LIXAGEM
	<i>IN</i>	SICO I	PRÉ-LIXAGEM



## 4. DESCRIÇÃO DO ESTADO INICIAL

Este capítulo tem como objetivo a caracterização inicial dos dois postos de trabalho em estudo, a pré-lixagem e a lixagem, na área de componentes, e a análise da mesma referindo os seus principais problemas. O capítulo termina com o resumo das principais dificuldades afetas às duas máquinas.

### 4.1. Caracterização do estado inicial

A área de componentes é composta por 16 máquinas, todas elas com alguns problemas de eficiência, mas é nas máquinas de lixar que se encontram as maiores preocupações da empresa visto que é aqui que se encontram as maiores ineficiências. Estas duas máquinas são aquelas que mais deveriam produzir, pois é por elas que passam tanto os *cores* como os produtos intermédios. Para além disso, elas são o gargalo, o equipamento mais sobrecarregado de um processo industrial, de toda a produção da ARO. O foco do meu projeto é exatamente as áreas denominadas de pré-lixagem e de lixagem. As duas máquinas (de pré-lixagem e lixagem) estão identificadas no *layout* da figura 11.



Figura 11 - *Layout* atual

Fonte: ARO

Ambas as máquinas de lixar fazem pré-lixagem, mas só uma faz a lixagem de acabamento, sendo que a grande diferença permanece no número de cabeças de lixar que cada uma das máquinas tem. A pré-lixagem tem duas cabeças inferiores e uma superior, já a de lixagem tem 4 cabeças superiores, três cabeças inferiores e um patim (serve para polir previamente o material). A pré-lixagem usualmente trabalha em 2 turnos, ou seja, 16 horas por dia, já a lixagem trabalha em 3 turnos, perfazendo as 24 horas diárias. Ambas as máquinas trabalham apenas com um operador, o que com determinados materiais dificulta o trabalho. As máquinas são extremamente grandes e há materiais que devido à falta ou excesso de espessura, e mesmo estando dentro das especificações do material, podem provocar encravamentos que, por sua vez, levam a paragens. Paragens estas que podem ser mais ou menos demoradas consoante se se obteve, ou não, estrago do material (caso este se parta dentro da máquina), ou se houve estrago de algum dos componentes que constituem a máquina (por exemplo material partido que pode marcar o tapete que transporta o material). As máquinas deveriam lixar apenas um tipo específico de material, a cortiça, mas o facto é que elas acabam por lixar muito mais do que apenas cortiça. Muito do desgaste das máquinas e das lixas acaba por se dever ao material que se coloca a lixar. A produção é organizada por um supervisor que dá indicações do que produzir a seguir, de acordo com as diretrizes que lhe chegam do planeamento e sempre a par das áreas de acabamentos finais, para que estas não parem de produzir devido à inexistência de semiacabados. Este supervisor trabalha 8h por dia e sempre que o seu turno termina deixa uma lista de prioridades para cada máquina ao *team leader* que fica no turno da noite onde, por sua vez, este último passa também uma lista com as prioridades ao *team leader* que vem para o turno da manhã explicando o que ainda não foi cumprido e o que tem de se priorizar.

#### 4.2. Processo produtivo

O sistema produtivo nas lixagens, como já foi referido, subdivide-se em pré-lixagem (Figura 12 (a) e (b)) e calibração e lixagem de acabamento (Figura 12 (c) e (d)).



Figura 12 - Vista geral da pré-lixagem

Pelas duas máquinas passam duas grandes famílias de produtos, os *cores* e os semiacabados, como referido anteriormente. Como ambas fazem pré-lixagem, os *cores* dividiram-se, e o *IN* e o *SUBERTECH* passam na pré-lixagem enquanto que o *NRT* e o *XDP* são pré-lixados na lixagem. A nível de semiacabados efetivamente existe um que passa na pré-lixagem, mas que não tem como objetivo fazer uma lixagem de acabamento, visto que desta máquina o produto vai direto para acabamentos finais. O *Authentica* lixa para fazer uma calibração superior porque anteriormente foi colada uma camada de PVC na face superior. Na lixagem acabam por passar os semiacabados todos que têm necessidade de ter uma lixagem de acabamento.

#### 4.3. Gestão das ferramentas

As ferramentas utilizadas nesta área de produção são as lixas que são diferentes para cada uma das máquinas a nível de tamanhos, já os grãos de cada lixa também divergem entre si. Consoante o tipo de material que se lixa, e o tipo de lixagem que se faz, este diminui ou aumenta. As lixas da lixagem têm um local próprio de armazenamento, que tem as condições de armazenamento especificadas pelo fornecedor, mas no caso da pré-lixagem, as lixas são guardadas numa estante ao ar livre, em frente à máquina, sem respeitar as suas condições de armazenamento.

A reposição destas lixas é feita pelos operadores das máquinas. À medida que vão utilizando as lixas, vão dando baixa delas num documento, em ficheiro *Excel*, partilhado com o supervisor da área. Quando

estas atingem um *stock* mínimo, por norma 20 lixas em *stock*, são encomendadas. É o armazém que faz a receção das mesmas, e quando chegam são transportadas até à área onde serão armazenadas por um empilhador a pedido do armazém.

Para a pré-lixagem, as lixas são colocadas numa área, não especificada, circundante da máquina e assim que o funcionário tiver disponibilidade estas são armazenadas na estante. Já para a lixagem, estas são deixadas também numa área relativamente perto da máquina para serem guardadas, dentro das respetivas caixas, e quando na casa das lixas existirem apenas 3 unidades de cada uma das lixas, o funcionário que for buscar a quarta última lixa, terá de ir a essa estante, trazer a caixa de lixas a repor (por norma as caixas trazem entre 2 a 6 lixas dependendo do grão das mesmas), e repô-las no apoio respetivo ao grão da mesma.

Para além das lixas há outras ferramentas que são necessárias em cada um dos postos de trabalho. Sempre que existe um rebentamento de lixas ou até mesmo quando há encravamentos nas cabeças das máquinas, são necessárias ferramentas para auxiliar o operador a solucionar o problema com a maior brevidade possível, como o gancho para se conseguir trazer para o exterior restos de material ou de lixas que tenham ficado dentro da máquina, as lanternas para se conseguir ver para dentro da maquinaria, chaves de fendas, lanterna, entre outras. Este material na pré-lixagem é inexistente, e na lixagem está praticamente tudo em falta.

#### 4.4. Identificação dos problemas

Para se perceberem os desperdícios relacionados com cada uma das duas máquinas foi necessário começar pela observação do processo de cada uma delas. Para a análise e identificação dos problemas foi necessária a realização de mais de 150 horas de observação tanto sob o processo como um todo, como nas suas várias etapas, principalmente porque as lixadoras não estão continuamente a lixar o mesmo material. Foram observados cada um dos processos de produção, desde o método, aos materiais que chegavam à linha, até à sua saída, passando também pela compreensão de como eram sequenciados, e prestando atenção às especificações de cada um deles.

Aliada a esta observação, houve a necessidade de se recorrer a ferramentas para evidenciar o que de errado estava a advir, bem como ouvir a opinião de cada um dos funcionários referentes a estes temas. Começou-se, então, por se fazer um brainstorming com os funcionários que operam nestas duas máquinas para se conseguir perceber e clarificar o que efetivamente acontecia diariamente nas máquinas. Recorreu-se também ao estudo de tempos (cronometragem), à identificação dos sete tipos de desperdícios, ao diagrama de spaghetti que pudessem evidenciar e fundamentar as falhas reais

levando a que a sua identificação fosse conclusiva. Na tabela 4 estão representados os principais problemas bem como as suas causas e ações a realizar.

Tabela 4 - Identificação dos problemas, das causas e das ações

CAUSAS	AÇÕES	Responsável	Data Realização
Correia da 1ª Máquina (1ª cabeça inferior) a correr ao lado (sair fora da polia). <b><u>Disponibilidade</u></b>	Limpeza da Polia e substituição da correia (verificar o alinhamento do esticador da correia.	SO	09/03/2020
Problema com os Robot's. <b><u>Rendimento</u></b>	Erro software. Carregamento software. Carta de controlo (substituição). Avaliar se em situações futuras esta intervenção pode ser realizada por pessoal da AR.	SO/Tecn.Kuka	16/02/2020
Nº Paletes Ímpares <b><u>Rendimento</u></b>	Planear sempre que possível paletes pares.	Plan/Prod	Semana Nº13
Rebentamento de lixas e mudança de lixas. <b><u>Disponibilidade</u></b>	Verificar o estado das hastes de correção. Rever critérios de substituição de lixas. Avaliar com os fornecedores lixas alternativas, com benefícios económicos.	MP/JJ	18/04/2020
Variação grande de espessuras ( <i>Wise</i> ) <b><u>Rendimento</u></b>	1,3 e 2,0 //W misturados na mesma paleta.	CA	-
Material colado ( <i>Wise</i> ) <b><u>Rendimento</u></b>	Informar os colegas da Cola 6 do problema	CA	-
Empilhamento do <i>NRT</i> (colagem entre placas) <b><u>Rendimento</u></b>	Não empilhar mais de 2 paletes antes da operação de lixagem.	MP	01/02/2020
Material <i>Subertech</i> (dar 2 passagens no material) <b><u>Disponibilidade</u></b>	Alterar a especificação dos tipos de lixas a utilizar (reun).	CC	22/03/2020

#### 4.4.1. OEE e cadências de produção

Antes de mais, e para se perceber se o valor de OEE estava a ser bem calculado, teve de se perceber o que estava no sistema. O supervisor todos os dias carrega uma base de dados SQL (*Structured Query Language*) com as informações que provêm da folha de produção do dia anterior (Figura 13) e o programa guarda os dados e gera automaticamente os valores da disponibilidade, do rendimento, da qualidade e por fim do OEE.



AMORIM		AMORIM REVESTIMENTO, S.A.		PRO_001_OEE	Date updated on: 2019.10.01	Printed on: 2019.10.01		User: AMORIM\Jesus							
Departamento: Componentes ARO			De: 2019-9-30 até: 2019-9-30												
Máquina	Mes	Máquina	O.E.E.				Disponibilidade				Rendimento		Qualidade		
			O.E.E.	Meta OEE	Disp %	Rend %	Qual %	Tempo Instalado	Plan %	Prog %	Non Plan %	Avaria %	Media Hora	Qt Boa	Qt Raj
Componentes ARO			60.1		66	66.8	60.81	132.75		2.76	9.29	0.69	577	87.310	67
001	001	Máquina 1	48.9	70.0	77	83.3	88.83	23.25		0.72	22.22	2.37	317	14.383	13
001	001	Máquina 1	40.4	70.0	100	40.4	100.00	12.50					234	2.800	0
071	071	Máquina 1	78.3	70.2	81	80.9	100.00	3.00		16.67			742	7.654	0
172	172	Máquina 2	70.9	70.0											
191	191	Corte Saco	82.2	70.0	89	84.2	96.81	11.50		1.78			117	11.251	16
192	192	Corte Saco 030		70.0											
211	211	Refinaria		70.0											
212	212	Refinaria	57.5	70.0	97	56.4	100.00	21.25		3.23			391	8.601	0
231	231	Refinaria	75.8	70.0	88	80.9	89.83	23.25		2.97	10.70		1001	21.204	13
271	271	Linha 1/200 1	89.3	70.0	80	49.3	89.72	34.50		2.04	18.03		273	5.027	18
281	281	Defeiti	50.4	70.0	85	70.0	86.83	6.00		11.48	0.72		140	140	14
292	292	Saco 2	78.0	70.0											

Figura 14 - OEE diário de cada uma das máquinas

Fonte: sistema de extração de dados do SQL

É de salientar que quer as paragens planeadas quer as paragens programadas são tempos que não entram para o cálculo do valor do OEE, sendo isto política da empresa. A ARO considera paragens planeadas, paragens programadas e paragens não planeadas de acordo com a seguinte tabela 5:

Tabela 5 - Paragens planeadas, paragens programadas e paragens não planeadas

Grupo de Paragem	Código	Tipo de Paragem
Paragens Planeadas	2010	Falta de Plano de Fabrico
	2011	Manutenção Preventiva
	2012	Melhorias
Paragens Programadas	2013	Ensaio
	2015	Formação
	2016	Arranque/ paragem máquina
	2017	Inventário
	2014	Substituição de Ferramentas
Paragens Não Planeadas	2050	Absentismo
	2051	Avarias
	2052	Setup
	2053	Retrabalho
	2054	Diversos
	2055	Falta de Energia (Novo)
	2056	Falta de Material (Novo)

Fonte: ARO

As paragens planeadas são interrupções previamente definidas pelo planeamento, sendo as programadas aquelas agendadas pelo departamento de produção. Entre este tipo de paragens estão as formações, melhorias, os ensaios e a manutenção preventiva. As paragens não planeadas ocorrem sem

o operador ter conhecimento prévio de que irão acontecer, são momentâneas e espontâneas e existem devido a faltas de material, absentismo, avarias e faltas de energia.

Apesar dos registos das folhas de produção que cada operador preenche ao longo do turno de trabalho serem consideradas fiáveis, é de salientar que estas não estão a ser preenchidas corretamente. Por exemplo, através da observação dos mesmos registos, conclui-se que os operadores registam parte do número de vezes que trocam lixas, mas não é registado o tempo que essas lixas demoram a ser trocadas, o que leva a que a disponibilidade de cada máquina seja maior do que na verdade é, o que, por sua vez, baixa o valor percentual do rendimento. O mesmo acontece com as paragens, apesar de se considerarem microparagens, pois têm um tempo inferior a 5 minutos, a empresa apenas contempla, na folha de produção paragens superiores a 5 minutos, o mesmo se verifica para os encravamentos.

Verificou-se, através do registo de produção documentado por cada funcionário no seu respetivo turno, que o preenchimento das paragens era feito de forma diferente e cada um decidia o que pretendia documentar.

Definiu-se, internamente, que uma paragem ocorre no momento em que não existe produção mesmo que o equipamento se encontre operacional e engloba todo o tempo, desde o momento em que a máquina ou linha parou de produzir até que retomou a produção, incluindo também o tempo de arranque da máquina depois de cada uma das paragens.

Não são consideradas paragens quando são mudanças de turno, paragens inferiores a 5 minutos (microparagens), quando a mesma equipa está afeta a mais do que uma linha e uma delas está em produção como também a substituição de lixas apenas por desgaste.

A fórmula do OEE inserida no sistema é a real, sendo:

$$OEE (\%) = \frac{\text{Quantidade Boa} \times \text{Ciclo Teórico do Produto (min/peça)}}{\text{Tempo de Abertura}}$$

E o mesmo acontece para a percentagem da disponibilidade, do rendimento e da qualidade:

$$OEE_{\text{Disponibilidade}} (\%) = \frac{\text{Tempo de Abertura} - \Sigma \text{tempo de Paragens}}{\text{Tempo de Abertura}} \times 100$$

$$OEE_{\text{Rendimento}} (\%) = \frac{Qt \text{ Produzida} / \text{Tempo Funcionamento}}{\text{Ciclo Teórico do Produto (M2/hora)}} \times 100$$

$$OEE_{\text{Qualidade}} (\%) = \frac{\text{Total de Peças Produzidas} - \Sigma \text{Peças Rejeitadas}}{\text{Total de Peças Produzidas}} \times 100$$

O tempo de abertura é considerado igual ao Tempo total – Tempo de Lanches – Tempo paragens planeadas – Tempo das paragens programadas.

As cadências inseridas no sistema para cada tipo de produto encontram-se na tabela 6.



Tabela 6 - Cadências inseridas no sistema para cada tipo de produto

Operação	Estado Inicial
Lixar <i>NRT</i>	41 placas/min
Lixar <i>Dekwall</i>	39 placas/min
Lixar <i>Wise</i> PET	31 placas/min
Lixar <i>Authentica</i>	40 placas/min
Lixar <i>Subertech</i>	29 placas/min
Lixar <i>Wise</i> PET	30 placas/min

O ponto de partida para o estudo do OEE quer da pré-lixagem quer da lixagem, para contextualizar, foi o início da semana 13 de 2019, 24 de março, terminando no fim de 2019 (Anexo I e Anexo II). Após o levantamento de dados entre a semana 13 e 52 chegaram-se aos seguintes valores do OEE para a pré-lixagem (Figura 15 (a)) e para a lixagem (Figura 15 (b)):

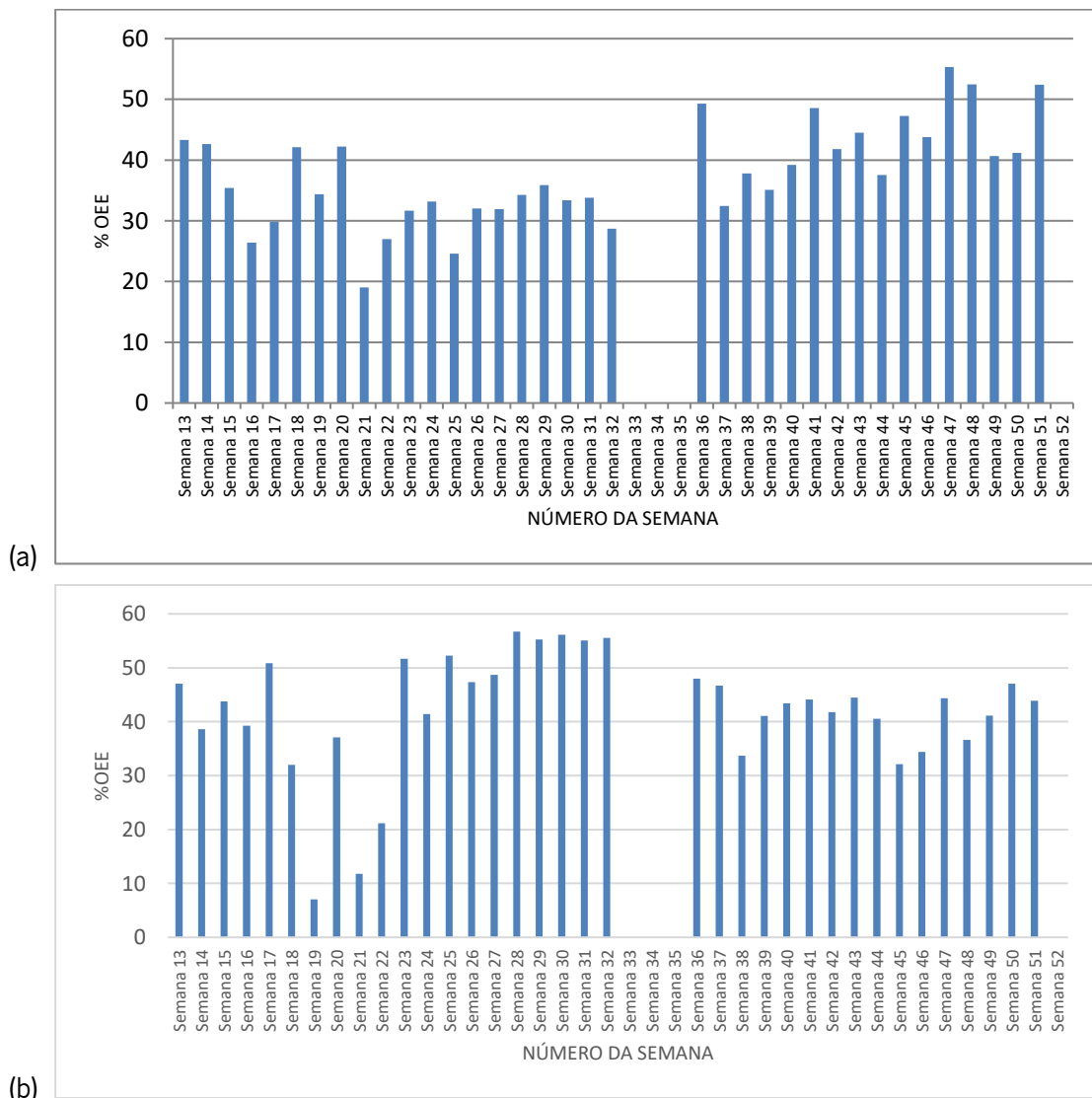


Figura 15 - OEE estudo inicial da pré-lixagem

Para os constituintes do OEE para a pré-lixagem (Figura 16 (a)) e para a lixagem (Figura 16 (b)) chegaram-se aos valores apresentados na figura 16:

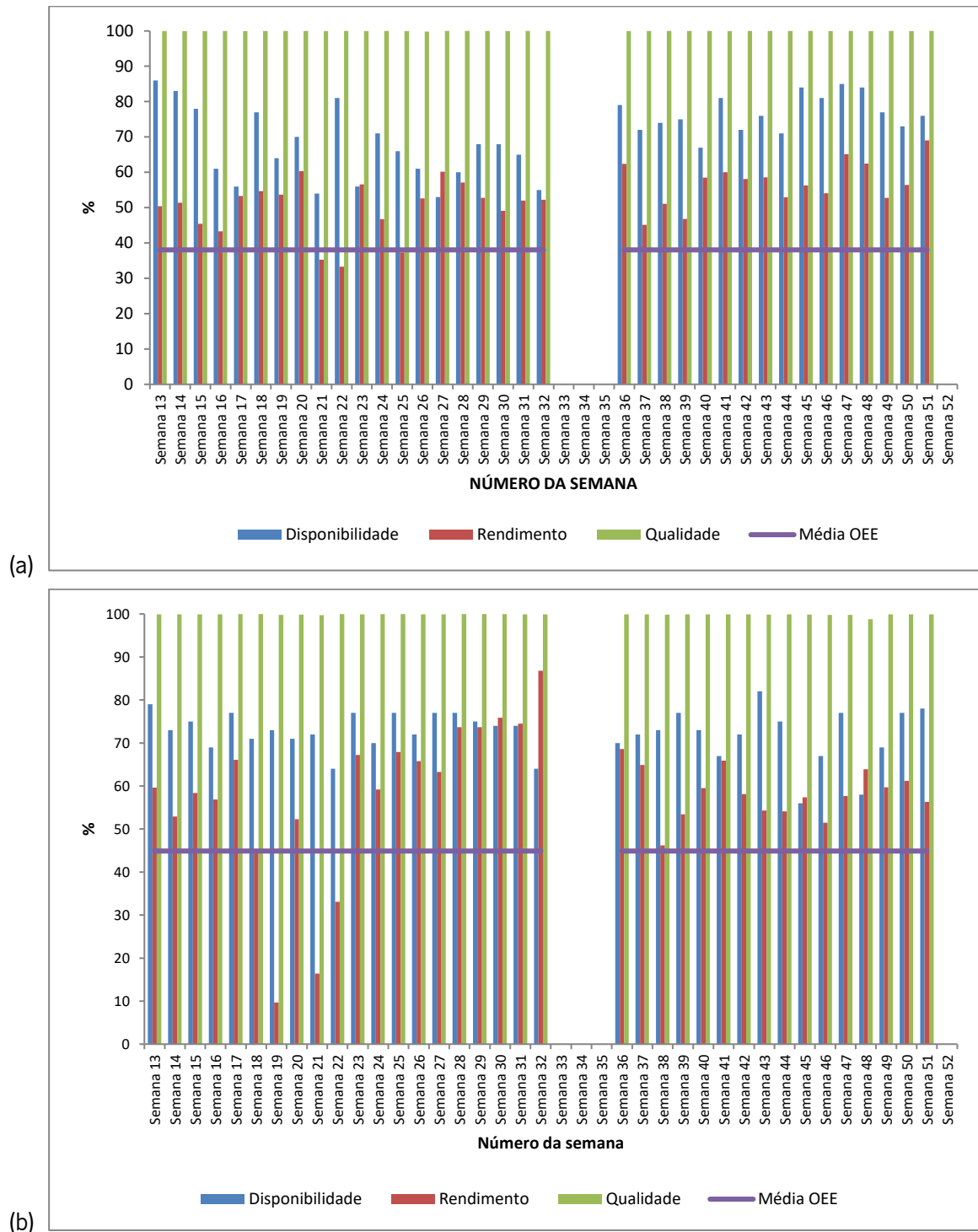


Figura 16 - % Disponibilidade, % Rendimento e % Qualidade / semana – pré-lixagem e lixagem

As semanas que se encontram com valores a zero são semanas referentes a férias.

O OEE médio para a pré-lixagem é de 38,05% e para a lixagem é 44,89%, bastante abaixo do expectável para máquinas que são consideradas o gargalo da indústria na AR. A qualidade em ambas as máquinas

rondam os 100%, já o rendimento e a disponibilidade estão bastante afetados. Para a pré-lixagem a disponibilidade ronda valores médios de 70% e o rendimento 55%. Na lixagem para o rendimento observamos uma média de 60% e para a disponibilidade uma média de 73%.

Assim, pode-se concluir que o valor do OEE que está a ser calculado não corresponde ao OEE real pois, primeiramente, as paragens não estão a ser todas escritas nas folhas de produção e, secundamente, os valores de cadências teóricas na base de dados não foram inseridos corretamente.

#### 4.4.2. Paragens e microparagens

Através dos valores percentuais de cada uma das máquinas é notório que o rendimento é o valor que maior impacto tem no baixo índice de OEE, e foi por aí que se decidiu começar.

Foram observados todos os processos de lixagem, em ambas as máquinas, a todos os produtos e percebeu-se que existiam problemas inerentes a cada um deles.

Na pré-lixagem verificou-se que os três produtos que por ali passavam tinham paragens e microparagens constantes pelo mesmo motivo.

No *Subertech* observou-se que haviam constantes rebentamentos de lixas. Estes rebentamentos provocam paragens que podem ir desde os vinte minutos até cerca de uma hora e meia, consoante a dificuldade em retirar de dentro da máquina os restos de lixas que ficam dentro da mesma quando estas rebentam. Além de que, para se realizar este procedimento os operadores têm de se deslocar até à lixagem para buscar o gancho que se encontra nesta máquina pois o que se encontra na pré-lixagem não tem curvatura suficiente na ponta para conseguir arrastar o material por toda a largura da máquina. Além deste gancho, precisavam também de procurar num posto de trabalho próximo uma lanterna, para conseguirem ver para dentro da máquina. Tudo isto trazia desperdício de tempo e deslocações desnecessárias.

Para o produto no *Authentica* o problema que se verificou era que o operador estava constantemente a parar a máquina porque na gaveta de saída onde o material ficava armazenado até o lote estar concluído, começava a sair fora da caixa (Figura 17).



Figura 17 - Material a sair da caixa da pré-lixagem

Por este motivo, o operador tinha de se deslocar à caixa de saída onde o material era armazenado e ajustar o mesmo para que o material seguinte, ao entrar na caixa, não fosse expelido (Figura 18).



Figura 18 - Operador a ajustar o material para dentro da caixa

Na lixagem os problemas encontrados para as paragens e microparagens foram diferentes, não fosse o processo em si também ser um pouco diferente.

No material *Dekwall* verificou-se que o material chegava à linha com as placas coladas umas às outras e extremamente ondulado (Figura 19) e tinha dificuldades a entrar na máquina pois quando chegava ao

início desta linha tinha, constantemente, dimensões superiores aos limites máximos para o material conseguir entrar na máquina.



Figura 19 - Material que chega ondulado à linha

O primeiro dificultava o processo de lixagem pois acabava por acontecer uma destas duas situações: ou os braços de entrada da aranha sugavam o material com as ventosas, e estas em vez de uma placa traziam várias placas, ou então, devido à ondulação do material, as ventosas não sugavam bem cada uma das folhas de *Dekwall*, pois haviam ventosas que chegavam a nem tocar no material, e o material caía entre os lotes de entrada e o tapete que transporta o material para dentro da máquina (Figura 20). Para o segundo ponto, muitas vezes o funcionário tinha de abastecer a máquina à mão porque se o material não passava nos tapetes de entrada da máquina, também não chegava ao início da mesma a menos que colocassem lá o material.



Figura 20 - Tapetes de entrada na lixagem

No *XDP* também se verificou que muitas vezes o material após ser sugado pelas ventosas, à entrada da máquina (Figura 21), acabava por cair, exatamente como acontecia com o *NRT* mas por motivos diferentes.



Figura 21 - Entrada de material na lixagem

Este material vinha da linha anterior com demasiado pó e partículas desagregadas na camada inferior e superior, o que fazia com que as ventosas quando sugavam a placa, sugavam também estas partículas e acabavam por não ter a aderência necessária para segurar o material em si e este acabava por cair, ficando as partículas soltas que estavam na camada superior do material agarradas às ventosas (Figura 22).



Figura 22 - Ventosas com pó e outras partículas

Já no *Wise* averiguou-se que os lotes chegavam à linha também com as placas coladas umas às outras e, num estudo mais aprofundado à situação, percebeu-se que este problema vinha de uma das colagens de acabamentos finais. Os funcionários estavam a colocar o decorativo no *core* com uma gramagem de cola superior à especificada, o que provocava que quando o material era colado, o excesso de cola escorresse pelas bordas do material e, quando secava, colava as placas umas às outras. O operador na lixagem estava constantemente a parar a máquina para poder ir descolar o material à mão, pois o material por ser demasiado pesado caía quando era sugado pelas ventosas e partia-se. As ventosas não tinham vácuo suficiente para sustentar o material, nem este poderia ser lixado com as placas coladas umas às outras.

#### 4.4.3. Avarias

Através da observação, percebeu-se que as máquinas estavam muito mais tempo paradas por avarias do que aquilo que realmente estava a ser registado na folha do registo de produção. Ou seja, as paragens não planeadas eram superiores ao tempo discriminado pelos funcionários e isso levou a que se estudasse a aprofundasse o tipo de paragens.

Como os documentos preenchidos pelos funcionários não correspondiam à realidade, houve necessidade de pedir ao departamento de manutenção os ficheiros sobre as avarias que correspondiam a estas duas máquinas para se poder fazer um estudo sobre as mesmas.

Com o estudo realizado entre a semana 13 e a 46 (Anexo III), concluiu-se que em 7% do tempo disponível da máquina de pré-lixar, esta estava parada devido a avarias. Destes 7%, 34% das avarias ocorriam devido a defeitos originados no transporte de rolos, 26% eram avarias nos tapetes da máquina, 19% estavam relacionadas com o rebentamento de correias, 13% com ligação à falta da aspiração e a restante percentagem, 8%, estava relacionada a várias causas esporádicas. Já para a máquina de lixar chegou-se à conclusão de que em 6% do tempo disponível a máquina estava parada devido a avarias. Destes 6%, 44% das avarias ocorriam devido a rebentamentos de correias, 31% estavam relacionados com a desgravação dos parâmetros de deslocação do carro transbordador, 18% com ligação à falta da aspiração e a restante percentagem, 7%, estava relacionada a várias causas esporádicas (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo das paragens

Causa da paragem por avaria	Pré-lixagem	Lixagem
Rebentamento de correias	19%	44%
Transportador de rolos	34%	-
Tapetes	26%	-
Carro transbordador	-	31%
Aspiração	13%	18%
% total de tempo em avaria	7%	6%

#### 4.4.4. Layout

O *layout* da distribuição de espaço não estava de acordo com as necessidades básicas dos funcionários. Desde ferramentas pousadas nas imediações próximas, a placas com defeitos colocadas no primeiro local disponível para que quando houvesse necessidade de as utilizar os trabalhadores não necessitassem de se deslocar mais do que para além do necessário.

Na lixagem, existia um local apelidado de “casa das lixas”, onde eram mantidas as lixas da máquina. No entanto não existia manutenção do local, o que acabava por estar constantemente desorganizado, com lixas misturadas (Figura 23).

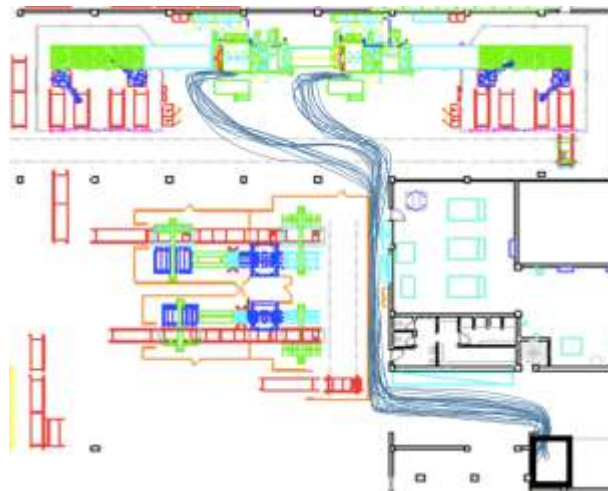


Figura 23 - Localização da “casa das lixas” da lixagem

Na figura 23 o retângulo a preto representa a casa das lixas, a azul o diagrama de *spaghetti* percorrido pelos operadores da lixagem sempre que precisavam de uma nova lixa.



Já as ferramentas, como as chaves-de-fendas e alicates, estavam armazenadas num local desorganizado, localizava-se longe do local onde o trabalhador operava. O operador para utilizar essas ferramentas tomava o percurso a amarelo demonstrado no diagrama de *spaghetti* na figura 24.

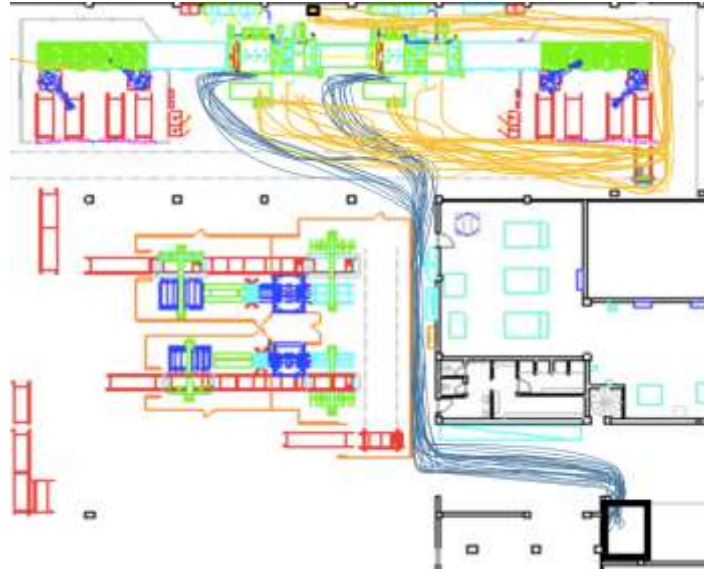


Figura 24 - Percurso para as ferramentas da lixagem

Segundo a figura 24, o retângulo preto em cima era o local das ferramentas alocadas a esta máquina e as linhas a amarelo diagrama de spaghetti do operador para ir buscar as ferramentas quando necessárias.

Estas viagens eram recorrentes, acabando por gerar muito tempo de desperdício (26 segundos por viagem) de cada vez que a máquina parava ou por avaria ou até mesmo por rebentamento das lixas.

Na pré-lixagem as lixas não eram armazenadas nas condições ideais indicadas pelo fornecedor, no caso da pré-lixagem, o que diminuía o seu tempo útil de vida.

As ferramentas alocadas a esta máquina não estavam armazenadas em lugar algum, eram inexistentes, ferramentas estas que não são lixas, mas sim chaves-de-fendas, lanternas, ganchos, etc., e os operadores sempre que delas necessitavam tinham de se dirigir à nave principal e ao posto de trabalho mais próximo para poderem recolher os utensílios que necessitavam. Os funcionários tinham de percorrer duas vezes o percurso apresentado na figura 25 a amarelo sempre que necessitavam de alguma ferramenta que não fossem lixas. O percurso repetia-se sempre, pois sempre que as ferramentas eram utilizadas, as mesmas tinham de ser repostas para poderem ser utilizadas na estação de trabalho a que estavam alocadas. Na figura 25, a amarelo, como anteriormente mencionado, está o percurso de

quando precisam de ferramentas e a azul o diagrama de quando não existem lixas no local delas e iam verificar se existiam na casa das lixas.



Figura 25 - Diagrama de *Spaghetti* a azul do caminho percorrido para as ferramentas (lixas) e a amarelo do caminho percorrido para as ferramentas manuais desde a pré-lixagem

Uma outra grande dificuldade era a capacidade de verem para dentro da máquina sempre que alguma lixa rebentava. Sempre que esta situação ocorria havia pedaços e vestígios das lixas dentro da máquina que devem ser sempre retirados. Esta tarefa de retirar os pedaços das lixas na pré-lixagem não era de fácil execução, pois não existiam ferramentas próprias para o efeito. Na lixagem, por sua vez, isto não acontecia, pois o conjunto de ferramentas desta estação estava dotado com um gancho metálico de um metro de comprimento com um arqueado numa das pontas, que auxiliada com a máquina de ar comprimido possibilita aos operadores expulsar os vestígios das lixas. Os operadores da pré-lixagem sentiam-se na necessidade de utilizar este mesmo gancho sempre que acontecia o mesmo no seu posto de trabalho. Para isso, percorriam o trajeto que se verifica na figura 25 a amarelo, demorando 88 segundos, fazendo o mesmo percurso para irem devolver a ferramenta aos operadores da lixagem, totalizando este tempo perdido em quase dois minutos e meio.

#### 4.4.5. Tempos de *setup* e troca de ferramentas

Através da observação percebeu-se, também, que os *setups* eram desorganizados e sem nenhuma seqüência. Cada funcionário fazia o *setup* de forma aleatória e de diversas maneiras diferentes devido à ausência de um padrão.

Esta inexistência de padronização levava a uma diminuição do OEE, pois haviam demasiados desperdícios, nomeadamente em deslocações, que poderiam ser evitados e/ou reduzidos caso existisse uma uniformização do processo da troca de ferramentas.

Para se perceber o tempo investido em *setups* fez-se um levantamento do tempo que cada operador demorava a realizar um *setup* no seu respetivo turno. Para este levantamento houve a necessidade de se cronometrarem os *setups*. O *setup* na pré-lixagem tem em média 49 minutos e 48 segundos e o *setup* da lixagem tem em média 33 min e 48 segundos. Na pré-lixagem há, em média, 7 *setups* por semana e na lixagem cerca de 11.

O mesmo processo foi feito para a troca de lixas quando as mesmas são trocadas fora dos *setups* devido ao desgaste da ferramenta ou ao rebentamento da mesma. Na pré-lixagem existem cerca de 44 trocas de ferramentas e na lixagem cerca de 46 trocas de lixas por semana. Na pré-lixagem cada troca de ferramenta demora, em média, 13 min e na lixagem demora cerca de 16 min.

A falta de padronização verificou-se não só na troca de ferramentas e nos *setups*, como também se verificou em todas as atividades adjacentes a estas duas máquinas, bem como o arranque e a paragem das máquinas e o controlo de espessura do material.

#### 4.4.6. Síntese dos principais problemas identificados

Em suma, e após a observação e análise da pré-lixagem e lixagem e do seu processo de produção, pode-se concluir que existem alguns problemas adjacentes a estas duas máquinas.

Verificou-se, no início do estudo da situação, que os operadores no seu trabalho, mostram um trabalho desorganizado, não sendo padronizado. Esta forma apresentada de trabalho influencia a eficácia das operações e pode ter consequências no produto final, podendo este apresentar inconsistências.

Quando é observado o desempenho dos equipamentos, verifica-se que o rendimento de alguns destes é bastante abaixo do aceitável, sendo de destacar o equipamento da pré-lixagem e lixagem.

Olhando atentamente para os registos que são a base destes cálculos, verifica-se que não são fiáveis e não mostram o que o equipamento realmente é. Vem pesar mais esta situação, a falta de padronização do trabalho dos operadores.

Quando se analisam os equipamentos na sua disponibilidade, claramente verificou-se que as avarias foram constantes sendo a origem de paragens diferentes das máquinas pré-lixagem e lixagem.

Em relação ao local físico onde estas duas máquinas se encontram inseridas, pode-se concluir que o *layout* destas duas máquinas e das áreas necessárias ao seu envolvente não é o mais adequado,

verificando-se muitos desperdícios em mudanças de ferramentas, vários desperdícios de transporte entre os vários equipamentos, bem como o armazenamento e vai contra as especificações das mesmas. Por último, e devido à falta de organização e padronização na realização dos *setups* e das trocas de ferramentas, estes tempos acabam por ser morosos e com bastantes desperdícios inerentes como deslocações desnecessárias e processos desnecessários.

## 5. SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS

Na presente secção são apresentadas as soluções estudadas e propostas para resolver os problemas identificados no capítulo anterior e analisados os respetivos resultados.

### 5.1. Cadências de produção

Para se conseguir perceber o porquê do OEE da pré-lixagem e da lixagem ser baixo separou-se este indicador nos seus integrantes.

Devido aos baixos valores de Rendimento, e para se perceber o que poderia afetar este indicador observou-se durante algumas semanas o processo. Percebeu-se que o Rendimento não poderia ser tão reduzido pois não existiam microparagens que justificassem essa discrepância. Para se encontrar o motivo que justificasse estes valores, começou-se por cronometrar a cadência de lixagem de todos os materiais que por estas duas máquinas eram lixados. Este exercício durou cerca de um mês, pois nem todos os materiais eram trabalhados diariamente. Na tabela 8 verificam-se as cadências por minuto do estado inicial do sistema segundo cada uma das operações bem como todas as que foram cronometradas, na pré-lixagem e na lixagem.

Tabela 8 - Análise das cadências de produção

OPERAÇÃO	Estado Inicial	Após Cronometragem
Lixar NRT	41 placas/min	34 placas/min
Lixar <i>Dekwall</i>	39 placas/min	24 placas/min
Lixar <i>Wise</i> DP	31 placas/min	26 placas/min
Lixar <i>Authentica</i>	40 placas/min	29 placas/min
Lixar <i>Subertech</i> 1ªP	29 placas/min	17 placas/min
Lixar <i>Subertech</i> 2ªP	40 placas/min	27 placas/min
Lixar <i>Wise</i> PET	30 placas/min	24 placas/min

As cadências cronometradas na pré-lixagem estão apresentadas na tabela 9:

Tabela 9 - Cadências inseridas no sistema da pré-lixagem

Operação	Inserido no sistema
Lixar <i>Authentica</i>	20 placas/min
Lixar <i>Subertech</i> 1ªP	17 placas/min
Lixar <i>Subertech</i> 2ªP	27 placas/min

As cadências cronometradas na lixagem estão apresentadas na tabela 10:

Tabela 10 - Cadências inseridas no sistema da lixagem

<b>Material Lixado</b>	<b>Inserido no sistema</b>
<i>DEKWALL</i>	24 placas/min
<i>XDP</i>	27 placas/min
<i>NRT</i>	34 placas/min
<i>Wise PET</i>	24 placas/min
<i>Wise DP</i>	26 placas/min

Percebeu-se que a máquina trabalhava a velocidades muito mais baixas que os valores introduzidos na base de dados. Isto porque devido à especificidade de cada material, houve necessidade de se reduzirem e ajustarem as velocidades de lixagem nas máquinas para cada um dos diferentes materiais, sendo que este ajuste nunca foi realizado no sistema e na base de dados, continuando com velocidades genéricas neste último. Estes tempos foram alterados na base de dados onde se registavam diariamente os valores do tempo instalado, das paragens, da média hora real, da quantidade conforme e da quantidade rejeitada.

Após esta alteração conseguiu-se ter uma percepção mais real. No entanto, o rendimento continuava a ter dificuldades em manter-se acima dos 70%. Fez-se uma nova observação ao sistema e verificaram-se bastantes microparagens em alguns materiais.

Cruzaram-se informações e percebeu-se que este tipo de paragens ocorria repetidamente, e que apesar de cada uma delas ser inferior a 5 minutos, o somatório acabava por impactar o sistema.

O período de análise não é representativo, logo não foi possível analisar o novo indicador de rendimento, após as implementações novas. No entanto, é expectável que este traduza a verdadeira eficiência do equipamento.

O principal objetivo deste estudo é perceber a realidade e aplicar de seguida medidas que garantam que os indicadores de eficiência do equipamento sejam calculados de forma correta e fiável. Por isso, as simples modificações tornam muito mais evidente a análise verdadeira ao indicador de rendimento e um estudo mais eficaz e real acerca das microparagens que se fazem sentir no tempo operacional.

## 5.2. Microparagens

Para se tentar solucionar os problemas relacionados com as microparagens nestas duas máquinas começou-se por se perceber qual era o motivo pelo qual elas tinham inicialmente os problemas a elas associados.

### 5.2.1. *Subbertech*

Observando todo o processo do *subbertech* na pré-lixagem percebe-se que as diferentes espessuras do produto são realmente um problema. Esta máquina quando lixa este material tem de ser alimentada à mão, pois o rolo que contem o sensor de espessura do material que por ali passa tem de ser desativado (levantado) para que as placas entrem na máquina independentemente da variabilidade de placa para placa a nível da espessura. Por outro lado, e visto que dentro da máquina só pode entrar uma placa de cada vez, é necessário abastecer a máquina à mão para que os operadores se certifiquem que realmente só entra uma placa. Este assunto foi debatido em reuniões com o departamento de engenharia, pois era necessário mudar alguns parâmetros no processo anterior à pré-lixagem para que este problema de espessuras deixasse de existir. Até à data ainda não havia nada documentado sobre o assunto, pois a máquina do processo anterior era relativamente recente e os funcionários da pré-lixagem acabaram por se acostumar ao mais simples, abastecer a máquina à mão, do que a tentar solucionar o problema com a chefia. Assim, foi posto em estudo uma nova composição para o material e uma nova técnica para o seu depósito na máquina, para que o mesmo no processo de produção, o *Subbertech*, se tornasse mais homogêneo, ficando todo com uma espessura semelhante e dentro das especificações da pré-lixagem.

### 5.2.2. *Authentica*

Para o *Authentica*, que também é lixado na pré-lixagem, a solução passou por abordar os operadores da guilhotina (máquina onde são cortados os decorativos e as folhas de PVC) que são posteriormente colados na *Authentica*, de que o material tinha de estar dentro das especificações mínimas e máximas, não podendo ser superiores ou inferiores a estas para não causar problemas no depósito à saída da máquina na pré-lixagem, nem defeitos caso os decorativos comesçassem a ficar demasiado curtos para as folhas de cortiça onde são aplicados (Figura 26).

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.

**Especificação de Operação**  
**CORTE DE PVC'S E PAPEL**

Requisitos das Atividades			
Atividade	Máquina	Especificação produto	
	Velocidade de corte (m/min)	Dimensões (mm)	
Corte de	(90 + 20) (17-20) (1)	Non PVC film	1237 ±3
		Printed Film	1245 ±3
		PVC Transparente (MBT1)	935 ±3
		PVC Transparente (MBT2)	633 ±2
		PVC Transparente (MBT4)	1245 ±3
		PVC Opaco (MSP1)	935 ±3
		PVC Opaco (MSP3)	940 ±3
		Papel desmoldante (43109)	1250 ±3
			950 ±3

( ) valor de referência

Figura 26 - Especificação de Operação: corte de PVC e papel

### 5.2.3. Wise

No caso específico do *WISE PET*, este produto já é lixado na lixagem, verificou-se que o material chegava muitas vezes a esta máquina com as placas coladas umas às outras (Tabela 11).

Tabela 11 - *WISE PET*

Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Micropagaragens	Micropagaragens/hora
1	6	36	6
2	5	29	5,8
3	4	24	6
4	6	33	5,5
5	2	10	5
6	7	43	6,14

O tempo por paragem era em média cerca de 2,5 min, o que levava a um desperdício por hora de *wise* lixado de 5,74 paragens/hora\*2,5 min/paragem aproximadamente de 14,35 minutos.



Procurou-se uma justificação com o departamento de qualidade. Aqui fizemos análises às quantidades de cola que eram colocadas no rolo da máquina anterior, por onde passava o decorativo de cortiça para ser colado à placa de cortiça. Em observações e diálogos com os funcionários destas máquinas para ser perceber porque estavam a colocar gramagens de cola superiores às especificações máximas, os mesmos informaram que se não fosse assim os decorativos não colavam (Figura 27).

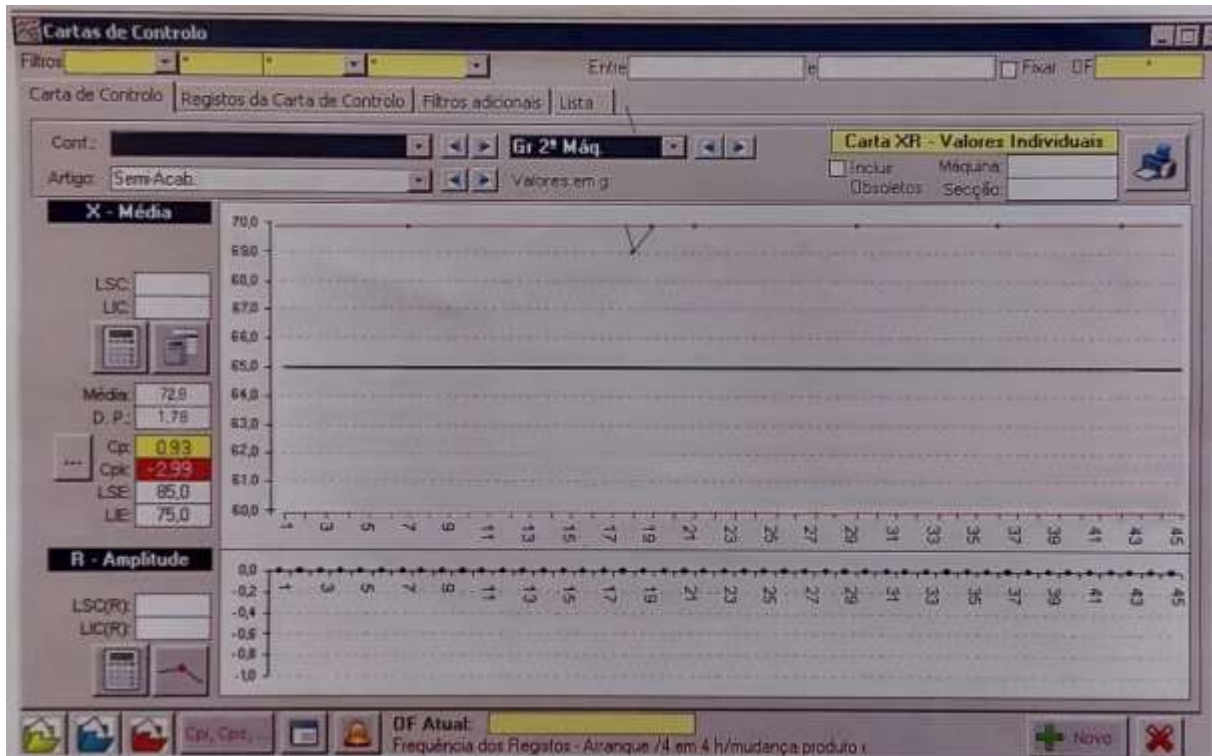


Figura 27 - Carta de controlo de qualidade referente à gramagem da cola no *wise* no estado inicial

Através da observação percebeu-se que haviam dificuldades em fazer com que o decorativo ficasse colado à placa pois este chegava à linha com tanto pó, que o que colava na placa era o pó que estava no decorativo e não o decorativo (Figura 28).



Figura 28 - Partículas de pó agarradas ao core depois do decorativo descolar

O mesmo foi constatado diversas vezes na máquina. Com a ajuda do departamento de qualidade, e com os novos testes feitos, percebeu-se que as quantidades de cola a serem utilizadas comprometiam o material nos processos seguintes e o mesmo não poderia continuar a acontecer (Figura 29).



Figura 29 - Decorativo a descolar no viradouro da colagem

A solução deste processo passa por no início da máquina haver ar comprimido a limpar os decorativos, ou o mesmo processo, mas na laminação dos mesmos, laminação esta que ocorre noutras instalações.

Após a exposição sobre o problema, internamente e com os responsáveis pelo fornecimento do decorativo, decidiu-se colocar este soprador no ato da laminagem, enquanto a máquina laminava o decorativo, passou a ter um sistema de ar comprimido que limpa os decorativos das micropartículas que acabavam por se acumular nas placas.

Também será colocado um novo soprador da linha da cola para que o material quando entrar no tapete que transporta o material já laminado para o rolo da cola seja também soprado, reduzindo assim, praticamente todas as micropartículas e pós que põem em causa a qualidade do material e do processo. Após a implementação da solução quer no fornecedor quer na linha da cola, voltou-se a fazer nova observação às quantidades da cola utilizadas para colar os decorativos. Ajustou-se a gramagem de cola para este decorativo no core. Mas isso apenas resolvia o problema de cola em excesso que babava todas as placas e as fazia colarem-se umas às outras.

Para se evitar que o decorativo descolasse com a gramagem dentro dos limites de gramagem de cola máxima e mínima para este material foi pedido ao fornecedor dos decorativos que soprassem com ar comprimido o material após ele ser laminado. Foi implementado, também, no início da linha de colagem o mesmo sistema de ar comprimido, o funcionário antes de colocar o decorativo em cima do *core*, com a mangueira de ar comprimido ajustada soprava para o material perder a camada de pó que ainda poderia restar. Desta maneira o decorativo passou a aderir ao *core* sem descolar e sem ser necessário voltar-se a gramagens de cola acima do que estava definido pelo departamento de qualidade e engenharia (Figura 30).

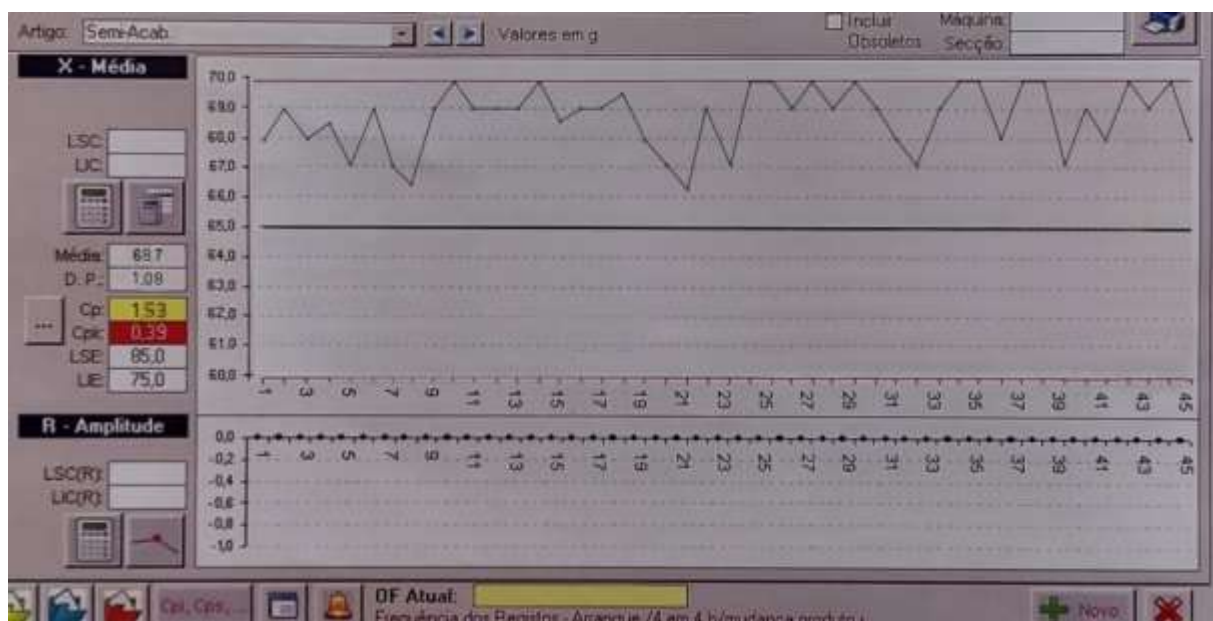


Figura 30 - Carta de controlo de qualidade referente à gramagem da cola no *wise* após implementação das melhorias

Após a implementação das melhorias voltou-se a fazer um levantamento das paragens na lixagem para se perceber as reais melhorias (Tabela 12).

Tabela 12 - Paragens após implementação das melhorias

Nº do dia observado	Nº horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	7	11	1,57
2	4	2	0,5
3	8	11	1,38
4	6	9	1,5
5	3	2	0,67
6	5	9	1,8

As paragens diminuíram em média de 5,74/hora para 1,24/hora, diminuindo o tempo de paragem de 14,35 min para 3,1 min.

Confirmou-se assim aquilo que os operadores comunicaram à chefia após as mudanças no processo, a gramagem de cola encontra-se dentro dos limites máximos e mínimos dos limites.

#### 5.2.4. DEKWALL

No material *DEKWALL* a variabilidade do produto tornava a sua solução mais complexa. Sendo a cortiça um material tão variável com pressões e temperaturas diferentes, era mais complicado prever o que aconteceria com as placas sempre que saem da prensa.

Cada paragem dura em média 30 segundos e verificaram-se, em média, cerca de 42 paragens, perfazendo um total de cerca de 21 min de paragens, pois cada paragem demora em média 20 segundos (Tabela 13).

Tabela 13 - Paragens *Dekwall*

Nº do dia observado	Nº horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	1	43	43
2	2	85	42,5
3	2	84	42
4	3	132	44
5	1	40	40
6	2	81	40,5

Visto que o material era composto exatamente pela mesma quantidade de cortiça, fizeram-se testes para perceber que tamanho máximo e mínimo poderia ter este material antes de entrar na prensa, para à

saída da mesma ter as medidas mínimas aceitáveis para aquele produto, em vez de demasiado grandes o suficiente para que não existissem constrangimentos a passar pelos tapetes da lixagem e a entrar na própria máquina, na primeira cabeça de lixagem. Enquanto o estudo estava em curso percebeu-se que teríamos de ter uma solução rápida, mesmo que esta envolvesse mais uma operação, pois a lixagem sempre que lixava este material atingia valores de rendimento abaixo dos 30% constantemente. A solução implementada passava por o material, antes de entrar na lixagem, ser cortado com as especificações máximas do material (646 mm em largura – especificações máximas; as especificações deste produto na lixagem eram largura: 640mm +- 5mm; comprimento: 935 +- 15mm), e para que conseguisse entrar nos tapetes da lixagem sem qualquer tipo de obstrução, e por sua vez dentro da própria máquina. Para isto, o material assim que saia da prensa passava pela guilhotina, onde era cortado. Esta operação, apesar de ter custos associados, por ser mais uma operação em si, por ter a mão-de-obra de mais um funcionário e apesar de não acrescentar valor ao produto passou a ser crucial para que a lixagem funcionasse sem constrangimentos sempre que este material era lixado. O material começou a entrar na máquina de forma autónoma sem que o funcionário que nela estava a trabalhar tivesse de a parar a cada ciclo de entrada de novo material na máquina, aumentando os rendimentos da máquina, pois estas paragens acabavam por ser sempre inferiores a 5 minutos, mas praticamente regulares, de 20 em 20 segundos.

Fez-se um estudo para se tentar perceber quais as especificações de largura máxima é que deveria ter este material, para quando saísse da prensa não tivesse de passar pelo corte para se apararem todos os excessos (Tabela 14):

Tabela 14 - Estudo inicial das especificações de medidas

Entrada	Entrada	Saída	Saída	Diferença	Diferença
Comprimento mm	Largura mm	Comprimento mm	Largura mm	Comprimento mm	Largura mm
938	629	984	656	46	27
935	627	971	647	36	20
936	628	970	647	34	19
937	630	974	649	37	19
938	631	975	650	37	19
939	631	980	650	41	19
937	629	977	650	40	21
938	630	980	653	42	23
934	627	972	647	38	20
936	628	976	649	40	21
935	628	970	645	35	17
934	627	971	646	37	19
939	630	982	653	43	23
935	630	971	650	36	20
937	629	975	649	38	20

Todas as placas que foram estudadas entraram na prensa com dimensões abaixo das especificações do produto para entrar na lixagem, no entanto, e apesar do comprimento não ser o foco principal pois não é devido ao comprimento que as placas têm dificuldades a entrar na máquina, teve grandes incrementos à saída da prensa, em média cresceu 38 mm, já a largura, que é onde encontramos o foco do problema do material ficar preso nos tapetes de entrada da lixagem houve um incremento médio de 20 mm. Para todas as placas em estudo percebeu-se que nenhuma delas iria passar no tapete da lixagem, pois a largura máxima de cada um dos dois tapetes é 646mm.

Para se tentar colmatar o acréscimo de mais uma atividade que não acrescentava valor ao produto, mas que estava a ser necessária fazer-se antes da lixagem do material, o corte para se aparar os excessos de material provocado na lixagem, houve a necessidade de solicitarmos ao fornecedor deste material que nos fizesse chegar o material com uma largura máxima de 900mm\*620mm. O maior incremento no estudo feito foi de 27 mm, e para este caso específico as dimensões solicitadas não eram suficientes, mas como foi um caso isolado, todas as outras placas tiveram um incremento entre 19 e 23mm, para estes valores a largura de 620 mm era suficiente, para caso aumentassem apenas 19 mm as placas ficarem dentro das especificações de largura para entrar na lixagem, 639 mm, caso as placas aumentassem 23 mm, continuariam dentro das especificações necessárias para o material entrar na lixagem, 643 mm.

Após a análise do estudo feito com o novo tamanho de placas, 900mm\*620mm, chegou-se aos seguintes resultados (Tabela 15):

Tabela 15 - Estudo com novo tamanho das placas

Entrada	Entrada	Saída	Saída	Diferença	Diferença
Comprimento mm	Largura mm	Comprimento mm	Largura mm	Comprimento mm	Largura mm
901	622	940	644	39	22
897	615	933	635	36	20
903	623	938	644	35	21
901	620	942	642	41	22
899	619	938	639	39	20
899	621	936	644	37	23
902	624	944	645	42	21
901	621	931	641	30	20
901	623	940	642	39	19
896	618	932	637	36	19
904	625	947	647	43	22
901	619	942	639	41	20
905	625	952	650	47	25
896	617	933	637	37	20
901	621	941	642	40	21

Percebeu-se que existe um valor acima do tamanho máximo de largura à saída da prensa, o valor 647 mm, realçado a amarelo na tabela 15.

Posto isto, e visto que a amostra é extremamente pequena e houve apenas um valor fora das especificações do material à saída da prensa para entrar na lixagem, decidiu-se avançar com esta opção e eliminar-se a operação de aparar o material antes de entrar na lixagem.

A análise das paragens aquando da implementação foram registadas na seguinte tabela (Tabela 16):

Tabela 16 - Paragens *Dekwall*

Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	2	5	2,5
2	1	2	2
3	3	7	2,33
4	3	6	2
5	2	4	2
6	1	1	1

As paragens diminuíram significativamente de cerca de 42 paragens por hora para 2 paragens por hora, havendo uma diminuição de cerca de 76% tempo perdido em paragens, passando de 21 minutos para 5 minutos por hora.

### 5.2.5. XDP

Para o XDP as ventosas tinham muita dificuldade em agarrar o material devido ao excesso de pó que vinha nas placas. Fez-se um estudo de aumento de gramagem de cola em 3 tipos diferentes para se perceber de onde vinha o problema das micropartículas soltas no material.

Inicialmente pediu-se ao departamento da qualidade para nos facultar o registo de cola utilizado para o XDP. A primeira figura 31 (a) é referente à gramagem de cola na camada superior (Figura 31 (a)) e a segunda é referente à gramagem de cola na camada inferior (Figura 31 (b)).



Figura 31 - Gramagem de cola na camada superior no estado inicial



Verificou-se que a gramagem de cola utilizada para este material está sempre abaixo das 80gr e nunca é inferior ao limite inferior imposto pela qualidade.

Por este motivo fez-se um estudo ao aumento de gramagem da cola para o *XDP* quer na camada superior quer na camada inferior, não ultrapassando os limites máximos e mínimos das suas especificações, 85gr – 75gr.

Analisaram-se as paragens devido às placas estarem constantemente a chegar à lixagem coladas umas às outras, esta observação foi feita em 6 dias diferentes entre a semana 46 e 47 (Tabela 17).

Tabela 17 - Paragens no estado inicial XDP – lote normal

Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	3	37	12,33
2	5	61	12,2
3	6	73	12,17
4	3	34	11,33
5	4	50	12,5
6	2	21	10,5

Percebeu-se que em média a máquina para cerca de 12 vezes por hora, e através da cronometragem desses tempos concluiu-se que cada uma destas paragens tem em média 3 minutos, por esse motivo não são consideradas paragens e sim microparagens. Assim, o tempo desperdiçado em microparagens por hora são cerca de 35 min. Mais de 50% do tempo de produção a máquina está parada com microparagens não registadas nas folhas de produção, por serem microparagens.

Começou-se por aumentar a gramagem da cola na camada superior do *XDP* e analisaram-se os resultados (Tabela 18).

Tabela 18 - Paragens com aumento de gramagem de cola na camada superior do XDP – lote com aumento de gramagem de cola na camada superior

Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	6	40	6,67
2	3	24	8
3	5	36	7,2
4	4	31	7,75
5	4	32	8

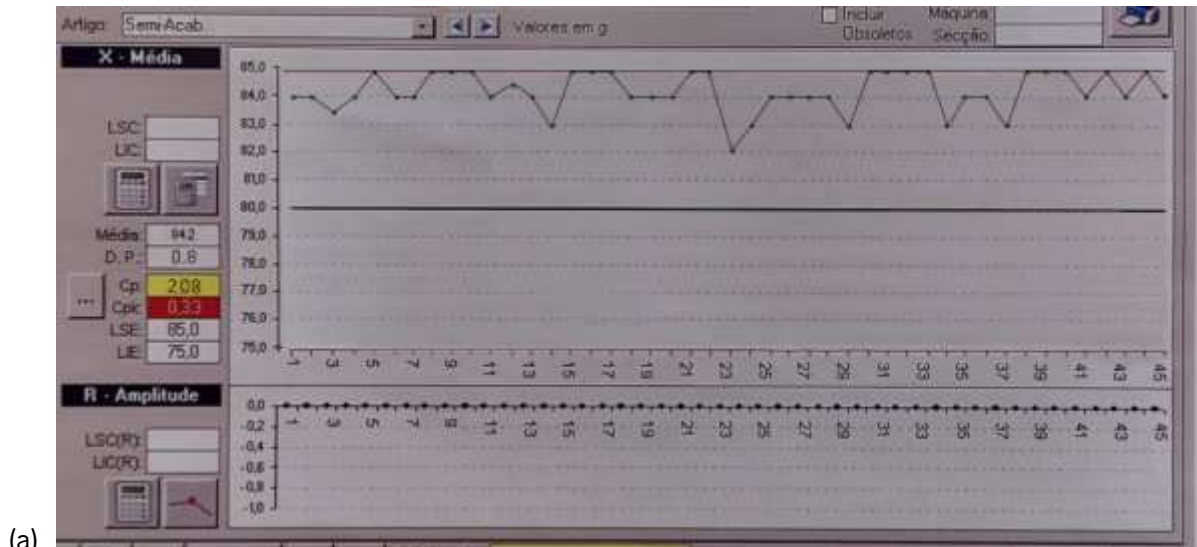
Foi feito o mesmo procedimento, mas para a camada inferior do material (Tabela 19).

Tabela 19 - Lote com aumento da gramagem de cola na camada inferior do XDP – lote com aumento de gramagem de cola na camada inferior

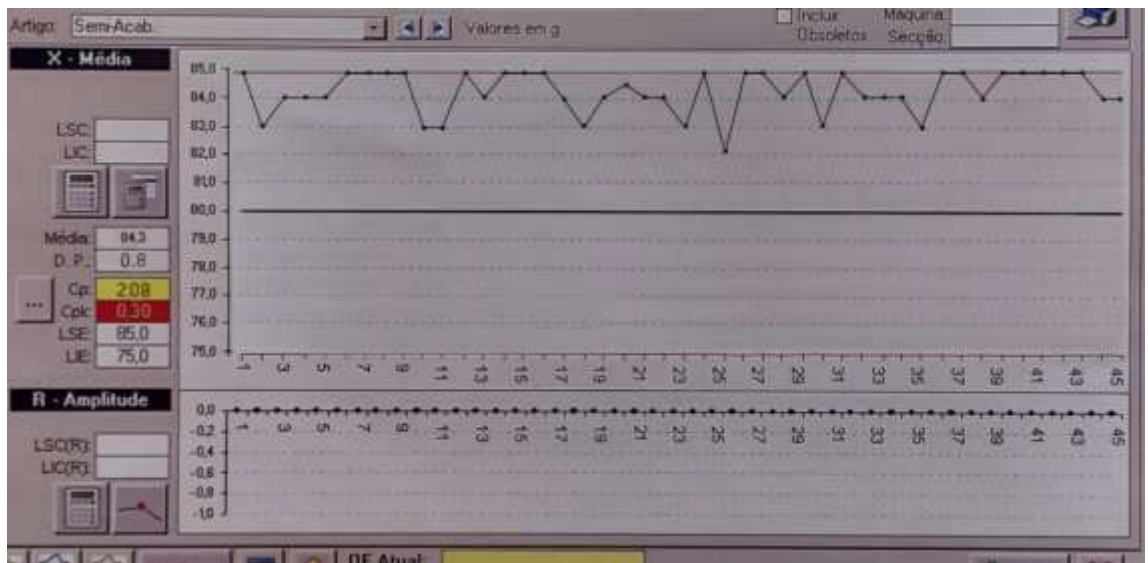
Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Microparagens	Microparagens/hora
1	7	36	5,14
2	5	29	5,8
3	2	12	6
4	3	16	5,33
5	4	24	6

Em média a máquina para cerca de 8 vezes quando há um aumento de gramagem na cama superior, perfazendo um total de cerca de 23 min. Quando há um aumento da gramagem de cola apenas na camada inferior as paragens na lixagem diminuem um pouco o seu número, passando a ser em média cerca de 6 paragens por hora, perfazendo assim um total de cerca de 17 minutos de paragens em microparagens causadas pela existência de micropartículas não agregadas durante a produção do *XDP*. Por este motivo testou-se o aumento da gramagem nas duas camadas, este foi o último teste. Sendo assim, houve um aumento nas gramagens superior e inferiores, mas este aumento esteve sempre dentro dos limites máximos aceites pela equipa de qualidade, mas até à data utilizava-se o limite inferior da mesma para haver um menor consumo de cola.

O controlo do aumento da gramagem de cola foi verificado com os registos das qualidades, podem ser verificados na imagem da figura 32 (a) o aumento da gramagem de cola na camada superior do XDP e na figura 32 (b) o aumento da gramagem de cola da camada inferior do mesmo material.



(a)



(b)

Figura 32 - Controlo do aumento da gramagem de cola na camada superior do XDP

Os resultados em relação à gramagem de cola utilizada e as microparagens a lixar este material na lixagem encontram-se na tabela 20.

Tabela 20 - Paragens com aumento da gramagem de cola na camada superior e inferior – lote com aumento de gramagem de cola na camada superior e inferior

Nº do dia observado	Horas de observação de lixagem:	Nº Micropagarens	Microparagens/hora
1	4	10	2,5
2	2	1	0,5
3	4	8	2
4	6	17	2,83
5	5	15	3

Conclui-se assim que a máquina para em média 2 vezes por hora, perfazendo um total de cerca 6 minutos.

Foi então adotado o aumento da gramagem para os limites superior, entre 85 gr e 80 gr, a gramagem usual utilizada para a fabricação do *XDP*.

### 5.3. Rebutamentos de lixas

Após se perceber que na pré-lixagem haviam muitos mais rebutamentos do que na lixagem, percebeu-se que ou se estavam a ser utilizadas lixas com gramagem ou qualidades não adequadas, ou o armazenamento das mesmas não estava de acordo com o necessário para que estas produzissem no seu período de vida útil teórico, e não durassem apenas  $\frac{1}{4}$  do tempo expectável. Para isso, reuniu-se com o fornecedor de lixas que nos aconselhou uma outra marca de lixas. Para se perceber se fazia sentido esta nova marca de lixas, visto que eram monetariamente muito superiores às utilizadas, decidiu-se testar as novas lixas, armazenadas nas condições de pressão e temperatura por eles indicadas, bem como colocar umas iguais às utilizadas nas mesmas condições para se perceber quais eram as que efetivamente tinham uma maior durabilidade e se se justificava o investimento.

Começou-se por fazer um levantamento do número de lixas que rebutavam por semana consoante o tamanho do grão (Tabela 21).

Tabela 21 - Tamanho do grão das lixas

Tamanho do Grão	Uni. Lixas/semana
Grão 40	9
Grão 60	10
Grão 80	14
Grão 100	11
Grão 120	21

Através desse levantamento chegou-se aos valores da figura 33 do nº de rebentamento de lixas por semana.

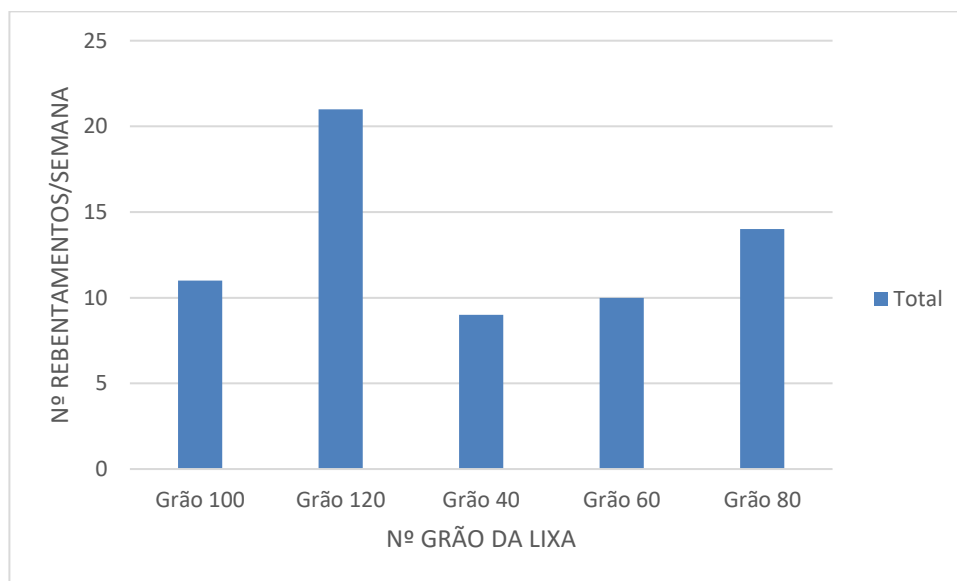


Figura 33 - Nº de rebentamentos segundo o grão da lixa

Fez-se uma observação na semana 47 do número de rebentamentos de lixas na pré-lixagem. Nesta observação fez-se o levantamento do rebentamento de lixas atuais armazenadas dentro e fora da casa das lixas e o levantamento do número de rebentamento de lixas das novas lixas sugeridas pelo fornecedor armazenadas dentro e fora da casa das lixas.

Chegou-se à seguinte tabela resumo (Tabela 22):

Tabela 22 - Rebentamentos consoante o Nº do Grão da lixa e as condições de armazenamento

Grão da Lixa	Rebentamentos/semana na atuais não armazenadas na CL	Rebentamentos/semana atuais armazenadas na CL	Rebentamentos/semana com novas lixas sem armazenadas na CL	Rebentamentos/semana com novas lixas armazenadas na CL
24	3	1	3	0
40	7	3	4	1
60	8	5	5	2
80	9	3	6	1
100	6	1	4	0
120	10	5	6	0

Após a observação percebemos que apesar das lixas de grão 24 serem muito pouco utilizadas verificaram-se rebentamentos na semana em estudo, que acabam por ser pouco significativos pois a máquina utiliza estas lixas cerca de uma vez por mês.

Verificou-se também que existem mais rebentamentos nas lixas que são mais utilizadas, o que faz sentido visto que são mais utilizadas e o material que passa na pré-lixagem com maior regularidade são materiais

que tem na sua composição uma menor quantidade de cortiça. Com este estudo concluiu-se que os rebentamentos diminuem significativamente com o armazenamento das lixas na CL, mas verificou-se que com as novas lixas, armazenadas de acordo com as especificações que o fornecedor nos informou, estes rebentamentos são praticamente inexistentes (Anexo IV).

#### 5.4. *Layout*

Para diminuir os desperdícios de deslocamento e de transporte dos operadores entre a máquina e o local onde se encontram armazenadas as ferramentas da pré-lixagem e da lixagem analisou-se uma hipótese de *layout* que torne a mudança de ferramenta num processo onde não seja tão elevado o desperdício de tempo e que torne mais eficiente todo o processo.

Cada vez que há uma mudança de lixa ou rebentamento de lixa na lixagem, o operador tem de parar a máquina, tem de se deslocar à atual casa das lixas, voltar para a máquina e proceder à mudança da mesma. Esta paragem “antecipada” não se justifica, a menos que a lixa tenha rebentado, a máquina só deveria ser parada quando o funcionário já tem a nova lixa na sua posse e está pronto para mudar a ferramenta dentro da máquina. O mesmo não se verifica, pois, o funcionário quando vai à casa das lixas não tem visibilidade para a máquina, podendo esta encravar sem ele se dar conta disso. Quanto aos rebentamentos de lixas, que por sua vez implica uma mudança de ferramenta, se esta distância também fosse menor, o tempo da mudança de ferramenta diminuiria também, apesar de que o grande impacto aqui seria nas mudanças de ferramentas, pois existem cerca de 42 mudanças de ferramentas por semana devido ao desgaste, não contanto com os *setups* habituais. Por rebentamento de lixas, em média, existem 8 mudanças de ferramentas por semana.

Começou por se perceber quais eram os recursos e qual a área que poderia ser utilizada. O espaço teria que ser semelhante ao atual, mas conter espaço para 8 suportes de lixas, visto que nesta máquina são utilizados 8 tipos de lixas diferentes, grão 24, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160. Assim, o espaço necessário seria de cerca de 9m<sup>2</sup>.

Após observação do espaço e do local, percebeu-se que o local teria de ser próximo da máquina, como já referido anteriormente, para que esta continuasse a trabalhar quando o operador se ausentasse da mesma, mas num local em que a visibilidade para a máquina nunca poderia estar obstruída, para o caso desta última encravar e o operador a pudesse parar apenas ativando a paragem total no botão do comando e a máquina tivesse uma paragem imediata. O local novo onde se armazenariam as lixas também teria de ter janelas para que a máquina esteja sempre visível, bem como ter instalado um dispositivo de Ar Condicionado e um Desumidificador para que as especificações das condições de

armazenamento das lixas informadas pelo fornecedor das mesmas se respeitassem e não fossem violadas (Tabela 23).

Tabela 23 - Condições de armazenamento das lixas

Condições de armazenamento de:	Condições de armazenamento recomendados pelo fornecedor para as lixas – valores de referência:	Condições de armazenamento utilizadas pela ARO:
Temperatura	[18 - 22] °C	Temperatura ambiente
Humidade	[48 - 62] %	Humidade ambiente

Já para a pré-lixagem, e apesar das lixas estarem muito próximas da máquina, cerca de 2 metros, os operadores vão buscar as novas lixas com a máquina parada. Mas estas lixas encontram-se acondicionadas numa estante que nada tem que ver com as suas condições específicas de armazenamento (Tabela 23). Para esta máquina além do número de mudanças de ferramentas ser elevado, o número de rebentamentos de lixas também é grande. Em comparação com a lixagem, as lixas são maioritariamente iguais, pois à exceção do *subertech*, utilizam-se as mesmas lixas, o fornecedor também é o mesmo assim como a marca. Assim, a razão mais plausível para a diferença do número de rebentamentos será as condições de armazenamento das lixas. Estas encontram-se sujeitas às condições atmosféricas de temperatura e humidade do posto de trabalho onde são usadas, que por sua vez se encontra muito perto da rua, a única coisa que as separa da rua é um portão que está constantemente aberto para que os empilhadores passem. A solução passa também pela construção de uma casa das lixas perto do local onde agora são armazenadas, mas sempre mantendo as condições especificadas pelos seus fornecedores (Figura 34). Assim, evitar-se-ão tantos rebentamentos de lixas, o que reduzirá bastante o tempo gasto nas suas mudanças.

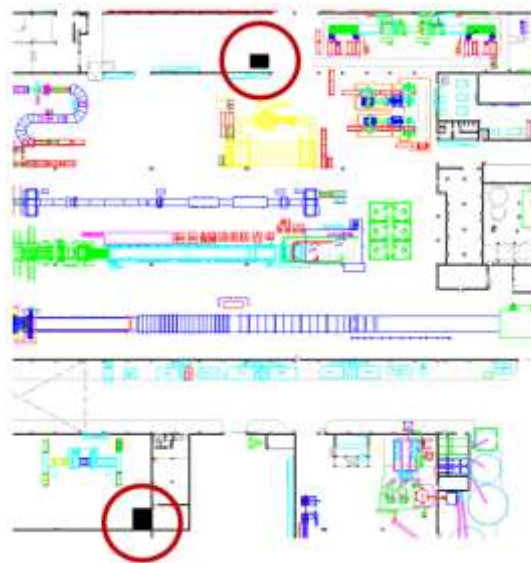


Figura 34 - Layout para casa das lixas

Depois, deu-se formação aos funcionários, sobre a padronização das atividades e mudanças de ferramentas nesta máquina. Esta formação também foi estendida aos funcionários da lixagem.

## 5.5. SMED

Nestas duas máquinas a ferramenta de trabalho é a mesma, embora tenham especificações diferentes. Com a possível mudança de *layout* da “casa das lixas” da lixagem e com a possibilidade do armazenamento das lixas da pré-lixagem era expectável que se conseguisse melhorar bastante os tempos de mudança de ferramentas, pois os equipamentos não precisariam de estar parados para se fazer grande parte do processo.

Inicialmente percebeu-se e analisou-se a ocupação de cada funcionário, tanto na pré-lixagem como na lixagem, listando-se todas as tarefas realizadas em cada um dos 3 turnos em vários dias da semana.

Sempre que o operador teria de ir buscar uma nova lixa as máquinas poderiam continuar a trabalhar, pois o operador tinha sempre acesso visual a elas. No entanto, e como esta melhoria ainda não tinha sido implementada, havia necessidade de melhorar todo o processo e deste modo padronizá-lo devido às quantidades de tarefas nele envolvidas e ao facto de não haver organização na realização da mesma. Assim, e para aumentar a disponibilidade dos dois equipamentos, foi aplicado o método SMED, com intenção de se conseguir diminuir os tempos de *setup* e obter uma padronização do processo. Cada material necessita de um grão diferente na lixa que se utiliza para lixar, dependendo das suas especificações, o que torna a mudança de lixas regular em cada uma das máquinas.

Para ser aplicada a metodologia SMED é necessário seguir diversos passos. Sendo assim, começou-se pela observação e estudo do trabalho, que previamente foi filmado em todos os turnos. Após isto, houve uma separação de atividades internas e de atividades externas. Posteriormente, tentou passar-se todas as atividades possíveis que eram consideradas externas, para atividades internas, e, após isto, diminuíram-se ao máximo o tempo de todas as atividades internas.

Como já foi mencionado, para o estudo inicial foi necessário filmar os 3 turnos em várias mudanças de lixas para a lixagem e dos 2 turnos para a pré-lixagem. Estas filmagens foram utilizadas para analisar detalhadamente cada operação dentro deste processo. Estas operações além de enumeradas foram também cronometradas. Após a sua enumeração fez-se a separação das atividades internas e externas. Sem a nova “casa das lixas” alocada ao novo local onde se irá localizar não foi possível passar tantas atividades internas para externas. No entanto, fez-se um estudo para apresentar à organização onde são notórios os tempos ganhos com o *setup*, mas ainda mais notórios o tempo ganho caso o novo *layout* já estivesse implementado.



Com esta nova reorganização e divisão das atividades, os tempos de *setup* na pré-lixagem diminuiram de 49 minutos e 48 segundos para 43 minutos e 45 segundos, mas poderia diminuir para 37 minutos e 43 segundos com a nova localização da casa das lixas (Tabela 24).

Tabela 24 - Tempos de *SETUP* Pré-lixagem

TEMPO	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
<i>SETUP/SETUP</i>	50'	43'45"	37'43"
<i>SETUP/Semana</i>	350'	437'30"	377'17"
Redução Tempo %	-	12,19%	24,35%

Na lixagem diminuiu de 33 minutos e 48 segundos para 31 minutos e 50 segundos, mas poderia diminuir para 27 minutos e 57 segundos caso se avance com a mudança de localização da casa das lixas (Tabela 25).

Tabela 25 - Tempos de *SETUP* Lixagem

TEMPO	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
<i>SETUP/SETUP</i>	34'	31'50"	27'57"
<i>SETUP/Semana</i>	374'	339'	307'
Redução Tempo %	-	8,90%	26,30%

Para que esta padronização fosse facilmente cumprida pelos operadores da máquina criaram-se cartões para que os mesmos fossem deixados na secretária alocada a cada uma das máquinas para assim eles poderem ir lendo à medida que iam fazendo o *setup*. Os cartões que estão representados na figura 35 são referentes à pré-lixagem sem a implementação da nova casa das lixas (Figura 35 (a)) e com a implementação da nova casa das lixas (Figura 35 (b)).

<p style="text-align: center;"><b>SETUP PRÉ-LIXAGEM</b></p> <p><b>1. Preparar Novo Pedido (Tarefa Externa)</b></p> <p>1.1 Ver especificação do novo produto 1.2 Buscar ferramentas 1.3 Colocar europaletes</p> <p><b>2. Ir buscar novas lixas</b></p> <p><b>3. Trocar empurradores na entrada da máquina se necessário se a dimensão do produto tiver mudado</b></p> <p><b>4. Fechar Clapeta de aspiração</b></p> <p><b>5. Parar Lixadeira 1</b></p> <p><b>6. Retirar lixas usadas das cabeças lixadeira 1 e colocá-las junto do equipamento</b></p> <p>6.1 Abrir as portas das cabeças da lixadeira e desapertar o manípulo de segurança 6.2 Puxar lixas das cabeças da lixadeira 6.3 Colocar lixas previamente selecionadas no equipamento e pousar a usada junto do equipamento 6.4 Colocar e empurrar novas lixas. Apertar o manípulo de segurança 6.5 Ajustar altura da cabeça da lixadora 6.6 Fechar porta da cabeça lixadeira</p> <p><b>7. Parar Lixadeira 2</b></p> <p><b>8. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 2 e colocá-las junto do equipamento</b></p> <p>8.1 Abrir porta da cabeça da lixadeira e desapertar o manípulo de segurança 8.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira</p>	<p>8.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento e pousar a usada junto do equipamento</p> <p>8.4 Colocar e empurrar nova lixa. Apertar o manípulo de segurança</p> <p>8.5 Ajustar altura da cabeça da lixadora</p> <p>8.6 Fechar porta da cabeça lixadeira</p> <p><b>9. Ligar lixadeira 2 e ajustar altura da mesa</b></p> <p>9.1 Ajustar altura mesa de acordo com especificação do produto final</p> <p><b>10. Adaptar gaveta para o novo tamanho de produto final</b></p> <p><b>11. Ligar lixadeira 1 e ajustar altura da mesa</b></p> <p>11.1 Ajustar altura mesa de acordo com especificação do produto final</p> <p><b>12. Abrir Clapeta da aspiração</b></p> <p><b>13. Testar e Realizar Ajustagens das lixadeira 1 e 2</b></p> <p><b>Procedimento de Ajustagem (repetir até conforme)</b></p> <p>13.1 Avançar duas placas até ao final da lixagem (1 placa em cada tapete)</p> <p>13.2 Retirar Placas</p> <p>13.3 Verificar Dimensões das espessuras das placas (topo, meio e fim da placa)</p> <p>13.4 Ajustar cabeça das máquinas de acordo com diferença: Valor Objetivo – Valor Real</p> <p>&gt; <b>Diferença Negativa</b> – Afastar cabeça de lixar &gt; <b>Diferença Positiva</b> – Aproximar cabeça de lixar</p> <p>13.5 Registrar os valores da espessura no Egitron</p> <p><b>14. Arranque de Produção e Registo de Troca de Lixas</b></p> <p>15. Colocar lixas usadas no respetivo contentor e preencher a folha de produção para o novo material (Tarefa Externa)</p>
(a)	
<p style="text-align: center;"><b>SETUP PRÉ-LIXAGEM</b></p> <p><b>1. Preparar Novo Pedido (Tarefa Externa)</b></p> <p>1.1 Ver especificação do novo produto 1.2 Buscar ferramentas 1.3 Colocar europaletes</p> <p><b>2. Ir buscar novas lixas</b></p> <p><b>3. Trocar empurradores na entrada da máquina se necessário se a dimensão do produto tiver mudado</b></p> <p><b>4. Fechar Clapeta de aspiração</b></p> <p><b>5. Parar Lixadeira 1</b></p> <p><b>6. Retirar lixas usadas das cabeças lixadeira 1 e colocá-las junto do equipamento</b></p> <p>6.1 Abrir as portas das cabeças da lixadeira e desapertar o manípulo de segurança 6.2 Puxar lixas das cabeças da lixadeira 6.3 Colocar lixas previamente selecionadas no equipamento e pousar a usada junto do equipamento 6.4 Colocar e empurrar novas lixas. Apertar o manípulo de segurança 6.5 Ajustar altura da cabeça da lixadora 6.6 Fechar porta da cabeça lixadeira</p> <p><b>7. Parar Lixadeira 2</b></p> <p><b>8. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 2 e colocá-las junto do equipamento</b></p> <p>8.1 Abrir porta da cabeça da lixadeira e desapertar o manípulo de segurança 8.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira</p>	<p>8.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento e pousar a usada junto do equipamento</p> <p>8.4 Colocar e empurrar nova lixa. Apertar o manípulo de segurança</p> <p>8.5 Ajustar altura da cabeça da lixadora</p> <p>8.6 Fechar porta da cabeça lixadeira</p> <p><b>9. Ligar lixadeira 2 e ajustar altura da mesa</b></p> <p>9.1 Ajustar altura mesa de acordo com especificação do produto final</p> <p><b>10. Adaptar gaveta para o novo tamanho de produto final</b></p> <p><b>11. Ligar lixadeira 1 e ajustar altura da mesa</b></p> <p>11.1 Ajustar altura mesa de acordo com especificação do produto final</p> <p><b>12. Abrir Clapeta da aspiração</b></p> <p><b>13. Testar e Realizar Ajustagens das lixadeira 1 e 2</b></p> <p><b>Procedimento de Ajustagem (repetir até conforme)</b></p> <p>13.1 Avançar duas placas até ao final da lixagem (1 placa em cada tapete)</p> <p>13.2 Retirar Placas</p> <p>13.3 Verificar Dimensões das espessuras das placas (topo, meio e fim da placa)</p> <p>13.4 Ajustar cabeça das máquinas de acordo com diferença: Valor Objetivo – Valor Real</p> <p>&gt; <b>Diferença Negativa</b> – Afastar cabeça de lixar &gt; <b>Diferença Positiva</b> – Aproximar cabeça de lixar</p> <p>13.5 Registrar os valores da espessura no Egitron</p> <p><b>14. Arranque de Produção e Registo de Troca de Lixas</b></p> <p>15. Colocar lixas usadas no respetivo contentor e preencher a folha de produção para o novo material (Tarefa Externa)</p>
(b)	

Figura 35 – Cartões de *setup* da pré-lixagem

Os cartões que estão representados na figura 36 são referentes à lixagem sem a implementação da nova casa das lixas (Figura 36 (a)) e com a implementação da nova casa das lixas (Figura 36 (b)).




<p style="text-align: center;"><b>SETUP LIXAGEM</b></p> <p><b>1. Preparar Novo Pedido (Tarefa Externa)</b></p> <p>1.1 Buscar ferramentas 1.2 Colocar europaletes</p> <p>2. Ir buscar lixas à casa das Lixas</p> <p>3. Fechar Clapeta de aspiração. Parar Lixadeira 1 e depois parar Lixadeira 2 (após saída da última placa na L2)</p> <p>4. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 1 e colocá-las junto do equipamento</p> <p>4.1 Abrir cabeça lixadeira rodando para Open 4.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira 4.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento 4.4 Colocar e empurrar nova lixa 4.5 Fechar cabeça lixadeira rodando para Locked</p> <p>5. Ligar lixadeira 1 e ajustar cabeças (grão da Lixa) e máquinas (espessura)</p> <p>5.1 Fazer reset do equipamento 5.2 Ajustar altura da cabeça lixadeira de acordo com grão da nova lixa inserida 5.3 Ajustar altura das máquinas de acordo com espessura pretendida do novo material a lixar</p> <p>6. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 2 e colocá-las junto do equipamento</p> <p>6.1 Abrir cabeça lixadeira rodando para Open 6.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira 6.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento 6.4 Colocar e empurrar nova lixa 6.5 Fechar cabeça lixadeira rodando para Locked</p> <p>7. Ligar lixadeira 2 e ajustar cabeças (grão da Lixa) e máquina (espessura)</p> <p>7.1 Fazer reset do equipamento</p>	<p>7.2 Ajustar altura da cabeça lixadeira de acordo com grão da nova lixa inserida 7.3 Ajustar altura das máquinas de acordo com espessura pretendida do novo material a lixar</p> <p>8. Abrir aspiração</p> <p>9. Na consola seleccionar Dados do programa</p> <p>9.1 Clicar sobre o programa atual e inserir o código do novo programa (mudança para 1800 e o 3) 9.2 Fazer reset aos robots 9.3 Tapar ventosas dos robots 9.4 Rearmar barreiras de segurança e ligar robots e tapetes de saída 9.5 Iniciar procedimento de autocontrolo, recolhendo duas placas da linha para analisar aspeto visual e espessura do material</p> <p>10. Testar e Realizar Afições das lixadeira 1 e 2</p> <p><b>Procedimento de Afição (repetir até conforme)</b></p> <p>10.1 Avançar duas placas até ao final da lixagem (1 placa em cada tapete) 10.2 Retirar Placas 10.3 Verificar Dimensões das espessuras das placas (topo, meio e fim da placa) 10.4 Ajustar cabeça das máquinas de acordo com diferença: Valor Objetivo – Valor Real &gt; <b>Diferença Negativa</b> – Afastar cabeça de lixar &gt; <b>Diferença Positiva</b> – Aproximar cabeça de lixar 10.5 Registrar os valores da espessura no Egitron</p> <p>11. Arranque de Produção e Registo de Troca de Lixas</p> <p>12. Colocar lixas usadas no respetivo contentor e preencher a folha de produção para o novo material (Tarefa Externa)</p>
(a)	
<p style="text-align: center;"><b>SETUP LIXAGEM</b></p> <p><b>1. Preparar Novo Pedido (Tarefa Externa)</b></p> <p>1.1 Buscar ferramentas 1.2 Colocar europaletes 1.3 Buscar lixas</p> <p>2. Fechar Clapeta de aspiração. Parar Lixadeira 1 e depois parar Lixadeira 2 (após saída da última placa na L2)</p> <p>3. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 1 e colocá-las junto do equipamento</p> <p>3.1 Abrir cabeça lixadeira rodando para Open 3.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira 3.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento 3.4 Colocar e empurrar nova lixa 3.5 Fechar cabeça lixadeira rodando para Locked</p> <p>4. Ligar lixadeira 1 e ajustar cabeças (grão da Lixa) e máquinas (espessura)</p> <p>4.1 Fazer reset do equipamento 4.2 Ajustar altura da cabeça lixadeira de acordo com grão da nova lixa inserida 4.3 Ajustar altura das máquinas de acordo com espessura pretendida do novo material a lixar</p> <p>5. Retirar lixas usadas da cabeça lixadeira 2 e colocá-las junto do equipamento</p> <p>5.1 Abrir cabeça lixadeira rodando para Open 5.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira 5.3 Colocar lixa previamente selecionada no equipamento 5.4 Colocar e empurrar nova lixa 5.5 Fechar cabeça lixadeira rodando para Locked</p> <p>6. Ligar lixadeira 2 e ajustar cabeças (grão da Lixa) e máquina (espessura)</p> <p>6.1 Fazer reset do equipamento</p>	<p>6.2 Ajustar altura da cabeça lixadeira de acordo com grão da nova lixa inserida 6.3 Ajustar altura das máquinas de acordo com espessura pretendida do novo material a lixar</p> <p>7. Abrir aspiração</p> <p>8. Na consola seleccionar Dados do programa</p> <p>8.1 Clicar sobre o programa atual e inserir o código do novo programa (mudança para 1800 e o 3) 3.2 Puxar lixa da cabeça lixadeira 8.3 Fazer reset aos robots 8.4 Tapar ventosas dos robots 8.5 Rearmar barreiras de segurança e ligar robots e tapetes de saída 8.6 Iniciar procedimento de autocontrolo, recolhendo duas placas da linha para analisar aspeto visual e espessura do material</p> <p>9. Testar e Realizar Afições das lixadeira 1 e 2</p> <p><b>Procedimento de Afição (repetir até conforme)</b></p> <p>9.1 Avançar duas placas até ao final da lixagem (1 placa em cada tapete) 9.2 Retirar Placas 9.3 Verificar Dimensões das espessuras das placas (topo, meio e fim da placa) 9.4 Ajustar cabeça das máquinas de acordo com diferença: Valor Objetivo – Valor Real &gt; <b>Diferença Negativa</b> – Afastar cabeça de lixar &gt; <b>Diferença Positiva</b> – Aproximar cabeça de lixar 9.5 Registrar os valores da espessura no Egitron</p> <p>10. Arranque de Produção e Registo de Troca de Lixas</p> <p>11. Colocar lixas usadas no respetivo contentor e preencher a folha de produção para o novo material (Tarefa Externa)</p>
(b)	

Figura 36 - Cartão *setup* com casa das lixas pré-lixagem

Para a mudança de ferramentas seguiu-se exatamente o mesmo processo que para a padronização do *setup*, criando-se também cartões deixados nas secretarias alocadas a cada uma das máquinas para que os mesmos fossem cumpridos sempre que havia necessidade de uma troca de ferramenta da pré-

lixagem (Figura 37 (a)) e da lixagem (Figura 37 (b)). Esta ajuda visual auxilia no procedimento fazendo com que todos os passos estejam encadeados uns nos outros, diminuindo o tempo de desperdício, e fazendo com que nenhum dos itens mencionados não seja esquecido, não sendo, por sua vez, cumprido.

(a)

 <b>Modo Operatório Mudança de Lixas</b>		
Máquina: Pré-Lixagem		
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina		
Nº	Operador 1	VE
1	Colocar luvas	E
2	Preparar ferramentas necessárias	E
3	Fechar a aspiração, rodar o botão de esticar a lixa para a direita e desligar as cabeças das máquinas	E
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina		
Tarefas Internas - Máquina Parada		
Nº	Operação	VE
1	Adequar a lixa necessária	I
2	Abri a porta da cabeça, desenroscar os dois travões anti-vibratórios	I
3	Retirar lixa usada/gasta do suporte dentro da máquina e colocá-la ao lado da máquina	I
4	Ir à casa das Lixas buscar uma nova lixa	I
5	Colocar a nova lixa no suporte dentro da máquina	I
6	Enroscar os dois travões anti-vibratórios e fechar a porta da cabeça	I
7	Ajustar a espessura na máquina em função da especificação do produto a lixar	I
8	Ligar a aspiração, esticar as lixas e ligar as cabeças das máquinas	I
9	Testar uma placa para verificar a altura das máquinas	I
10	Verificar espessura do material e registar no Egtron, ajustar a máquina se necessário	I
Tarefas Internas - Máquina Parada		
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina		
Nº	Operação	VE
1	Colocar lixa usada no respetivo contentor	E
2	Arumar as ferramentas utilizadas	E
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina		
MO - Lixas - 1 OPERADOR		

(b)


 <b>Modo Operatório Mudança de Lixas</b>		
Máquina: Lixagem		
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina		
Nº	Operador 1	VE
1	Colocar luvas	E
2	Preparar ferramentas necessárias	E
3	Fechar a aspiração e desligar as cabeças das máquinas	E
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina		
Tarefas Internas - Máquina Parada		
Nº	Operação	VE
1	Adequar a lixa necessária	I
2	Abri a porta da cabeça, rodar o botão "QUICK - LOCK" para a esquerda ("OPEN") e rodar o botão de esticar a lixa para baixo	I
3	Retirar lixa usada/gasta do suporte dentro da máquina e colocá-la ao lado da máquina	I
4	Ir à casa das Lixas buscar uma nova lixa	I
5	Colocar a nova lixa no suporte dentro da máquina	I
6	Rodar o botão "QUICK - LOCK" para a direita ("LOCKED"), rodar o botão de esticar a lixa para cima e fechar a porta da cabeça	I
7	Ajustar a espessura na máquina em função da especificação do produto a lixar	I
8	Ligar a aspiração e as cabeças das máquinas	I
9	Testar uma placa para verificar a altura das máquinas	I
10	Verificar espessura do material e registar no Egtron, ajustar a máquina se necessário	I
Tarefas Internas - Máquina Parada		
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina		
Nº	Operação	VE
1	Colocar lixa usada no respetivo contentor	E
2	Arumar as ferramentas utilizadas	E
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina		
MO - Lixas - 1 OPERADOR		

Figura 37 - Cartão mudança de ferramentas Pré-Lixagem e da Lixagem

A mudança de ferramentas na pré-lixagem passou de 16 minutos para 14 minutos e 57 segundos, mas poderia diminuir para 9 minutos e 51 segundos caso a casa das lixas seja implementada (Tabela 26).

Tabela 26 - Tempos mudança de lixas pré-lixagem

TEMPO	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa	16'	14'57"	9'51"
Mudança de 1 lixa/ semana	736'	659'30"	433'24"
Redução Tempo %	-	8,90%	40,56%

Na lixagem passou de 13 minutos e 2 segundos para 11 minutos e 30 segundos, poderia diminuir para 5 minutos e 51 segundos (Tabela 27).

Tabela 27 - Tempos mudança de lixas lixagem

TEMPO	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa	13'	11'30"	5'51"
Mudança de 1 lixa/ semana	552'	552'	281'32"
Redução Tempo %	-	11,50%	57,70%

## 5.6. Padronização de atividades

Desenvolveram-se cartões onde estão discriminadas todas as tarefas a serem realizadas por turno, de maneira que todas as atividades fossem padronizadas e realizadas de igual modo por todos os operadores que utilizam estas máquinas (Anexo V, Anexo VI, Anexo VII e Anexo VIII).

Estes cartões ficaram localizados nas mesas de trabalho de cada uma das máquinas, para que os funcionários os possam ver e, assim, serem lembrados do que é necessário realizar, bem como a ordem pela qual devem ser realizadas as operações, tornando assim as suas atividades semelhantes, padronizando todo o processo.

A par da criação destes cartões foram feitas ações de sensibilização e formação dos funcionários para que os mesmos passassem a realizar as tarefas exatamente como descritas em cada um dos cartões.

Todos os operadores tiveram conhecimento da existência dos cartões e do seu objetivo através de formação prévia, com chamada de atenção para as frequências de autocontrolo e modos de alimentação do equipamento de pré-lixagem e lixagem. Estas informações estão bem definidas e bem visíveis, para todos os operadores.



Estes cartões de atividades são instruções de trabalho, mostrando, de forma clara e explícita, a sequência das tarefas a realizar. Os cartões das atividades para os equipamentos de pré-lixagem (Figura 38 (a)) e lixagem (Figura 38 (b)).



(a)



(b)

Figura 38 – Ficha de operações das atividades para os equipamentos de pré-lixagem e lixagem

## 5.7. Manutenção autónoma

Para tentar colmatar as avarias sentidas nos equipamentos, e após uma reunião com o departamento de manutenção, percebeu-se que muitas das avarias mais recorrentes poderiam ser evitadas caso se avançasse com planos de manutenção autónoma para ambas as máquinas. Após o levantamento, estudo e a análise das avarias durante a semana 13 e a semana 46, percebeu-se junto do departamento de manutenção que a maioria das avarias poderiam ser evitadas caso houvesse uma manutenção autónoma da máquina realizada pelo operador da mesma.

Após esta análise procurou-se perceber os reais motivos que davam origem a estas avarias. Para facilitar esta compreensão o departamento de manutenção explicou que todos eles poderiam ser evitados através de uma manutenção autónoma. Assim, foi notório que pôr em uso um plano de manutenção autónoma para cada uma das duas máquinas ajudaria a diminuir os tempos de paragem por avarias e, por sua vez, melhorar a disponibilidade de cada uma das duas máquinas.

Como o plano TPM estava desatualizado e não estava em uso na pré-lixagem, fez-se uma atualização do mesmo e deu-se formação aos operadores. No entanto, para a lixagem teve de ser feito um plano de raiz.

Para este plano de manutenção existe um quadro, ordenado por números de tarefas onde se posicionam cartões. Cada um dos cartões encontrados no quadro tem uma lista de tarefas posicionadas ao lado, cada cartão tem uma lista, onde são descritas todas as atividades realizadas para aquele cartão do quadro associado, os materiais que são necessários e mesmo algumas imagens das suas intervenções. Reuniu-se com os operadores e com alguns colaboradores do departamento de manutenção para se iniciar a elaboração da listagem de tarefas que deveriam constar nos planos de manutenção autónoma. Ouvir todos os operadores que trabalham com estas máquinas foi fundamental, pois eles conhecem as máquinas melhor do que ninguém e sabem onde e como acontecem a maioria das avarias bem como problemas relacionados com as máquinas e ou material. Dar-lhes voz torna-os parte integrante do processo, o que os faz sentir envolvidos e motivados a demonstrar a mudança, fazendo-a acontecer. Assim, listaram-se todas as atividades que podem evitar as avarias mais recorrentes, bem como as menos recorrentes e que podem ser realizadas pelos operadores das máquinas de forma segura (Anexo IX e Anexo X). Após isso, determinou-se a periodicidade de cada uma das tarefas para cada um dos equipamentos. Seguidamente, organizaram-se as atividades por cartões tendo a periodicidade das atividades e o local onde as mesmas se realizavam para otimizar o tempo utilizado e tornando a paragem o mais pequena possível. Para a pré-lixagem totalizaram-se 16 cartões, 7 cartões de 8 em 8 semanas, 9 cartões de 4 em 4 semanas (Figura 39) (Anexo XI).

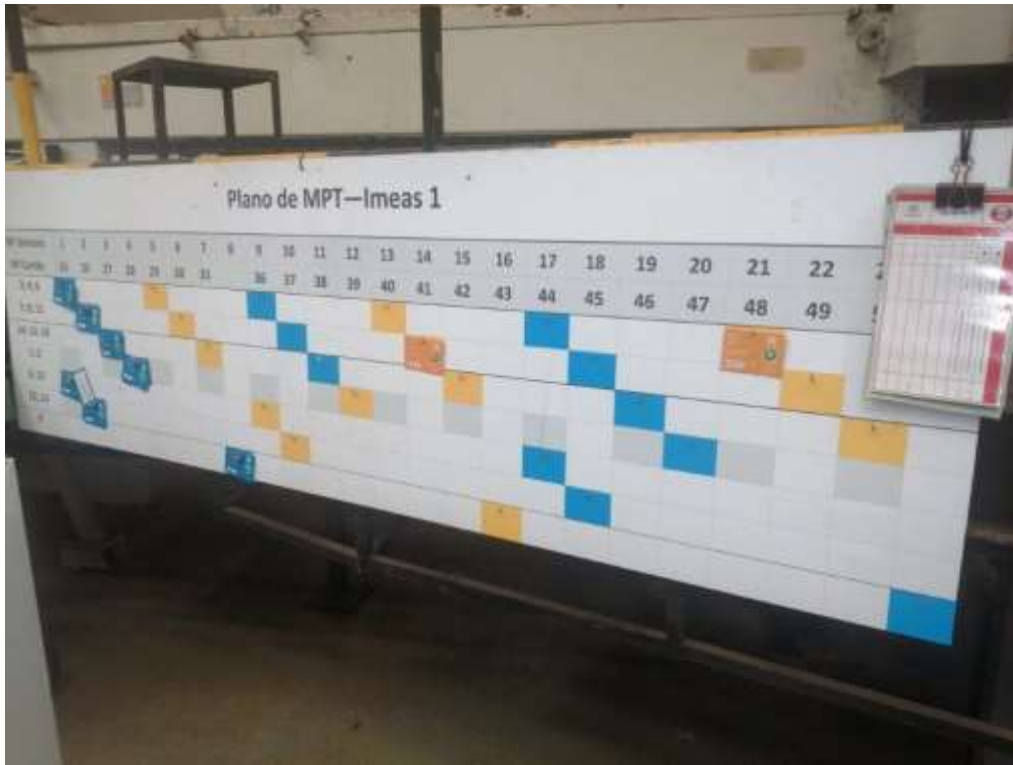


Figura 39 - Quadro TPM pré-lixagem

Na lixagem foram 27 cartões, 9 cartões semanalmente, 1 de duas em duas semanas, 10 cartões de 4 em 4 semanas, 6 cartões de 8 em 8 semanas e 1 cartão de 14 em 14 semanas (Figura 40) (Anexo XII). Através de observação, concluiu-se que as principais causas de perda de disponibilidade dos equipamentos de pré-lixagem e lixagem são os tempos em avarias. Então, foram desenvolvidos planos de manutenção autónoma. Os operadores realizaram atividades semanalmente, tendo como objetivo maior fiabilidade dos equipamentos. Assim, verificou-se que as avarias ocorreram com menos frequência, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e, ainda, passaram a apoiar o departamento de manutenção.





Figura 40 - Quadro TPM Lixagem

Apesar destas manutenções não evitarem avarias, colocam os funcionários numa posição de atenção para prevenir as mesmas, podendo a equipa de manutenção intervir antes da avaria ocorrer durante os períodos em que as máquinas não estão operacionais, que é o caso dos fins-de-semana.

O objetivo é criar atividades de rápida realização e acessíveis a todos os funcionários que nestas máquinas trabalhem para que seja alcançável cumprir o plano.

O TPM veio ajudar na implementação da arrumação e limpeza do posto de trabalho, pois sempre que é feito o TPM também é realizada uma limpeza à zona envolvente com ar comprimido e a ajuda de canais de aspiração.

## 5.8. 5'S

Para se tentar contrariar a tendência de amontoar as lixas numa estante e combater a desorganização nas áreas onde estas estavam armazenadas foi necessário implementar a metodologia dos 5'S.

Assim, começou-se por separar todas as lixas úteis e não úteis das estantes e suportes. Fez-se um levantamento de todos os tipos de lixas utilizadas em cada um dos materiais nas duas máquinas. Assim chegou-se à conclusão de que apenas eram necessários 6 tipos de lixas (grão 24, 40, 60, 80, 100, 120) em vez dos 8 tipos iniciais, chegando-se, assim, a uma listagem das lixas mais utilizadas que está demonstrada na tabela seguinte (Tabela 28).

Tabela 28 - Lixas mais utilizadas

Nº GRÃO DA LIXA	LIXAS UTILIZADAS/MÊS
Grão 40	113
Grão 60	121
Grão 80	188
Grão 100	157
Grão 120	232

Após esta separação, houve a necessidade de se organizar as lixas por grão de lixagem. Para esta organização foi necessário colocar cada tipo de lixas num braço diferente, ficando localizadas a uma altura mais confortável para os funcionários (Figura 41).



Figura 41 - Arrumação final das lixas

De seguida, houve a necessidade de limpar o espaço que se encontrava sujo e com restos de lixas espalhados pelo chão e pela estante (Figura 42).



Figura 42 - O antes da organização da casa das lixas

Após estes 3 primeiros S's para serem sustentados e cumpridos é necessária a utilização de sinalizações visuais para que os operadores não esqueçam e deixem de ser cumprir.

Para se proceder à sua normalização na casa das lixas, colocou-se, em cada braço de suporte das lixas, a gramagem de cada uma das lixas que eram armazenadas, para que, através desta gestão visual, fosse de fácil acesso e intuição perceber onde se localiza a lixa necessária (Figura 43).



Figura 43 - Arrumação final das lixas por gramagem

Sensibilizaram-se os operadores das duas máquinas para que as lixas não fossem deixadas espalhadas (Figura 44 (a)) e perdidas junto das máquinas correspondentes, para que o posto de trabalho se mantivesse sempre limpo e organizado (Figura 44 (b) e (c)).



(a)



(b)



(c)

Figura 44 - Antes da implementação dos 5'S (a) e (b), e depois da implementação dos 5'S (c)

O armário existente na lixagem também sofreu melhorias na sua organização após a implementação dos 5'S. Para as ferramentas utilizadas, excluindo as lixas, o local do seu armazenamento estava, inicialmente, desordenado e pouco asseado (Figura 45), como mencionado anteriormente.



Figura 45 - Local das ferramentas antes dos 5'S – lixagem

Assim, fez-se também a implementação da gestão visual, tornando o armazenamento e procura das mesmas simples e intuitivo, podendo ser executada a procura de uma ferramenta muito mais rapidamente (Figura 46).

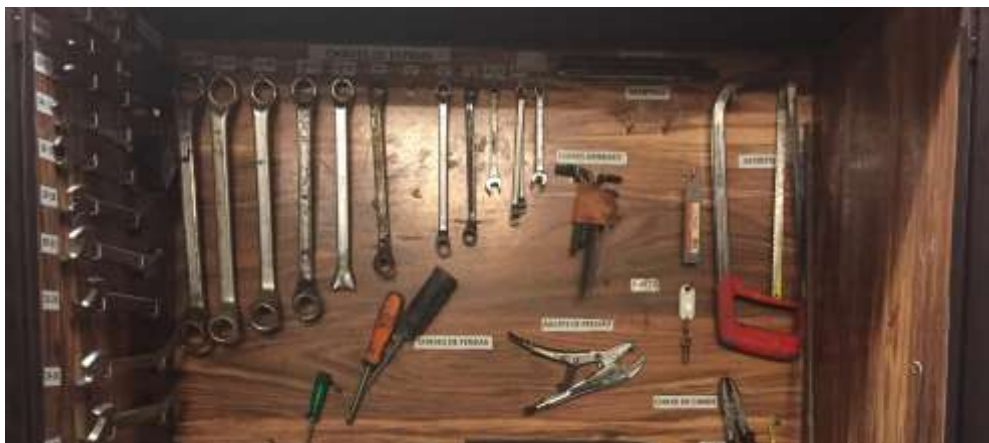


Figura 46 - Nova estante para as ferramentas após os 5'S – lixagem

O último S dos 5'S passa pela disciplina e é utilizado para assegurar o cumprimento de todos os anteriores. O método 5S já era utilizado noutras áreas da empresa e era realizado semanalmente. Passou



a ser integrada também as áreas do armazenamento das lixas, que ficaram a ser da responsabilidade dos funcionários que trabalham naquelas duas máquinas. Este método passa pelo preenchimento de uma *check-list*, composto por algumas perguntas que, consoante a resposta a cada uma das questões, no final havia uma avaliação, e caso todos os pontos obtivessem o “ok” estas áreas passavam a estar no quadro *kaizen* a verde. Caso não se verificassem os pontos todos “ok” passaria a estar a vermelho no quadro *kaizen*.

Após a observação da localização das caixas de ferramentas fixas utilizadas pelos funcionários de cada máquina percebeu-se que havia bastante desperdício de deslocamento para ser alcançada uma lanterna, ou até mesmo uma chave de fendas. Para que este desperdício seja minimizado organizaram-se duas malas com ferramentas (Figura 47), para serem colocadas junto do operador de cada máquina, para sempre que tenha necessidade de utilizar alguma delas não ter de percorrer distâncias que lhe vão ocupar mais tempo de deslocação do que, muitas vezes, do que a solucionar o problema.

Esta metodologia foi também posta em prática quer na pré-lixagem, quer na lixagem, pois já não havia o hábito dos funcionários manterem os 5’S em vigor (Anexo XIII, Anexo XIV, Anexo XV e Anexo XVI).



Figura 47 - Caixa de ferramentas móvel para a pré-lixagem

Em suma, para que se pudesse garantir que as tarefas a realizar em cada equipamento fossem invariáveis, e assim proporcionar uma maior eficiência dos operadores, e em consequência, dos

equipamentos, as atividades de cada trabalhador foram padronizadas nas duas máquinas. Depois, com o objetivo de tornar os desperdícios de mudança de ferramentas em cada um dos equipamentos foi estudada uma possível mudança de *layout* da casa das lixas. Para tornarem o indicador de rendimento do equipamento de pré-lixagem e lixagem fidedigno, fez-se um ajustamento nas atividades que já existiam e adotaram-se novas tarefas no sistema de registo, para, objetivamente, tornar o cálculo do indicador verídico e fiável através do estudo de tempos e eliminação de desperdícios. Para isso eliminaram-se a maioria dos desperdícios e quebras tanto na disponibilidade como no rendimento das duas máquinas. Começou por fazer-se o estudo da cadência de cada uma delas, reduziram-se as distâncias das ferramentas, elaboraram-se soluções para que a disponibilidade e o rendimento de ambas as máquinas aumentasse e por fim realizaram-se rotinas para que os funcionários, sempre que fossem obrigados a parar as máquinas, dessem utilidade ao tempo não produtivo, podendo fazer tarefas, que não poderiam fazer com a máquina em funcionamento.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo visa a análise e discussão dos resultados obtidos das soluções propostas no capítulo anterior. Cada solução proposta foi analisada e discutida obtendo-se os resultados apresentados referentes às microparagens, rebentamentos de lixas, SMED, manutenção autônoma e os 5'S. Por último, é feito o balanço geral do OEE após as implementações das soluções apresentadas durante o capítulo.

### 6.1. Microparagens

Este subcapítulo reflete os resultados obtidos através da implementação das proposta e estratégias apresentadas no subcapítulo anterior referente à microparagens.

#### 6.1.1. *Subbertech*

Para o material *Subbertech* foi posto em estudo uma nova composição para o material e uma nova técnica para o seu depósito na máquina, para que o mesmo no processo de produção se tornasse mais homogêneo, ficando todo com uma espessura semelhante e dentro das especificações da pré-lixagem. Em relação a este material nada se pôde concluir pois os testes ainda estavam em curso aquando do término da dissertação. Segundo o departamento de desenvolvimento e de engenharia, estima-se que a velocidade de lixagem possa aumentar 30% caso o material tenha dimensões de espessura semelhantes, pois deixa de ser necessário alimentar a máquina à mão, passando esta a ser alimentada automaticamente tornando o processo mais rápido.

#### 6.1.2. *Authentica*

No *Authentica* obteve-se um ganho de 100% pois deixaram de ocorrer paragens. Os operadores demoravam-se cerca de 17 minutos a lixar uma palete completa de material, e durante estes 17 minutos existiam cerca de 6 paragens, cada paragem com cerca de 45 segundos. Eliminando os 4,5 min de paragens em que o operador se tinha de deslocar à caixa de saída do material para o colocar novamente dentro da caixa, as paletes passaram a demorar cerca de 12,5 min, obtendo-se assim um ganho de 36% de tempo (tabela 29).



Tabela 29 - Melhorias no tempo de paragens da *Authentica*

Nº de palete a lixar <i>Authentica</i>	Tempo a lixar a paleta no estado inicial (min)	Tempo a lixar a paleta depois das implementações (min)
1	17	12,5

### 6.1.3. *WISE*

Para o material *WISE* foi conseguiu-se atingir uma redução de paragens de cerca de 78%, de aproximadamente 6 paragens/hora obteve-se uma redução desse número para aproximadamente 1,2 paragens/hora. Este valor traduz uma redução por hora de *WISE* lixado de 15min/hora para 3min/hora (Tabela 30).

Tabela 30 - Nº de paragens no *Wise*

Nº de paragens/hora no estado inicial	Nº de paragens/hora depois das implementações
6	1,2

### 6.1.4. *DEKWALL*

No *DEKWALL* obteve-se uma diminuição percentual de paragens do estado inicial para o atual de 95%, passando de 42 paragens/hora para apenas 2. Conseguiu-se assim, passar de um tempo de paragens de 21min/hora de *DEKWALL* lixado para 1min/hora de *DEKWALL* lixado (Tabela 31).

Tabela 31 - Tempo de paragens do *Dekwall*

Tempo de paragens no estado inicial (min/hora)	Tempo de paragem depois das implementações (min/hora)
21	1

### 6.1.5. *XDP*

Para o material *XDP* conseguiu-se atingir uma redução de paragens de 12 paragens/hora para 2 paragens/hora, há uma redução de 83% do tempo de paragens (Tabela 32). Assim, foi possível obter um tempo de paragens que passou de 36 min/hora de *XDP* lixado de paragens para 6min/hora de *XDP*

lixado. Visto que este material é lixado na lixagem, a redução do seu custo de paragens anualmente caso só fosse lixado *XDP* na lixagem seria de 439875€/ano, uma redução de 465750€ para 25875€.

Tabela 32 - Tempo de paragens *XDP*

Tempo de paragens no estado inicial (min/hora)	Tempo de paragem depois das implementações (min/hora)
36	6

## 6.2. Rebetamento de lixas

Através do armazenamento das lixas que atualmente são utilizadas, mas armazenadas nas condições de temperatura e humidade informadas pelo fabricante, estas lixas acabam por ter uma durabilidade bastante superior, e, conseqüentemente, há uma redução do número de rebentamentos de lixas por semana.

Com a implementação da nova casa das lixas conseguia-se uma redução de custos unitários entre 38% e 83%. O grão da lixa onde a diferença de custos é mais reduzida, 38%, é a de grão 60, onde se verifica uma diferença entre custos totais dos rebentamentos de lixas por semana de 72,6€. No entanto, é na de grão 100 que se sente uma redução de custos percentuais bastante maiores. Com esta opção o somatório da diferença de custos anuais ronda os 24812€ (Apêndice I).

Com a utilização de novas lixas mas a serem armazenadas a condições de temperatura e ambiente normais a sua duração acaba por não ser a expectável. As lixas de grão 24, 60 e 40 acabariam por trazer custos ainda maiores que as que atualmente são utilizadas, e nas condições que atualmente são armazenadas. Esta opção acaba por não ser viável pois o somatório da diferença de custos anual é negativo, ou seja, acabaria por haver um prejuízo superior àquele que atualmente já é sentido (Apêndice II).

Com a utilização das novas lixas, nas condições de pressão e temperaturas ideais registam-se as maiores diferenças percentuais de custos. Com estas lixas e com a nova casa das lixas, para 3 tipos de grãos conseguimos uma redução de 100% no custo total, pois para estes 3 tipos de lixas não se verificaram rebentamentos durante o estudo feito (Tabela 33). A de grão 60 é o grão da lixa onde menos se sente a diferença de preços, 41%. Com esta opção o somatório da diferença de custos anuais ronda os 35835€, opção onde se verifica uma maior diferença, desta forma os custos associados seriam menores (Apêndice III).

Tabela 33 - Resultados do estudo com lixas atuais e novas lixas

Nº do grão da lixa	Quantidade utilizada/semana – no estado inicial	Preço total de lixas utilizadas/semana - estado inicial € (1)	Quantidade utilizada/semana – novas lixas	Preço total de lixas utilizadas/semana - novas lixas € (2)	Diferença de preços (€)	Redução de custos %	Dif. De custos anuais €	Somatório da diferença de custos anuais €
24	3	145,02	0	-	145,02	100%	6671	35835
40	7	338,38	1	65,41	272,97	81%	12557	
60	8	193,6	2	113,32	80,28	41%	3693	
80	9	118,63	1	27,5	91,13	77%	4192	
100	6	71,1	0	-	71,1	100%	3271	
120	10	118,5	0	-	118,5	100%	5451	

### 6.3. Layout e SMED

Através do *SMED* obteve-se, na pré-lixagem, uma redução de custos de cerca de 8375,7€/ano, aproximadamente de 12,2% (Tabela 34). Este valor anual com a implementação da nova casa das lixas, mudando o *layout* do *gamba*, poderia aproximar-se dos 16739€/ano, uma redução de cerca de 24,3% (Apêndice IV).

Tabela 34 - Custos *setup* na pré-lixagem

PRÉ-LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
SET-UP/ano	68 953 €	60 577 €	52 214 €
Redução Custo €/ano	-	8 375,70 €	16 738,50 €
Redução custo %	-	12,20%	24,30%

No caso da lixagem os custos agregados de *setup* são cerca de 2479€/ano, uma redução de tempo gasto de 5,8% (Tabela 35), mas, como acontece também na pré-lixagem, com a implementação da nova casa das lixas esta redução pode chegar até aos 7374€/ano, o que a nível percentual corresponde a cerca de 17,3%(Apêndice V).

Tabela 35 - Custos *setup* na lixagem

LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
SET-UP/ano	42 743 €	40 264 €	35 369 €
Redução Custo €/ano	-	2 479 €	7 374 €
Redução Custo %	-	5,80%	17,30%

Através da padronização da mudança de ferramentas observou-se uma redução de custos na mudança de ferramenta na pré-lixagem de cerca de 6154€/ano, a nível percentual é uma redução de 11,50% dos custos (Tabela 36). Através da implementação da nova casa das lixas esta redução pode chegar até aos 37259 €/ano, a nível percentual são cerca de 58,1% (Apêndice VI).

Tabela 36 - Custos mudança de ferramentas na pré-lixagem

PRÉ-LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa/ ano (44unidades)	113 142 €	100 087 €	47 432 €
Redução Custo €/ano	-	13 055 €	65 709 €
Redução Custo %	-	11,50%	58,10%

Já no caso da lixagem, para a mesma operação, a redução de custos com a implementação do SMED são cerca de 13055€/ano, cerca de 8,80% (Tabela 37), com a implementação da nova casa das lixas esta redução poderia chegar aos 65709€/ano, uma redução de cerca de 53,5% (Apêndice VII).

Tabela 37 - Tabela 36 - Custos mudança de ferramentas na lixagem

LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa/ ano (46unidades)	69 634 €	63 480 €	32 375 €
Redução Custo €/ano	-	6 154 €	37 259 €
Redução Custo %	-	8,80%	53,50%

#### 6.4. Padronização das atividades e manutenção autónoma

A padronização das atividades foi uma mais valia sentida pelos operadores. Estes começaram a ser mais organizados a executar as suas tarefas, bem como a não se esquecerem de nenhum passo importante durante as atividades que iam realizando, pois com a ajuda visual isso era simplificado.

Através da padronização e ajudas visuais reimplementou-se também o TPM e apesar de não se ter conseguido fazer um novo estudo em relação às avarias das máquinas para se perceber se o TPM em cada uma delas realmente diminuía a percentagem de paragens, o departamento de manutenção estimou que, de acordo com as paragens atuais, cerca de 62% (44%+18%) das mesmas na lixagem e 92% (34% + 26% + 19% + 13%) na pré-lixagem poderiam deixar de existir. O desgaste dos constituintes

das máquinas são visíveis e facilmente identificados pelos funcionários das mesmas e poderiam ter intervenções programadas da manutenção durante os fins-de-semana (tempo em que as máquinas estavam paradas) evitando assim as suas avarias durante a produção.

Se se verificar a estimativa realizada pelo departamento de manutenção poderá chegar-se a redução de custos de paragens de máquina na lixagem de 46575€/ano para 17698,5€/ano, tendo um benefício de 28877€/ano. Na pré-lixagem esta redução de custos poderá verificar-se numa diferença de cerca de 57322€/ano (Tabela 38), pois inicialmente o custo em paragens era cerca de 62307€/ano estimando-se que atualmente será de 4984,6€/ano (Apêndice VIII).

Tabela 38 - Benefício do TPM

Máquina	Tempo de não paragem/ano	Benefício das paragens/ano
LIXAGEM	192,51h	28 877 €
PRÉ-LIXAGEM	222,18h	57 322 €

## 6.5. 5'S

Através da implementação e reimplementação dos 5'S começou a haver muito mais organização e limpeza no espaço de trabalho. Passaram a realizar-se semanalmente auditorias às duas máquinas bem como à casa das lixas, e o valor final de ambas foi sempre superior a 90% (Anexo XVII). O sucesso da sua implementação passou pelo esforço dos funcionários que nestas máquinas trabalhavam, pois, foi devido a eles que estes valores foram alcançados, acabando por passar nas auditorias sempre de forma exemplar.

## 6.6. OEE

A média do valor do OEE entre a semana 13 e a semana 52 de 2019 para a pré-lixagem rondava os 38,05%. O valor máximo do rendimento durante estas semanas foi de 69% e o valor mínimo foi de 33,3%, a média do rendimento é de 52,98%. Na disponibilidade o valor máximo registado foi 86% e o mínimo foi de 53%, com uma média nestas semanas de 71,1%. A qualidade obtida nestas semanas foi em média 99,91%, tendo sido registado o valor máximo de 100% e o mínimo de 99,81%.

Para a lixagem a média do valor do OEE entre a semana 13 e a semana 52 de 2019 rondava os 44,89%. O valor máximo do rendimento durante estas semana foi de 86,9% e o valor mínimo foi de 9,7%, a sua média foi de 58,1%. Na disponibilidade o valor máximo registado foi 82% e o mínimo foi de 56%, com

uma média nestas semanas de 72,3%. A percentagem de qualidade obtida nestas semanas foi em média 99,91%, tendo sido registado o valor máximo de 99,99% e o mínimo de 99,74%.

No entanto, entre a semana 1 e 13 de 2020, o valor do OEE na pré-lixagem rondou os 60,24%. O valor máximo do rendimento durante estas semana foi de 87,3% e o valor mínimo foi de 61,4%, a média foi cerca de 75%. Na disponibilidade o valor máximo registado foi 83% e o mínimo foi de 71%, com uma média nestas semanas de cerca de 79%. A qualidade manteve-se com valores similares aos resultados iniciais do estudo e nestas semanas a sua média foi de 99,95%, tendo sido registado o valor máximo de 100% e o mínimo de 99,98% (Figura 48) (Anexo XVIII).

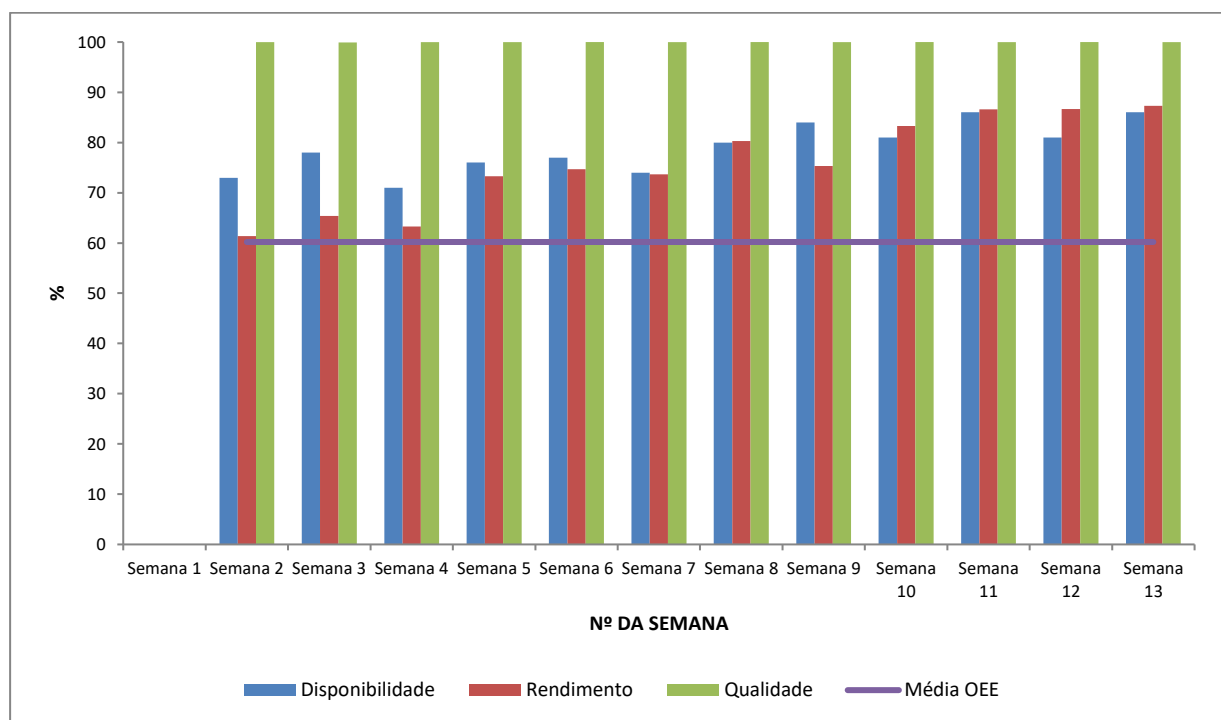


Figura 48 - %Disponibilidade, %rendimento, %qualidade / semana - pré-lixagem semana 1 a 13 de 2020

A média do valor do OEE entre a semana 1 e a semana 13 de 2020 para a lixagem rodava os 58,26%. O valor máximo do rendimento durante estas semana foi de 82,9% e o valor mínimo foi de 57,9%, a média foi cerca de 71%. Na disponibilidade o valor máximo registado foi 87% e o mínimo foi de 74%, com uma média nestas semanas cerca de 82% (Figura 49). O rendimento obtido nestas semanas foi em média 99,82%, tendo sido registado o valor máximo de 99,99% e o mínimo de 99,91% (Anexo XIX).

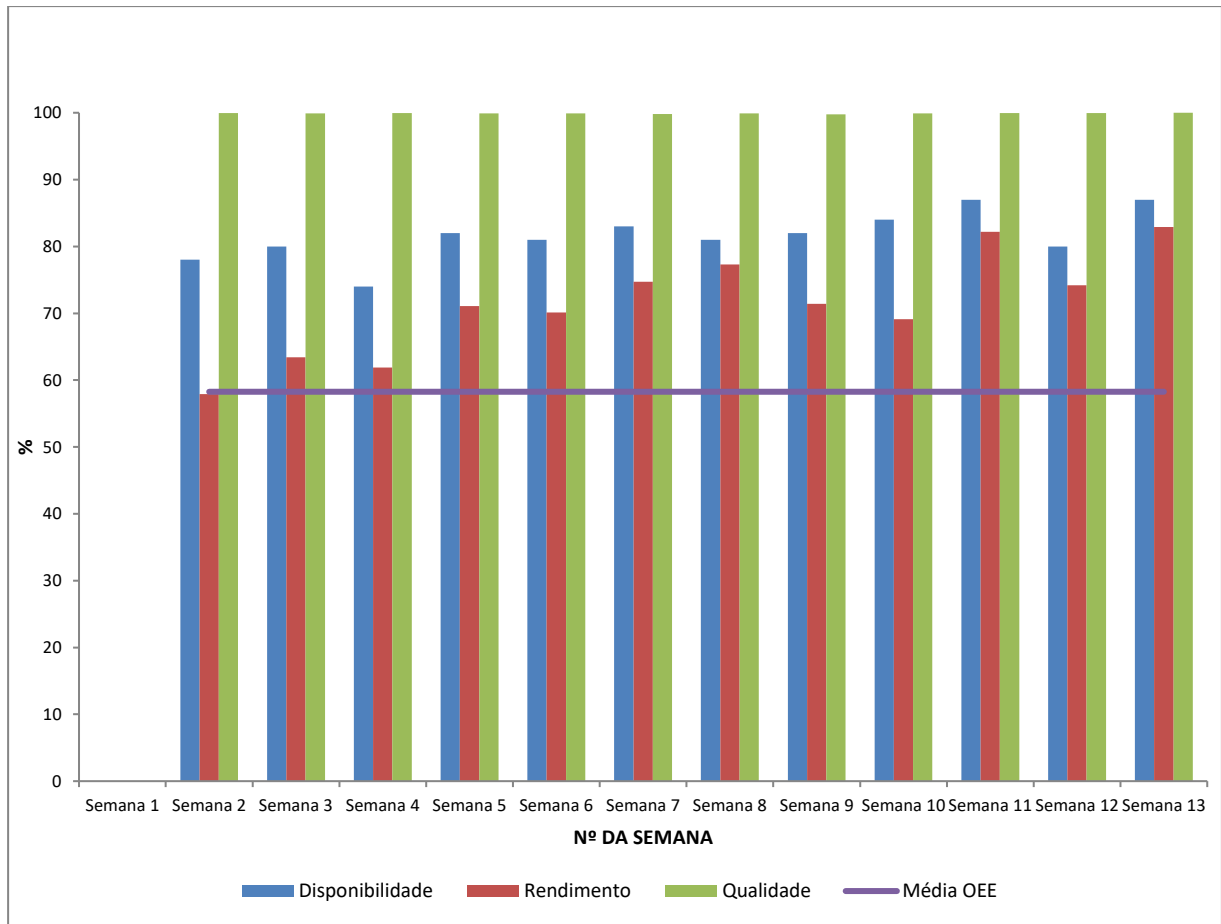


Figura 49 - %Disponibilidade, %rendimento, %qualidade / semana - lixagem semana 1 a 13 de 2020

Na pré-lixagem alcançou-se uma melhoria do OEE geral de cerca de 22%. O rendimento médio sofreu alterações de 55% para 75%, um aumento médio de 10%. Já a disponibilidade aumentou significativamente de 70% para 79%, uma diferença de 9%. A qualidade manteve-se praticamente igual, mas visto que nenhum dos graves problemas destas máquinas passava por este fator, não se manifestou qualquer problema (Figura 50).

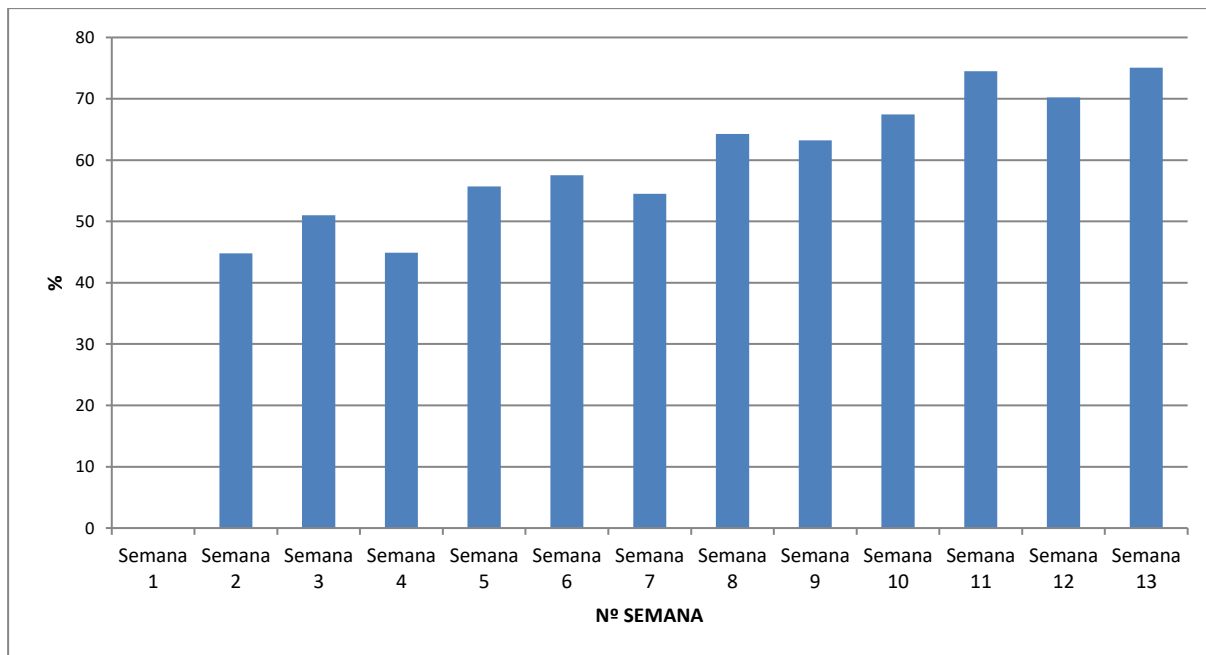


Figura 50 - %OEE da pré-lixagem da semana 1 a 13 de 2020

Na tabela 39 encontra-se uma tabela resumo das melhorias.

Tabela 39 - Resumo da melhoria do OEE, disponibilidade, rendimento e qualidade na pré-lixagem

Pré-lixagem							
Estado inicial				Depois das implementações propostas			
Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE
70%	55%	100%	38%	79%	75%	100%	60%

Na lixagem obteve-se uma melhoria do OEE geral de cerca de 13%. O rendimento médio aumentou de 60% para 71%, um aumento de 11%. Já a disponibilidade sofreu alteração de 73% para 82%, um aumento de 9%. A qualidade manteve-se praticamente igual, mas visto que nenhum dos graves problemas destas máquinas passava por este fator, não se manifestou qualquer problema (Figura 51).



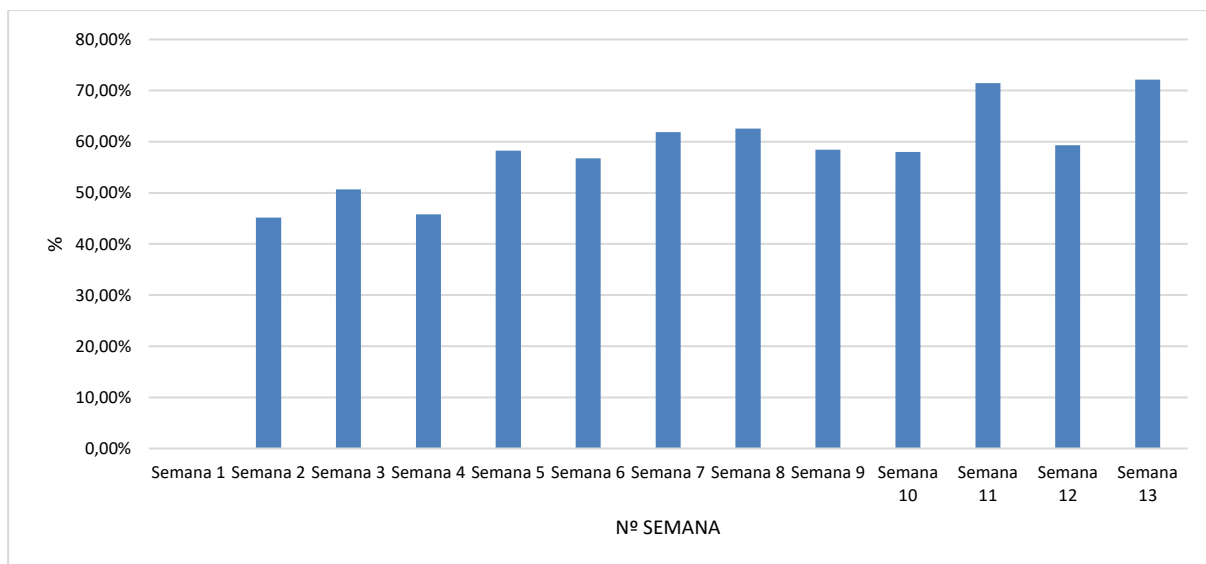


Figura 51 - %OEE da lixagem da semana 1 a 13 de 2020

Na tabela 40 encontra-se uma tabela resumo das melhorias.

Tabela 40 - Resumo da melhoria do OEE, disponibilidade, rendimento e qualidade na lixagem

Lixagem							
Estado inicial				Depois das implementações propostas			
Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE
73%	60%	100%	45%	82%	71%	100%	58%

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões retiradas do estudo realizado ao longo da presente dissertação. Visa também apresentadas sugestões de melhorias futuras a serem desenvolvidas.

### 7.1. Conclusões

As organizações de hoje estão constantemente sob pressão para, de certa forma, utilizarem da melhor maneira possível as oportunidades e as ofertas que o mercado lhes proporciona.

Devido a isto, é fundamental que estas aperfeiçoem os seus processos de trabalho, com o objetivo de produzirem melhor e prestarem melhor os seus serviços, usando métodos mais económicos que proporcionem mais vantagem competitiva às empresas. Para além disto, as condições financeiras das empresas em geral, estão de modo a reduzir os seus custos mas proporcionando satisfação aos seus clientes, fazendo isto com a maior eficiência e eficácia possível.

As empresas com mais atenção ao contexto global em que se encontram estão em constante adaptação a esse contexto, conjuntamente também o fazem por uma questão de sobrevivência. Pois, para atuar no mercado de trabalho com êxito é necessário ter consciência do tempo, dos processos de trabalho, da produção e relativas operações, da qualidade, da flexibilidade e fundamentalmente da satisfação do cliente/consumidor.

Com este trabalho pretendeu-se analisar e potenciar alguns procedimentos e matérias-primas, utilizando o caso específico de uma empresa de cortiça. Para isso foram analisados vários parâmetros, tais como: 5'S, TPM, Paragens, Mudanças de ferramenta, *Setup*, rebentamento de lixas e OEE, assim, foram sugeridas algumas melhorias no caso específico de uma empresa de cortiça, a ARO.

Para iniciar o trabalho desenvolvido na empresa foi feito o levantamento dos problemas existentes na pré-lixagem e lixagem, através da observação do processo de cada uma, foram apresentadas as soluções estudadas e propostas para resolver os problemas identificados.

Primeiro, para se conseguir perceber o porquê do OEE da pré-lixagem e da lixagem ser baixo separou-se este indicador nos seus integrantes. Começou-se por cronometrar a cadência de lixagem de todos os materiais. No final, percebeu-se que as máquinas trabalhavam a velocidades muito mais baixas que os valores introduzidos na base de dados. Estes tempos foram alterados na base de dados e após esta alteração conseguiu-se ter uma perceção mais real.

Depois, para se tentar solucionar os problemas relacionados com as microparagens nestas duas máquinas começou-se por se perceber qual era o motivo pelo qual elas tinham inicialmente os problemas a elas associados.

Para o *subertech* colocou-se em estudo uma nova composição para o material bem como uma nova técnica para o seu depósito na máquina onde é produzido. Para o *Wise* foram feitas análises às quantidades de cola que eram colocadas no rolo da máquina por onde passava este material para, assim, ser colado o seu decorativo. Eliminado o pó excedente do decorativo deixava de ser necessário que a gramagem de cola ultrapassasse o seu limite superior, eliminando assim o problema. Para o *Authentica* a solução implementada passou pela sensibilização dos funcionários da guilhotina em cumprirem as especificações máximas e mínimas do material a cortar. Já para o *XDP* fizeram-se testes relativos à gramagem de cola aquando da sua produção, concluindo-se que a gramagem de cola na sua produção teria de ser superior tanto na camada superior como inferior, mas nunca ultrapassando os limites máximos. Para o *Dekwall*, o material antes de entrar na lixagem, passou a ser cortado com as especificações máximas, para que conseguisse entrar nos tapetes da lixagem sem qualquer tipo de obstrução. Para isto ser possível, era obrigatório que o material tivesse mais uma operação que não acrescentava valor ao produto, mas que era necessária. Para evitar esse custo pediu-se ao fornecedor que fornecesse o material nas dimensões de 900mm\*620mm, evitando assim ter de ser aparado antes de lixar e conseguindo passar nos tapetes de entrada da máquina.

Após se perceber que na pré-lixagem haviam muitos mais rebentamentos de lixas, percebeu-se que ou estavam a ser utilizadas lixas com gramagem ou qualidades não adequadas, ou o armazenamento das mesmas não estava de acordo com o necessário para que estas produzissem no seu período de vida útil teórico, e não durarem apenas  $\frac{1}{4}$  do tempo expectável. Após a análise do estudo das lixas, aconselhou-se a empresa a trocar de lixas, para evitar rebentamentos e por sua vez diminuição dos custos e recomendou-se vivamente a construção de uma nova casa das lixas perto da pré-lixagem, para diminuir os desperdícios de tempo e custos associados a *setups*, mudanças de ferramentas e rebentamentos de lixas para esta máquina.

Posteriormente, para aumentar a disponibilidade dos 2 equipamentos, foi aplicado o método SMED, com intenção de se conseguir diminuir os tempos de *Setup* e obter uma padronização do processo. Cada material necessita de um grão diferente na lixa que se utiliza para lixar, dependendo das suas especificações, o que torna a mudança de lixas regular em cada uma das máquinas.

Através de observação, concluiu-se que as principais causas de perda de disponibilidade dos equipamentos de pré-lixagem e lixagem são os tempos perdidos por avaria. Para colmatar esta realidade

foram desenvolvidos planos de manutenção autónoma. Os operadores realizaram atividades semanalmente, tendo como objetivo maior fiabilidade dos equipamentos.

Para diminuir os desperdícios de deslocamento e de transporte dos operadores entre a máquina e o local onde se encontram armazenadas as ferramentas de lixagem analisou-se uma hipótese de *layout* que torne a mudança de ferramenta num processo onde não seja tão elevado no desperdício de tempo e que torne mais eficiente todo o processo. Começou por se perceber quais eram os recursos e qual a área que poderia ser utilizada. Com a existência de uma “casa das lixas” perto da máquina de pré-lixar evitar-se-ão tantos rebentamentos de lixas, o que reduzirá bastante o tempo gasto nas suas mudanças, bem como no próprio material. Recomendou-se, também a mudança de local da atual casa das lixas através a construção de uma nova casa das lixas perto da lixagem. Reduzindo os tempos de *setups* e mudanças de ferramentas, tornado estes mais rápidos devido à padronização, levando a um desperdício de tempo inferior ao atual, que por sua vez leva a uma maior produtividade e maior rendimento, que se traduz numa diminuição de custos associados a esta máquina.

Depois, deu-se formação aos funcionários, sobre a padronização das atividades e mudanças de ferramentas nestas duas máquinas.

Foram ainda criados cartões e foram feitas ações de sensibilização e formação dos funcionários para que os mesmos passassem a realizar as tarefas exatamente como descritas em cada um dos cartões.

Para se tentar colmatar as avarias sentidas nos equipamentos, houve reunião com os operadores e com alguns colaboradores do departamento de manutenção para se iniciar a elaboração da listagem de tarefas que deveriam constar nos planos de manutenção autónoma. Ouvir todos os operadores que trabalham com estas máquinas foi fundamental, pois eles conhecem as máquinas melhor do que ninguém e sabem onde e como acontecem a maioria das avarias bem como problemas relacionados com as máquinas e ou material. Dar-lhes voz torna-os parte integrante do processo, o que os faz sentir envolvidos e motivados a demonstrar a mudança, fazendo-a acontecer. Foi-lhes, também, dada formação, formação esta que foi estendida aos funcionários da pré-lixagem bem como da lixagem.

Por fim, o método *5S* já era utilizado noutras áreas da empresa e era realizado semanalmente. Passou a ser integrada também as áreas do armazenamento das lixas, que ficaram a ser da responsabilidade dos funcionários que trabalham naquelas duas máquinas.

Em suma, conseguiu-se aumentar a eficiência de ambas as máquinas. A pré-lixagem passou de um valor percentual de OEE de 38,05% para 60,24% e na lixagem o OEE aumentou de 44,89% para 58,26%.

Com este projeto também foi possível o desenvolvimento de competências pessoais como a capacidade de comunicação e a capacidade de colaboração. A nível de competências profissionais houve

desenvolvimento em relação à capacidade identificar problemas, bem como solucioná-los implementando as melhorias estudadas.

## 7.2. Trabalho Futuro

Como futura proposta, e para melhoria global de toda a organização, recomenda-se que a ARO estenda a implementação da metodologia *SMED* às restantes áreas onde a mesma ainda não foi implementada. Agregada à implementação da ferramenta *SMED* sugere-se também a padronização das atividades de *setup* para as mesmas às mesmas áreas. Propõem-se também, que para ser possível aumentar mais o valor do *OEE* nas máquinas em estudo e nas restantes, se sequenciem as atividades em cada uma das máquinas, fazendo um planeamento de produção diário para que não haja necessidade de mudar os materiais sempre que surgem urgências no imediato, otimizando assim os recursos existentes, reduzindo o número de *setups*. Aconselha-se também uma melhoria em relação à sincronização entre as diferentes áreas da AR, evitando, assim, falhas de coordenação e comunicação.

## BIBLIOGRAFIA

- Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M., Zakuan, N. & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234(1), 660-680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Adesta, E., Prabowo, H. & Agusman, D. (2019). *Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 290, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Agustiady, T. & Cudney, E. (2018). Total productive maintenance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1–8. doi:10.1080/14783363.2018.1438843
- Ainul Azyan, Z., Pulakanam, V. & Pons, D. (2017). Success factors and barriers to implementing lean in the printing industry: A case study and theoretical framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(4), 458-484.
- Antosz, K. & Stadnicka, D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. *Procedia Engineering*, 182, 25-32.
- Ahuja, I. & Khamba, J.S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-56.
- Bicheno, J. & Holweg, M. (2016). *The Lean Toolbox: A Handbook for Lean Transformation*, 5th ed. Buckingham: PICSIE Books.
- Bulent, D., Tugwell, P. & Greatbanks, R. (2006). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvements—a practical analysis. *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, 20, 1488–1502.
- Carreira, B. (2005). Lean manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profit. *Amacom American Management Association*, 1-295.
- Coughlan, P. & Coughlan, D. (2002). Action Research for Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Dal, B., Tugwell, P. & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488-502.
- Dave, Y., & Sohani, N. (2012). Single Minute Exchange of Dies: Literature Review. *International Journal of Lean Thinking*, 3(2), 11.

- De Carlo, F., Arleo, M., Borgia, O. & Tucci, M. (2013). Layout Design for a Low Capacity Manufacturing Line: A Case Study. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 1-10. <https://doi.org/10.5772/56883>
- Deming, W. E. (2000). *Out of The Crisis*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Dennis, P. (2015). *Lean Production Simplified. A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System* (3. rd ed.). Florida: CRC Press.
- Feld, W. (2001). *Lean Manufacturing*. St. Lucie Press.
- Gibbons, P. (2006). Improving overall equipment efficiency using a lean six-sigma approach. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(2), 207-32.
- Gilpatrick, K. E. & Furlong, B. (2004). *The elusive lean enterprise*. Victoria: Trafford.
- Gupta, P. & Vardhan, S. (2016). Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study. *International Journal of Production Research*, 54(10), 1-13. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1145817>
- Hamamoto, S. (1999). Development and validation of genetic algorithm-based facility *layout* a case study in the pharmaceutical industry. *Int. J. Prod. Res.*, 37(4), 749–768.
- Hassan, M. & Hogg, G. (1987). A review of graph theory application to the facilities *layout* problem. *Omega*, 15(4), 291–300.
- Hicks, B. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233-249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hines, P., Holwe, M. & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- Hines, P. & Lethbridge, S. (2008). New Development Creating a Lean University. *Public Money and Management*, 28, 53-56.
- Hoem, O. & Lodgaard, E. (2016). Model for supporting lasting managerial efforts in continuous improvement: A case study in product engineering. *Procedia CIRP*, 50, 38-43.
- Hooi, L. & Leong, T. (2017). Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(1), 2–21. doi:10.1108/JQME-07-2015-0033
- Imai, M. (1986). *The Key to Japan 's Competitive Success*. McGraw-Hill.

- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D. & Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1757-1770.
- Jang, Y., & Lee, J. (1998). Factors influencing the success of management consulting projects. *International Journal of Project Management*, 16(2), 67-72.
- Jonsson, P. & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55-78.
- Knol, W., Slomp, J., Schouteten, R. & Lauche, K. (2018). Implementing lean practices in manufacturing SMEs: testing 'critical success factors' using Necessary Condition Analysis. *International Journal of Production Research*, 56(11), 3955-3973.
- Krafcik, J. F. (1988). The Triumph of Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-51.
- Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *The Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.  
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Makwana, A. & Patange, G. (2019). A methodical literature review on application of Lean & Six Sigma in various industries. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 19(1), 1-15.  
<https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1585225>
- Meller, R. & Gau, K.-Y. (1996). The facility layout problem: Recent and emerging trends and perspectives. *J. Manuf. Syst.*, 15(5), 351– 366.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer The Process. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.
- Min, W. & Pheng, S. (2007). Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 190-201.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th Ed.). Londres: Taylor & Francis.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. doi:10.1080/00207540601142645
- Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planning*. Van Nostrand, Wokingham.



- Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach Action Research*. Disponível em: [https://base.socioeco.org/docs/overview\\_of\\_action\\_research\\_methodology.pdf](https://base.socioeco.org/docs/overview_of_action_research_methodology.pdf) [consultado a 27 de outubro de 2021]
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production* (C. Press Ed.). Boca Raton: Productivity Press.
- Peterson, J. & Smith, R. (1998). *The 5S Pocket Guide*. Florida: CRC Press.
- Ramakrishnan, V., Jayaprakash, J., Elanchezhian, C. & Vijaya Ramnath, B. (2019). Implementation of Lean Manufacturing in Indian SMEs-A case study. *Proceedings*, 16(2), 1244-1250. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.05.221>
- Raouf, A. (1994). Improving capital productivity through maintenance. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(7), 44-52.
- Rawabdeh, I. (2005). A model for the assessment of waste in *job shop* environments. *International Journal of Operations & Management*, 25(8), 800-822.
- Salgado, E., Mello, C., Silva, E., Oliveira, E., & Almeida, D. (2009). Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. *Gest. Prod.*, 16(3), 344-356. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300003>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (P. E. Limited Ed. 5th ed.). Harlow, England: Prentice Hall.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: the SMED System*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts and Norwalk.
- Singh, S. & Sharma, R. (2006). A review of different approaches to the facility *layout* problems. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 30(5-6), 425-433.
- Sousa, E. (2018). *Aplicação da metodologia SMED na produção de rolhas capsuladas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. IPP: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Tezel, A., Koskela, L. & Tzortzopoulos, P. (2009). *The Functions of Visual Management*. Conference: International Research SymposiumAt: Manchester, UK.
- Wang, T.-K., Yang, T., Yang, C.-Y. & Chan, F. (2015). Lean principles and simulation optimization for emergency department *layout* design. *Industrial Management & Data Systems*, 115(4), 678-699. doi:10.1108/IMDS-10-2014-0296.

- Williamson, R. (2006). *Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures*. Disponível em: <https://swspitcrew.com/wp-content/uploads/2018/01/OEE.pdf> [Consultado em 26 de outubro de 2021]
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, USA: Simon & Schuster, Inc.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World* (M. M. International Ed.). Toronto: Collier Macmillan Canadá.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (2007). *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*. EUA: FreePress.
- Yalçın, S. (2018). Belief as Question-Sensitive. *Philosophy and Phenomenological Research*, 97(1), 23-47.

## ANEXOS

# ANEXO I – CÁLCULOS OEE, RENDIMENTO, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE PRÉ-LIXAGEM SEMANA 13 – 52

dia/turno	Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Média OEE
A Semana 13	86	50,4	99,97	43,33	38,05
B Semana 14	83	51,4	99,97	42,65	38,05
C Semana 15	78	45,4	99,95	35,39	38,05
Semana 16	61	43,3	100	26,41	38,05
Semana 17	56	53,3	99,97	29,84	38,05
Semana 18	77	54,7	100	42,12	38,05
Semana 19	64	53,7	100	34,37	38,05
Semana 20	70	60,3	100	42,21	38,05
Semana 21	54	35,3	99,97	19,06	38,05
Semana 22	81	33,3	100	26,97	38,05
Semana 23	56	56,6	99,99	31,69	38,05
Semana 24	71	46,7	100	33,16	38,05
Semana 25	66	37,3	99,98	24,61	38,05
Semana 26	61	52,6	99,81	32,03	38,05
Semana 27	53	60,2	100	31,91	38,05
Semana 28	60	57,1	100	34,26	38,05
Semana 29	68	52,8	100	35,90	38,05
Semana 30	68	49,1	99,99	33,38	38,05
Semana 31	65	52	100	33,80	38,05
Semana 32	55	52,2	100	28,71	38,05
Semana 33					38,05
Semana 34					38,05
Semana 35					38,05
Semana 36	79	62,4	99,98	49,29	38,05
Semana 37	72	45,1	100	32,47	38,05
Semana 38	74	51,1	100	37,81	38,05
Semana 39	75	46,8	100	35,10	38,05
Semana 40	67	58,5	100	39,20	38,05
Semana 41	61	60	99,98	48,59	38,05
Semana 42	72	58,1	100	41,83	38,05
Semana 43	76	58,6	100	44,54	38,05
Semana 44	71	52,9	100	37,56	38,05
Semana 45	84	56,3	100	47,29	38,05
Semana 46	61	54,1	99,97	43,81	38,05
Semana 47	85	65,1	100	55,34	38,05
Semana 48	84	62,5	99,98	52,49	38,05
Semana 49	77	52,8	100	40,66	38,05
Semana 50	73	56,4	99,99	41,17	38,05
Semana 51	76	69	100	52,44	38,05
Semana 52					38,05

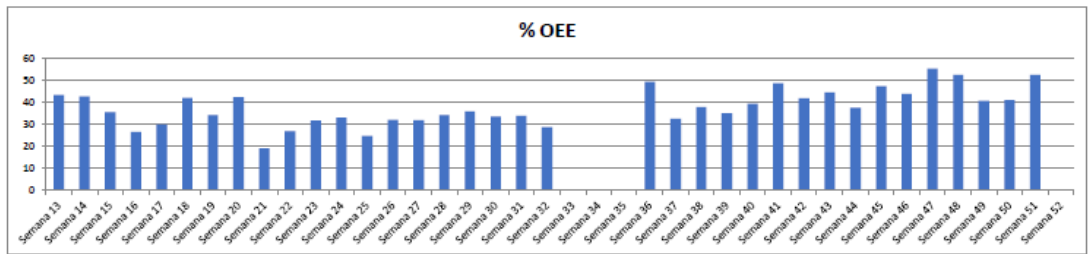
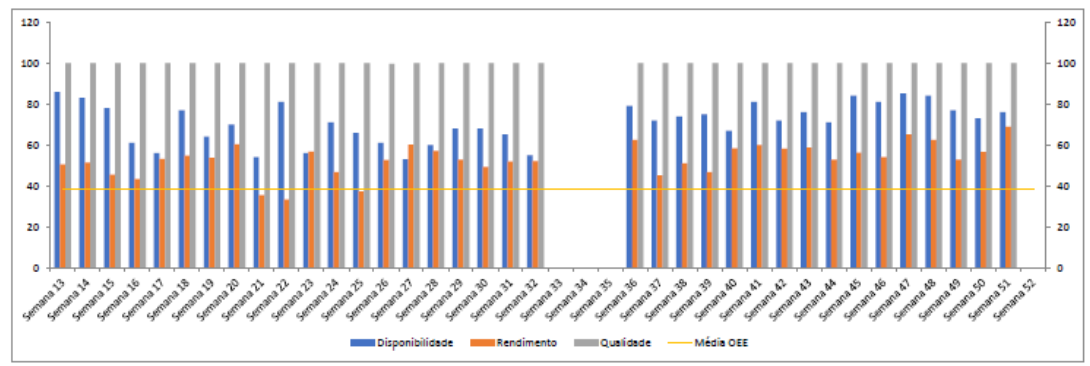


Figura 52 - Cálculos OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade pré-lixagem semana 13 – 52

## ANEXO II - CÁLCULOS OEE, RENDIMENTO, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE LIXAGEM SEMANA 13 – 52

dia/turno	Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Média OEE	
A	Semana 13	79	59,6	99,92	47,05%	44,89
B	Semana 14	73	52,9	99,92	38,59%	44,89
C	Semana 15	75	58,4	99,88	43,75%	44,89
Semana 16	69	56,9	99,92	39,23%	44,89	
Semana 17	77	66,1	99,96	50,88%	44,89	
Semana 18	71	45,1	99,95	32,00%	44,89	
Semana 19	73	9,7	99,78	7,07%	44,89	
Semana 20	71	52,3	99,87	37,08%	44,89	
Semana 21	72	16,4	99,74	11,78%	44,89	
Semana 22	64	33,1	99,96	21,18%	44,89	
Semana 23	77	67,2	99,9	51,69%	44,89	
Semana 24	70	59,2	99,99	41,44%	44,89	
Semana 25	77	67,9	99,95	52,26%	44,89	
Semana 26	72	65,8	99,93	47,34%	44,89	
Semana 27	77	63,3	99,93	48,71%	44,89	
Semana 28	77	73,7	99,97	56,73%	44,89	
Semana 29	75	73,7	99,95	55,25%	44,89	
Semana 30	74	75,9	99,95	56,14%	44,89	
Semana 31	74	74,5	99,94	55,10%	44,89	
Semana 32	64	86,8	99,93	55,51%	44,89	
Semana 33					44,89	
Semana 34					44,89	
Semana 35					44,89	
Semana 36	70	68,6	99,94	47,99%	44,89	
Semana 37	72	64,9	99,92	46,69%	44,89	
Semana 38	73	46,2	99,82	33,67%	44,89	
Semana 39	77	53,4	99,89	41,07%	44,89	
Semana 40	73	59,5	99,9	43,39%	44,89	
Semana 41	67	65,9	99,92	44,12%	44,89	
Semana 42	72	58,1	99,9	41,79%	44,89	
Semana 43	82	54,3	99,87	44,47%	44,89	
Semana 44	75	54,1	99,89	40,53%	44,89	
Semana 45	56	57,4	99,86	32,10%	44,89	
Semana 46	67	51,5	99,76	34,42%	44,89	
Semana 47	77	57,7	99,76	44,32%	44,89	
Semana 48	58	63,9	98,77	36,61%	44,89	
Semana 49	69	59,7	99,88	41,14%	44,89	
Semana 50	77	61,2	99,89	47,07%	44,89	
Semana 51	78	56,3	99,91	43,87%	44,89	
Semana 52					44,89	
	73,5	61,45				
	72,5	57,9				
	73	59,675				

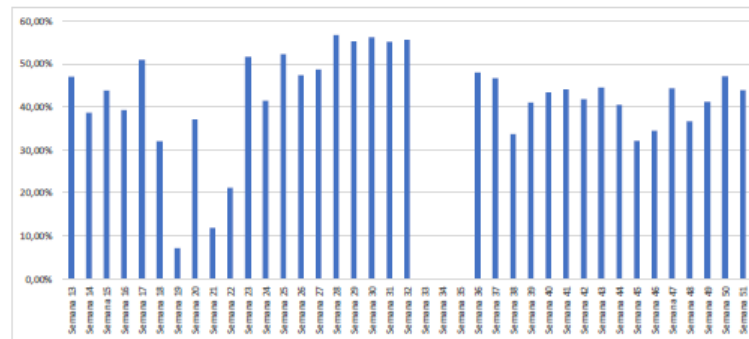
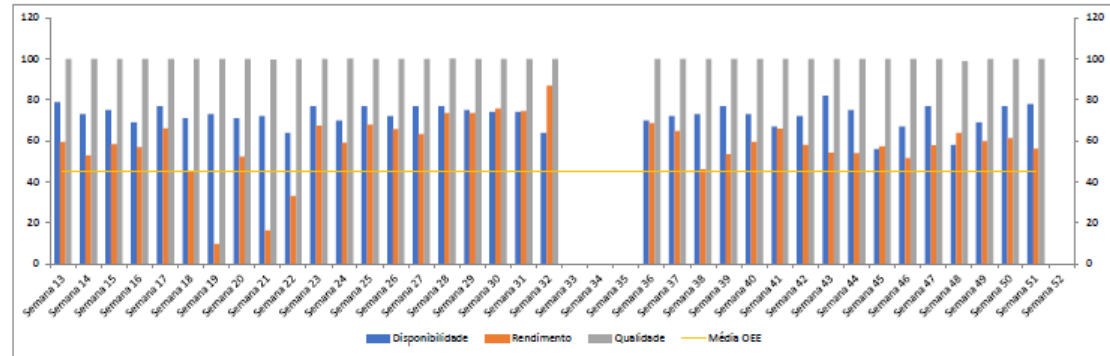


Figura 53 - Cálculos OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade lixagem semana 13 – 52

ANEXO III – ESTUDO ÀS AVARIAS SEMANA 13 – 46 DE 2019

Nº da semana	Lixagem I	Lixagem III	Descrição da avaria	Tempo
13			Avaria no sensor de afinação da 1ª cabeça	115
			Partiu o sensor da mesa de entrada	105
			Rebentou correia dentada do 2º tapete entrada	45
14			Tapete da 1ª máquina correu ao lado	20
			Teclas dos patins partidas	235
			Roda dentada do tapete de tela dupla, saiu fora	20
			Partiu batente do tapete de saída	40
15			Térmico do 2º grupo da 1ª máquina em avaria	45
			Tapete de entrada não arrancava	70
			Queimou motor da 2ª cabeça (1ª Máquina)	60
			1ª e 2ª cabeça, não ligavam (controlador queimado)	60
			Rebentou correia transportador de saída	85
			Carro transbordador c/ falha comunicação	45
			Falta de Aspiração (corte energia)	10
			Falta de Aspiração	50
			Partiu o veio do Cilindro do batente do tapete	80
			Carro transbordador c/ falha comunicação	55
16			Robot III, deixou de trabalhar s/ razão aparente	20
			Chumaceira tapete entrada danificada	235
			Roda dentada mesa danificada	80
			Rebentou correias da 2ª mesa	455
			Falta de Aspiração	30
			Célula do 2º patim, danificada	35
			Partiu barras de suporte transp. Entrada	40

AVARIAS PL	10105	168,41667
AVARIAS L	12965	216,08333

Tempo total disponível (horas) LIXAGEM	3375	% Paragem/ano LIXAGEM	6,40%
Tempo total disponível (horas) PRÉ-LIXAGEM	2250	% Paragem/ano PRÉ-LIXAGEM	7,49%

Semana 13 à 46, retirando as 3 semanas de férias. = 30 semanas de trabalho.

Aproximadamente 283h de trabalho, que equivale a 38 dias de trabalho de 1 funcionário gastas em 37 semanas de trabalho (retirei 4 semanas de férias)

37 SEMANAS = 277,5h (1 dia = 7,5h de trabalho)

Tempo em avarias do carro (min)	1805 Horas:	30,08333333
Tempo total disponível (horas)	3375	
% de tempo gasto em avarias com o carro:	20,14	
Rebentamento correias LIII (seg)	1740 Horas:	29
Rebentamento correias LI (seg)	1160 Horas:	19,33
Total rebentamento correias (seg)	2900 Horas:	48,33
% de tempo gasto em avarias com rebentamento de correias	32,35	

Figura 54 – Excerto do estudo das avarias da semana 13 – 46 de 2019

ANEXO IV – ESTUDO ÀS NOVAS LIXAS

ANÁLISE DAS LIXAS DO FORNECEDOR - EKAMANT

Grão Lixa	Fornecedor	Ref Lixa	€/lâmina	m2 - Usadas	€/h/m2	Produtos Usadas	Cabeço	Mód. Subst.	Observações	Comentários
40	Biamant	42517	49,34	18.278	3,01	NBT / Witec Gers / C. Style	12 Inferior	Desgaste		
60	Biamant	42517	48,34	20.333	2,36	NBT / E. Style	12 Inferior	Desgaste	Lixas que normalmente trabalhamos	
60	Biamant	42517	48,34	18.158	2,52	NBT / Witec Gers	12 Inferior	Desgaste		
40	Biamant	EKA10211	49,41	22.320	2,42	NBT / Witec Gers / C. Style	12 Inferior	Desgaste	Link de Exatão	Repetir análise, pensar em uma boa possibilidade
80	Biamant	EA46L	13,52	0	0,00	NBT / Witec Gers / C. Style	12 Inferior	Rebentou		
60	Biamant	EA46L	13,52	5.789	2,36	WSE PET	12 Inferior	Desgaste		
60	Biamant	EA46L	13,52	5.789	2,36	WSE PET	12 Superior	Desgaste		
80	Biamant	EA46L	13,52	12.692	0,72	WSE PET/NBT	12 Superior	Desgaste	Lixas que normalmente trabalhamos	
60	Biamant	EA46L	13,52	1.990	6,30	WSE DP	12 Inferior	Desgaste		
60	Biamant	EA46L	13,52	7.942	1,88	WSE PET	12 Inferior	Desgaste		
60	Biamant	AR30	24,21	495	48,84	Substrato	12 Inferior	Rebentou		Lixas fora de quadro, analisar rapidamente
60	Biamant	EKA10211	46,66	9.517	6,08	WSE PET/CORN/NBT	12 Superior	Desgaste	Link de Exatão	Da opção de pedir mais algumas lixas e explorar mais esta opção
60	Biamant	EKA10211	46,66	13.752	4,12	WSE PET/CORN/NBT	12 Inferior	Desgaste		
80	Biamant	EKA10211	46,66	18.374	3,42	WSE PET/CORN/NBT	12 Superior	Desgaste		
80	Biamant	EA46L	13,20	2.589	4,59	WSE PET	12 Inferior	Desgaste		
60	Biamant	EA46L	13,20	7.947	1,66	WSE PET/NBT	12 Superior	Desgaste		
60	Biamant	EA46L	13,20	12.907	1,02	NBT	12 Superior	Desgaste		
80	Biamant	EA46L	13,20	13.255	0,99	WSE PET/NBT	12 Superior	Desgaste	Lixas que normalmente trabalhamos	
60	Biamant	EA46L	13,20	1.312	18,00	WSE PET	12 Superior	Rebentou		
60	Biamant	EA46L	13,20	2.069	9,36	WSE PET	12 Superior	Desgaste		
80	Biamant	EA46L	13,20	4.205	3,13	WSE PET	12 Superior	Desgaste		
60	Biamant	F24	27,5	12.176	3,19	WSE PET/CORN/NBT	12 Superior	Desgaste	Link de Exatão	Da opção de pedir mais algumas lixas e explorar mais esta opção
60	Biamant	F24	27,5	3.883	7,08	WSE PET	12 Inferior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	2.369	4,13	WSE PET	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	5.413	2,19	C. Style	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	13.395	0,88	WSE PET/C. Style	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	5.583	3,13	C. Style	12 Superior	Desgaste	Lixas que normalmente trabalhamos	
100	Biamant	AR1PE0	11,85	5.306	2,04	C. Style	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	1.808	1,05	C. Style	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	4.098	2,89	WSE PET	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	AR1PE0	11,85	4.562	1,36	WSE DP	12 Superior	Desgaste		
100	Biamant	F24	27,75	3.158	7,15	WSE CORN	12 Superior	Desgaste	Link de Exatão	Lixas com um desgaste relativamente rápido
100	Biamant	AR1PE0	11,85	7.584	3,16	WSE PET/NBT	12 Superior	Desgaste		Da opção de pedir mais algumas lixas e explorar mais esta opção
100	Biamant	AR1PE0	11,85	1.754	6,74	Multiplex	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	AR1PE0	11,85	5.413	2,19	C. Style	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	AR1PE0	11,85	5.583	3,13	C. Style	12 Superior	Desgaste	Lixas que normalmente trabalhamos	
120	Biamant	AR1PE0	11,85	5.306	2,04	C. Style	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	AR1PE0	11,85	4.362	1,36	WSE DP	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	F24	27,75	3.080	4,27	WSE CORN/NBT	12 Superior	Desgaste	Link de Exatão	Lixas com um desgaste relativamente rápido
120	Biamant	F24	27,75	3.128	7,15	WSE CORN	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	AR1PE0	11,85	4.483	3,40	SC-ARL	12 Superior	Desgaste		
120	Biamant	AR1PE0	11,85	3.166	3,50	Multiplex/S 2 SMP1	12 Superior	Desgaste		Da opção de pedir mais algumas lixas e explorar mais esta opção

Figura 55 - Estudo das novas lixas

## ANEXO V - LISTA DE OPERAÇÕES STANDARD – PARAGEM DE MÁQUINA, ARRANQUE DE MÁQUINA E AUTOCONTROLO

### Operações Standard

#### AUTOCONTROLO

1. Recolher duas placas de linha
  2. Análise visual através das lâmpadas
  - 2.1. Colocar placas na mesa das lâmpadas e verificar existências de:  
Covas, rompido, betimentos, aberto, abas fracas, riscos, entre outros problemas do material
  3. Controlar espessura de forma a garantir especificações do produto
  - 3.1. Colocar placa na mesa de controlo de espessura e controlar espessura em 3 zonas da placa
  4. Registo de dados no Egitron
  - 4.1. Identificar a ordem de fabrico do produto (gama operatória) e da base (FIP)
  - 4.2. Para iniciar novo registo, seleccionar 'Novo' no Egitron
  - 4.3. Inserir aspeto visual de acordo com a análise realizada - 'Não aplicável', 'Conforme' ou 'Não Conforme'
  - 4.4. Inserir OF base de acordo com FIP
  - 4.5. Introduzir dados de espessura no Egitron. Seleccionar 'Ler Valores'
  - 4.6. Cada vez que se controlem pontos diferentes da placa clicar no botão verde para que os dados sejam enviado para o Egitron
  - 4.7. É importante que os valores estejam de acordo com as especificações do material
- NOTA: Em caso de indisponibilidade do sistema, os parâmetros devem ser registados no impresso IMPO090

#### ARRANQUE DA MÁQUINA

1. Ligar Ventilador
  2. Ligar geral das lixadeiras (1+2)
  3. Ligar geral dos robots (entrada 1 - 2; saída 3 - 4)
  4. Recolher lixas novas na casa das lixas para colocar nas cabeças das lixadeiras
  5. Colocar novas lixas nas cabeças das lixadeira
  - 5.1. Abrir cabeça lixadeira rodando para 'OPEN'
  - 5.2. Colocar as lixas e empurrá-las
  - 5.3. Fechar cabeça de lixadeira rodando para 'LOCKED'
  6. Ligar bomba de vácuo da lixadeira 1
  7. Fazer reset de lixadeira 1 clicando no botão 'RESET'
  8. Ligar lixadeira 1
  9. Repetir procedimento para lixadeira 2:
    - ligar bomba de vácuo
    - Fazer reset
    - ligar lixadeira
  10. Fazer reset nos robots de entrada
  - 10.1 Colocar em manual
  - 10.2. No botão cizento seleccionar 'Processar'
  - 10.3. Com as setas seleccionar 'B RESET programa'
  - 10.4. Clicar em 'ENTER' (Tecla AMARELA)
  - 10.5. Clicar no botão branco na traseira do comando
  - 10.6. Esperar que os parâmetros estabilizem
  - 10.7. Clicar na tecla verde até o robot esteja na posição inicial
  - 10.8. Colocar robots em automático
- NOTA: Deve scender a luz verde do respetivo robot
- luz intermitente: Posição correta para arrancar mas os robots estão parados
  - Luz verde contínua: Posição correta para arrancar robots ligados e aguardar material
11. Fazer reset robots de saída (repetir todo o procedimento para robots de entrada)
  12. Ligar projetor de luz
  13. Ligar tapetes de saída
  14. Abrir clapeta de espiração
  15. Ligar robots e tapetes de entrada

#### PARAGEM DA MÁQUINA

1. Parar e posicionar robots de entrada em manual
2. Parar tapetes de entrada
3. Fechar clapeta de espiração
4. Parar lixadeira 1 e desligar as bombas de vácuo
5. Parar lixadeira 2 e desligar as bombas de vácuo
6. Carregar em [A] e seleccionar 'OFF - DESLIGAR'
7. Parar tapetes de saída
8. Parar e posicionar em manual os robots de saída (3 e 4)
9. Desligar o geral e o projetor de luz
10. Retirar lixas usadas das cabeças de lixar
- 10.1. Abrir cabeça de lixadeira rodando para 'OPEN'
- 10.2. Puxar lixas
- 10.3. Fechar lixadeira rodando para 'LOCKED'
11. Armazenar lixas.
- 11.1. Se não tiverem aproveitamento colocar no contentor das lixas usadas
- 11.2. Se tiverem aproveitamento armazenar na casa das lixas
13. Desligar geral das lixadeiras 1 e 2
14. Desligar ventilador, de 'L' passar para 'D'

Figura 56 - Lista de operações *standard*



ANEXO VI - CARTÕES DE PADRONIZAÇÃO DE OPERAÇÕES QUANDO OCORREM AVARIAS EM CADA UMA DAS MÁQUINAS

Padronização de Tarefas aquando de uma avaria - LIXAGEM	Padronização de Tarefas aquando de uma avaria – PRÉ-LIXAGEM
<p>1. Fazer MPT da presente semana</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1. Começar pelas tarefas a realizar com a máquina parada, caso a avaria não interfira com nenhuma delas. Se interferir avançar para o próximo cartão.</li><li>1.2. Realizar as restantes tarefas da presente semana.</li></ul>	<p>1. Fazer MPT da presente semana</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1. Começar pelas tarefas a realizar com a máquina parada, caso a avaria não interfira com nenhuma delas. Se interferir avançar para o próximo cartão.</li><li>1.2. Realizar as restantes tarefas da presente semana.</li></ul>
<p>2. Verificar o stock de lixas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2.1. Se lixas em falta abastecer casa das lixas</li><li>2.2. Verificar se lixas armazenadas estão perto do stock mínimo. Se sim, avisar o team leader de quais são as necessidades atuais.</li></ul>	<p>2. Verificar o stock de lixas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2.1. Se lixas em falta abastecer local de armazenamento das mesmas</li><li>2.2. Verificar se lixas armazenadas estão perto do stock mínimo. Se sim, avisar o team leader de quais são as necessidades atuais.</li></ul>
<p>3. Verificar se os 5'S estão a ser cumpridos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>3.1. Caso não estejam organizar e realizar as tarefas para que seja cumprido</li></ul>	<p>3. Verificar se os 5'S estão a ser cumpridos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>3.1. Caso não estejam organizar e realizar as tarefas para que seja cumprido</li></ul>
<p>4. Após tarefas anteriores falar com o team leader sobre necessidade de ajuda nas restantes linhas e/ou tarefas que pode desempenhar</p>	<p>4. Após tarefas anteriores falar com o team leader sobre necessidade de ajuda nas restantes linhas e/ou tarefas que pode desempenhar</p>

Figura 57 - Cartões de padronização das atividades

ANEXO VII – DOCUMENTO PARA FUNCIONÁRIOS RELATAREM OPORTUNIDADES DE MELHORIAS



**Oportunidades de Melhoria**

Nome:	Data:	Cartão:	Tarefa:	Zona:	Área:
<u>Comentários / Oportunidades de melhoria:</u>					
Data Concluído:		Rubrica:			

Nome:	Data:	Cartão:	Tarefa:	Zona:	Área:
<u>Comentários / Oportunidades de melhoria:</u>					
Data Concluído:		Rubrica:			

Nome:	Data:	Cartão:	Tarefa:	Zona:	Área:
<u>Comentários / Oportunidades de melhoria:</u>					
Data Concluído:		Rubrica:			

*Do meu equipamento cuido eu!*

Ficha Nº

Figura 58 - Documento de oportunidades de melhoria



## FICHA DE OPERAÇÃO STANDARD

### ANÁLISE AUTOCONTROLO

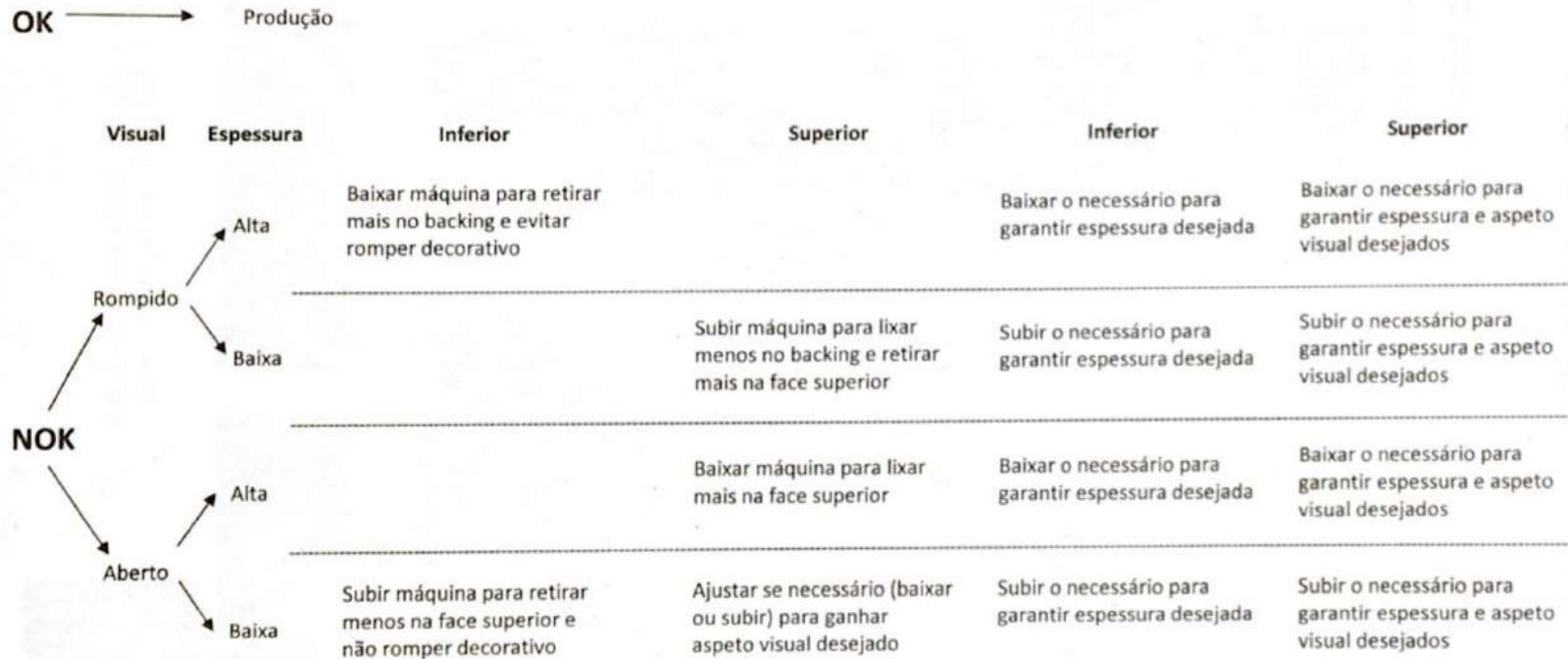


Figura 59 - Ficha de operações standard

ANEXO IX - EXCERTO DAS OPERAÇÕES A CONSIDERAR NO TPM DA PRÉ-LIXAGEM

Cartão	Código	Máquina	Operações/Ações	Periodicidade (semanas)
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
1	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
2	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
3	221-002	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
3	221-004	Mesa Elevadora de Entrada	Verificar fugas de óleo hidráulico e correntes de transmissão	4
3	221-005	Transportador de Entrada de Paletes	Verificar fugas de lubrificante	4
4	221-006	Alimentador De Placas	Verificar fugas de ar comprimido	4
4	221-006	Alimentador De Placas	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	4
4	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar fugas de lubrificante	4
4	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar o estado, esticamento das correntes de transmissão	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar estado dos Rolos	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar estado dos cordões	8
5	221-010	Transportador de Rolos Da Entrada	Verificar copos de lubrificação automática	8
6	221-012	Lixadora Nº1	Verificar o estado e funcionamento do redutor do tapete	4
6	221-012	Lixadora Nº1	Verificar o estado do tapete	4
6	221-012	Lixadora Nº1	Verificar fugas de ar comprimido	4
6	221-012	Lixadora Nº1	Verificar fugas de lubrificante	4
7	221-014	Transportador Intermédio	Verificar estado dos Rolos	4
7	221-014	Transportador Intermédio	Verificar estado dos cordões	4
8	221-016	Lixadora Nº2	Verificar o estado e funcionamento do redutor do tapete	4
8	221-016	Lixadora Nº2	Verificar o estado do tapete	4
8	221-016	Lixadora Nº2	Verificar fugas de ar comprimido	4
8	221-016	Lixadora Nº2	Verificar fugas de lubrificante	4
9	221-012	Lixadora Nº1	Verificar o estado dos tubos flexíveis de aspiração	8
9	221-016	Lixadora Nº2	Verificar o estado dos tubos flexíveis de aspiração	8
10	221-014	Transportador Intermédio	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão	8
11	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar fugas de lubrificante	4
11	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar o estado, esticamento das correntes de transmissão	8
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar estado dos rolos	8
12	221-018	Transportador De Rolos Da Saída	Verificar o estado dos cordões	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paleta Vazia	Verificar o estado, esticamento da corrente de transmissão	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paleta Vazia	Verificar o estado das rodas dentadas e teflon	8
13	221-019	Transportador De Entrada De Paleta Vazia	Verificar o estado, esticamento das correntes transportadoras	8
14	221-019	Transportador De Entrada De Paleta Vazia	Verificar fugas de lubrificante	4
14	221-020	Mesa Elevadora de Saída	Verificar fugas de lubrificante	4
14	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar fugas de lubrificante	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado das rodas dentadas	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar o estado dos rolos de transmissão	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar estado do tapete	4
15	221-022	Transportador D-Saída D-Paletes Prontas	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido	4
16	221-200	Despeiramento Imeas 1	Verificar fugas de lubrificante	4
16	221-200	Despeiramento Imeas 1	Verificar estado e esticamento da corrente de transmissão	4
16	221-200	Despeiramento Imeas 1	Verificar estado das rodas dentadas	4
16	221-200	Despeiramento Imeas 1	Verificar estado da tubagem pneumática e se existem fugas de ar comprimido	4



Figura 60 - Operações a considerar no TPM da pré-lixagem

ANEXO X - EXCERTO DAS OPERAÇÕES A CONSIDERAR NO TPM DA LIXAGEM

Cartão	Estado	Local	Operações/Ações	Periodicidade	Material	Sugestão
P	224	Linha de Lixagem (Geral)	Fazer a drenagem ao coletor de ar comprimido	1		
P	224	Linha de Lixagem (Geral)	Fazer a drenagem aos lubrificadores pneumáticos	1		
A	224	Linha de Lixagem (Geral)	Verificar estado dos manômetros de ar comprimido	1		
P	224	Linha de Lixagem (Geral)	Verificar o estado da tubagem pneumática	1		
A	224	Linha de Lixagem (Geral)	Verificar se existem fugas de ar comprimido	1		
A	224	Linha de Lixagem (Geral)	Verificar o estado das máquinas e dos equipamentos	1		
<b>3</b>						
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar fugas de lubrificante	4		
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão	8	Pinceis, óleo lubrificação	
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	8	Ambersil	
A	224-004	Transportador de paletes N1 buffer entrada	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
<b>3</b>						
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar fugas de lubrificante	4		
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão	8	Pinceis, óleo lubrificação	
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	8	Ambersil	
A	224-006	Transportador de paletes N2 buffer entrada	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
<b>3</b>						
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar estado, alinhamento das rodas do transbordador	8		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar estado e funcionamento dos dois motorredutores	4		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar fugas de lubrificante	4		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar o estado e esticamento da corrente de transmissão e lubrificar se necessário	8	Pinceis, óleo lubrificação	
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar o estado e esticamento das correntes transportadoras e lubrificar se necessário	8	Ambersil	
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar, reapertar e limpar sensores de proximidade	1		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
A	224-010	Transbordador de carga e descarga	Verificar, reapertar e limpar fimo de cunha	1		
<b>3</b>						
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar fugas de lubrificante	4		
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão	8	Pinceis, óleo lubrificação	
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	8	Ambersil	
P	224-014	Transportador de paletes N1 da alimentação do robô 1	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
<b>3</b>						
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar fugas de lubrificante	4		
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão	8	Pinceis, óleo lubrificação	
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	8	Ambersil	
P	224-018	Transportador de paletes N2 da alimentação do robô 1	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
<b>3</b>						
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar fugas de lubrificante	4		
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão	8	Pinceis, óleo lubrificação	
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar o estado das rodas dentadas	8		
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar o estado das chumaceiras, veios e teflon	8		
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras	8	Ambersil	
P	224-022	Transportador de paletes N3 da alimentação do robô 2	Verificar, limpar e reapertar (se necessário) foto-óculos	1		
<b>3</b>						
P	224-026	Transportador de paletes N4 da alimentação do robô 2	Verificar estado, ruídos anormais e funcionamento do motorreductor	4		

Figura 61 - Operações a considerar no TPM da lixagem

ANEXO XI - CARTÃO Nº 15 TPM DA PRÉ-LIXAGEM

MPT		Período de 4 Semanas		Local		Ação		Material	
 <b>Cartão Nº 15</b> 	Inicial 221	1	221-022	Transportador D-Série D- Paletes Prontas	Verificar o estado e esticamento da correia de transmissão				
		2	221-022	Transportador D-Série D- Paletes Prontas	Verificar o estado dos rolos dentados				
		3	221-022	Transportador D-Série D- Paletes Prontas	Verificar o estado dos rolos de transmissão				
		4	221-022	Transportador D-Série D- Paletes Prontas	Verificar cilindros pneumáticos, fugas de ar comprimido				






Figura 62 - Cartão nº 15 TPM pré-lixagem



ANEXO XII - CARTÃO N° 23 TPM DA LIXAGEM

Cartão Nº 23		MPT		Lixagem 3		23	
Ordem	Atividade	Local	Equip.	Objetivo	Frequência	Material	
1	224-304/208/212/216	Transportador de paletes N5/N6/N7/N8 de saída		Verificar o estado, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão		Proxol, Masec Admix M02	
2	258-304/208/212/216	Transportador de paletes N5/N6/N7/N8 de saída		Verificar o estado das rodas dentadas			
3	224-304/208/212/216	Transportador de paletes N5/N6/N7/N8 de saída		Verificar o estado das chumbeiras, veios e teñen			
4	224-304/208/212/216	Transportador de paletes N5/N6/N7/N8 de saída		Verificar o estado, esticamento e lubrificar as correntes transportadoras		Proxol, Óleo Gelo Maflex 120	
5	224-104	Transportador de correias de saída N2/N3		Verificar o estado e esticamento das correias transportadoras			
6	224-104	Transportador de correias de saída N2/N3		Verificar raspagem			



Figura 63 - Cartão n° 23 TPM da lixagem

ANEXO XIII - CARTÃO 5S – PONTO DE VERIFICAÇÃO Nº3 DA PRÉ-LIXAGEM

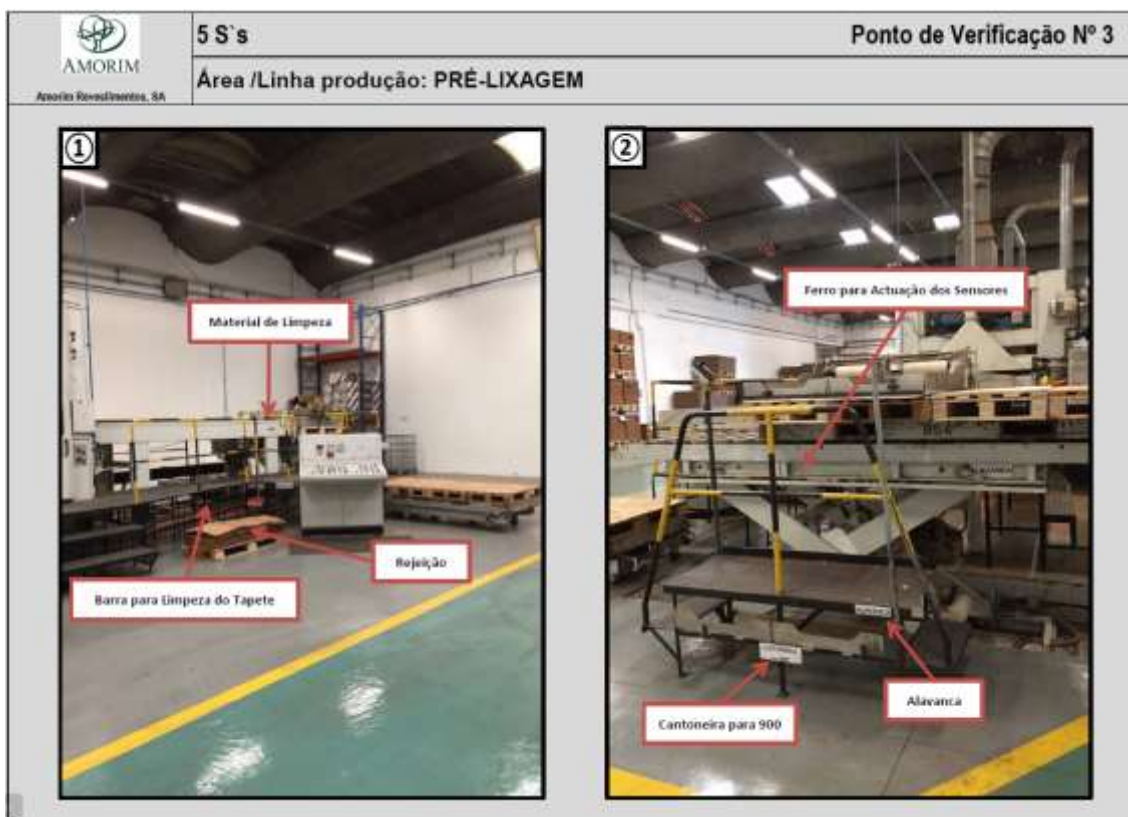


Figura 64 - Ponto de verificação 5'S - pré-lixagem



ANEXO XIV - MAPA VERIFICAÇÃO AUDITORIA 5'S –DA PRÉ-LIXAGEM

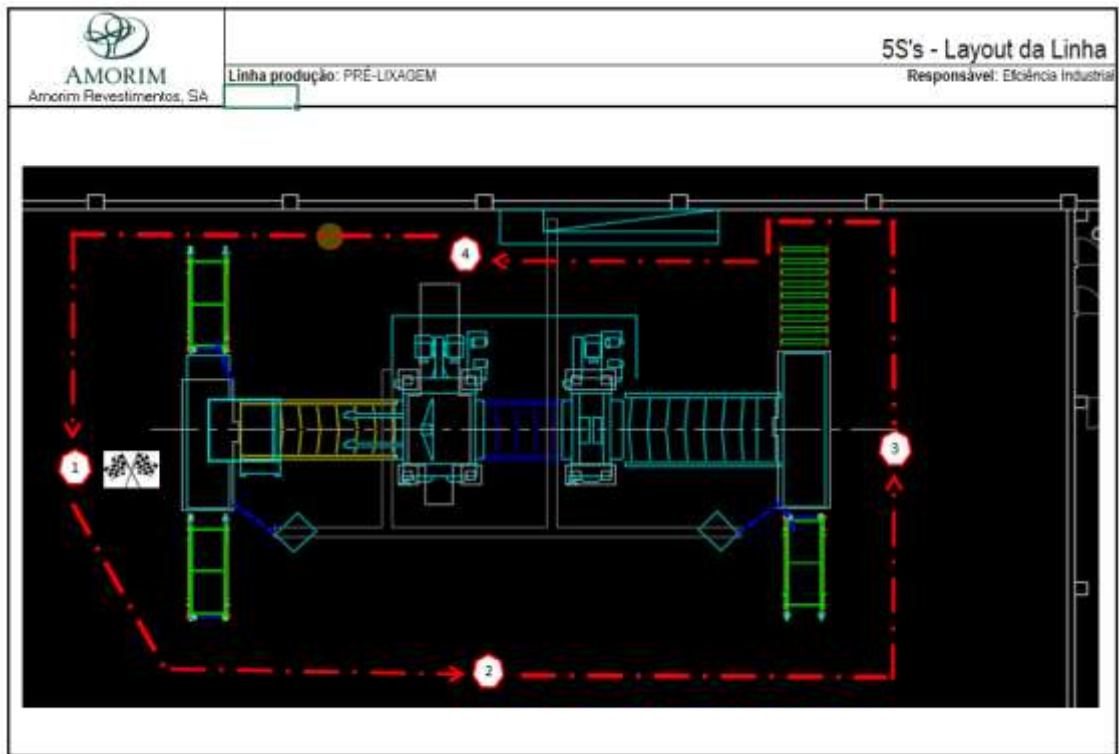


Figura 65 - Mapa auditoria 5'S - pré-lixagem

ANEXO XV - CARTÃO 5S – PONTO DE VERIFICAÇÃO N°8 DA LIXAGEM



Figura 66 - Ponto de verificação 5'S – lixagem

ANEXO XVI - MAPA VERIFICAÇÃO AUDITORIA 5'S –DA LIXAGEM

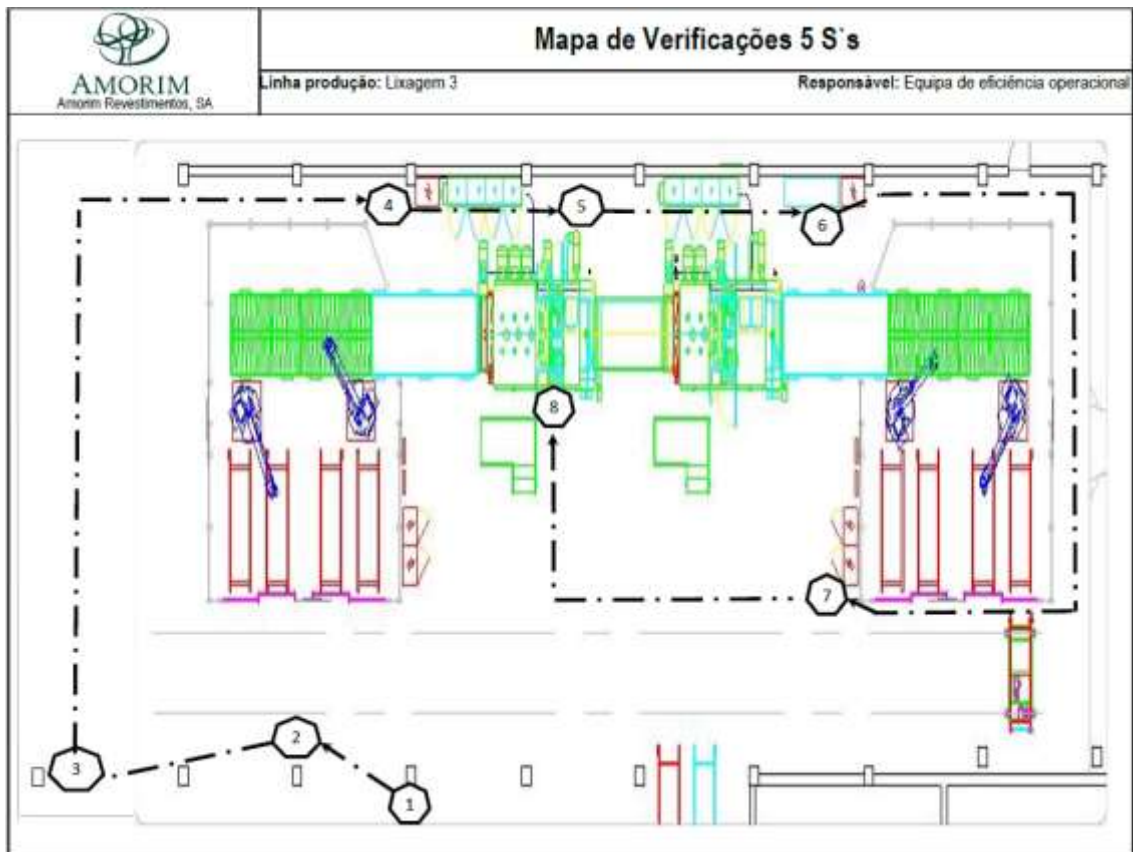



Figura 67 - Mapa de verificação 5'S – lixagem

ANEXO XVII - CHECK LIST 5'S

 <b>AMORIM</b> <small>Amorim Revestimentos, SA</small>	<b>Check List Auditorias 5S's</b>		
	Linha produção: _____	Equipa auditora: _____	
	Auditados: _____	Data auditoria: _____	Turno: _____




Pontos a verificar	S	N	NA	Observações/Sugestões de Melhoria
O posto de trabalho está limpo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
As áreas de circulação estão desimpedidas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Os operadores usam os EPI's definidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Os operadores têm a farda em bom estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Os quadros eléctricos estão fechados e com filtros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Os equipamentos de combate a incêndios estão no local definido, identificados e desimpedidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ações decorrentes da auditoria anterior foram implementadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Os resíduos estão a ser separados corretamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Para as próximas verificações recolher o mapa de Auditoria junto ao Quadro 5S's.

Ponto de verificação nº 1 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 2 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 3 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 4 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 5 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 6 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 7 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 8 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 9 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 10 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 11 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 12 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 13 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 14 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ponto de verificação nº 15 conforme óptimo apresentado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

S- sim; N- não; NA- não aplicável

TOTAL

Critério Avaliação		
L	< 60%	
K	60 - 85%	
J	>85%	

Auditados: \_\_\_\_\_

Auditores: \_\_\_\_\_

Figura 68 - Check list 5'S

## ANEXO XVIII - CÁLCULOS E GRÁFICOS DO OEE, RENDIMENTO, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DA PRÉ-LIXAGEM NA SEMANA 1 – 13 2020

dia/turno		Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Média OEE
A	Semana 1					
B	Semana 2	73	61,4	99,97	44,81	60,24
C	Semana 3	78	65,4	99,95	50,99	60,24
	Semana 4	71	72,5	99,96	51,45	60,24
	Semana 5	76	75,7	99,97	57,51	60,24
	Semana 6	77	74,7	100	57,52	60,24
	Semana 7	74	74,2	99,98	54,90	60,24
	Semana 8	80	85,5	100	60,40	60,24
	Semana 9	83	75,9	99,97	62,98	60,24
	Semana 10	81	78,3	100	63,42	60,24
	Semana 11	83	86,6	99,99	71,87	60,24
	Semana 12	80	86,9	100	69,52	60,24
	Semana 13	83	87,3	99,98	72,44	60,24

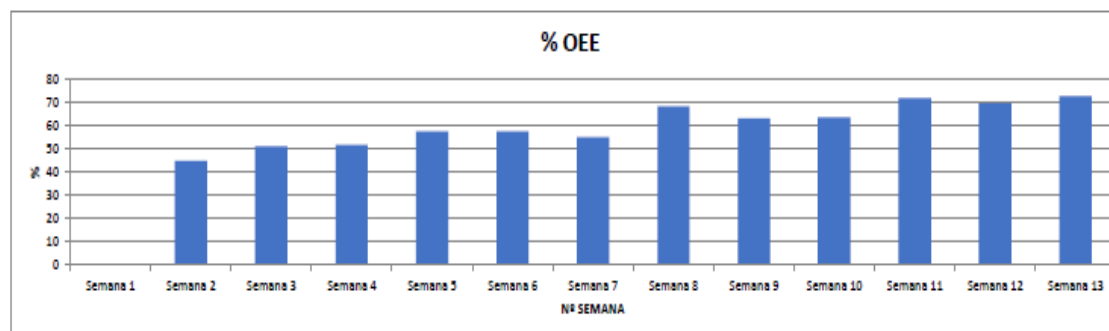
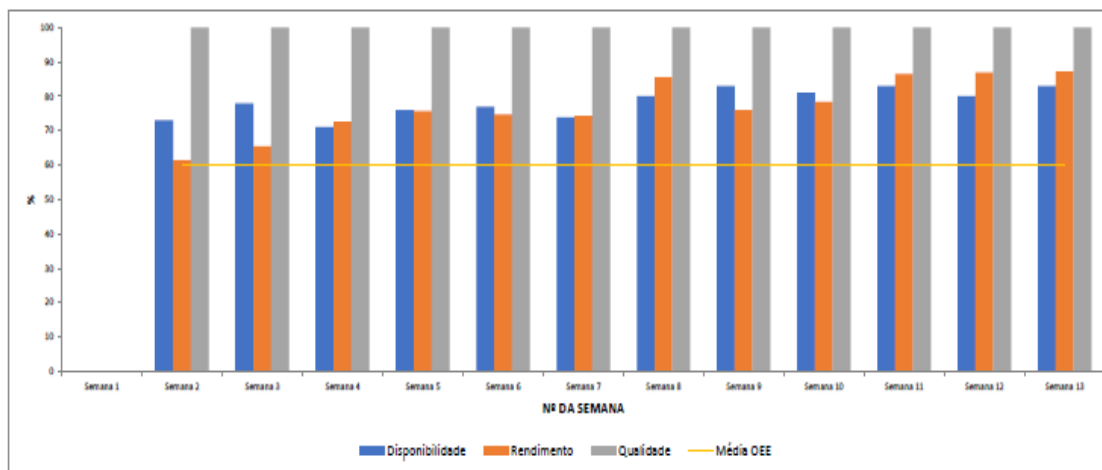


Figura 69 - OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade pré-lixagem semana 1 -13 de 2020

## ANEXO XIX - CÁLCULOS E GRÁFICOS DO OEE, RENDIMENTO, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DA LIXAGEM NA SEMANA 1 – 13 2020

dia/turno	Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	% OEE	Média OEE
A Semana 1					
B Semana 2	78	57,9	99,95	45,14%	50,26
C Semana 3	80	63,4	99,89	50,66%	50,26
Semana 4	74	61,9	99,96	45,79%	50,26
Semana 5	82	71,1	99,92	58,26%	50,26
Semana 6	81	70,1	99,91	56,73%	50,26
Semana 7	83	74,7	99,82	61,89%	50,26
Semana 8	81	77,3	99,91	62,56%	50,26
Semana 9	82	71,4	99,78	58,42%	50,26
Semana 10	84	69,1	99,92	58,00%	50,26
Semana 11	87	82,2	99,94	71,47%	50,26
Semana 12	80	74,2	99,95	59,33%	50,26
Semana 13	87	82,9	99,99	72,12%	50,26

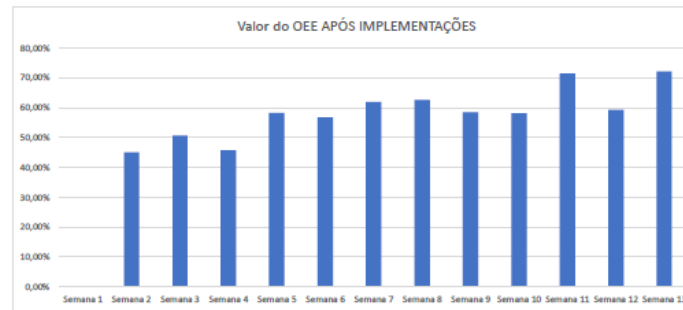
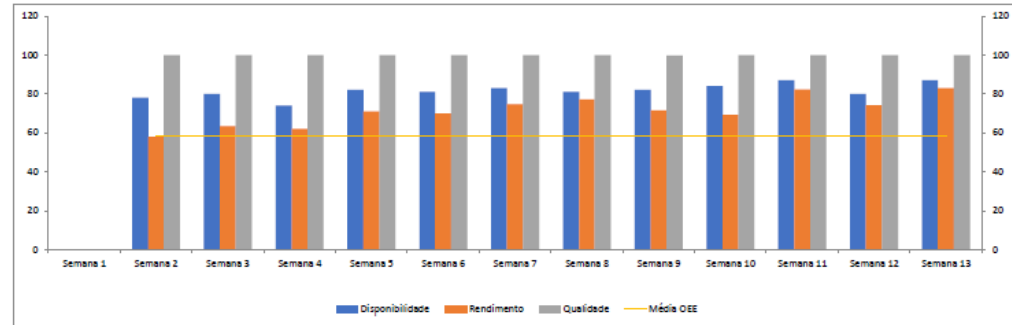


Figura 70 - OEE, rendimento, disponibilidade e qualidade Lixagem semana 1 -13 de 2020

## APÊNDICES

APÊNDICE I - CÁLCULOS DOS CUSTOS DOS REBENTAMENTOS DE LIXAS DO ESTADO INICIAL ARMAZENADAS NA CASA DAS LIXAS E FORA DA CASA DAS LIXAS

Tabela 41 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial)

GRÃO DA LIXA	PREÇO €	QUAN. UTILIZADA P/ SEMANA – ESTADO INICIAL (1)	QUAN. UTILIZADA P/ SEMANA – CL (2)	PREÇO (1) €	PREÇO (2) €	DIFERENÇA (1) – (2)	REDUÇÃO CUSTO %	DIF. CUSTOS ANUAIS €	SOMATÓRIO DIF. CUSTOS ANUAIS €
24	48,34	3	1	145,02	48,34	96,86	66%	3487	24812
40	48,34	7	3	338,38	145,02	193,36	57%	8895	
60	24,2	8	5	193,6	121	72,6	38%	3340	
80	13,18	9	3	118,63	39,54	79,09	66%	3638	
100	11,85	6	1	71,1	11,85	59,25	83%	2726	
120	11,85	10	5	118,5	59,25	59,25	50%	2726	



APÊNDICE II - CÁLCULOS DOS CUSTOS DOS REBENTAMENTOS DE LIXAS DO ESTADO INICIAL ARMAZENADAS NA CASA DAS LIXAS EM RELAÇÃO ÀS NOVAS LIXAS ARMAZENADAS FORA DA CASA DAS LIXAS

Tabela 42 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial VS novas lixas)

GRÃO DA LIXA	QUAN. UTILIZADA P/ SEMANA – ESTADO INICIAL (2)	PREÇO €	PREÇO € (2)	QUAN. REBENTADA P/ SEMANA - NOVAS LIXAS SEM CL (5)	PREÇO €	PREÇO (5) €	DIFERENÇA PREÇOS	REDUÇÃO CUSTO %	DIF. CUSTOS ANUAIS €	SOMATÓRIO DIF. CUSTOS ANUAIS €
24	3	48,34	145,02	3	65,41	196,23	-51,21	-35%	-2356	-1740
40	7	48,34	338,38	4	65,41	261,64	76,74	23%	3530	
60	8	24,2	193,6	5	56,66	283,3	-89,7	-46%	-4126	
80	9	13,18	118,63	6	27,5	165	-46,37	-39%	-2133	
100	6	11,85	71,1	4	11,69	46,76	24,34	34%	1120	
120	10	11,85	118,5	6	11,69	70,14	48,36	41%	2225	

APÊNDICE III - CÁLCULOS DOS CUSTOS DOS REBENTAMENTOS DE LIXAS DO ESTADO INICIAL ARMAZENADAS NA CASA DAS LIXAS EM RELAÇÃO ÀS NOVAS LIXAS  
 ARMAZENADAS NA CASA DAS LIXAS

Tabela 43 - Custos dos rebentamentos de lixas (inicial VS novas lixas sem CL)

GRÃO DA LIXA	QUAN. UTILIZADA P/ SEMANA – ESTADO INICIAL (2)	PREÇO €	PREÇO € (2)	QUAN. REBENTADA P/ SEMANA - NOVAS LIXAS COM CL (5)	PREÇO €	PREÇO (5) €	DIFERENÇA PREÇOS	REDUÇÃO CUSTO %	DIF. CUSTOS ANUAIS €	SOMATÓRIO DIF. CUSTOS ANUAIS €
24	3	48,34	145,02	0	65,41	-	145,02	100%	6671	35835
40	7	48,34	338,38	1	65,41	65,41	272,97	81%	12557	
60	8	24,2	193,6	2	56,66	113,32	80,28	41%	3693	
80	9	13,18	118,63	1	27,5	27,5	91,13	77%	4192	
100	6	11,85	71,1	0	11,69	-	71,1	100%	3271	
120	10	11,85	118,5	0	11,69	-	118,5	100%	5451	

APÊNDICE IV - CÁLCULOS DOS CUSTOS ANUAIS DO *SETUP* DA PRÉ-LIXAGEM

Tabela 44 - Cálculos do *setup* pré-lixagem

PRÉ-LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
SET-UP/SET-UP	$49,8 * 4,3€ = 214,14€$	$43,75 * 4,3€ = 188,1€$	$37,71 * 4,3€ = 162,2€$
SET-UP/Semana (7 vezes)	$49,8 * 4,3€ * 7 = 1499€$	$437,5 * 4,3€ * 7 = 1316,9€$	$377,28 * 4,3€ * 7 = 1135,1€$
SET-UP/ano	$1799€ * 46 = 68953,1€$	$1316,9€ * 46 = 60577,4€$	$1135,1 € * 46 = 52214,6€$
Redução Custo €/ano	-	8 375,70 €	16 738,50 €
Redução Tempo %	-	12,20%	24,30%

APÊNDICE V - CÁLCULOS DOS CUSTOS ANUAIS DO *SETUP* DA LIXAGEM

Tabela 45 - Cálculos do *setup* lixagem

LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
SET-UP	$33,8 * 2,5€ = 84,5€$	$31,83 * 2,5€ = 79,7€$	$27,95 * 2,5€ = 69,9€$
SET-UP/Semana (11 vezes)	$11 * 33,8 * 2,5€ = 929,5€$	$11 * 33,83 * 2,5€ = 875,3€$	$11 * 27,95 + 2,5€ = 768,9 €$
SET-UP/ano	$929,5€ * 46 = 42743,2€$	$875,3 * 46 = 40263,8€$	$768,9 * 46 = 35369,4€$
Redução Custo €/ano	-	2 479 €	7 374 €
Redução Custo %	-	5,80%	17,30%

APÊNDICE VI - CÁLCULOS DOS CUSTOS ANUAIS DA MUDANÇA DE FERRAMENTA PRÉ-LIXAGEM

Tabela 46 - Cálculo dos custos de mudança de ferramenta - pré-lixagem

PRÉ-LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa	$13 * 4,3 = 55,9€$	$11,5 * 4,3 = 49,45€$	$5,45 * 4,3 = 23,4 €$
Mudança de 1 lixa/ semana (44unidades)	$572 \text{ min} * 4,3 € = 2459,6€$	$506 \text{ min} * 4,3 € = 2175,8€$	$239,8 \text{ min} * 4,3 € = 1031,14€$
Mudança de 1 lixa/ ano (2024 unidades)	$2459,6 * 46 = 113141,6€$	$2175,8 * 46 = 100086,8€$	$1031,14 € * 46 = 47432,4 €$
Redução Custo €/ano	-	13 054,80 €	65 709,20 €
Redução Custo %	-	11,50%	58,10%

APÊNDICE VII – CÁLCULOS DOS CUSTOS ANUAIS DA MUDANÇA DE FERRAMENTA LIXAGEM

Tabela 47 - Cálculo dos custos de mudança de ferramenta - lixagem

LIXAGEM	Situação Atual	Após SMED	Após SMED + Mudança da casa das Lixas
Mudança de 1 lixa	16 min * 2,5€ = 32,5€	14,95 min * 2,5€ = 28,75€	5,85 min * 2,5€ = 14,6€
Mudança de 1 lixa/ semana (46 unidades)	736 min * 2,5 € = 1513,8 €	687,7 min * 2.5 = 1380 €	269,1 min * 2,5 = 703,8 €
Mudança de 1 lixa/ ano (21166 unidades)	1513,8 * 46 = 69634€	1380 * 46 = 63480 €	703,8 € * 46 = 32374,8 €
Redução Custo €/ano	-	6 154 €	37 259,20 €
Redução Custo %	-	8,80%	53,50%

APÊNDICE VIII CÁLCULOS DO CUSTO DAS PARAGENS TPM

Tabela 48 - Cálculo dos custos de paragens TPM

MÁQUINA	TEMPO PARAGEM/ANO	CUSTO DA PARAGEM POR HORA	CUSTO DAS PARAGENS/ANO
LIXAGEM	$(6\% * [(7,5*3) * 5 * 46])\text{min}/100 = 310,5\text{h}$	(2,5€*60min)	46 575 €
PRÉ-LIXAGEM	$(7\% * [(7,5*2) * 5 * 46])\text{min}/100 = 241,5\text{h}$	(4,3€*60min)	62 307 €

MÁQUINA	TEMPO PARAGEM/ANO APÓS TPM	CUSTO DA PARAGEM POR HORA	CUSTO DAS PARAGENS/ANO APÓS TPM
LIXAGEM	$((6\% - 3,72\%) * [(7,5*3) * 5 * 46])\text{min}/100 = 117,99\text{h}$	(2,5€*60min)	17 698,50 €
PRÉ-LIXAGEM	$((7\% - 6,44\%) * [(7,5*2) * 5 * 46])\text{min}/100 = 19,32\text{h}$	(4,3€*60min)	4 984,60 €

MÁQUINA	TEMPO DE NÃO PARAGEM/ANO	CUSTO DA PARAGEM POR HORA	BENEFICÍO DAS PARAGENS/ANO
LIXAGEM	$(3,72\% * [(7,5*3) * 5 * 46])\text{min}/100 = 192,51\text{h}$	(2,5€*60min)	28 877 €
PRÉ-LIXAGEM	$(6,44\% * [(7,5*2) * 5 * 46])\text{min}/100 = 222,18\text{h}$	(4,3€*60min)	57 322 €