



**João Daniel
Alves Gama**

**Melhoria do processo de escolha eletrónica de
rolhas naturais**



**João Daniel
Alves Gama**

**Melhoria do processo de escolha eletrónica de
rolhas naturais**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

We live and we learn.

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Fernando Gomes Requeijo
Professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha orientadora, Prof.^a Doutora Helena Alvelos, pela disponibilidade demonstrada, acompanhamento do projeto e sugestões para a realização do relatório de estágio.

À Amorim&Irmãos, S.A., por me ter proporcionado um estágio onde foi contínua a aprendizagem. À equipa de Engenharia de Processo, equipa de Produção e de Manutenção, a todos os colaboradores da unidade, em especial ao Ricardo Regal, o meu muito obrigado pelo ambiente criado e pelos ensinamentos transmitidos.

À Universidade de Aveiro e ao corpo docente de Engenharia e Gestão Industrial, por todos estes anos de crescimento e aprendizagem.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, companheirismo e essencialmente por me desafiarem sempre a dar o melhor de mim, são uma verdadeira inspiração.

palavras-chave

Melhoria contínua, melhoria de processos, fiabilidade, repetibilidade, escolha eletrónica, rolhas naturais.

resumo

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido numa empresa da indústria corticeira nacional, culminando com melhorias aplicadas a um setor de escolha eletrónica. O objetivo principal deste projeto é a melhoria de processos.

Depois de um levantamento inicial sobre o estado do setor e implementadas medidas de melhoria, com a criação de *standard works*, renovações no método de trabalho e atualizações aplicadas aos equipamentos, tanto a nível de *hardware* como de *software*, foi possível reduzir o trabalho sem valor acrescentado e obter uma diminuição do número de lotes rejeitados na ordem dos 42%, levando a um aumento de produtividade no setor.

Posteriormente, fez-se uma análise aos equipamentos de escolha eletrónica de rolhas existentes no mercado, de forma a perceber qual o que melhor satisfazia as necessidades da organização. Para tal, foram realizadas uma série de experiências, onde foi possível testar as capacidades das máquinas a separar vários tipos de defeitos, rolhas com diferentes dimensões e verificar o grau de repetibilidade na escolha que faziam. As conclusões não foram absolutas, no sentido em que nenhum dos equipamentos testados teve a melhor prestação em todas as provas, sendo necessário possuir vários tipos de tecnologias, de forma a fazer uma melhor separação entre rolhas e produtos não conformes.

keywords

Continuous improvement, process improvement, fiability, repeatability, eletronic picking, natural stoppers.

abstract

This dissertation describes the work developed in a Portuguese cork manufacturer, reaching improvements in the electronic choice sector. The main purpose of this project is process improvement. After an initial mapping of processes and with the implementation of process improvements, by the creation of standard works, development of work methods and upgrades to the equipment, considering hardware and software, it was possible to reduce non-value work and to decrease the number of rejected lots by 42%, improving the productivity of the sector. Subsequently, it was performed an analysis of the electronic picking equipment available in the market, in order to choose which one was the most suitable for the organization needs. In order to perform the analysis, a series of tests were carried out, where the capacities of the machines were tested in terms of separation of several types of defects and dimensions, and to verify their performance in what relates to repeatability. The conclusions were not absolute, in the sense that no equipment had the best performance in all the tests, being necessary to have several types of technologies, in order to make a better separation between stoppers and nonconforming products.

INDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	1
1.2.	OBJETIVOS E METODOLOGIA	2
1.3.	ESTRUTURA DO RELATÓRIO	3
2.	REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1.	TOYOTA PRODUCTION SYSTEM	5
2.2.	CONCEITO LEAN THINKING	7
2.3.	PRINCÍPIOS LEAN THINKING	7
2.4.	SETE DESPERDÍCIOS	9
2.5.	VALOR ACRESCENTADO E VALOR NÃO ACRESCENTADO	10
2.6.	FERRAMENTAS LEAN	11
2.6.1.	5S's	11
2.6.2.	Standard Work	12
2.7.	ANÁLISE DOS MÉTODOS DE TRABALHO	13
2.8.	GESTÃO DA QUALIDADE	15
2.8.1.	Gestão Pela Qualidade Total - TQM	16
2.9.	CONCEITOS GERAIS DE FIABILIDADE, REPETIBILIDADE E REPRODUTIBILIDADE	17
2.9.1.	Fiabilidade	17
2.9.2.	Repetibilidade	17
2.9.3.	Reprodutibilidade	18
3.	CASO DE ESTUDO	19
3.1.	CORTICEIRA AMORIM, S.G.P.S., S.A	19
3.2.	UNIDADE INDUSTRIAL DE LAMAS	19
3.3.	PROCESSO PRODUTIVO DA ROLHA NATURAL	20
3.4.	SETOR DA TERCEIRA ESCOLHA ELETRÓNICA	24
3.4.1.	Descrição do sector	24
3.4.2.	Máquina de escolha eletrónica	25
3.4.3.	Processo produtivo no sector da terceira escolha	27
3.4.4.	Controlo de qualidade	28
4.	CASO DE ESTUDO - SITUAÇÃO INICIAL	29
4.1.	CORTIÇA	29
4.2.	MÉTODO DE TRABALHO	30
4.3.	MÁQUINA DE ESCOLHA	30
4.3.1.	Pó de cortiça	31
4.3.2.	Organização interface gráfica	32
4.3.3.	Calibração de câmaras e repetibilidade de escolha	32
4.4.	PROCESSO PRODUTIVO ATUAL	33
5.	DESENVOLVIMENTO E MELHORIAS PROPOSTAS	37
5.1.	MÉTODO DE TRABALHO	37
5.1.1.	Criação de horário para os técnicos do setor	37
5.1.2.	Divisão das tarefas de manutenção preventiva	38
5.1.3.	Realização de acompanhamento conjunto	39
5.1.4.	Formações contínuas	40
5.2.	EQUIPAMENTOS DE ESCOLHA ELETRÓNICA – INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO	41
5.2.1.	Organização de pastas e programas	41
5.2.2.	Criação de manual de parametrização	42

5.2.3.	<i>Auditorias</i>	43
5.3.	ALTERAÇÕES AO <i>HARDWARE</i> DOS EQUIPAMENTOS DE ESCOLHA ELETRÓNICA	44
5.4.	RESULTADOS APÓS MELHORIAS	45
6.	TESTES ENTRE MÁQUINAS	47
6.1.	DESCRIÇÃO DOS TESTES.....	47
6.2.	METODOLOGIA	48
6.2.1.	<i>Teste de repetibilidade e reprodutibilidade</i>	48
6.2.2.	<i>Teste de dimensões</i>	48
6.2.3.	<i>Teste de defeitos</i>	49
6.3.	RESULTADOS	49
6.3.1.	<i>Resultados do teste de repetibilidade e reprodutibilidade</i>	49
6.3.2.	<i>Resultados do teste de dimensões</i>	51
6.3.3.	<i>Resultados do teste de defeitos</i>	52
6.4.	CONCLUSÃO SOBRE TESTES ENTRE MÁQUINAS	52
7.	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	55
7.1.	CONCLUSÕES	55
7.2.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	56
8.	REFERÊNCIAS	57
9.	ANEXOS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CASA DO <i>TOYOTA PRODUCTION SYSTEM</i> (ADAPTADO DE LIKER (2004))	6
FIGURA 2- ROLHA NATURAL, ACQUAMARK E COLMATADA	20
FIGURA 3 - ESQUEMA DO PROCESSO PRODUTIVO	23
FIGURA 4 - SETOR DA TERCEIRA ESCOLHA ELETRÓNICA	25
FIGURA 5 - CÂMARAS DO EQUIPAMENTO DE ESCOLHA	26
FIGURA 6 - INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO.....	26
FIGURA 7 - TABULEIRO E DESDOBRA DE CONTROLOS DE QUALIDADE	28
FIGURA 8 - ESTADO DAS LENTES DAS CÂMARAS E SISTEMA DE ASPIRAÇÃO INICIAL	31
FIGURA 9 - DESDOBRAMENTOS DE CLASSES AO LONGO DOS SETORES	35
FIGURA 10 - EXCERTO DE TABELAS DO MANUAL	43
FIGURA 11 - SISTEMA DE ASPIRAÇÃO E LIMPEZA INSTALADO.....	44
FIGURA 12 - MÁQUINA EM FUNCIONAMENTO COM O NOVO SISTEMA DE LIMPEZA	45
FIGURA 13 - RESULTADO DO TESTE DE DIMENSÕES	51
FIGURA 14 - RESULTADO DO TESTE DE DEFEITOS.....	52

INDICE DE TABELAS

TABELA 1- PRINCÍPIOS DE DEMING (ADAPTADO: GODINHO E NETO (2001))	16
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÕES DA ROLHA NATURAL	24
TABELA 3 - RESULTADOS TESTE DE REPETIBILIDADE.....	33
TABELA 4 – TABELA DESCRITIVA DE HORÁRIO DOS TÉCNICOS	38
TABELA 5 - TABELA DESCRITIVA DA ROTATIVIDADE DO ACOMPANHAMENTO CONJUNTO	40
TABELA 6 – NÚMERO DE REPROCESSAMENTOS NO SETOR.....	46
TABELA 7 -RESULTADO DO TESTE DE REPETIBILIDADE	49
TABELA 8 - RESULTADO DO TESTE DE REPRODUTIBILIDADE	50

1. Introdução

A empresa na qual este estudo decorreu foi a Amorim & Irmãos, S.A., localizada em Santa Maria de Lamas. Nesta fábrica, pertencente ao maior grupo de processamento de cortiça do mundo, são produzidas, além de outros produtos, rolhas naturais cujas características proporcionam as melhores condições de vedação e o equilíbrio ideal entre o envelhecimento do vinho e todos os fatores externos ao processo de maturação.

1.1. Contextualização do trabalho

Com o atual desenvolvimento tecnológico e as melhorias que são aplicadas nas indústrias a nível global, a empresa sentiu necessidade de perceber quais os fatores que provocam instabilidade no processo final de produção de rolhas, no sentido de vir a criar novos métodos de trabalho e a facilitar o trabalho das equipas de gestão de produção e controlo de processo, bem como aumentar a produtividade do sector e diminuir a variabilidade do processo de escolha eletrónica.

Este projeto foi desenvolvido na terceira fase de escolha e seleção eletrónica de rolhas que, na maioria dos casos, é a etapa final do processo produtivo antes da entrega do produto final ao cliente. Para a concretização deste trabalho, foi necessário perceber o modo de funcionamento do sector e as potencialidades e limitações das próprias máquinas de escolha eletrónica, bem como fazer um levantamento dos fatores que influenciam esta etapa, quer seja de forma direta ou indireta. Durante o desenvolvimento deste projeto, foi bastante importante ter sempre presente o conceito de qualidade e a sua relação com o produto entregue aos consumidores, de modo a contribuir para aumentar a rentabilidade que a cortiça pode proporcionar à empresa, assim como a consequente manutenção e criação de relações duradouras de confiança e proximidade com os clientes.

1.2. Objetivos e metodologia

Este projeto tem como âmbito a melhoria de processos. Através da análise da terceira fase de escolha eletrónica (3ªEE) de rolhas naturais, pretende-se melhorar os métodos de trabalho atuais, quebrando estigmas que facilmente são desenvolvidos em ambiente fabril. O objetivo principal deste trabalho é, assim, o de aumentar a fiabilidade eletrónica do setor, criando, desta forma, maior confiança das pessoas nos equipamentos e processos. Consequentemente, pretende-se diminuir o número de lotes reprovados e reprocessados, aumentar a produtividade e reduzir o trabalho sem valor acrescentado, tirando o máximo partido dos equipamentos de escolha.

A metodologia adotada passou por um levantamento geral de todos os processos que fazem parte do sector da terceira escolha eletrónica (3ªEE) e que interagem com as máquinas e os equipamentos instalados e usados nesta etapa (máquinas V – 7076). A análise estendeu-se desde o estudo do método de trabalho, passou por uma investigação geral da máquina e do seu desempenho e ainda pelo estudo do impacto que a matéria-prima tem no produto final pretendido. Após uma análise preliminar ao estado do sector fabril, foi possível identificar melhorias a implementar, que temporalmente se foram desdobrando em pequenas medidas e ações.

Já numa fase posterior, foram implementadas medidas em relação ao método de trabalho e aplicadas melhorias aos equipamentos. Apesar de se ter obtido uma maior organização e controlo no setor, a variabilidade das máquinas de escolha não criava confiança nos colaboradores e na produção. Desta forma, foi desenvolvido um estudo com novas máquinas de escolha eletrónica, de modo a perceber qual o equipamento mais atualizado do mercado que vai de encontro às necessidades da empresa no cumprimento de requisitos de produção. Por fim, foram analisados os resultados tanto das melhorias implementadas no setor como das comparações entre as máquinas.

1.3. Estrutura do relatório

Este relatório está dividido em cinco capítulos, em que cada um, por sua vez, se divide em subcapítulos.

No primeiro capítulo, é feita uma introdução ao relatório. Aqui, é contextualizado o problema, são abordadas as metodologias adotadas para a sua resolução e é apresentado o objetivo geral do trabalho. É, ainda, caracterizada a estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita uma abordagem ao estado de arte, com a revisão de conceitos teóricos que vão sustentar o projeto na prática.

No terceiro capítulo é apresentado o caso de estudo. Neste sentido, é abordada a empresa, o setor e os processos produtivos. O capítulo quatro é onde é feita a caracterização do estado inicial, com a identificação dos principais problemas a estudar.

No quinto capítulo, são apresentadas as melhorias implementadas no setor em estudo, com uma breve análise do resultado das mesmas. No capítulo seis, é feito um estudo de máquinas, por forma a analisar alternativas aos equipamentos do setor.

No sétimo e último capítulo, são feitas algumas considerações futuras e são retiradas conclusões gerais sobre o projeto e o estágio.

2. Revisão da Literatura

2.1. Toyota Production System

Depois da grande revolução industrial iniciada no século XVIII, foi a produção em massa popularizada por Henry Ford à frente da *Ford Motor Company* que transformou o mercado e a indústria por completo. Com a criação de linhas de montagem, foi possível obter grandes taxas de produção por trabalhador, com a manufatura em grande escala de produtos normalizados, a um baixo custo comparativamente à realidade da época.

A par com o desenvolvimento dos mercados globais, as necessidades e requisitos por parte dos clientes foram mudando gradualmente, com a procura por produtos com características diferenciadoras a aumentar cada vez mais.

Foi no período após a segunda guerra mundial, em que a economia japonesa lutava contra as grandes sanções económicas impostas pelo Ocidente, que surgiu o *Toyota Production System (TPS)*, também para combater o estado de escassez de recursos em que o país se encontrava (Womack, Jones, & Roos, 1990). Ao observar a maior produtividade das empresas automóveis americanas, Taiichi Ohno decidiu analisar esta questão e criar um novo sistema produtivo para a empresa japonesa, que resultou no TPS (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Este novo sistema de produção, que revolucionou a indústria automóvel e foi adotado nas empresas ocidentais anos mais tarde, assenta numa filosofia de redução de desperdício e eliminação de atividades que não acrescentem valor, através do envolvimento de todos os colaboradores (Pinto, 2014).

De modo a entregar produtos com o mesmo valor mas com um custo produtivo menor, foi necessário aplicar uma estratégia de melhoria contínua, que englobava a redução de *lead times* e um planeamento da produção mais assertivo e que fosse de encontro à procura real do mercado, com o recurso a diversas ferramentas de gestão, planeamento e controlo de produção (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Taiichi Ohno (1988) afirmava que este método de produção foi desenvolvido para evidenciar os problemas nas organizações e estimular os colaboradores a crescerem e tornarem-se melhores no desenrolar da resolução dos desafios diários.

O TPS é muitas vezes ilustrado como uma casa, de forma a demonstrar como todos os conceitos se relacionam, mas também para evidenciar que é um sistema que só tem resultado se for implementado integralmente.

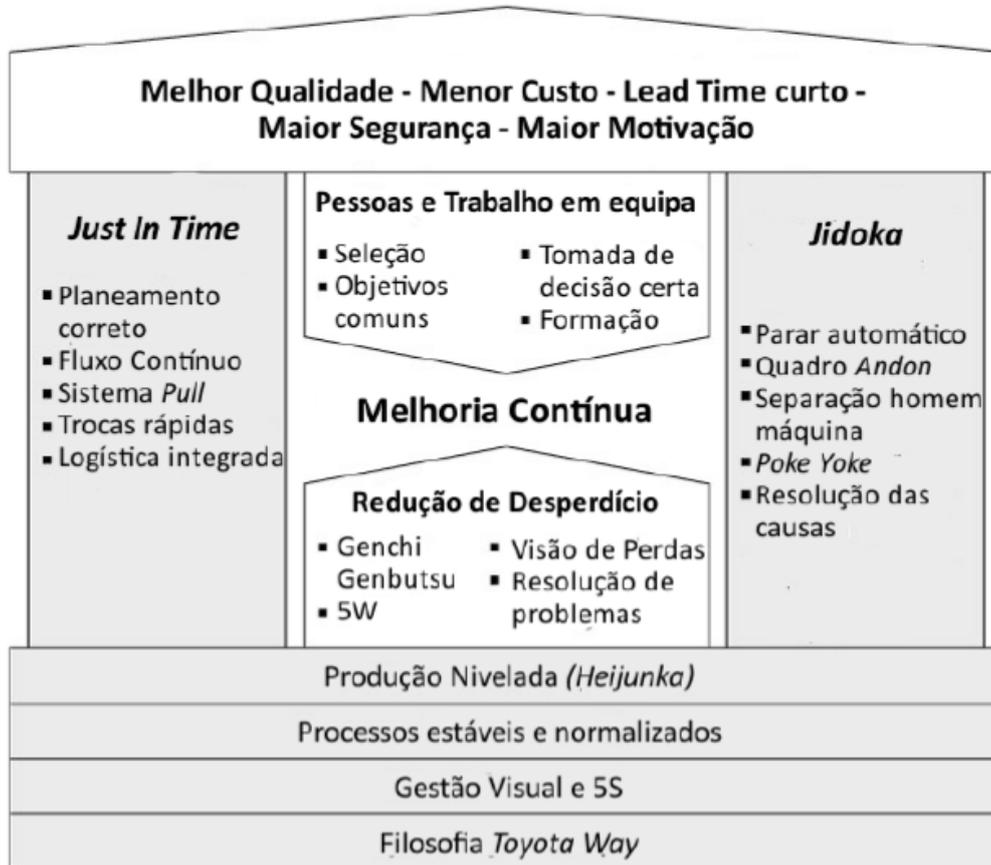


Figura 1 - Casa do *Toyota Production System* (adaptado de Liker (2004))

Da representação da casa é possível retirar, numa primeira análise, a divisão entre a base, os pilares e ainda o interior da mesma, que vão representar diferentes funções na implementação da ferramenta.

Os dois pilares que sustentam a casa são o *Just in Time (JIT)* e o *Jidoka*. JIT representa um sistema de produção que procura reduzir a quantidade de *stock* intermédio, sustentado num fluxo contínuo de produção e apresentando as peças ou produtos apenas quando são necessários ao processo (Tiwari, Dubey & Tripathi, 2011). *Jidoka* tem por objetivo a perfeição das operações, com a aplicação de ferramentas que detetam erros e defeitos e permitam a sua deteção em tempo útil.

Debaixo dos pilares estão representadas as bases da ferramenta. Nela estão contidos os princípios e valores da filosofia Toyota, a gestão visual como meio de envolvimento de todos os colaboradores na realização de tarefas, a uniformização de processos como ponto de partida para a redução da variabilidade dos mesmos bem como a produção nivelada, mantendo assim uma produção contínua.

No interior da casa estão representadas as pessoas e a necessidade do envolvimento de todos, porque só assim é possível atingir o máximo da potencialidade destas ferramentas, bem como a melhoria contínua diária que tem como objetivo a redução de desperdício.

O *TPS* evoluiu muito com o passar dos anos e principalmente com a sua adaptação ao mercado ocidental e global, sendo hoje em dia transversal a muitas indústrias e dando origem ao que atualmente é conhecido como *Lean Manufacturing*, que tem como objetivo a maximização de valor para o cliente através da redução de desperdício (Krafcik, 1988).

2.2. Conceito Lean Thinking

A filosofia *Lean Thinking*, surgindo como uma natural evolução das metodologias desenvolvidas pelo *TPS*, tem como objetivo produzir mais com o mínimo consumo possível (Womack e Jones, 2003). Aplicadas à produção fabril, as ferramentas *Lean* englobam várias técnicas que levam à identificação e eliminação de atividades sem valor acrescentado, reduzem o desperdício e, por consequência, aumentam a produtividade da empresa.

2.3. Princípios Lean Thinking

Na busca incessante pela perfeição e maximização de recursos, é necessário disciplina ao longo de todo o processo produtivo, em que cada parcela possa contribuir para uma melhor satisfação das necessidades do cliente e uma melhoria contínua de processos internos da organização. São cinco os princípios que, integrados sequencialmente numa

organização, contribuem para uma melhor implementação do conceito em ambiente industrial (Pinto, 2009):

- **Valor** – corresponde ao valor atribuído ao produto ou serviço, ilustrando o que os clientes pretendem. É naturalmente o ponto de partida para a implementação de ferramentas *Lean*, e essa identificação é da responsabilidade total do consumidor. Assim, todas as atividades ou características que não levem à satisfação das necessidades dos clientes, constituem oportunidades de melhoria;
- **Cadeia de Valor** – é a sequência de atividades que conduzem à produção do bem pretendido. Revelando-se um passo importante, a identificação da cadeia de valor envolve toda a fabricação e produção do bem, desde a investigação e desenvolvimento, até à entrega final ao cliente;
- **Fluxo** – surge da necessidade de criar um fluxo de produção contínuo, que permite eliminar tarefas sem valor acrescentado. Com a implementação de um fluxo contínuo, é possível reduzir tempos de espera e paragens desnecessárias, levando a uma maior margem de entrega do produto ao cliente;
- **Sistema Pull** – o produto é apenas produzido por ordem do cliente. Num sistema *Pull*, é apenas produzido o que é necessário no tempo certo. Organizações com este sistema obtêm uma redução de stock intermédio e de flutuações no planeamento de produção e vendas da empresa;
- **Perfeição** – traduz-se no compromisso da melhoria contínua dos processos. Neste estado, há uma constante procura pela redução completa de desperdício nos processos.

Explorados os cinco princípios, surgem agora algumas fragilidades imputadas aos mesmos. De facto, os princípios referem-se apenas a uma cadeia de valor e uma organização pode apresentar várias cadeias de valor, consoante o *stakeholder*. Então, deve uma empresa focar-se em todas as partes integrantes, e não apenas nos clientes finais. Outra vulnerabilidade é o constante foco em melhoria contínua, em detrimento da inovação.

Uma organização não pode ser cem por cento eficaz na produção de um produto, se esse produto estiver ultrapassado no mercado, sendo assim importante envolver uma constante inovação no ciclo produtivo.

2.4. Sete Desperdícios

Desperdícios traduzem todas as atividades praticadas que não contribuem para a valorização dos produtos, consomem recursos e tempo, mas não acrescentam valor ao fluxo produtivo. Uma atividade que não acrescenta valor é denominada por *muda* no Japão.

Os desperdícios são classificados por Ohno (1988) em sete categorias:

- **Excesso de produção** – ocorre quando há produção sem que haja necessidade. É o *muda* com mais impacto, provocando uma desregulação no fluxo contínuo de produção. A produção em excesso leva à utilização de recursos e matérias-primas sem que haja retorno do produto, levando a desvios de produção e consumo de componentes. Este desperdício faz com que haja uma grande quantidade de *stock* e uma maior necessidade de espaço de armazenamento;
- **Tempos de espera** – são períodos de inatividade de equipamentos ou pessoas, que não acrescentam valor ao produto e que resultam em fluxos irregulares. Os tempos de espera podem ser provocados por falta de material por parte dos fornecedores, fraco planeamento e balanceamento da produção, *layout* desajustado ou problemas de fluxo;
- **Transporte e movimentações** – resultam do transporte excessivo de materiais, informação ou pessoas ao longo do processo produtivo e que se traduzem em gastos desnecessários. O objetivo deve ser sempre a redução dos fluxos de transportes e movimentações para que provoque o mínimo impacto no fluxo produtivo;
- **Processos inadequados** – é um desperdício provocado pela utilização incorreta de equipamentos ou ferramentas, inadequados às funções

pretendidas ou demasiado complexos para cumprirem o objetivo para o qual foram usados;

- **Excesso de *stock* em curso de fabrico** – representa o material inativo ao longo do fluxo produtivo. Este material, ao estar demasiado tempo parado, pode levar a custos elevados de ocupação de espaço e transporte, bem como risco de deterioração do produto;
- **Defeitos** – problemas frequentes nos produtos, que podem ser causados por falha humana ou de algum equipamento. Os defeitos podem levar a fraca qualidade no produto final e à existência de reclamações por parte do cliente;
- **Movimentação desnecessária** – revela-se pela desorganização do local de trabalho e pode resultar em quebras de desempenho, fazendo com que haja transporte de materiais desnecessários. É muitas vezes provocada pela despreocupação com os aspetos de ergonomia no trabalho, levando os operadores a ter ações corretivas que corrijam esta questão ou que provoquem potenciais lesões.

Para além dos desperdícios identificados anteriormente, podem ser tidos em conta outros como o não aproveitamento do potencial humano ou as atividades de subprocessamento.

Em suma, é de grande valor para a organização fazer um levantamento de todos os seus desperdícios, para depois conseguir atuar na eliminação das fontes que os provocam.

2.5. Valor acrescentado e valor não acrescentado

Processos com valor acrescentado são tarefas que correspondem à criação de valor, vista pelos olhos do cliente. São operações que contribuem para a produção de componentes de acordo com as necessidades e especificações do cliente, como por exemplo tarefas de montagem de componentes (Rother & Shook, 2003). Operações de valor não acrescentado são atividades que são puro desperdício e não contribuem e

nada para a entrega do produto ao cliente, devendo ser eliminadas. São exemplo destas tarefas movimentações ou tempos de espera. Podem ser ainda considerados um terceiro tipo de processos, os de valor não acrescentado mas necessário, vitais para a produção, como por exemplo tarefas de cargas ou abastecimento de máquinas.

2.6. Ferramentas Lean

Um grande número de ferramentas e estratégias foram desenvolvidas para ajudar na implementação da filosofia *Lean*, que apoiam as organizações nas práticas de melhoria contínua do dia-a-dia. Algumas elaboradas a partir do *Toyota Production System*, estas ferramentas têm como objetivo a diminuição dos desperdícios, redução de custos e o aumento de vantagem competitiva no contexto organizacional. Neste capítulo são apresentadas algumas ferramentas usadas frequentemente aquando da implementação do conceito *Lean* na indústria.

2.6.1. 5S's

Os 5S's são uma ferramenta de origem nipónica que visam a melhoria do local de trabalho. Desenvolvida no pós-guerra, provavelmente inspirada na necessidade de reorganizar um país devastado pela guerra, a ferramenta 5S's é descrita por Rich et al. (2006) como a base da implementação da filosofia *Lean* e um dos instrumentos principais de gestão da qualidade. A implementação desta ferramenta vai além da simples organização do espaço de trabalho, sendo uma estratégia bastante importante na redução de desperdícios, e conseqüente diminuição do número de erros humanos e de peças defeituosas, levando a um aumento de produtividade significativo na maioria dos casos (Steven, 2011).

O termo 5S deriva de cinco palavras japonesas (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* e *Shitsuke*) e cada S representa uma medida a ser tomada pela organização, que se descrevem resumidamente em seguida:

- **Seiri** (triagem) – é necessário fazer uma distinção do que é necessário e dispensável. No local de trabalho deve estar apenas o que for indispensável para a realização de tarefas diárias, o que for desnecessário deve ser eliminado de forma a otimizar o espaço em questão;

- **Seiton** (arrumação) – alocar um espaço para cada coisa, de forma a que todas as ferramentas estejam disponíveis e sejam de fácil e rápido acesso, reduzindo o tempo de procura do mesmo;
- **Seiso** (limpeza) – é bastante importante manter o local de trabalho limpo e arrumado, e equipamentos e ferramentas em perfeito estado para poderem ser utilizadas;
- **Seiketsu** (normalização) - nesta etapa devem ser criadas normas de trabalho, de simples interpretação, que permitam manter os passos anteriores em vigor e apoiar a implementação das práticas *Lean*;
- **Shitsuke** (disciplina) – é necessário, após a criação e implementação de todas as medidas anteriores, criar hábitos de trabalho que levem os recursos humanos a cumprir diariamente o que foi estipulado;

Além de todas as vantagens anteriormente enunciadas, a adoção desta ferramenta leva à redução de tempos de *setup*, ao aumento da qualidade do produto e à redução do número de acidentes de trabalho e avarias nos equipamentos.

2.6.2. Standard Work

A normalização do trabalho é uma ferramenta de melhoria contínua que tem grande impacto no método de trabalho, e que ao reduzir a variabilidade dos processos, consegue melhores resultados em termos de produtividade e eficiência.

Assente na filosofia *TPS*, o seu objetivo passa pela repetição do trabalho na mesma forma sequencial, e o seu método pode ser aplicado a qualquer colaborador em qualquer situação (The Productivity Press Development Team, 2002).

A padronização do trabalho antecede qualquer ação de melhoria, porque segundo Imai (1986), um processo que sofra constantes variações, não oferece condições de análise a qualquer implementação de melhoria, já que não se pode prever o efeito da nova prática. Assim, só se consegue medir o impacto de alguma alteração tendo o processo em condições controladas.

De forma a ter uma implementação efetivada, é necessário ir ao encontro de quatro requisitos, segundo Martin e Bell (2011). Primeiro, é necessário garantir que o

operador pode realizar o trabalho pretendido dentro das normas de segurança e ergonomia, no tempo estabelecido e com a qualidade final pretendida. O segundo fator prende-se com o tipo de tarefa, pois tem de ser uma tarefa passível de ser repetida, ou seja, realizada sempre da mesma forma. Devem ainda ser utilizados materiais e equipamentos com qualidade garantida, para que não ocorram paragens que impliquem o incumprimento das normas. Por fim, é necessário garantir a qualidade da matéria-prima, de modo a minimizar a ocorrência e aparecimento de defeitos no produto entregue ao cliente.

É crucial a implementação de um ciclo *SDCA (Standardize, Do, Check, Act)*, uma ótima ferramenta na replicação de trabalho efetuado pelos operadores. O primeiro passo consiste na normalização de uma tarefa com o operador (*standardize*), no sentido de resolver problemas que possam ser previstos. De seguida, há que implementar essa mesma norma (*do*), envolvendo todos os colaboradores, recorrendo a formação se necessário, até que esteja devidamente implementada. Depois de tudo estar em funcionamento, é necessário averiguar se os novos métodos estão de acordo com o pretendido (*check*), se respeita normas de segurança e se pode ser realmente efetuada pelos operadores competentes. Consoante os resultados observados, devem ser feitas correções (*act*) caso sejam encontradas anomalias na execução da mesma. Não sendo esta uma ferramenta estática, a implementação de um *standard work* implica uma monitorização com vista à melhoria contínua (Coimbra, 2013).

2.7. Análise dos métodos de trabalho

Com o aumento exponencial da competitividade, torna-se imprescindível para as organizações adotarem medidas que aumentem a produtividade interna, ao mesmo tempo que levem à redução de custos. Por isso, é de extrema importância o foco na conceção de trabalho (Freidvals & Niebel, 2009).

Sendo um método utilizado para estudar o modo como o trabalho é realizado dentro de uma organização, a aplicação desta técnica normalmente é acompanhada por um aumento de produtividade na empresa. Com enorme versatilidade, esta ferramenta pode

ser aplicada em diversas áreas, desde alterações gerais nos processos ou materiais, mudanças de equipamentos ou ferramentas, modificações no desenho de produto e até na aplicação de novos produtos (Stevenson, 2005). Usualmente, vem dar resposta a questões de redução de distâncias percorridas, tempo gasto no manuseamento de certas tarefas ou ferramentas ou qual a eficiência de um posto de trabalho e suas possíveis melhorias.

Esta técnica tende a ser implementada em tarefas repetitivas, que necessitam de muita mão-de-obra ou em atividades gargalo. Estas atividades, podem revelar-se mais cansativas ou menos seguras para os operadores, normalmente originam uma maior percentagem de peças defeituosas e limitam o desempenho do sistema produtivo. Sempre com vista à melhoria, o estudo concentra-se neste tipo de trabalho porque são os que apresentam maior potencial de melhoria em termos globais para a organização (Faria & Maristela, 2010).

A análise dos métodos de trabalho pode ter por base diversas metodologias, como a análise de Pareto ou a metodologia da Qualidade 5W2H's. Com a aplicação da primeira, é feita uma recolha de dados e analisado o efeito de cada fator no processo, o que permite segmentar as causas e perceber onde se foca o problema (Brynjolfsson, Hu, & Simester, 2011). Ao utilizar a metodologia 5W2H's, é necessário responder às perguntas "Porquê?", "Quando?", "O quê?", "Onde?", "Por quem?", "Como?" e "Por quanto?". Ao aplicar estas questões aos processos, é possível, com o apoio de tabelas e gráficos de fluxo, obter uma análise mais detalhada de todas as tarefas. Ambas as ferramentas podem ser aplicadas tanto em processos já existentes como no desenho de novos procedimentos.

A inovação, geralmente associada à conceção de novos produtos, pode também ser considerada nos processos. Com a inovação e aperfeiçoamento dos processos, é possível obter melhorias consideráveis que levem à entrega de um produto melhor, que aumentem a satisfação do cliente e a eficiência do processo de fabrico (Freidvals & Niebel, 2009).

Antes da implementação das melhorias identificadas, é necessária uma grande preparação por parte da administração na divulgação, aos colaboradores, dos novos

métodos, assim como na sua formação, para que a sua cooperação seja efetiva, sem o que a implementação pode estar comprometida. Assim, é necessário o envolvimento de todos, quer numa fase de estudo, quer já numa fase posterior, com os novos métodos em funcionamento, para que sejam alcançados os resultados pretendidos (Stevenson, 2005).

2.8. Gestão da Qualidade

Apesar de poder ser considerado um conceito recente, a qualidade, em termos de satisfação do cliente, é uma prática com bastante impacto no desenvolvimento humano e nas trocas comerciais ao longo dos últimos séculos.

Embora não haja uma definição única do que é a qualidade, esta pode ser tida como uma prática com alguns princípios basilares, tais como a procura pela melhoria contínua, a satisfação das necessidades do cliente e o trabalho em equipa (Wiele, 2002). Não obstante esta generalidade do conceito, para Crosby (1980), a caracterização da qualidade pode ser feita através da relação entre o produto e a sua conformidade com os requisitos, procurando uma prática de “zero defeitos”, surgindo assim a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de avaliação de conformidade, de forma a verificar se o produto está dentro dos requisitos do cliente. Já para Deming, a gestão da qualidade e a melhoria de processos só pode ser atingida com o envolvimento de todos, principalmente com o interesse da gestão de topo, já que o autor justifica que a maioria dos problemas advêm de maus processos e sistemas, e não do baixo rendimento de colaboradores. Deming enumerou os 14 princípios apresentados na Tabela 1, que, na sua opinião, apoiam as organizações na procura pela qualidade, na deteção e eliminação de falhas, num sistema envolvendo colaboradores e fornecedores (Dan Reid & Sanders, 2007).

Tabela 1- Princípios de Deming (adaptado: Godinho e Neto (2001))

1	Criar uma visão constante para a melhoria de um produto ou serviço.
2	Adotar novas formas de gestão.
3	Dar prioridade à prevenção e não à inspeção, controlando a qualidade por amostragem.
4	Acabar com a escolha de fornecedores com base no preço, desenvolvendo relações duradoras com os mesmos.
5	Procurar a melhoria contínua.
6	Promover a aprendizagem no terreno.
7	Desenvolver a liderança a todos os níveis.
8	Eliminar o estilo autoritário, promovendo a comunicação.
9	Remover as barreiras entre departamentos.
10	Eliminar campanhas ou slogans com base na imposição de metas.
11	Acabar com a gestão por objetivos com base em indicadores quantitativos.
12	Encorajar a cooperação e acabar com a competição interna.
13	Criar programas de formação e melhoria contínua.
14	Concretizar a mudança, com o envolvimento de todos de modo a cumprir os 13 pontos anteriores.

A implementação de práticas de gestão de qualidade melhora o desempenho da empresa, com aperfeiçoamentos a nível operacional, que levam a reduções de custos e provocam um aumento nas vendas, levando a um crescimento no mercado de atuação da organização (Sousa & Voss, 2002).

2.8.1. Gestão Pela Qualidade Total - TQM

A Gestão pela Qualidade Total é uma estratégia que requer uma mudança organizacional, e pode ser considerada como um método para melhorar a qualidade a todos os níveis dentro de uma organização (Reid & Sanders, 2007).

Gestão pela Qualidade Total vai muito além de assegurar os requisitos de conformidade de um produto. É uma forma de gerir pessoas e processos de negócio com o objetivo de ir ao encontro da satisfação dos consumidores, quer nos processos internos,

quer nos externos. Sustentada numa boa gestão e liderança, é uma estratégia que resulta na máxima “fazer bem à primeira”.

Envolvendo todas as pessoas, é uma metodologia que permite a deteção e correção dos erros que causam problemas de qualidade e permitem a correção dos mesmos, eliminando a prática de verificação após a produção dos bens.

Deste modo, é feita uma divisão entre clientes externos e internos. Clientes externos são os que adquirem produtos à empresa, sendo os clientes internos definidos como colaboradores de outros departamentos ou setores. Assim, tal como os clientes externos têm de obter produtos conformes, devendo, obviamente, as transações internas garantir a conformidade com os requisitos (Reid & Sanders, 2007).

2.9. Conceitos gerais de fiabilidade, repetibilidade e reprodutibilidade

2.9.1. Fiabilidade

A fiabilidade, em termos conceptuais, pode ser considerada como o grau de confiança atribuída a um sistema (Morais, 2007). É um termo que pode ser traduzido pela probabilidade de um equipamento funcionar, nas condições desejadas e no tempo pretendido, verificando-se os objetivos previamente estabelecidos. Um sistema fiável resulta então de um bom processo de engenharia, validado num processo de testes, em que se pode confiar e cujos resultados são previsíveis.

2.9.2. Repetibilidade

Repetibilidade é tipicamente definida como o grau de variação obtida em diversos ensaios, recorrendo ao mesmo equipamento de medição, e traduz o grau de confiança atribuída a esse mesmo equipamento (McCarty et al., 2004). A variação pode ser causada por erros comuns, como peças defeituosas, equipamento inadequado ou processo desadequados. A repetibilidade traduz o grau de variação dentro de um processo.

2.9.3. Reprodutibilidade

Reprodutibilidade é entendida como a variação média entre sistemas de análise, usando o mesmo critério de avaliação e estudando as mesmas características, ensaiadas por diversas vezes (McCarty et al., 2004). É então a variação média entre equipamentos ou condições de medição.

3. Caso de Estudo

3.1. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A

Guiada por uma visão de crescimento sustentado, é criada em 1870 a empresa que ocupa atualmente a liderança mundial no sector da cortiça. Com mais de 140 anos de história e operações em cerca de uma centena de países, a Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A. destaca-se como uma das maiores, mais empreendedoras e dinâmicas multinacionais de origem portuguesas, com um investimento médio de 7,5 milhões de euros anuais em I&D, o que lhe permite ter cerca de 70% da cota de mercado global do sector.

Com o fabrico de produtos que vão muito para além de rolhas de cortiça, e o suporte de mais de 3600 colaboradores, o Grupo Amorim está organizado nas seguintes cinco Unidades de Negócio:

- Matérias-primas
- Rolhas
- Revestimentos
- Aglomerados Compósitos
- Isolamentos

3.2. Unidade Industrial de Lamas

Com uma produção anual de 5.000 milhões de rolhas e uma carteira de clientes a rondar os 15 mil, a Unidade de Negócio de Rolhas integra dezenas de empresas de produção e distribuição em Portugal e nos principais países produtores de vinho.

Surge então a Unidade Industrial de Lamas, inserida na Amorim & Irmãos, S.A., responsável pela produção diária de cerca de 4,5 milhões de rolhas, entre as quais rolhas Naturais, Acquamark e Colmatadas, ilustradas na Figura 2, com as primeiras a representar mais de 3 milhões entre o total de produção diária. Rolhas Naturais são produzidas apenas com recurso à cortiça que é extraída diretamente de placas, enquanto que rolhas Acquamark e Colmatadas são produtos aperfeiçoados com o auxílio do pó de cortiça e, em alguns casos, de compostos químicos.



Figura 2- Rolha Natural, Acquamark e Colmatada

3.3. Processo produtivo da rolha natural

De forma a contextualizar os temas a tratar neste projeto, segue-se a descrição do atual processo de produção da rolha Natural:

- **Receção de Matéria-Prima e Vaporização:** o processo produtivo começa com a receção das pranchas de cortiça, que são prontamente submetidas a condições extremas de humidade e temperatura. Nas câmaras de Vaporização, onde as temperaturas chegam a atingir os 90°C, as placas de cortiça ficam com a maleabilidade desejável para se poderem efetuar as operações mecânicas que se seguem, além deste ser um processo importante na remoção de impurezas e pó que possa subsistir no produto;
- **Escolha da Matéria-Prima:** nesta etapa do processo de produção, as placas de cortiça são selecionadas em diversas categorias, de acordo com a qualidade da cortiça e o calibre desejado para a rolha. É de salientar que nesta fase de seleção, as placas já são direcionadas para o tipo de rolha a produzir;
- **Rabaneação:** com as pranchas já escolhidas, segue-se a fase da rabaneação. Neste sector, as placas são cortadas em pequenos traços de cortiça com dimensões específicas para salvaguardar o tamanho pretendido para a rolha, em

equipamentos que não são mais do que serras elétricas, usualmente chamadas de rabaneadeiras;

- **Brocagem:** é na fase de Brocagem que as rolhas são extraídas dos traços de cortiça, adquirindo a forma cilíndrica e respeitando o calibre desejado de acordo com a broca utilizada. Atualmente, existem quatro tipos de tecnologias: broca a pedal, broca semiautomática, robot e automática. Quanto menor for a automatização do processo, maior a precisão do corte e melhor qualidade a rolha terá, seguindo para as brocas a pedal as melhores categorias de cortiça, de modo a garantir uma maior rentabilidade do produto;
- **Deslenhar:** esta fase representa o primeiro processo de escolha, onde as rolhas extraídas por robot e automática sofrem um processo de seleção numa máquina desenvolvida para o efeito. Aqui, as rolhas podem ser divididas em Raça ou Apara, sendo a Raça o produto que segue o resto do processo de produção e a Apara a que representa rolhas com defeitos demasiado grotescos, que seguem para revenda ou trituração. Nesta fase, as rolhas brocadas a pedal ou de forma semiautomática não sofrem qualquer processo de seleção porque apresentam um reduzido número de defeitos comparativamente às outras;
- **Rosa:** nesta etapa do processo produtivo as rolhas são introduzidas numa câmara e sujeitas a temperaturas e humidades controladas, atingindo 63°C e 60% de humidade. Este passo tem como objetivo a redução da concentração de Tricloroanisol, mais conhecido como TCA, um composto químico vulgarmente presente na natureza e também na cortiça, responsável pelo odor a mofo no envelhecimento dos vinhos;
- **Acabamentos Mecânicos:** nesta fase as rolhas são retificadas em duas máquinas distintas, uma que é responsável por garantir o diâmetro do produto e outra que tem como função topejar a mesma, para acertar os topos. Na máquina de polir, as dimensões do diâmetro podem ser 24mm, 25mm ou 26mm e nos equipamentos para retificar os topos o comprimento pode ser de 38mm, 39mm, 45mm, 46mm ou 49mm;

- **1ª Escolha Eletrónica:** apesar de existir a fase de Deslenhar, este processo é intitulado de 1ª Escolha Eletrónica e é nesta fase que as rolhas são divididas em classes industriais (AA, A, B e C), com as de categoria AA a representar as de melhor qualidade. Inseridas num equipamento de escolha eletrónica, as rolhas são divididas por classe visual de acordo com o tipo de cortiça e defeitos que o produto apresenta;
- **SVE – Sistema de Verificação de Estanquicidade:** nesta etapa do processo, as rolhas são submetidas a um teste que verifica se a rolha tem condições para vedar uma garrafa ou não, num equipamento exclusivo e desenvolvido pela empresa para o efeito;
- **2ª Escolha Eletrónica:** após a verificação de estanquicidade, as rolhas aprovadas pelo equipamento seguem para a 2ª Escolha Eletrónica. Aqui, é feita uma seleção do produto já em classes comerciais, sendo desdobradas em seis categorias (Flôr, Extra, Superior; 1º, 2º, 3º, 4º e 5º), sendo a Flôr a categoria de rolhas com melhor qualidade e as rolhas de 4º e 5º as que apresentam pior classe visual, seguindo estas últimas diretamente para colmatagem;
- **Lavação:** uma vez divididas em classes comerciais, as rolhas seguem para o sector da lavação. Neste sector, dependendo do destino final e da ordem de fabrico, as rolhas podem sofrer um dos sete tratamentos (CLO, CL 2000; CL C, Light, N101, Nature e Pré-light) à base de peróxido de hidrogénio, soda cáustica e água. Este processo tem como principais objetivos a limpeza, despoeiramento e o controlo da coloração final da rolha;
- **3ª Escolha Eletrónica:** já com o aspeto do produto final, as rolhas sofrem mais um processo de seleção por classe visual, que na maioria dos casos é a última etapa antes da entrega ao cliente final. Nesta etapa, o foco é retirar do lote rolhas com defeitos que não foram despistadas nos processos de seleção anteriores;
- **4ª Escolha Eletrónica:** a quarta fase de escolha eletrónica é realizada em lotes com requisitos especiais por parte dos clientes, como por exemplo especificações diferentes em relação ao número de defeitos presentes nas rolhas, tendo os

mesmos princípios que a terceira e funcionando quase como um reprocessamento;

- **Embalagem:** por fim, as rolhas são embaladas para expedição e é feita uma contagem que verifica a quantidade de rolhas do lote, para que não haja discrepâncias relativamente à quantidade encomendada pelo cliente.

Neste subcapítulo não é explorada a produção de rolhas Aquamark e Colmatadas porque não passam pelo sector que vai ser objeto do projeto em estudo, estando todo o processo produtivo da rolha Natural esquematizado na Figura 3.

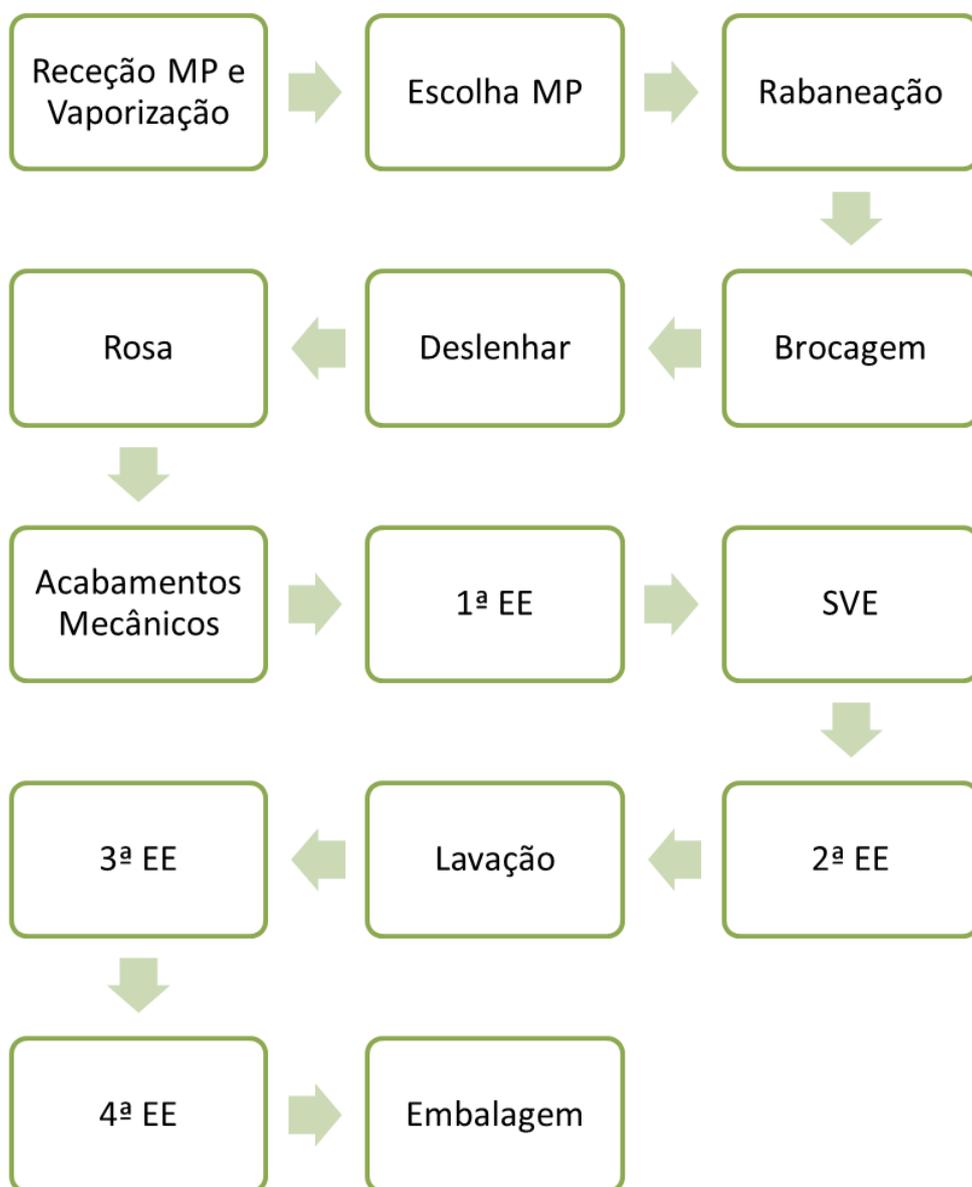


Figura 3 - Esquema do processo produtivo

3.3.1. Especificações da rolha natural

Ao longo de todo o ciclo produtivo são feitos vários controlos das rolhas, que verificam não só as dimensões físicas como também as características químicas do produto. Apesar de haver algumas exceções, fruto de requisitos especiais de determinados clientes, a empresa tem as suas próprias especificações, apresentadas na tabela 2. A exigência do seu cumprimento faz com que haja alteração de alguns parâmetros em certos processos produtivos de acordo com a época do ano, já que a cortiça é um produto natural e mudanças ao nível da temperatura e humidade provocam diferenças no desempenho do produto, quer ao nível das dimensões quer ao nível químico.

Tabela 2 - Especificações da rolha natural

ENSAIOS	CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Físico-mecânicos	Comprimento	$l \pm 1,0$ mm
	Diâmetro	$d \pm 0,5$ mm
	Ovalidade	$\leq 0,7$ mm
	Humidade	4% - 8%
Físico-químicos	Força de extracção	20 – 40 daN
	Teor de peróxidos	≤ 0.1 mg/rolha
	Teor de pó	≤ 3 mg/rolha
Visuais	Classe Visual	Referência $\geq 5\%$

3.4. Setor da terceira escolha eletrónica

Sendo o sector da 3ªEE a área de estudo deste projeto, apresenta-se, seguidamente, este sector e o modo de funcionamento desta divisão na altura em que o trabalho apresentado neste relatório foi iniciado.

3.4.1. Descrição do sector

O sector é constituído por catorze máquinas de escolha eletrónica e funciona a três turnos, ou seja, produção contínua durante cinco dias por semana. Cada turno tem cinco colaboradores: um chefe de turno, dois operadores que controlam os

equipamentos e as saídas dos mesmos, um operador logístico responsável pelas movimentações de material e por fim um colaborador encarregado pelo abastecimento das máquinas.

É possível considerar ainda um sexto elemento, que apesar de não pertencer à equipa do sector, é responsável pelos controlos de qualidade efetuados aos lotes produzidos no mesmo.

O sector conta também com um técnico, que apesar de não ser exclusivo do mesmo e ter tarefas alocadas a outras áreas fabris, é responsável pela edição dos parâmetros de escolha do equipamento industrial.



Figura 4 - Setor da terceira escolha eletrónica

3.4.2. Máquina de escolha eletrónica

Em relação aos equipamentos de escolha eletrónica, o processo de decisão é feito com o cruzamento da leitura de três conjuntos de câmaras (figura 5), um (sinalizada a vermelho na figura 5) que lê o corpo da rolha e outros dois (sinalizadas a amarelo na figura 5) que leem ambos os topos. A leitura das características é feita com a rolha em rotação, suportado por uns cilindros colocados em frente às câmaras.

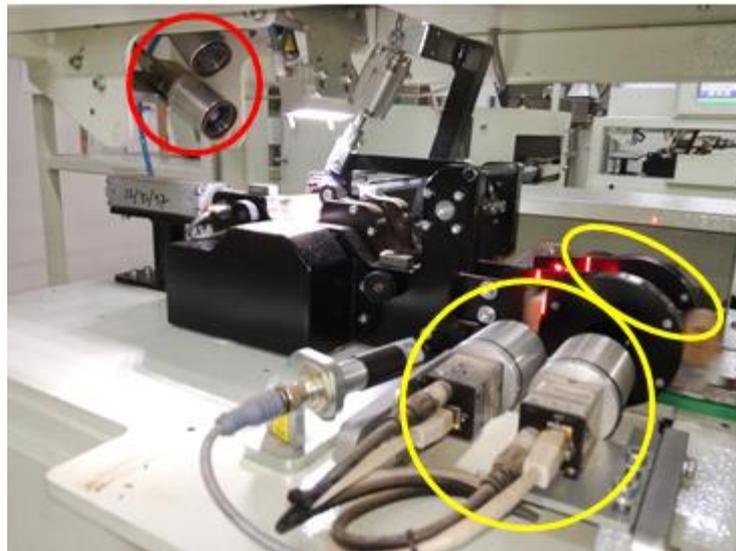


Figura 5 - Câmaras do equipamento de escolha

A programação do sistema é feita a partir da parametrização de diversas variáveis (figura 6), o que permite controlar a dimensão dos defeitos em cada saída, seja a partir do comprimento ou largura dos mesmos, da sua forma mais ou menos cilíndrica ou da sua proximidade ao limite exterior da rolha.

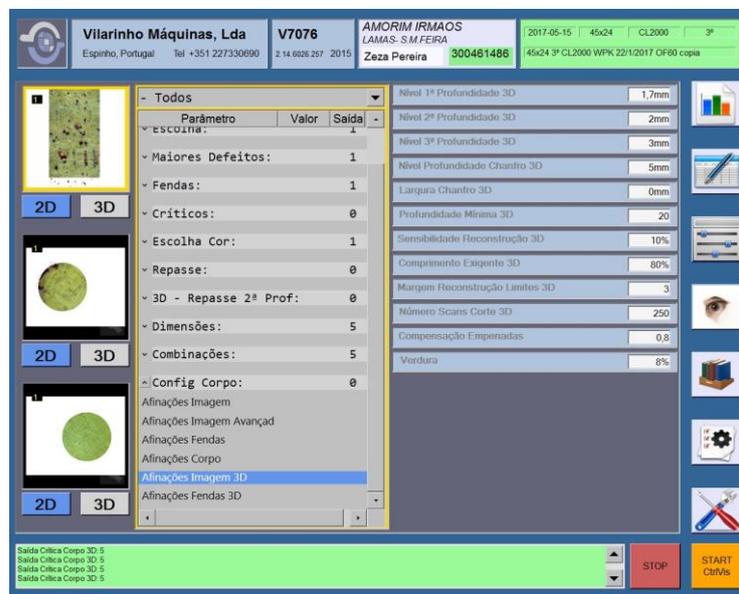


Figura 6 - Interface de programação

Existem oito saídas neste tipo de equipamento, sendo a saída principal a que está a escolher a classe, ou seja, se quisermos escolher Flôr a primeira saída vai ter rolhas

daquela categoria, com as rolhas a serem expelidas para contentores de 20 000 unidades. As restantes saídas são direcionadas para caixotes de 2 000 entidades, que serão depois adicionadas a outros da mesma categoria, de forma a completar lotes a reprocessar ou a revender, para clientes que trabalhem com granulado. Nestas saídas, tipicamente há uma saída para uma classe superior à que está a ser escolhida (N+1), outra para duas classes abaixo (N-2) e as restantes servem para despistar rolhas que apresentem anomalias, tais como rolhas deformadas, produtos com defeitos no topo ou no corpo, artigos que tenham calibre excessivo ou um defeito frequente que é provocado por um animal, usualmente denominado Bicho. Naturalmente, a melhor classe de rolhas, Flôr, não tem N+1 quando passa por este processo de escolha.

3.4.3. Processo produtivo no sector da terceira escolha

Depois de passarem pelo segundo processo de seleção, as rolhas chegam ao sector já em classes comerciais (Flôr, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º e 5º). Uma vez inseridas na moega de abastecimento pelo operador e encontrado um programa para o tipo de rolha e calibre a escolher, a máquina é iniciada e começa o processo. De imediato, umas das duas operadoras responsáveis pelos equipamentos realizam um autocontrolo à saída do N-2. Este autocontrolo consiste em analisar uma amostra de 50 rolhas, sendo o programa editado pelo chefe de turno ou pelo técnico se forem encontradas algumas anomalias no produto pretendido, ou seja, se as operadoras acharem que é possível forçar algumas rolhas do descaio (N-2) a entrar na classe que está a ser escolhida, aumentando assim a rentabilidade do produto.

É responsabilidade da controladora fazer um controlo de qualidade na saída principal. Esta avaliação ocorre quando são escolhidas as primeiras 5 000 rolhas e novamente quando o lote estiver terminado, sendo que o lote só continua o fluxo produtivo normal se estiver dentro das especificações do produto pretendido.

3.4.4. Controlo de qualidade

Os controlos de qualidade no setor da terceira escolha eletrónica são realizados antes da máquina escolher 5 000 rolhas e quando completa o lote processado, não havendo um momento exato para o diagnóstico.

Esta análise consiste numa avaliação de classe visual e de defeitos, em que a controladora retira uma amostra de 100 rolhas do produto e compara com tabuleiros *standard* já existentes, tabuleiros estes que são característicos de cada tipo de produto. Ao desdobrar a amostra, as rolhas têm de respeitar os seguintes limites:

- Classe N+1 (idêntica ao tabuleiro): entre 5 - 10 rolhas
- Classe N (idêntica ao tabuleiro): 50 – 60 rolhas
- Classe N-1 (idêntica ao tabuleiro): 30 – 40 rolhas
- Classe N-2 (rolha não presentes no tabuleiro): tolerância até 5 rolhas.



Figura 7 - Tabuleiro e desdobra de controlos de qualidade

Após a desdobra das 100 rolhas, segundo a classe e as especificações de defeitos para rolhas naturais, o lote pode ser aprovado ou rejeitado. Se for aprovado, segue o fluxo produtivo normal. Se for reprovado, e o controlo ter sido feito antes da escolha de 5 000 rolhas, é feito um reajuste nos parâmetros das máquinas e um novo controlo ao produto, mas se for reprovado numa análise após a escolha de 5 000 rolhas, o lote é enviado para reprocessamento.

4. Caso de estudo - situação Inicial

Analisado o fluxo produtivo e o sector objeto de estudo, surge a necessidade de explorar as causas que possam provocar flutuações no processo de escolha eletrónica, sejam elas causas diretas ou indiretas em relação a esta etapa do ciclo produtivo da rolha natural. Neste capítulo são consideradas causas como a matéria-prima, o método de trabalho dos colaboradores, o desempenho dos equipamentos de escolha e o processo produtivo.

4.1. Cortiça

Sendo a cortiça a matéria-prima processada na fábrica de Santa Maria de Lamas, é importante referir a importância de ser um produto natural e as implicações que isso tem na produção da rolha natural.

Estando o processo da 3ªEE sempre dependente da visão das câmaras dos equipamentos de escolha, seria importante ter um produto com pouca variabilidade a passar pelas mesmas, e é aqui que surge o primeiro entrave ao sucesso desta etapa. Sendo a cortiça um produto natural, cada rolha produzida vai apresentar características únicas, com os defeitos a terem inúmeras formas e dimensões possíveis, o que dificulta a parametrização dos programas de escolha. Estando a edição dos programas assente em intervalos de valores para cada tipo de parâmetro, torna-se difícil segmentar todos os valores possíveis, aplicando-se padrões que se acreditam ser os que segregam as classes da melhor maneira. Apesar do esforço de todos para tentar aplicar os melhores critérios possíveis, a particularidade do produto faz com que haja rolhas de determinada categoria em cestos de categoria inferior ou superior, provocando perda de rentabilidade do produto.

4.2. Método de trabalho

Sendo o principal objetivo do projeto o aumento da eficiência da escolha eletrónica, tornou-se imperativo estudar as pessoas e como elas interagem com o processo e com os equipamentos.

Neste setor, apenas a chefe de turno e o técnico eram responsáveis pela alteração de parâmetros nos equipamentos de escolha. Apesar de trabalharem há já algum tempo com as máquinas atuais, foi fácil perceber que nenhuma das partes dominava por completo a programação das mesmas. De forma a agravar a falta de formação dos colaboradores, não existia nenhuma rotina de trabalho semelhante, o que provocava o aumento da variabilidade dos critérios aplicados a cada lote a escolher, já que também não havia nenhum guião ou manual com valores tabelados e cada um dos intervenientes usava critérios próprios na forma de atuar e avaliar cada lote. Ainda que ambos trabalhem a três turnos, estes dois postos de trabalho têm horários desfasados de duas horas, o que pode apresentar alguma dificuldade na uniformização do método de trabalho.

Por último, e embora sejam as pessoas mais capacitadas para interagirem com os equipamentos de escolha, era notável o excesso de tarefas atribuídas aos técnicos dos equipamentos. Apesar de estarem alocados a este sector, tinham responsabilidades de reparação em empresas prestadoras de serviço da empresa e algumas manutenções preventivas noutros sectores da fábrica, distribuídas de forma não equitativa entre turnos, o que tornava a maioria do seu trabalho muito reativo e sem ordem de prioridades e que provoca, muitas vezes, a ausência no sector por parte dos mesmos.

4.3. Máquina de escolha

Estando o processo dependente do desempenho e potencialidades dos equipamentos de escolha, foi fulcral para o projeto analisar as máquinas instaladas na fábrica, tendo em consideração tanto o *hardware* como o *software* do equipamento. Todo o parque de máquinas de escolha eletrónica é constituído por equipamentos VL – 7076, do fornecedor Vilarinho Máquinas.

4.3.1. Pó de cortiça

Um dos maiores problemas identificados na observação do funcionamento das máquinas foi a acumulação excessiva de pó nos equipamentos, de forma agravada nas câmaras que leem a rolha a selecionar. Apesar de possuir um sistema de aspiração para a câmara do corpo, este acontecimento, bastante frequente nas operações usuais da máquina, provocava erros na leitura das características e conseqüentemente na seleção da saída da mesma, obrigando os operadores a sucessivas ações de limpeza corretiva com recurso a ar comprimido.



Figura 8 - Estado das lentes das câmaras e sistema de aspiração inicial

De forma a avaliar o impacto deste problema, foi feito o levantamento do número de vezes que os operadores têm de limpar as câmaras, com recurso ao ar comprimido. Este levantamento foi realizado no segundo e terceiro turno, durante cinco dias, com um número de limpezas médio de 10,59 por máquina, por turno e em cada dia de trabalho, com um desvio padrão de 1,759.

Sendo que cada operador está responsável por 7 máquinas, e tendo em conta que em média a limpeza demora cerca de 10 segundos, cada operador perde mais de 12 minutos por dia com esta tarefa, em cada turno.

4.3.2. Organização interface gráfica

Outra grande adversidade detetada durante a análise inicial foi a desordem das pastas e programas guardados nas máquinas. Com a inexistência de normas e orientações em relação aos mesmos, era visível a duplicação de programas por diversas pastas, tendo sido encontradas máquinas com cerca de duas centenas de programas. Toda esta desordem tornava o processo de procura e escolha de programa bastante demorado, provocava inúmeros atrasos e muito retrabalho, já que nem sempre era aberto o programa com a data mais próxima e tinham de ser feitos ajustes a parâmetros que outros programas mais recentes já tinham em consideração.

Também devido à falta de formação, foram detetados erros grosseiros em diversos valores de parametrização, o que levava a uma escolha errada por parte das máquinas e consequentemente a uma redução da rentabilidade no produto.

4.3.3. Calibração de câmaras e repetibilidade de escolha

Um dos maiores problemas que foi possível observar foi a dificuldade de calibração das câmaras e a variabilidade na repetibilidade da escolha.

Sem a apresentação de manual por parte do fornecedor, o método de calibração era baseado em formações que os técnicos foram tendo, mas que nunca se revelaram assertivas, já que a calibração era sempre tida como arbitrária e dependia da avaliação de cada operador, e não de um valor absoluto ou específico.

Ainda em relação ao desempenho das máquinas, e argumentando os técnicos que as máquinas teriam resultados diferentes para o mesmo produto, foi feita uma prova para testar este facto. De modo a considerar as melhores condições possíveis do equipamento, foi solicitado ao fornecedor que garantisse a calibração das câmaras. De seguida, foi ensaiada dez vezes a mesma rolha, escolhida de forma aleatória, e registados dois tipos de defeitos, maior defeito exterior e N maiores defeitos, escolhidos também de ao acaso, de entre os diversos defeitos identificados pela máquina, tendo sido obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados teste de repetibilidade

Ensaio	Maior Defeito Exterior	N Maiores Defeitos
1	0	792
2	524	887
3	0	1127
4	544	886
5	0	777
6	0	528
7	0	548
8	0	492
9	576	463
10	0	487

Dos resultados é possível perceber a grande discrepância de valores obtidos, que resultaram na seleção de mais do que uma saída para cada um dos dois tipos de defeitos. Após esta prova, foi concluído que com as condições em que as máquinas se encontravam, era impossível garantir a repetibilidade da máquina para o mesmo género de produto, revelando-se esta uma das maiores oportunidades de melhoria no projeto a desenvolver.

4.4. Processo produtivo atual

De acordo com o atual fluxo produtivo, as rolhas são escolhidas pela primeira vez em máquinas que apenas fazem a leitura do corpo da rolha e que não leem profundidades, fazendo somente o cruzamento do contraste dos tons da rolha. Com esta limitação, surgem, na segunda escolha eletrónica, rolhas com demasiados defeitos que deveriam ter sido despistadas anteriormente, o que vai provocar ambiguidade na separação das classes que é feita no sector. Por causa deste facto, aparecem classes de rolhas demasiado fracas à entrada da terceira escolha, com muitos defeitos e imperfeições que não são aceites pelo cliente, o que faz com que os operadores das máquinas de escolha tentem estender e alargar os seus parâmetros, provocando ainda maior variabilidade no processo de programação.

Outra das grandes incertezas do processo produtivo, é a divisão das classes que é feita em cada sector. Por exemplo, na segunda escolha, o AA é desdobrado em Flôr, Extra, Superior, 1º, 2º, etc. Já o A, vai originar Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, etc. Ao chegar à terceira escolha eletrónica, e ao ser escolhida uma classe de Superior, as rolhas desse lote tanto podem ter tido origem no AA ou no A, como é ilustrado na Figura 10, o que vai provocar imensas dificuldades e inconsistências na programação por parte dos operadores.

1ª Escolha Eletrônica	2ª Escolha Eletrônica	3ª Escolha Eletrônica
AA	AA	Flôr
A	Extra	Flôr
B	Sup.	Sup.
C	1º	Bicho
Fendas	2º	Verd/Cal
Defeitos	BICHO	Repasse
Repasse	CAL/VER	Bofe
Apara	Repasse	
	Def.	Extra
		Flor
	A	Extra
	Extra	1º
	Sup.	Bicho
	1º	Verd/Cal
	2º	Repasse
	3º	Bofe
	BICHO	Sup.
	CAL/VER	Sup.
	Repasse	2º
	Def.	Bicho
		Verd/Cal
	B	Repasse
	1º	Bofe
	2º	1º
	3º	Sup.
	4º	1º
	5º	3º
	BICHO	Bicho
	CAL/VER	Verd/Cal
	Repasse	Repasse
		Bofe
		2º
		1º
		2º
		4º
		Bicho
		Verd/Cal
		Repasse
		Bofe
		3º
		2º
		3º
		4º
		5º
		Bicho
		Verd/Cal
		Repasse
		Bofe

Figura 9 - Desdobramentos de classes ao longo dos setores

Ao longo deste capítulo foi possível perceber a dimensão da variabilidade deste sector, que não se prende apenas com uma ou duas causas. Com a cortiça a desempenhar um papel crucial neste estudo, é necessário perceber como contornar o efeito que advém deste artigo ser um produto natural e a forma de minimizar o impacto que esta variável tem no processo de escolha. É fácil perceber também a pouca consistência do método de trabalho e a pouca organização dos programas de escolha, podendo-se identificar bastantes oportunidades de melhorias, nomeadamente com recurso a implementação de *standard works* e gestão visual, bem como com o desenvolvimento de melhorias no *hardware* das máquinas.

A baixa capacidade dos equipamentos para replicarem resultados para o mesmo tipo de rolha, revela-se um grande obstáculo naquilo que pode ser feito para melhorar a fiabilidade das máquinas de escolha eletrónica.

Por último, mas talvez um dos pontos com maior impacto no aumento da fiabilidade eletrónica, é o estudo do atual processo produtivo e da forma como a matéria-prima é separada ao longo do fluxo.

5. Desenvolvimento e melhorias propostas

Neste capítulo são apresentadas as melhorias propostas e implementadas com vista à melhoria do sector. São abordadas estratégias relacionadas com o método de trabalho, que procuram em primeiro lugar criar um ambiente laboral melhor, ao mesmo tempo que melhoram a alocação dos recursos humanos no sector. Em relação às interfaces de parametrização, foram criadas normas e auditorias que permitem uma melhor organização do *software* dos equipamentos de escolha, reduzindo a variabilidade de programas inicialmente encontrada. Relativamente às máquinas, foram também apresentadas melhorias ao *hardware* original das mesmas.

5.1. Método de trabalho

5.1.1. Criação de horário para os técnicos do setor

Tendo sido fácil perceber que a estratégia teria de passar por um apoio em relação ao método de trabalho dos técnicos, tornou-se imperativo organizar o seu dia-a-dia laboral e tentar metodizar todas as tarefas pelas quais são responsáveis. Para tal, e após um acompanhamento diário e algumas reuniões com os técnicos, foi possível elaborar um documento descritivo das suas tarefas.

Nesta descrição de tarefas, foi possível ordenar todas as funções de forma prioritária, ou seja, os técnicos têm de respeitar a ordem pela qual as mesmas aparecem no documento. Paralelamente às tarefas, foi redigida uma breve descrição do que as mesmas contemplam, sendo que todas têm um período temporal alocado, com o total a perfazer as 8 horas de trabalho, tendo em conta que meia hora é a pausa de almoço dos colaboradores. Foi deixado ainda um espaço para observações, onde é possível ler algumas considerações sobre a tarefa designada. Todas estas diretivas são apresentadas na tabela seguinte, que faz parte do documento indicativo da empresa e que permitem obter um standard para o trabalho diário dos técnicos.

Tabela 4 – Tabela descritiva de horário dos técnicos

Passo	Tarefa	Descrição	Tempo	Observações
1	Passagem de turno	Breve passagem de turno com técnico do turno anterior onde deve ser debatido o estado actual das máquinas.	30m	
2*	Acompanhamento 3ªEE com chefe de turno	Passagem por todas as saídas de todas as máquinas com a chefe de turno com o objectivo de controlar todas as classes e defeitos.	30m	A passagem deve ser só uma fase de avaliação e não de ajuste. Deve ser feita meia hora após início de turno dos técnicos.
3	Avaria de equipamentos	Resolução de avarias de solução rápida, se for um problema complexo deixar ao critério da manutenção.	1h	
4	Otimização de programas de 3ªEE	Trabalhar nos programas identificados no passo 2 de forma a otimizar a escolha e obter melhor rentabilidade.	2h30m	Esta etapa deve ser feita com a chefe de turno respectiva.
5	Acompanhamento de outros sectores	Sempre que seja solicitado ou tenha alguma tarefa noutro sector como por exemplo o cálculo de Desvio Qualidade.	1h30m	Inclui acompanhamento a prestadores de serviço ou outros sectores.
6	Manutenção	Realizar a manutenção programada.	1h	<u>1º Turno</u> : 7 máquinas Importações + 10 Aquamark <u>2º Turno</u> : 16 máquinas Aquamark + 2 SVEs <u>3º Turno</u> : 14 máquinas 1ª Escolha + 5 SVEs Importações
7	Registos	Manter os registos habituais em dia.	30m	

5.1.2. Divisão das tarefas de manutenção preventiva

De forma a melhorar a gestão do tempo e as capacidades de cada funcionário, tentando reduzir a sobrecarga de trabalho de que são responsáveis, foi redigido um ficheiro em que as tarefas de manutenção programada foram divididas de igual forma por todos os turnos.

Tendo tarefas de manutenção de primeiro nível associadas, que por norma demoram cerca de 1 hora a realizar, foi importante perceber a sobrecarga de alguns turnos em detrimento de outros, pelo que se optou pela divisão do número total de

equipamentos pelos três turnos. Além das manutenções, foi detetada também a necessidade de segmentar as verificações que os técnicos fazem às SVE's, que estava apenas alocada ao segundo turno e provocava um estrangulamento no tempo do operador, sendo que esta verificação é feita uma vez por semana, enquanto a manutenção é feita uma vez por mês, por equipamento.

Desta ação, resultou a seguinte distribuição de manutenções:

- 1º turno: responsável por 7 máquinas no setor das importações mais 10 equipamentos no Aquamark;
- 2º turno: responsável por 16 máquinas no Aquamark e 2 SEV's das importações;
- 3º turno: responsável por 14 máquinas no setor da 1ª escolha eletrónica e por 5 SVE's das importações;

As manutenções feitas aos equipamentos do segundo e terceiro setor de escolha eletrónica são realizadas também pelos técnicos, e ocorrem sempre ao terceiro sábado de cada mês. Todas estas melhorias foram aplicadas depois de uma vasta análise ao método de trabalho, englobando todos os turnos dos técnicos de escolha.

5.1.3. Realização de acompanhamento conjunto

De forma a combater o desfasamento existente entre os horários dos técnicos e das responsáveis de turno, ficou estabelecido que os dois deveriam fazer uma auditoria diária em conjunto aos equipamentos de escolha eletrónica, a realizar nos três turnos.

Esta auditoria tem como objetivos não só a avaliação da qualidade da escolha, mas também o combate à desigualdade de critérios aplicados pelos intervenientes. Durante esta análise, os técnicos e as responsáveis de turno têm de percorrer todos os equipamentos e avaliar a saída principal e a saída do N-2, e decidir entre ambos se é necessário reajustar algum parâmetro de forma urgente ou não. Reajustar algum parâmetro pode ser necessário caso sejam detetadas rolhas de classe no descaio, ou apareçam demasiados artigos com defeito na classe principal.

Além de permitir um maior controlo dos equipamentos e do produto a escolher, esta medida possibilita também a recolha de informação acerca das máquinas, do produto a escolher e das urgências e discrepâncias que ocorrem, já que é feito um registo em todas as auditorias.

Ficou decidido que esta auditoria seria feita de forma rotativa, ou seja, nos primeiros quinze dias de cada mês os técnicos fazem-na com uma chefe de turno, a que entra primeiro do que eles, e na segunda quinzena a rotação vai permitir que o façam com a chefe do turno seguinte, tentando assim diminuir a diferença nos critérios usados. Esta medida vem não só aumentar o nível de *standard work* dos funcionários, como também permite reduzir alguma variabilidade no processo, já que possibilita o cruzamento entre diversos princípios no que toca à escolha de rolhas naturais.

Tabela 5 - Tabela descritiva da rotatividade do acompanhamento conjunto

1ª Quinzena	<u>1º Turno</u> : atividade efetuada às 00h30m <u>2º Turno</u> : atividade efetuada às 08h30m <u>3º Turno</u> : atividade efetuada às 16h30m
2ª Quinzena	<u>1º Turno</u> : atividade efetuada às 06h30m <u>2º Turno</u> : atividade efetuada às 14h30m <u>3º Turno</u> : atividade efetuada às 22h30m

5.1.4. Formações contínuas

Tendo sido uma das maiores causas da variabilidade encontrada, a falta de formação especializada foi umas das intervenções prioritárias com vista à melhoria da fiabilidade da escolha eletrónica do setor.

Para que fosse possível uma maior compreensão das capacidades e critérios dos equipamentos, ficou delineado que os técnicos teriam de ter, enquanto achassem necessário, formações semanais com o fornecedor Vilarinho Máquinas.

Estas formações permitiram não só eliminar ideias que os técnicos foram desenvolvendo com as práticas diárias, mas que estavam erradas de acordo com o tipo de programação do equipamento, como também explorar parâmetros que os mesmos consideravam obsoletos ou demasiado penalizadores para a escolha de rolhas naturais.

5.2. Equipamentos de escolha eletrónica – interface de programação

5.2.1. Organização de pastas e programas

Como foi possível constatar no estudo inicial realizado no setor, a organização da interface de programação era bastante reduzida ou mesmo nula. De forma a diminuir a desorganização gerada com o antigo método de trabalho, foram criadas normas e diretivas para a criação e para a formatação dos nomes de pastas e programas. Usando a metodologia 5S, foi feita uma triagem aos programas que realmente eram necessários, para depois serem formatados segundo os novos conceitos, sendo eliminados os que estavam desatualizados. O mais difícil com esta implementação foi realmente disciplinar todos os colaboradores, que apresentaram alguma resistência inicial à mudança.

Estas regras foram divididas em duas partes, uma para os produtos gerais, e outra para um cliente diferenciado, denominado WPK, que tem requisitos especiais em relação às especificações do controlo de qualidade.

Ficou então decidido que as pastas têm de ser organizadas por lavação, e que a orientação do nome seria em primeiro lugar pelo tipo de máquina e setor, depois pela lavação e se for específico do cliente WPK, deverá ter a sigla após a indicação da lavação (ex: 7076 3ªE CL2000 WPK). Todos os caracteres são escritos em maiúsculas e os espaçamentos têm de ser respeitados, sob pena de serem criadas pastas com nomes distintos.

Os nomes dos programas são também escritos em letra maiúscula, e a orientação é o calibre, seguido da classe, da lavação e por fim a data de criação ou da última edição (ex: 45x24 1º N101 13/12/2017).

5.2.2. Criação de manual de parametrização

Além das alterações propostas na interface dos programas, foi criado e desenvolvido um manual de afinações para utilização no setor. Este recurso foi idealizado e concebido em colaboração com os técnicos de escolha e foi dividido em duas partes: a primeira relativa às afinações gerais e a segunda referente às configurações dos parâmetros chave. As afinações podem ser consideradas os critérios pelos quais os aparelhos vão detetar as características e defeitos da rolha; já os parâmetros chave referem-se à parte da programação em que são editados valores de acordo com as classes e cada tipo de lote.

É, no entanto, necessário salientar que este guia é apenas indicativo e que muitos valores de referência podem ser diferentes dos lá referidos, já que a cortiça é um produto natural e não existem produtos iguais, muito menos dois lotes a escolher com os mesmos valores de aproveitamento de cortiça ou de ocorrência de defeitos. Além do facto de ser um produto natural, todas estas flutuações no processo são agravadas por existirem inúmeras lavações, que dificultam a captura de imagens por parte das câmaras.

Na imagem da Figura 11 é possível ver um excerto do manual, onde estão referidos os valores indicativos relativos às afinações e aos parâmetros chave rodeados a vermelho, que são os registos a ter em conta na segunda parte do manual.

Com a criação deste acessório de trabalho diário, é possível diminuir desperdícios identificados anteriormente, já que são eliminadas ambiguidades respeitantes à interação humano-máquina, diminuindo-se, assim, drasticamente, o número processos inadequados que eram provocados por desconhecimento e eram tidos como demasiado complexos.

Sensibilidade Preço R	0%
Sensibilidade Preço G	125%
Sensibilidade Preço B	0%
Nível Preço 1	0%
Nível Preço 2	0%
Sensibilidade Mancha R	100%
Sensibilidade Mancha G	100%
Sensibilidade Mancha B	100%
Nível Mancha 1	0%
Nível Mancha 2	0%
Sensibilidade Brancos R	100%
Sensibilidade Brancos G	100%
Sensibilidade Brancos B	0%
Nível Brancos 1	0%
Nível Brancos 2	0%

Fenda Interior	Fenda Área	Fenda Exterior	NM Fendas
5,95mm	100	8,29mm	7,98mm
20,03mr	530	13,93mr	40,06mr
9998,94	9999	24,73mr	9232,09
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	9232,09	0mm
0mm	0	0mm	0mm
AI %	AI %	AI %	AI %
20%	20%	0%	20%
		Min	N Fendas
		0,16mm	3
		Max	
		6,26mm	

Figura 10 - Excerto de tabelas do manual

5.2.3. Auditorias

De forma a controlar a implementação destas novas regras relativas aos equipamentos de escolha, e depois de ter sido dada formação aos funcionários do setor, foi criada uma auditoria alusiva à interface de programação.

Com a realização desta monitorização, é possível fazer a avaliação de diversos fatores, entre os quais:

- Se os programas e as pastas estão organizados segundo a norma interna;
- Se os valores das afinações estão de acordo com o manual;
- Se os valores de referência dos parâmetros chave estão corretos;
- Se os valores das tabelas do defeito bicho estão corretos;

Nesta auditoria é dada especial atenção às tabelas de bicho, por ser um tipo de defeito que leva a cada vez mais reclamações por parte dos clientes, e ao facto de terem ocorrido alterações recentes no processo, tornando-se necessário vigilância reforçada na atuação dos operadores.

Este procedimento de rastreio foi incluído nas auditorias da equipa de controlo de processo, sendo efetuada uma vez por semana, permitindo obter uma normalização do trabalho e monitorizar a disciplina dos colaboradores.

5.3. Alterações ao *hardware* dos equipamentos de escolha eletrónica

Os movimentos mecânicos que as rolhas vão sofrendo ao longo do processo causam uma grande quantidade de pó de cortiça, que se acumula nos equipamentos e nas instalações da empresa. Por outro lado, as máquinas não têm sistemas de limpeza associados às câmaras. Desta forma, foi desenvolvido um sistema de limpeza das câmaras recorrendo a ar comprimido e ao sistema de aspiração existente na unidade.

Nas câmaras que fazem a leitura dos topos, foram colocados tubos com cortes direcionados para as lentes, um em cada câmara, que, a cada meia hora, injetam ar de forma a remover partículas que possam estar na superfície das mesmas. Na câmara de leitura do corpo, além dos tubos já descritos, foi desenvolvido um sistema que aspira o pó criado nesta etapa, já que são estes componentes que estão mais próximos do martelo que insere as rolhas, onde é criada a maior parte da sujidade.

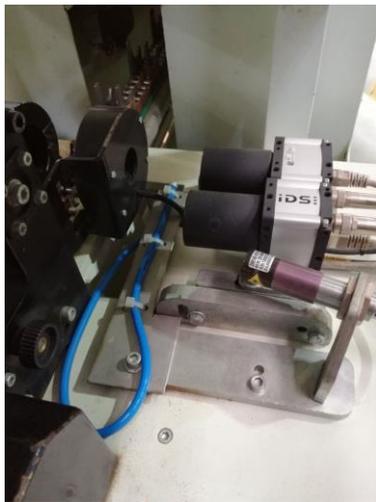


Figura 11 - Sistema de aspiração e limpeza instalado

Com o sistema instalado, foi possível comparar o desempenho e a quantidade de partículas de cortiça acumuladas nas lentes das câmaras, sendo facilmente perceptível a diferença de desempenho do sistema comparativamente com o original, ilustrado no capítulo 4.



Figura 12 - Máquina em funcionamento com o novo sistema de limpeza

O sucesso deste sistema foi evidente, permitindo manter as lentes das câmaras nas melhores condições possíveis, melhorando o ambiente de leitura dos equipamentos e evitando que os operadores estejam constantemente a limpar a máquina. Assim, é eliminado trabalho que não acrescenta valor, ganhando os operadores mais tempo que pode ser investido em tarefas com valor acrescentado.

5.4. Resultados após melhorias

De forma a avaliar o impacto da melhor organização da interface de programação dos equipamentos, como também da criação do manual e do desenvolvimento de *standard works*, foi feita uma comparação relativamente ao número de reprocessamentos do sector.

Tabela 6 – Número de reprocessamentos no setor

Ano/Mês	Reprocessamentos
2017	5,90%
Janeiro	4,20%
Fevereiro	3,80%
Março	3,60%
Abril	2,69%

Com base no ano de 2017 e nos registos do sector, 5,9% dos lotes produzidos eram reprocessados. Com a implementação das melhorias que ocorreram durante o mês de Janeiro, a média de reprocessamentos dos três primeiros meses após as ações passaram a ser de apenas 3,4% . No global, foram reduzidos cerca de 42% dos lotes a retrabalhar, o que representa um ganho de produção aproximadamente de 19 milhões de rolhas, ao final de um ano e com base na produção máxima diária registada no ano anterior.

Em relação aos sistemas de limpeza, é possível considerar que não é necessário existirem mais limpezas de ação corretiva, poupando mais de 12 minutos diários a cada operador, em cada turno, o que reduz quase 3 horas semanais de trabalho que não acrescenta valor ao processo.

6. Testes entre máquinas

Aplicadas as medidas no setor, e obtidas melhorias nos processos e resultados, tornou-se imperativo estudar os equipamentos no parque de máquinas. Como foi verificado anteriormente, a leitura das rolhas nos equipamentos atuais não é constante, pelo que foi decidido contactar outros fornecedores e realizar testes em equipamentos mais recentes e modernos. Estas provas, que pretendem comparar o desempenho de máquinas mais atualizadas, foram realizadas todos dentro da organização, já que foi negociado um período experimental com cada fornecedor para o efeito.

Os equipamentos em avaliação são três modelos distintos, desenvolvidos por três fornecedores de máquinas de escolha de rolhas naturais. Foram, assim, testados os seguintes equipamentos:

- VL – 7077, do fornecedor Vilarinho Máquinas
- TRT – 3D, do fornecedor 3Control
- IVE - 300, do fornecedor Azevedos Indústria

6.1. Descrição dos testes

Os testes realizados nos diferentes equipamentos permitiram comparar diversas características da escolha. Realizados sempre segundo a premissa de serem feitos nas mesmas condições para todos os equipamentos, com o acompanhamento dos fornecedores, os resultados finais têm como objetivo decidir qual a máquina de escolha que corresponde melhor às necessidades da empresa.

Baseados na atividade atual da organização, foram realizados três tipos de prova: um que avalia a repetibilidade e reprodutibilidade da escolha, ou seja, permite perceber se o equipamento tem a mesma leitura para as mesmas rolhas e se os resultados são idênticos em diferentes máquinas do mesmo modelo; outro que analisa o desempenho na separação de rolhas com diferentes tamanhos e calibres; e por fim um que permite perceber qual é o melhor equipamento a separar diversos tipos de defeitos.

No teste de repetibilidade e reprodutibilidade, foi possível avaliar se o equipamento tem uma escolha constante, ou seja, se mantém uma escolha regular e consegue obter os

mesmos resultados para as mesmas rolhas, além de ter sido possível avaliar a reprodutibilidade de cada modelo de máquina.

Com a prova de rolhas de diferentes dimensões, foi possível avaliar a capacidade dos equipamentos na separação de produtos com diâmetros e comprimentos irregulares, visto que têm de ser respeitados requisitos em relação às medidas dos produtos.

Já na terceira prova, foram misturados diversos tipos de defeitos num lote de classe, com o objetivo de avaliar a eficácia da máquina na deteção e separação de rolhas com defeitos.

6.2. Metodologia

6.2.1. Teste de repetibilidade e reprodutibilidade

Nesta prova, foi processado um lote de 1^º com 10 000 rolhas e de forma a avaliar o desempenho do equipamento, o lote foi escolhido três vezes em cada máquina e controlado pela operadora responsável, ao mesmo tempo que foram retiradas as percentagens de cada saída da máquina. Os controlos foram realizados segundo o método de trabalho habitual, com uma avaliação nas primeiras 5 000 rolhas e outro no final do lote e, sempre que fosse encontrada alguma inconformidade, o programa seria ajustado. Neste teste, de forma a avaliar a repetibilidade, foram feitos três ensaios numa máquina e, para perceber a reprodutibilidade, foram feitos os mesmos testes noutra máquina do mesmo modelo e comparados os resultados.

6.2.2. Teste de dimensões

De forma a cumprir os requisitos em termos dimensionais, é necessário ter uma máquina eficaz na separação de produtos com diferentes tamanhos. Para avaliar este fator nos aparelhos em questão, foi utilizada uma amostra de 500 rolhas. Nesta amostra, foram colocadas 100 rolhas de 49x25, e em igual número foram utilizadas rolhas maiores, mais curtas, com o diâmetro maior e também com o diâmetro menor. No final de cada passagem, foram avaliadas as rolhas que foram selecionadas para a classe principal, que deveria ter apenas rolhas de 49x25.

6.2.3. Teste de defeitos

No terceiro tipo de provas, que foi realizada com rolhas Light, foram utilizadas 4500 rolhas de classe, à qual foram acrescentados produtos com defeito. No total de rolhas com não conformidades, estavam presentes 95 rolhas com caleira, 95 enviesadas, 80 com bofe, 100 com bicho, 60 de verdura, 80 deformadas e 80 com trincas, sendo estes defeitos não aceites na classe em questão.

Neste teste, a avaliação passou por perceber o número de rolhas com defeito que foi retirado pela máquina da classe principal, assim como o número de falsas rejeições nas saídas dos defeitos.

6.3. Resultados

6.3.1. Resultados do teste de repetibilidade e reprodutibilidade

Tabela 7 -Resultado do teste de repetibilidade

Saída	VL - 7077			TRT - 3D			IVE - 300		
	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem
Sup	7,70%	8,00%	9,14%	9,00%	11,00%	10,00%	4,70%	5,10%	5,30%
1º	77,75%	78,16%	75,93%	70,00%	70,00%	70,00%	61,70%	61,20%	61,90%
3º	13,54%	12,76%	13,73%	16,00%	15,00%	15,00%	29,70%	29,80%	29,20%
Deformadas	0,02%	0,02%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,90%	0,90%	0,90%
Bicho	0,20%	0,21%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	2,30%	2,20%	2,20%
Def/corpo	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	0,20%	0,20%
Def/topo	0,79%	0,84%	0,99%	3,00%	3,00%	3,00%	0,20%	0,20%	0,30%
1º Controlo	Aprovado	Aprovado	Reprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado
2º Controlo	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado

Ao serem analisadas as várias saídas de cada passagem (Tabela 7), que traduzem a percentagem de rolhas escolhidas em cada prova, é possível verificar que dentro da mesma máquina, conseguem ser obtidos resultados bastante bons no que toca à repetibilidade da escolha, já que os resultados são bastante aproximados. Em relação às saídas da classe, neste caso 1º, a máquina VL – 7077 apresenta um desvio padrão de 1,19, a IVE – 300 de 0,36 e a TRT – 3D um desvio de 0, sendo este o melhor resultado. Apesar de cada máquina apresentar estatísticas de saída diferentes e de isso ser bastante

importante para a rentabilidade do produto, neste teste não foi tido em conta o maior aproveitamento do produto, mas apenas foi feita uma interpretação da leitura da máquina. Prestando atenção aos controlos efetuados, consegue-se perceber que metade dos controlos feitos à máquina VL – 7077 deram reprovados, isto porque apresentavam rolhas não conformes na saída principal.

De forma a estudar a reprodutibilidade, foi feito um segundo ensaio, com a mesma amostra, mas numa segunda máquina de cada modelo, sendo os resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultado do teste de reprodutibilidade

Saída	VL - 7077			TRT - 3D			IVE - 300		
	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem	1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem
Sup	20,03%	18,42%	14,60%	12,00%	11,00%	11,00%	7,10%	7,00%	6,70%
1º	71,68%	72,99%	76,73%	64,00%	67,00%	66,00%	60,50%	60,80%	59,10%
3º	6,55%	7,23%	7,26%	16,00%	14,00%	15,00%	27,50%	27,40%	29,30%
Deformadas	0,61%	0,02%	0,01%	2,00%	2,00%	2,00%	1,30%	1,20%	1,30%
Bicho	0,21%	0,26%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	2,60%	2,60%	2,60%
Def/corpo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,20%	0,20%
Def/topo	0,91%	0,96%	1,13%	4,00%	4,00%	4,00%	0,60%	0,60%	0,60%
1º Controlo	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado
2º Controlo	Aprovado	Reprovado	Reprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado	Aprovado

Aqui, de forma a avaliar a reprodutibilidade dos equipamentos, foi calculado o coeficiente de variação da cada modelo, baseando a estatística nas saídas de classe (1º) da primeira e segunda passagem. Então, o coeficiente de variação da saída principal na máquina TRT – 3D é de 0,037, na VL – 7077 é de 0,034 e na IVE – 300 é de 0,016, sendo este o melhor resultado entre os equipamentos. Atentando nos controlos, é possível verificar que mais uma vez a VL – 7077 não corresponde ao esperado, com mais de metade dos controlos reprovados.

Com este teste, pode-se concluir que os equipamentos TRT -3D e IVE – 300 conseguem apresentar uma boa repetibilidade na escolha que fazem, enquanto a VL – 7077 apresenta variabilidade nos produtos das saídas, apesar das estatísticas serem

praticamente idênticas. Em termos de reprodutibilidade, ou seja, perceber se diferentes máquinas do mesmo modelo atuam da mesma forma, a IVE – 300 apresenta o melhor desempenho entre todos os equipamentos em teste. De forma sucinta, apenas o modelo IVE – 300 e TRT – 3D apresentam uma boa fiabilidade de desempenho.

6.3.2. Resultados do teste de dimensões

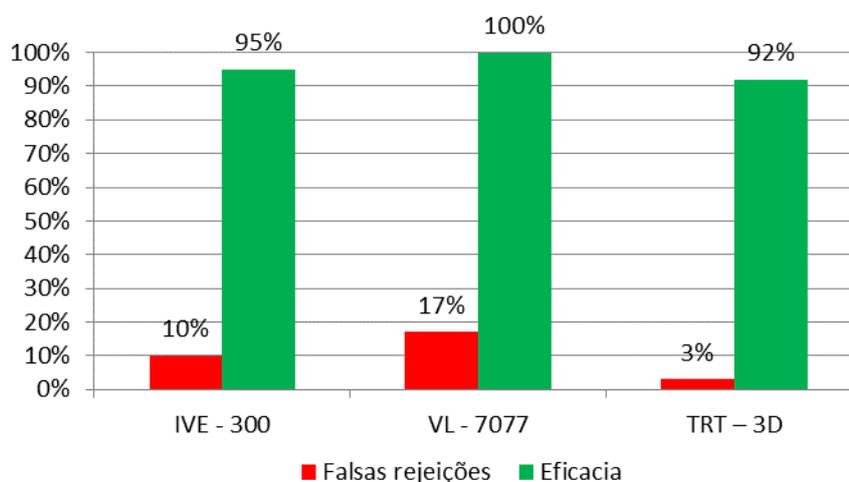


Figura 13 - Resultado do teste de dimensões

No que toca aos requisitos do produto, é importante garantir que o cliente não receba nenhum produto fora das conformidades. Avaliadas as rolas da saída principal, e calculadas as percentagens de rolas não conformes na classe e a eficácia de cada máquina, foi possível perceber qual o equipamento que apresenta maior rigor na escolha das dimensões do produto. Neste teste, as falsas rejeições representam a percentagem de rolas não conformes na saída principal, sendo que a eficácia é definida como a percentagem de rolas 49x25 que efetivamente estão na saída certa.

Apesar da VL - 7077 apresentar maior eficácia, porque seleciona todas as rolas nas conformidades desejadas, é a TRT – 3D que apresenta menos rolas não conformes na saída da classe, revelando-se a melhor máquina na separação de rolas com diferentes dimensões, entregando assim um produto mais fidedigno ao cliente final.

6.3.3. Resultados do teste de defeitos

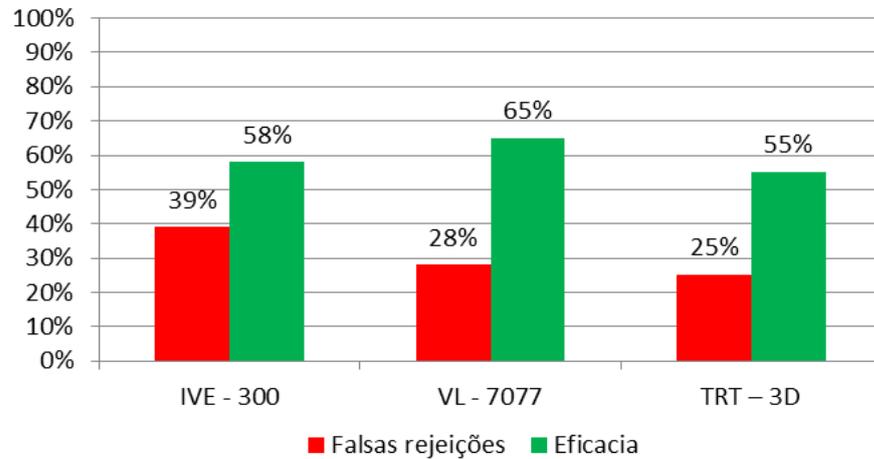


Figura 14 - Resultado do teste de defeitos

Nesta prova, em que foram analisadas as saídas dos defeitos, é importante ter a maior percentagem possível de eficácia, ou seja, ter o maior número de defeitos despistados da saída principal, por outras palavras, do lote que segue para o cliente.

Neste sentido, é a máquina VL – 7077 que apresenta melhores resultados no teste realizado. Apesar da TRT - 3D ter o menor número de falsas rejeições, é o equipamento fornecido pela Vilarinho Máquinas que consegue tirar uma maior percentagem de defeitos, com cerca de 65% de rolhas não conformes retiradas da saída principal.

6.4. Conclusão sobre testes entre máquinas

Com os resultados das provas, é possível afirmar que não há nenhuma máquina absolutamente melhor que as outras. Neste cenário, e como é tão importante tirar defeitos como separar calibres, a sugestão é que a escolha seja feita em vários tipos de tecnologias.

Acabando com a dependência de apenas um modelo de máquinas, seria preferível separar as classes na máquina TRT – 3D, que é um equipamento que, para além de ser constante na escolha dos lotes, consegue respeitar os requisitos dimensionais dos produtos e ter menos falsas rejeições. De forma a complementar a escolha e ter um parque de máquinas mais completo e versátil, a máquina VL – 7077 seria o modelo ideal.

Assim, seria possível separar uma maior quantidade de defeitos, já que este foi o modelo que teve uma maior percentagem de defeitos detetados, funcionando quase como um refinamento do trabalho anterior, e assim seria possível entregar um produto com maior qualidade ao cliente.

Com estas provas, de diferentes modelos de máquinas, foi estudada uma alternativa aos equipamentos atuais, que vai permitir reduzir a variabilidade dos processos do sector, bem como aumentar a fiabilidade da escolha eletrónica no terceiro setor, aumentando a confiança de todos os *stakeholders* nos equipamentos e no setor.

7. Conclusões e desenvolvimentos futuros

7.1. Conclusões

Em fase de conclusão do projeto desenvolvido na Amorim & Irmãos, S.A., é possível afirmar que a sua implementação teve um impacto positivo na produção da fábrica.

Relativamente ao terceiro setor de escolha eletrónica, foram obtidas melhorias substanciais nos processos produtivos. Com um maior e melhor acompanhamento do método de trabalho dos operadores, bem como a implementação de metodologias *Lean* e a criação de normas de parametrização, foi possível ter uma redução de cerca de 42% dos lotes rejeitados, aumentando assim a produtividade do setor e reduzindo o retrabalho. Acrescentando a isto, os *upgrades* feitos ao *hardware* dos equipamentos, levaram à eliminação de tarefas sem valor, libertando tempo para os operadores se dedicarem a outras tarefas, e eliminando grande parte da sujidade inerente ao processo de produção de rolhas.

Compreendidas as limitações das tecnologias existentes na organização, foi bastante importante o desenvolvimento de testes de novos equipamentos, o que permitiu avançar para a escolha de novas máquinas de seleção eletrónica, de forma a ir de encontro às necessidades da empresa no que diz respeito às especificações do produto.

Por último, é possível falar em sucesso relativamente ao projeto. Para a empresa, foram obtidas bastantes melhorias nos processos, bem como uma maior satisfação e aceitação da mudança por parte dos operadores. A nível pessoal, permitiu não só pôr em prática conceitos apreendidos no contexto do curso de Mestrado, como também um enriquecimento muito grande sobre uma indústria ímpar como é a indústria corticeira, que certamente terá bastante valor em oportunidades de trabalho futuras. É importante salientar a proximidade entre o ensino superior e o tecido empresarial em Portugal, que permite uma maior e melhor integração no mercado de trabalho, bem como um bom acompanhamento durante o desenvolvimento de um estágio curricular, como foi o caso.

7.2. Desenvolvimentos futuros

Sendo a Corticeira Amorim a maior empresa de transformação de cortiça a nível mundial, torna-se imperativo procurar uma constante atualização e equilíbrio entre processos internos e a tecnologia industrial desenvolvida no mercado.

No âmbito do projeto, um acompanhamento sobre os desenvolvimentos de máquinas de escolha eletrónica, proporcionada a partir de sinergias com fornecedores e a realização de provas comparativas, vai permitir à empresa atender às suas principais necessidades em termos de especificações de produto.

Ao nível interno, será de enorme interesse estudar um novo fluxo produtivo. Com o atual processo e o cruzamento de diversos tipos de cortiça num só lote, além de ser difícil o rastreio, a rentabilidade da matéria-prima é difícil de controlar. Neste sentido, será importante testar novos conceitos de desdobramento das classes, que permitam não só um maior controlo da cortiça na cadeia de valor, como também aumentar a relação entre preço de venda e o custo de compra do produto.

Acompanhando a introdução de novas tecnologias e, apesar de no terceiro setor de escolha eletrónica existirem equipamentos modernos, as máquinas de escolha utilizadas nos processos anteriores são bastante desatualizadas e comprometem a qualidade do produto. Assim, é necessário encarar cada setor como uma oportunidade de melhoria, tal como aconteceu com o setor em estudo, com o objetivo de desenvolver equipamentos capazes de obter um melhor rendimento por artigo.

Ainda em relação aos processos internos, é imperativo fazer uma análise sobre os controlos de qualidade realizados no setor em estudo. Primeiro, a dimensão da amostra é pequena comparada com a quantidade de rolhas de cada lote, tornando o processo de avaliação da qualidade pouco credível e sujeito a erros. Em segundo lugar, o facto de serem avaliadas as primeiras 5 000 rolhas e, se for reprovado o lote e posteriormente ajustado o programa, as mesmas primeiras 5 000 rolhas não serem reprocessadas, pode comprometer a qualidade do artigo entregue ao cliente.

8. Referências

- Abdulmalek, F., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 223 - 236.
- Brynjolfsson, E., Hu, Y., & Simester, D. (2011). Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on the Concentration of Product Sales. *Management Science*, 1373 - 1386.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education: United States of America.
- Crosby, P. (1980). *Quality is free: The art of making quality certain*. New York: New American Library.
- Faria, H., & Maristela, D. (2010). *Uma perspectiva de análise sobre o processo de trabalho em saúde: produção do cuidado e produção de sujeitos*. Brasil.
- Freidvals, A., & Niebel, B. (2009). *Niebel's Methods, Standards and Work Designs*, 12th ed. McGraw-Hill.
- Godinho, M. J.; Neto, S. C. 2001, "Qualidade: uma prática secular". Lisboa: Secretariado para Modernização Administrativa.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*.
- Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–52.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Professional.
- McCarty, Thomas; Bremer, Michael; Daniels Lauraine and Gupta Praveen (2004), "The Six Sigma Black Belt Handbook", McGraw-Hill
- Morais, M. C. (2007). *Notas de Apoio de Fiabilidade e Controlo de Qualidade*. Lisboa.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*.
- Pinto, J. P. (2009). *Toyota Production System, a filosofia de um vencedor*. Comunidade Lean Thinking.

- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean. A filosofia das organizações vencedoras (6ª ed.)*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2007). *Operations management: an integrated approach*: John Wiley.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., & Samuel, D. (2006). *Lean evolution: Lessons from the workplace*. Cambridge University Press. New York.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.
- Sousa, R., & Voss, C. (2002). Quality management re-visited: A reflective review and agenda for future research. *Journal of Operations Management*.
- Steven, I. (2011). Leak Test Process: Using lean and 5S to drive the manufacturing process improvements. *Vulcan GMS Inc.*, 30–33.
- Stevenson, W. J. (2005). *Operations Management, 8th Edition*. McGraw-Hill.
- T. D. Martin e J. T. Bell (2011), *New Horizons in Standardized Work: Techniques for Manufacturing and Business Process Improvement*, New York: Productivity Press.
- The Productivity Press Development Team (2002). *Standard Work for the Shop Floor*. New York: Productivity Press.
- Tiwari, S., Dubey, R., & Tripathi, N. (2011). The Journey of Lean. *Indian Journal of Commerce and Management Studies*, 2(2), 200-208.
- WIELE, T., BROWN, A. (2002) Quality management over a decade- A longitudinal study, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 19 No. 5, 2002, pp. 508-523.
- Womack, J. P. e Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Simon & Schuster.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.

9. Anexos

Lista de verificação SVE's

No Linha	Turno:			Data:							Sector:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7		
1	Verificar se a manutenção de 1 nível foi realizada conforme a escala																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
2	Verificar se a limpeza das ventosas foi realizada conforme a escala																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
3	Verificar manómetros do ar:																			
	- Manómetro geral = 5,5 bar																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
	- Manómetro Membranas (esquerda) = 2,5 bar																			
T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2	
- Manómetro de Teste (direita) = 0,8 bar																				
T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2	
4	Verificar o estado e aperto dos parafusos do suporte das Membranas e ajuste dos cilindros																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
5	Verificar a pressão máxima e a pressão de teste na consola																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
6	Verificar parâmetros de funcionamento do equipamento na consola (ver imagem no verso)																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2
7	Verificar o funcionamento da borboleta de escolha																			
	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T2	T2

Lista de verificação de programas da 3ªEE

Lista de Verificação de Programas 3ªEE																			
Data:																			
	Nº Linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1	- os programas estão todos organizados segundo a norma para as pastas;																		
2	- os valores das afinações estão de acordo com o manual;																		
3	- os valores fixos estão de acordo com o manual;																		
4	- os valores das tabelas de bicho estão corretos;																		

Manual de parametrização

Configurações Corpo

Imagem

Sensibilidade	50%
Sensibilidade Profundos	25%
Sensibilidade Centragem	50%
Sensibilidade R	100%
Sensibilidade G	100%
Sensibilidade B	100%
Sensibilidade Chanfro	0%

Imagem avançada

Sensibilidade Pregos R	0%
Sensibilidade Pregos G	125%
Sensibilidade Pregos B	0%
Nível Pregos 1	0%
Nível Pregos 2	0%
Sensibilidade Mancha R	100%
Sensibilidade Mancha G	100%
Sensibilidade Mancha B	100%
Nível Mancha 1	0%
Nível Mancha 2	0%
Sensibilidade Brancos R	100%
Sensibilidade Brancos G	100%
Sensibilidade Brancos B	0%
Nível Brancos 1	0%
Nível Brancos 2	0%

Fendas

Comprimento Mínimo	2,97mm
Relação Horizontal Vertical	3
Factor Forma	5
Relação Perímetro Comprimento	6
Factor Área Comprimento	5
Lim. Geral Fenda Exterior	20,03mm
Distância Máx. Juntar	0mm
Comprimento Mín. Juntar	0mm
Factor Alinhamento	0,9
Projeção Vertical Máx	3,44mm
Limite -> Lenticela Vertical	15,02mm
Distância Máxima Fendas Próximas	4,54mm

Corpo

Número Scans Corte	480
Margem Reconstrução	2
Largura Chanfro	0mm
Calibre Diâmetro	24mm
Calibre Comprimento	45mm

Imagem 3D

Nível 1ª Profundidade 3D	1,7mm
Nível 2ª Profundidade 3D	2mm
Nível 3ª Profundidade 3D	3mm
Nível Profundidade Chanfro 3D	5mm
Largura Chanfro 3D	0mm
Profundidade Mínima 3D	20
Sensibilidade Reconstrução 3D	10%
Comprimento Exigente 3D	80%
Margem Reconstrução Limites 3D	3
Número Scans Corte 3D	250
Compensação Empenadas	0,8
Verdura	8%

Fendas 3D

Comprimento Mínimo	0,91mm
Relação Horizontal Vertical	3
Factor Forma	3
Relação Perímetro Comprimento	4
Factor Área Comprimento	5
Lim. Geral Fenda Exterior	19,98mm
Distância Máx. Juntar	0mm
Comprimento Mín. Juntar	0mm
Factor Alinhamento	0,7
Projeção Vertical Máx	2,5mm
Limite -> Lenticela Vertical	14,98mm
Distância Máxima Fendas Próximas	4,09mm

Configurações Topo

Imagem

Sensibilidade	50%
Sensibilidade Profundos	30%
Sensibilidade Centragem	50%
Sensibilidade R	100%
Sensibilidade G	100%
Sensibilidade B	100%
Sensibilidade Coroa	35%
Sensibilidade Coroa R	100%
Sensibilidade Coroa G	100%
Sensibilidade Coroa B	100%

Imagem Avançada

Sensibilidade Pregos R	100%
Sensibilidade Pregos G	100%
Sensibilidade Pregos B	100%
Nível Pregos 1	0%
Nível Pregos 2	0%
Sensibilidade Mancha R	100%
Sensibilidade Mancha G	100%
Sensibilidade Mancha B	100%
Nível Mancha 1	0%
Nível Mancha 2	0%
Sensibilidade Brancos R	100%
Sensibilidade Brancos G	100%
Sensibilidade Brancos B	0%
Nível Brancos 1	0%
Nível Brancos 2	0%

Fendas

Comprimento Mínimo	1,97mm
Relação Horizontal Vertical	2
Factor Forma	2
Relação Perímetro Comprimento	10
Factor Área Comprimento	5
Distância Máx. Juntar	0,87mm
Comprimento Mín. Juntar	1,02mm
Factor Alinhamento	0,7
Relação Perímetro Comprimento MDEFL	10
Espessura MDEFL	2

3D

Nível 1ª Profundidade	2mm
Nível 2ª Profundidade	2,5mm
Nível 3ª Profundidade	4mm
Nível Centragem	0,91mm
Tamanho Bloco	0
Marqom Diâmetro 3D Frente	8
Marqom Diâmetro 3D Trás	8
Nível Altura Máxima	0mm

Fendas 3D

Comprimento Mínimo	2,92mm
Relação Horizontal Vertical	3
Factor Forma	3
Relação Perímetro Comprimento	5
Factor Área Comprimento	10
Distância Máx. Juntar	2,37mm
Comprimento Mín. Juntar	1,82mm
Factor Alinhamento	0,8
Relação Perímetro Comprimento MDEFL	10
Espessura MDEFL	2
Topo Abrir Profundidade Min	5,47mm

Bofes

Relação Comprimento Largura	2
Factor Área	0,6
Área Prof.	40%
Comprimento Mínimo	0,73mm
Comprimento Máximo	4,8mm
Largura Mínima	0,51mm
Largura Máxima	3,64mm
Corda Mínima	0mm
Corda Máxima	2,55mm

Corpo – Parâmetros chave

Maior defeito

Maior Def	Maior Def Ext	N Maior Defs	N Maior Defs Prof
250	200	100	300
500	380	1300	900
9999	9999	9999	9999
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	9999	0
0	0	0	0
AI %	AI %	AI %	AI %
20%	20%	20%	20%
	Lim. Min.	NDef	NDef Prof
	2,97mm	6	6

3D Maior Def 3ª Prof

Maior Def 3ªP	Maior Def Ext 3ªP	N Maior Defs 3ªP
60	35	90
100	80	150
9999	200	9999
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	9999	0
AI %	AI %	AI %
0%	0%	0%
	Lim. Min.	Ndef 3D
	0,91mm	2

3D Maior Def 2ª Prof.

Maior Def 2ªP	Maior Def Ext 2ªP	N Maior Defs 2ªP
100	60	150
150	90	200
9999	9999	9999
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
AI %	AI %	AI %
0%	0%	0%
	Lim. Min.	Ndef 3D
	2,05mm	2

Maior Fenda Interior

Fenda Interior	Fenda Área	Fenda Exterior	NM Fendas
5,95mm	100	8,29mm	7,98mm
20,03mm	530	13,93mm	40,06mm
9998,94	9999	24,73mm	9232,09
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	9232,09	0mm
0mm	0	0mm	0mm
AI %	AI %	AI %	AI %
20%	20%	0%	20%
	Min	N Fendas	
	0,16mm	3	
	Max		
	8,26mm		

3D Fenda Interior 2ª Prof

Fenda Interior 2ªP	Interior 2ªP	Fenda Exterior	NM Fendas
5mm	100	5mm	10,01mr
10,92mr	150	9,1mm	15,92mr
10003,4	9999	25,94mr	9977,01
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	0mm	0mm
0mm	0	9977,01	0mm
0mm	0	0mm	0mm
AI %	AI %	AI %	AI %
10%	0%	0%	0%
		Min	N Fendas
		0,23mm	3
		Max	
		5,92mm	

3D Maior Bofe 1ª Prof

Maior Bofe	MDef Largo 2ªP	MDef Esp 2ªP	MDef Red. 2ªP
80	80	6	80
150	350	7	400
600	1450	9999	950
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
9999	9999	0	9999
	AI %	AI %	AI %
	20%	20%	20%

Topo – Parâmetros chave

Maior Defeito Largo

MDef Largo	MDef Espessur	MDef Redon	MDef Larg
300	12	350	9999,01
1100	25	1060	3,79mm
2300	9999	9999	4mm
0	0	0	0mm
0	0	0	0mm
0	0	0	0mm
0	0	0	0mm
0	0	0	0mm
9999	9999	9999	9999,01
AI %	AI %	AI %	Área Min
0%	0%	0%	600
			Ext Máx
			5,02mm

3D MDef Largo 3ª Prof

MDef Largo 3ªP	MDef Red. 3ªP	MDef Larg 3ªP
80	90	1,82mm
260	130	2,55mm
800	9999	6,02mm
0	0	0mm
9999	9999	9998,97
AI %	AI %	Área Min
0%	0%	320
		Ext Máx
		4,92mm

Críticos**Maior Bicho**

Factor Forma Bicho	0,6
Factor Forma Bicho Longo	0,08
Largura Mínima Bicho	1,97mm
Factor DxDy Bicho	2
Limite Exterior Bicho	1,97mm
Bicho Profundo	60%
Área Mínima Bicho	70
Área Máxima Bicho	9999
Saída Bicho	6

Bicho Perpendicular

Comprimento Mínimo Perpendicular	2,98mm
Área Mínima Perpendicular	150
Limite Exterior Bicho Perpendicular	2,98mm
Limite Solidez Bicho	40%
Factor DxDy Solidez Bicho	5
Área Mínima Solidez Bicho	300
Saída Bicho Perpendicular	6

3D Maior Bicho

Factor Forma Bicho	0,6
Factor Forma Bicho Longo	0,1
Largura Mínima Bicho	2,01mm
Factor DxDy Bicho	2
Limite Exterior Bicho	0,91mm
Bicho Profundo	60%
Área Mínima Bicho	70
Área Máxima Bicho	1000
Saída Bicho	6

*TODOS OS VALORES TABELADOS A VERMELHO ESTÃO SUJEITOS A ALTERAÇÃO POR PARTE DOS TÉCNICOS DE ESCOLHA ELETRÓNICA, NÃO DEVENDO SER ALTERADOS COM A ESCOLHA EM FUNCIONAMENTO