

Programa de Redução de Desperdício numa Unidade de Fabrico de Abrasivos

Inês Wolter Vasques de Carvalho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2017-01-23

À minha família.

Resumo

A *Saint-Gobain* Abrasivos Maia apresentava um desperdício de cerca de 14%. Desenvolveu-se um projeto para a sua redução para 10%, o qual serviu de base para a realização da presente a Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica pela Universidade do Porto.

Num mercado de grande variedade é essencial ir de encontro às necessidades do cliente a preços competitivos. É fundamental manter na empresa a filosofia da melhoria continua e adaptação ao ambiente externo de forma sustentável.

Através da análise diária dos indicadores do desperdício, o combate ao mesmo tornou-se mais viável utilizando ferramentas da filosofia *Lean*, que permitem à empresa a identificação das atividades que devem ser eliminadas pois não acrescentam valor. As ferramentas *Lean* estão incorporadas na filosofia *World Class Manufacturing* (WCM) implementada pelo grupo *Saint-Gobain* com o objetivo de conseguir a excelência. Este método envolve todos os colaboradores na contínua eliminação de perdas e tempos mortos, tentando assim diminuir a quantidade de defeitos e ir de encontro à satisfação do cliente.

O principal objetivo foi atingido através de pequenas alterações e o desperdício foi reduzido para 10% como pretendido, apesar de nem todas as sugestões terem sido implementadas, quer por falta de tempo quer por falta de recursos.

Waste Reduction Program at an Abrasive Manufacturing Plant

Abstract

Saint-Gobain Abrasives Maia had a waste of about 14%. A project was developed for its reduction to 10%, which served as the basis for the realization of the present Master's Dissertation Integrated in Mechanical Engineering by the University of Porto.

In a market of great variety, it is essential to meet the needs of the customer at competitive prices. It is vital to maintain in the company the philosophy of continuous improvement and adaptation to the external environment in a sustainable way.

Through the daily analysis of the indicators of waste, the fight against it has become more viable using Lean tools, which allow the company to identify the activities that must be eliminated because they do not add value. Lean tools are incorporated into the World Class Manufacturing (WCM) philosophy implemented by the *Saint-Gobain* group to achieve excellence. This method involves all employees in the continuous elimination of losses and downtimes, thus trying to decrease the number of defects and to meet customer satisfaction.

The main goal was achieved through small changes and waste was reduced to 10% as intended, although not all suggestions were implemented, either because of lack of time or lack of resources.

Agradecimentos

Gostava de agradecer a todos na empresa *Saint-Gobain Abrasivos* pela forma como me receberam, em especial à minha orientadora, a Eng.^a Mariana Almeida. Obrigada também à Eng.^a Carina Ribeiro por me ter transmitido os seus conhecimentos que me permitiram a realização de alguns trabalhos realizados e ao Eng. Rui Coelho por acompanhar o meu trabalho. A simpatia de todos e a disponibilidade a responder às minhas questões foi fundamental.

Obrigada ao Eng.º Eduardo Gil da Costa sempre disponível para ajudar e apoiar.

Um agradecimento especial à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Por fim, às pessoas mais importantes da minha vida que estão sempre do meu lado, os meus pais, a minha irmã e os meus avós, à minha família e aos meus amigos, muito obrigada.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do Projeto e Motivação	1
1.2	A Empresa	1
1.3	Objetivos do Projeto	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
2	Enquadramento Teórico	6
2.1	Ferramentas de Gestão de Produção	6
2.1.1	<i>Kaizen</i>	7
2.1.2	Produção <i>Lean</i>	8
2.1.3	<i>Just in Time</i>	9
2.1.4	6 Sigma e DFSS	10
2.2	Tipos de Desperdício	11
2.3	Indicadores	13
2.4	WCM	14
3	Desperdício na Industria do Corte de Abrasivos	16
3.1	Consumo de Material	16
3.2	Defeitos	21
4	Soluções Apresentadas	22
4.1	Melhoria das Linhas de Produção	22
4.2	Otimização das Placas	24
4.3	Análise de Desperdício	26
4.4	Apresentação de Resultados	28
5	Conclusões	30
	Referências	32
ANEXO A:	Registos de Inspeção De Linhas de Produção	34
ANEXO B:	Boletim de Não Conformidade	41
ANEXO C:	Registo de Inspeção Único	42
ANEXO D:	Boletim de Não Conformidade na Linha	43
ANEXO E:	Procedimento do Robot	44
ANEXO F:	OPL – DIR – Nº de Discos por Slab	48
ANEXO G:	Estudo de Otimização de Placas	49
ANEXO H:	Diagrama de Placas Otimizadas	52

Siglas

CRM – *Customer Relationship Management* (Gestão de Relação com Consumidor)

DFSS – *Design for Six Sigma* (Concebido para 6 Sigma)

EHS – *Environment, Health and Safety* (Ambiente, Saúde e Segurança)

EPI – Equipamento de Proteção Individual

JIT – *Just In Time* (Mesmo a Tempo)

KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador-chave de Desempenho)

MTO – *Make To Order* (Feito Sob Encomenda)

OEE – *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Global Efetiva)

OP – Ordem de Produção

OPL – *One Point Lesson* (Lições de Um Ponto)

RPM – Rotações Por Minuto

SG – *Saint-Gobain*

SGA – *Saint-Gobain* Abrasivos

SPC – *Statistical Process Control* (Controle Estatístico do Processo)

TP – *Throughput* (Produtividade)

TPS – *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção)

VSM – *Value Stream Mapping* (Mapa de Fluxo de Valores)

WCM – *World Class Manufacturing* (Produção de Classe Mundial)

WIP – *Work in Progress* (Produção em Curso)

Índice de Figuras

Figura 1 - Números Saint-Gobain	2
Figura 2 - Saint-Gobain Abrasivos no mundo.....	3
Figura 3 - Produtos Saint-Gobain Abrasivos, planta da Maia.....	4
Figura 4 - Como começar a usar ferramentas de gestão.....	6
Figura 5 - Atividades de trabalho que acrescentam ou não valor.....	11
Figura 6 - Modelo WCM “Fundações Padrão e Pilares”.....	14
Figura 7 - Desperdício de abrasivos	16
Figura 8 - Posto de entrada de dados	17
Figura 9 - "Tarolos" em “chão de fábrica”	18
Figura 10 - Prensa para corte de DIR	20
Figura 11 - Desperdício de placas	20
Figura 12 - Disco com prato descolado	21
Figura 13 - Registos de inspeção.....	22
Figura 14 - Máquina de cola antes e depois de etiquetagem.....	23
Figura 15 - Prato e disco com aplicação incorreta de cola	23
Figura 16 - Disco sem defeito.....	23
Figura 17 - Esqueleto de placa de R9101 subaproveitada.....	24
Figura 18 - Gráfico da percentagem de desperdício por mês em 2016	28
Figura 19 - Gráfico do número de CRMs por mês em 2016	29
Figura 20 - Gráfico do número de peças defeituosas por mês em 2016.....	29

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Desperdício de setembro por linha.....	19
Tabela 2 - Desperdício de placa por diâmetro de disco.....	24
Tabela 3 - Modelos criados para as três referências	25

1 Introdução

A presente dissertação “Programa de redução de desperdício numa unidade de fabrico de abrasivos” foi realizado na *Saint-Gobain* Abrasivos, Maia, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este projeto tem como foco a redução da percentagem do desperdício no centro de produção da Maia de aproximadamente 14% para 10%. Contudo, durante o processo de redução de desperdício e como consequência disso, o foco alastrou-se também à redução de peças defeituosas.

1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação

Num universo de elevada concorrência, há a necessidade de manter os preços competitivos e a qualidade do produto ao nível de satisfação do cliente. A otimização e sustentabilidade dos processos é a forma de alcançar a excelência, eliminando os desperdícios.

A análise mensal dos indicadores de desperdício é ineficaz quando o objetivo são resultados imediatos. De forma a combater o desperdício no momento, o projeto consiste em analisar os indicadores diariamente. Esta análise permite identificar os fatores que não acrescentam valor, para atempadamente, intervindo junto dos trabalhadores, perceber qual a melhor forma de os eliminar.

As ferramentas utilizadas para a redução do desperdício são baseadas na filosofia *Lean*, também incorporadas na filosofia a *World Class Manufacturing* (WCM) da companhia.

1.2 A Empresa

Fundada em França em 1665 para o fabrico de vidro espelhado, a *Saint-Gobain* faz a primeira expansão internacional em 1858. No ano de 1990 o grupo adquire a Norton, criada em 1885, e abre-se a novos mercados.

“Os 350 anos de história da Saint-Gobain têm sido um filme contínuo de mudança e adaptação, demonstrando que a indústria é movimento.” (“História Saint-Gobain,” 2016)

A *Saint-Gobain* Abrasivos é líder mundial no mercado de abrasivos flexíveis (Figura 1) para vários setores como o da construção e automóvel, oferecendo soluções especificamente desenvolvidas para o segmento de mercado em que se encontra inserida.



Figura 1 - Números *Saint-Gobain*

A aplicação de um *know-how* característico, cumpre um papel decisivo na produção de sistemas de tratamento e acabamento de superfícies inovadoras que evidenciam, mundialmente (Figura 2), os mais altos padrões de qualidade e desempenho ("Saint-Gobain Abrasivos Maia," 2017).

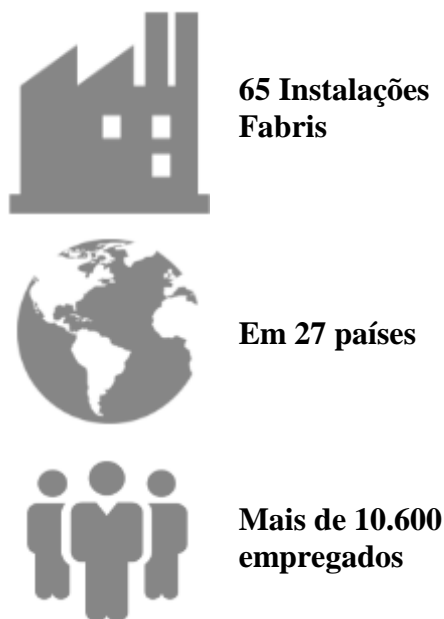


Figura 2 - *Saint-Gobain* Abrasivos no mundo

A *Saint-Gobain* Abrasivos estabeleceu um compromisso de sustentabilidade ambiental e social, assente num plano de 5 pontos e práticas operacionais que são a base dos valores para o bem-estar dentro das instalações:

- Como prioridade encontra-se o desenvolvimento de uma política ambiciosa para melhorar constantemente a saúde e a segurança no local de trabalho, através da promoção de várias formações e dias EHS.
- Em segundo lugar, o contínuo incentivo do desenvolvimento pessoal dos colaboradores, com enfoque na diversidade, na formação e na gestão de carreira, tendo sido nomeada em 2015, pelo terceiro ano consecutivo, pela *Top Employer*, Melhor Empregador.
- Enquanto membro do Pacto Mundial das Nações Unidas, o encorajamento à responsabilidade e sustentabilidade local e internacional, através da implementação de extensas normas internacionais, assim como testes e certificações internas.
- Minimização da pegada ambiental das operações através da melhoria da eficiência energética, do aumento do uso de matérias-primas recicladas nas instalações, da redução de emissões de CO₂, da otimização de recursos hídricos e de uma política rigorosa de separação de resíduos.
- Por fim, mas não menos importante, a empresa compromete-se a desenvolver continuamente produtos eco valorizados, trazendo valor adicional aos clientes, através do uso de resinas naturais e grãos reciclados. ("Saint-Gobain Abrasivos," 2017)

"Este forte compromisso assegura que novos produtos sejam continuamente introduzidos, o que oferece substanciais benefícios aos clientes - ajudando a melhorar a produtividade dos processos e remodelar o mundo de soluções abrasivas" ("Saint-Gobain Abrasivos,")

Os desafios colocados hoje aos profissionais implicam a adoção de práticas de trabalho inovadoras que garantam eficiência e rentabilidade dentro dos elevados níveis de qualidade (Figura 3).

A estratégia da *Saint-Gobain* Abrasivos é a contínua internacionalização e o desenvolvimento de soluções abrasivas. O investimento contínuo da *Saint-Gobain* Abrasivos em I+D e uma estreita colaboração com os clientes gera soluções otimizadas de desempenho que proporcionam eficiência e produtividade ("*Saint-Gobain* Abrasivos," 2017).

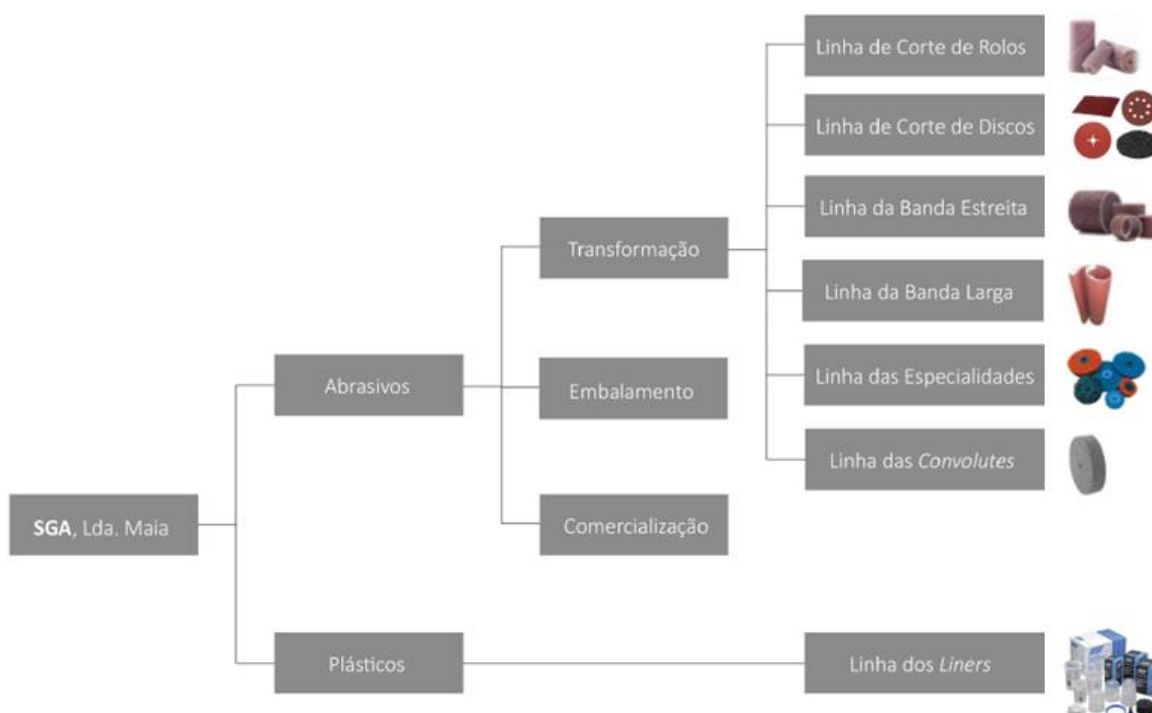


Figura 3 - Produtos *Saint-Gobain* Abrasivos, planta da Maia

1.3 Objetivos do Projeto

O objetivo principal deste projeto é a melhoria do desempenho da *Saint-Gobain* Abrasivos através de uma redução considerável do desperdício na planta da Maia. Numa situação inicial em que o desperdício rondava os 14% foi proposta a sua redução para 10%, através da utilização de ferramentas *Lean* sempre que os indicadores analisados exibirem essa necessidade.

Espera-se também melhorias na quantidade de peças defeituosas produzidas, nomeadamente nas que não sendo identificadas internamente, dão início a difíceis processos de reclamações, provocando por vezes a perda de clientes.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este documento de dissertação de mestrado encontra-se dividido em cinco capítulos.

Neste primeiro, o introdutório, foi possível enquadrar o projeto assim como perceber a motivação para a realização desta dissertação e quais os seus objetivos.

Ao longo do segundo capítulo é feito o enquadramento teórico dos diversos conceitos e filosofias que, quando corretamente aplicados, permitem o desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo retrata a situação encontrada na empresa no início do projeto, os locais iniciais de ação e a criação de planos de intervenção para o alcance das metas estabelecidas.

No quarto capítulo, e com base no que foi descrito no capítulo anterior, são apresentadas soluções que visam atingir os objetivos propostos assim como os resultados obtidos quando aplicadas.

No capítulo final são expostas as conclusões do projeto.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo, através de uma revisão bibliográfica, são apresentadas as filosofias de gestão de produção e as suas noções mais significativas necessárias ao cumprimento deste projeto de redução do desperdício numa indústria de materiais abrasivos.

2.1 Ferramentas de Gestão de Produção

As ferramentas de gestão de produção existem para facilitar e guiar o processo dentro de uma empresa. Estes guias para a produção apresentam diferentes níveis de dificuldade de implementação, no entanto os resultados são proporcionais à sua complexidade (Figura 4).

A primeira ferramenta é o 5S, que envolve melhoria do ambiente de trabalho e procedimentos, com efeitos estruturais. O *Kaizen* permite uma visão geral através da melhoria contínua e as visitas *Gemba* (aos locais de trabalho). De forma a obter estabilidade é necessário recorrer aos princípios de gestão de produção *Lean* cujo principal objetivo é a eliminação do desperdício. O 6 Sigma utiliza ferramentas estatísticas para supervisionar o processo e reduzir as variações, o que confere aptidão à empresa. Por fim temos o *Design For Six Sigma* (DFSS), que permite que novos produtos e processos alcancem logo a excelência do 6 sigma, conferindo robustez (Mitchell & Kovach, 2016).

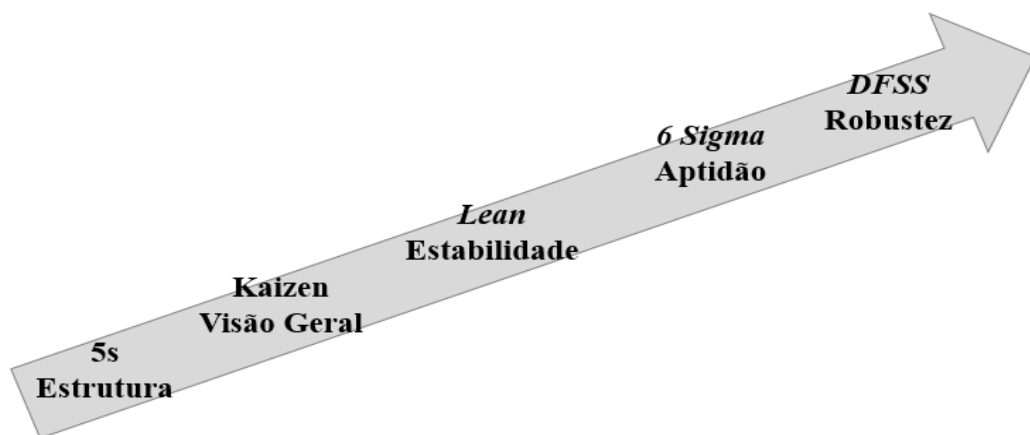


Figura 4 - Como começar a usar ferramentas de gestão

Nem sempre a evolução do processo dentro de uma empresa ocorre de forma tão linear como se verifica na Figura 4. Quando um produto ou processo existe na empresa mas não está a ter o desempenho esperado é comum recorrer ao DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar - uma ferramenta de qualidade baseada em dados para melhorar os processos, integrante do 6 Sigma (Tenera & Pinto, 2014). Começa-se por definir o problema, medir os parâmetros que o quantificam e recolher os respetivos dados. Prossegue-se com uma análise dos intervalos dos valores atuais e dos pretendidos de forma a identificar as causas e consequentemente implementar soluções de melhoria. Por fim é necessário supervisionar regularmente os planos implementados e fazer as melhorias que forem mais úteis, como formações de colaboradores, de forma contínua.

2.1.1 Kaizen

Desenvolvida no Japão após a segunda guerra mundial, a filosofia *Kaizen* – “mudança para melhor” em japonês – revolucionou a indústria da produção. De acordo com o “*Kaizen Institute*” (2016) trata-se de uma prática de melhoria contínua.

A filosofia *Kaizen* tem como base os seguintes princípios:

- Bons processos levam a bons resultados;
- Ver com os próprios olhos para ter ideia da situação atual (visitas *Gemba*);
- Falar com dados, gerir com factos;
- Tomar ações para conter e corrigir as origens dos problemas;
- Trabalhar em equipa.

A metodologia *Kaizen* está assente no princípio dos 5S (Míkva et al., 2016):

- *Seiri*: eliminar tudo o que não é útil à atividade através de um processo de triagem que permite limitar os itens necessários e classifica-los quanto à frequência de utilização, diminuindo a quantidade de obstáculos no local de trabalho.
- *Seiton*: arrumar cada coisa no seu lugar facilitando encontrar o que se precisa. Esta arrumação deve ter em conta a triagem previamente realizada, uma vez que os itens de uso contínuo se devem arrumar ao alcance do braço, o de uso frequente a uma distância inferior a 2 metros e os itens de uso semanal até 5 metros. Os restantes objetos, de utilização necessária, no entanto menos frequente, devem ser guardados noutra local apropriado.

Todos os locais de arrumação devem ser cuidadosamente marcados e de fácil identificação.

- *Seisou*: limpar as áreas de trabalho regularmente. A limpeza, que deverá ser efetuada, no final do dia ou de cada turno, inclui bancadas de trabalho, máquinas, ferramentas e chão. Estas tarefas contribuem para a manutenção dos equipamentos e permitem a identificação mais célere de anomalias.
- *Seiketsu*: normalizar métodos e procedimentos. Os procedimentos de triagem, arrumação e limpeza devem ser aplicados a todos os equipamentos e postos de

trabalho. A criação de normas visuais e instruções de trabalho facilita a natureza da rotina.

- *Shitzuke*: manter e monitorizar a prática das regras. Os 4S anteriores devem ser efetuados naturalmente, por rotina, e não por obrigação. Para tal os trabalhadores devem por em prática os princípios em que foram treinados, mantendo os seus postos asseados, aumentando a eficiência e passando uma imagem positiva aos clientes.

Frequentemente considera-se um sexto “S” associado à segurança, que deve estar a ligado a todas as atividades realizadas, cumprindo a correta utilização dos EPI e as normas de Higiene e Segurança estabelecidas.

A obtenção de resultados concretos, qualitativa e quantitativamente, a baixo custo e num curto espaço de tempo levaram a *Toyota Motor Company* a adotar esta prática em grande escala levando-o a ficar conhecida como *Toyota Production System (TPS)* (Maarof & Mahmud, 2016).

Uma das características do *Kaizen* é que grandes resultados advêm de pequenas mudanças acumuladas ao longo do tempo. No entanto, isto não significa que o *Kaizen* seja equivalente a pequenas mudanças. Para haver progresso é necessário haver o envolvimento de todos e lutar para que hoje seja melhor que ontem e amanhã melhor que hoje.

O *Kaizen* é uma ferramenta de gestão visual, que permite aos trabalhadores receberem informação através de formas distintas, como marcas no chão ou *kanbans*. Os *kanbans* são cartões de sinalização que permitem a monitorização do fluxo de produção e permitem ter os componentes no local certo, no tempo certo (Cimorelli, 2013).

O *Poka-Yoke*, do japonês “à prova de erro”, consiste em um conjunto de procedimentos e/ou dispositivos cujo objetivo é detetar e corrigir erros antes estes se transformem em defeitos. Um dispositivo *Poka-Yoke* é qualquer mecanismo que evite que o erro seja cometido ou que faça com que o erro seja óbvio à primeira vista.

“Defeitos surgem porque erros são cometidos; os dois têm uma relação de causa e efeito ... Contudo, erros não se tornarão defeitos se houver feedback e ação no momento do erro.” (Shingo, 1985)

A interiorização de informação ocorre 5 a 6 vezes mais rapidamente através de transmissão visual do que quando esta acontece oralmente.

2.1.2 Produção *Lean*

De acordo com Sondalini (2016) o *Lean* é um processo que se implementa e só depois se ensina, e se as duas coisas ocorrerem em simultâneo está condenado a falhar, como uma orquestra que tenta tocar uma sinfonia ainda em composição.

A ideia principal da produção *Lean* é a eliminação de custos do processo de fabrico e o aumento do valor ao produto final (Mourtzis et al., 2016). Tudo que não acrescente valor ou mudança pode ser eliminado, mantendo, desta forma, a qualidade e aumentando o lucro. Este processo pode ser estudado recorrendo a um *Value Stream Mapping (VSM)*, que consiste num mapa de fluxo de valor e fluxo de informação (Mostafa et al., 2015).

Este estudo permite a criação de um fluxo de trabalho contínuo através de *pull* com o objetivo de melhorar e até alcançar a perfeição (Dombrowski & Mielke, 2014).

Tudo o que não acrescenta valor ao processo *Lean* e deve ser eliminado é denominado por *Muda*, *Mura* ou *Muri* (Lambert, 2004).

Muda é qualquer atividade ou processo que não agrega valor. Um desperdício físico de tempo, recursos e, finalmente, dinheiro.

Mura é o desperdício de desigualdades. Se não se regular requisitos, colocamos excesso de pedidos nos processos e pessoas e causamos a criação de *stocks* e outros desperdícios.

Muri é causar sobrecarga. Isto é causado por *Mura* e outras falhas no sistema, como a falta de treino, sistema mal definido ou sem procedimentos definidos de trabalho, ferramentas erradas e medidas de desempenho mal pensadas.

2.1.3 *Just in Time*

O *Just In Time* (JIT) é um sistema de produção que tem como finalidade reduzir o *Work In Progress* (WIP). Trata-se de um dos principais pilares de diversas indústrias que adotaram o TPS. Com este sistema de *pull* característico do JIT, o produto ou matéria-prima chega ao posto de trabalho apenas no momento exato em que é necessário, ou seja, os produtos somente são fabricados ou entregues a tempo de serem vendidos, reduzindo o investimento em *stock*.

Nos locais onde está implantado o *Just In Time*, o inventário de matérias-primas é mínimo e suficiente para poucas horas de produção e, para que isso seja possível, os fornecedores devem ser capazes de fazer entregas de pequenos lotes na frequência desejada. Isto não significa transferir os *stocks* do consumidor para o fornecedor ou do posto de trabalho a jusante para o posto de trabalho a montante. O objetivo é a eliminação total dos *stocks*, eliminando custos de armazenamento, ao mesmo tempo em que se atinge um nível de qualidade superior (VijayR. Kannana, 2004).

A produção deve basear-se em grupos de trabalho, onde trabalhadores multifuncionais iniciam e terminam um ou mais tipos de produtos, que serão utilizados pelo grupo seguinte. Para que o sistema funcione é indispensável que todos os produtos que fluem de um grupo para o outro sejam perfeitos e os erros sejam imediatamente segregados. No caso da ocorrência de erros, pelo equilíbrio da linha de produção, os encarregados têm a autonomia de imobiliza-la até que os erros sejam excluídos.

Apesar dos vários benefícios, o sistema *Just in Time* não se adapta perfeitamente a produções com muitos produtos diferentes, pois, em geral, requer flexibilidade extrema, em dimensões que não são possíveis de obter com a filosofia em causa.

O planeamento da produção do sistema *Just in Time* deve garantir uma carga de trabalho diária estável, que possibilite o estabelecimento de um fluxo contínuo do produto. As ferramentas do JIT incluem o *Kanban*, que tem como foco a melhoria contínua, o fluxo, o envolvimento de todos e a qualidade (Y. Sugimori 1977).

2.1.4 6 Sigma e DFSS

O 6 Sigma é uma metodologia disciplinada, fundamentada em dados para eliminar defeitos, que gera um sistema compreensível e flexível para atingir, manter e maximizar o sucesso do negócio.

Trata-se de um conceito com origem na Motorola Inc. nos EUA por volta de 1980 (Harmon, 2007, p. 8) para combater a indústria eletrónica Japonesa melhorando os níveis de qualidade.

Empresas que adotaram esta metodologia, embora nem todas, reportaram melhoria financeira a curto prazo, redução de custo e aumento da satisfação de clientes. As vantagens de aplicação dependem do ambiente e estrutura empresarial da firma (Ertürk et al., 2016).

Para a aplicação dos métodos 6 Sigma é fundamental perceber as necessidades do cliente, o uso de dados factuais e a análise estatística.

Diferentes definições foram propostas para este método, mas todos eles partilham alguns tópicos:

- Atribuição de equipas a projetos bem definidos que têm impacto direto nas principais linhas da organização.
- Treino em "pensamento estatístico" a todos os níveis e nomeação de pessoas chave com treino amplo em estatísticas avançadas e gestão de projetos.
- Ênfase na abordagem DMAIC para a resolução de problemas: definir, medir, analisar, implementar e controlar.
- Um ambiente de gestão que apoia estas iniciativas como uma estratégia de negócios.

Os profissionais 6 Sigma existem a todos os níveis, cada um com o seu papel na empresa:

- O *Black Belt* lidera projetos de resolução de problemas;
- O *Green Belt* auxilia na recolha e análise de dados para projetos do *Black Belt* e lidera projetos e equipas *Green Belt*;
- O *Master Black Belt*, atuando como consultor interno, é responsável por desenvolver estratégias e métricas-chaves, treinando *Black Belts* e *Green Belts*.;
- O *Yellow Belt* participa como membro na equipa do projeto e verifica as melhorias de processo que suportam o projeto;
- O *White Belt* entende as noções básicas do Seis Sigma a partir de uma perspetiva conceptual, pode trabalhar em equipas locais de resolução de problemas que suportam projetos em geral, mas pode não fazer parte de uma equipa de projeto 6 Sigma.

Todos os projetos 6 Sigma precisam de apoio organizacional.

Executivos Seis Sigma definem a direção para a seleção e implantação de projetos, garantindo que os projetos tenham êxito, agreguem valor e se enquadrem no plano organizacional.

O DFSS, *Design For Six Sigma*, é a ferramenta de gestão que mais robustez confere a uma empresa. Tem o objetivo de determinar as necessidades dos clientes e do negócio, e dirigir essas necessidades para a solução do produto criado a partir daí.

Trata-se de uma ferramenta relevante para produtos ou sistemas relativamente simples, uma vez que o seu objetivo é de criação de produtos e/ou sistemas e não da sua melhoria.(Mitchell & Kovach, 2016)

2.2 Tipos de Desperdício

A produção *Lean* procura reduzir e se possível eliminar os desperdícios (*muda*) que advêm de atividades que, não acrescentando qualquer tipo de valor para o cliente (Welo & Ringen, 2016), apenas aumentam o custo do produto (Figura 5).



Figura 5 - Atividades de trabalho que acrescentam ou não valor

(Adaptado de: Pinto (2008))

Por norma, as empresas focam os seus esforços de aumento de produtividade em componentes que geram valor, no entanto estas, tipicamente, só representam 5% do tempo do processo de produção. Os outros 95%, potencial ignorado, são atividades que não geram valor (Lino, 2016).

De acordo com Ohno (1988) há sete tipos de desperdício na produção, que devem ser minimizados, uma vez que se tratam de atividades a que o cliente não dá qualquer valor, apenas aumentando o custo do produto, diminuindo portanto a possível margem de lucro para a empresa:

- Tempos de Espera:



Sempre que um colaborador ou máquina se encontra parado sem trabalho, à espera de matéria-prima ou manutenções, há desperdício de tempo que gera aumento de custos, quebras do ritmo de trabalho e até falha de compromisso com clientes. O ideal seria a utilização de uma ferramenta *Kanban* para um fluxo de material contínuo para reduzir, se possível evitar, tempos de espera.

- Defeitos:

Quando um produto não cumpre as especificações de um cliente, interno ou externo, estamos perante uma não-conformidade. O produto pode ser descartado ou retrabalhado, agregando custos de matéria-prima, energia e tempo. No entanto, quando identificadas as causas, os defeitos constituem oportunidades de melhoria.



- Transporte:



Embora o transporte seja uma necessidade em qualquer indústria, quando este é excessivo, quer se trate de matéria-prima, pessoas ou informações, torna-se um desperdício. As equipas de trabalho e as de suporte devem estar próximas, evitando assim deslocamentos desnecessários.

- Movimentos desnecessários:

O desperdício por movimentação desnecessária ocorre normalmente devido a *layouts* mal elaborados, com obstáculos ou tarefas com movimentos bruscos e cansativos sem preocupação ergonómica. As ferramentas 5S permitem melhorar os tempos desperdiçados com estes movimentos.



- Excesso de Inventário:



Desperdício de inventário em excesso vem de *stock* de matéria-prima, produtos semiacabados e produtos acabados que não só representam espaço ocupado como também capital empatado, piorando a situação quando há prazo de validade e o *stock* se torna obsoleto.

- Excesso de Produção:

Trata-se do maior desperdício das empresas. Oposto à filosofia *Lean* de JIT, onde se deve produzir apenas o pedido quando requisitado, o excesso de produção ocorre por receio a contratempos que levem a quebras de produção. Isto leva a um excesso de consumo e utilização de recursos humanos, dando origem a *stock* elevado de produto acabado.



- Processos desnecessários:



Processos mal documentados, inexperiência dos colaboradores e esforços redundantes são exemplo de situações que levam ao sobre processamento. A normalização das operações, assim como a criação de procedimentos de trabalho, diminui estas situações que não valorizam o produto.

2.3 Indicadores

Todas as organizações acompanham o seu desempenho. Algumas têm sistemas evoluídos que permitem uma análise em tempo real, enquanto a maioria mede uma série de parâmetros que quando analisados permitem saber a situação da empresa, quer esta análise ocorra semanalmente, quer mensalmente (Harmon, 2007).

Embora se deva fazer o acompanhamento de uma variedade de parâmetros a medir, deve-se escolher apenas alguns KPI, Indicadores-chave de Desempenho, para análise. É essencial conhecer e perceber de onde vêm e o que significam os valores obtidos para que as observações sejam críticas.

Estes indicadores estão focados em como a tarefa é realizada, medem o desempenho e se se está a conseguir atingir os objetivos determinados. Estes indicadores devem ser quantificáveis por meio de um índice (normalmente representado por um número) que retrata o andamento do processo como um todo ou uma parte. São exemplo disso os indicadores de eficiência, eficácia, capacidade, produtividade, qualidade, ou outros, em função da análise a realizar.

Quando o gestor precisa de ajuda para tomar uma decisão sobre o processo, estes indicadores disponibilizam, com maior exatidão, a informação necessária, trazendo mais eficiência e eficácia ao processo assim como rapidez na tomada de decisão.

Uma vez que analisam desempenhos, devem ser retratados como metas ou objetivos. Se o valor não for atingido num determinado período de tempo, mostrará o grau de gravidade do processo e medidas deverão ser tomadas a partir daí, com base nos valores dos indicadores.

São, portanto, uma medida de excelência nas empresas.

2.4 WCM

O *World Class Manufacturing* (WCM) é um conjunto de conceitos, práticas e técnicas para a gestão de produção, e tal como o *Lean*, tem origem no Sistema Toyota de Produção (TPS).

Uma vez que se trata de um sistema de gestão integrado de redução de custos, o WCM propõe otimizar a logística, a qualidade, a manutenção e a produtividade para níveis de classe mundial, através de um conjunto estruturado de procedimentos.

De forma a atingir os seus objetivos, o WCM baseia-se em 3 elementos cruciais:

- O combate constante a cada desperdício e perda existente em toda a cadeia do produto;
- O envolvimento das pessoas e desenvolvimento de suas aptidões;
- A utilização rigorosa de métodos e ferramentas apropriados para combater as ineficiências do processo.



Figura 6 - Modelo WCM "Fundações Padrão e Pilares"

(Adaptado de: Qualidade e Controle de Processo (Saint-Gobain, 2011-2015))

A Excelência Operacional e a Satisfação do Cliente (Figura 6) são suportadas por diversos pilares, dirigidos por um responsável e a sua equipa. A missão de cada pilar é apoiar a organização a fim de alcançar as metas usando atividades *Kaizen*, de melhoria focada e o envolvimento de pessoas de diferentes funções e níveis.

Uma vez que o pilar da qualidade é a principal ligação entre a Excelência Operacional e a Satisfação do Cliente, é necessário explorar as suas implicações neste equilíbrio.

A missão do pilar da Qualidade é desenvolver e suportar um sistema de zero defeitos, isto é, um produto que cumpra todos os requisitos dos clientes internos e externos. Este pilar é também responsável por identificar, estratificar e quantificar as fontes do custo da não qualidade (Saint-Gobain, 2011-2015).

Este processo é conseguido pela definição dos KPI da Qualidade e desperdícios de materiais que permitem fazer um balanço do material. Uma matriz *Quality Assurance* (QA) possibilita priorizar as áreas de foco do processo com o objetivo de reduzir queixas e desperdícios, através da restauração do sistema de qualidade, de condições conhecidas e através de melhorias do processo.

Outro passo que permite reduzir reclamações e desperdícios é o recurso a soluções avançadas de problemas como controle estatístico do processo (SPC).

Definindo condições apropriadas para zero defeitos é possível a realização de matrizes *Quality Maintenance* (QM) e QX.

O QM permite relacionar os fatores a um específico modo de defeito, conferindo à organização a capacidade de produzir bem à primeira vez. Estas matrizes têm como objetivo a redução de inconstâncias que e por consequência a estabilização dos processos, permitindo identificar variáveis críticas diretamente associadas a defeitos.

A matriz QX é uma ferramenta que permite ligar todos os modos de defeitos a todos os equipamentos. Relacionar os defeitos com as características do processo, com os componentes dos equipamentos e com as variáveis desses equipamentos conseguindo o estado de zero defeitos (Oliveira, 2010).

Para que um pilar tenha sucesso é necessário o grupo trabalhar com um objetivo comum num meio em que a comunicação flua. O sucesso do pilar é avaliado em auditorias onde se constrói uma cultura corporativa com diálogo direto, procurando conhecer as diversas necessidades e providenciando suporte.

3 Desperdício na Indústria do Corte de Abrasivos

A *Saint-Gobain* Abrasivos segue a filosofia WCM, previamente explicada no capítulo 2.4., baseada na combinação de várias técnicas e filosofias. Desde a revolução industrial, o objetivo deste tipo de indústrias é manter a produção prática, eficiente, flexível e rentável, de forma a conseguir a qualidade pretendida pelo cliente ao menor custo. Isto só é conseguido quando o desperdício é mantido nos mínimos possíveis. Há sempre desperdício técnico (Figura 7) que é impossível eliminar, mas existem formas de o minimizar.



Figura 7 - Desperdício de abrasivos

3.1 Consumo de Material

Na *Saint-Gobain* Abrasivos Maia o desperdício de matéria-prima no mês de setembro de 2016 era de 14%, valor acima dos objetivos da empresa, que são de 10%.

A análise do desperdício ocorre mensalmente através da extração de dados da plataforma informática Bi7 e SAP que, quando organizados num programa desenvolvido em Excel

especificamente para este efeito e analisados de forma cuidada e criteriosa, permitem analisar os desperdícios de cada ordem de produção.

Durante a consulta do ficheiro mensal, são examinadas Ordens de Produção (OP) com custo de desperdício demasiado elevado, em relação aos estudos de custos estimados realizados, seguidas das que têm percentagem de desperdício muito alto, comparado com os desperdícios técnicos de cada produto. Estes critérios permitem fazer a seleção das OP críticas.

Quando se procede à análise das ordens de produção em papel verificam-se, por norma, dois tipos de falha: engano e erro.

Um engano ocorre, por exemplo, no final da produção, quando a ordem de produção é informatizada (Figura 8) e a introdução dos dados no sistema não corresponde ao escrito pelo colaborador na OP.

Uma vez que os consumos dados não correspondem aos reais, é necessário proceder à retificação dos materiais consumidos o mais brevemente possível. Um lapso destes afeta não só os cálculos do desperdício mensal, como também as questões de inventário e toda a gestão económica da empresa, daí a necessidade de corrigir a situação antes do fecho das contas do mês.

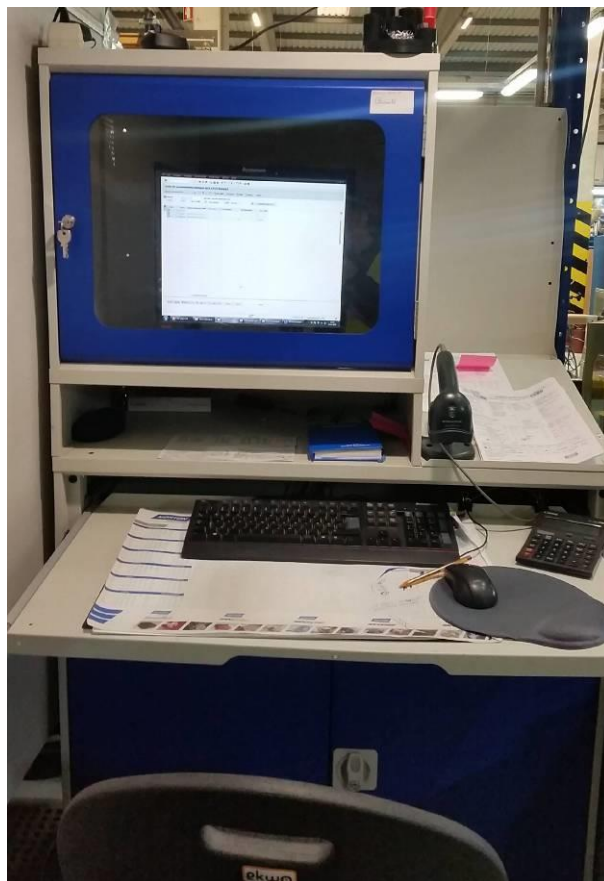


Figura 8 - Posto de entrada de dados

Estamos perante um erro quando, por exemplo, se verifica um consumo excessivo de matéria-prima em relação ao estimado para o fabrico de dado produto. Uma vez que se segue o princípio *Lean* MTO, é essencial comunicar com o colaborador para evitar a recorrência destes erros.

De forma a saber quem executou cada tarefa, as ordens de produção vêm com um registo de inspeção específico para cada linha (Anexo A), através do qual o colaborador se responsabiliza pelo seu trabalho.

A justificação por parte dos operadores para o consumo excessivo de material varia, mas as situações mais comuns estão ligadas a consumos de *setup*, não contabilizados no cálculo do desperdício, a material danificado ou a abuso de tolerância para a execução da ordem de produção.

A criação de “tarolos” (Figura 9) é um dos maiores causadores de desperdício.

“Tarolo” provém da conversão de um rolo de lixa normalizado, “Jumbo”, em medidas não normalizadas. Recorre-se a este procedimento no corte de discos em prensas cuja largura de trabalho é inferior à largura inicial do “Jumbo”. No entanto, o consumo nestas operações é muito pequeno face ao custo de modificação/substituição dos equipamentos. Por outro lado, esta operação impossibilita a utilização do material para a produção de bandas largas que necessitam da largura total do rolo. Finalmente, os “tarolos” não têm um código interno associado, o que conduz ainda ao problema de não ficarem registados em *stock* como tal, mas sim em vários *Slit Stocks*, rolos mais estreitos.



Figura 9 - "Tarolos" em “chão de fábrica”

Após analisar a situação dos consumos com os colaboradores foi importante perceber se o material dado como consumido foi realmente gasto ou se ainda se encontra em “chão de fábrica”. Caso se trate da segunda hipótese é necessário fazer a correção da matéria-prima consumida para os valores reais.

Apesar da análise do desperdício ocorrer por ordem de produção, é ainda necessário filtrar de forma a obter a percentagem por linha de produção (Tabela 1) que é calculada pela divisão do negativo da soma do desperdício pela soma de receita.

Tabela 1 - Desperdício de setembro por linha

RÓTULOS DE LINHA	SOMA DE RECEITA (€)	SOMA DO DESPERDÍCIO (€)	%
BSG	677,69 €	-322,90 €	48%
UNW	142224,7162 €	-40 585,15 €	29%
DIS	25036,36612 €	-6 133,21 €	24%
DSC	35 397,98 €	-7 698,89 €	22%
DIR	169968,1725 €	-36 701,06 €	22%
LINERS	14 050,18 €	-2 648,22 €	19%
DPS	12474,96088 €	-2 110,61 €	17%
DIB	73 566,22 €	-10 043,10 €	14%
TOTAL GERAL	927024,3375 €	-125 253,99 €	14%
CVW	28710,88445 €	-3 276,49 €	11%
SHS	23100,04907 €	-2 500,54 €	11%
BWD	29947,2432 €	-2 612,24 €	9%
SHO	4 088,67 €	-332,35 €	8%
RTH	140 419,01 €	-7 684,24 €	5%
BNR	7750,782822 €	-347,85 €	4%
RLU	7313,70182 €	-318,28 €	4%
BFL	10 598,74 €	-327,89 €	3%
SS	31414,7551 €	-936,44 €	3%
BNL	40996,2799 €	-595,74 €	1%
SPE	112 547,38 €	-100,36 €	0%
JB	4659,81 €	-€	0%
POW	30,5604€	-€	0%
BNP	5253,644489 €	5,38 €	0%
BLK	6796,534 €	16,21 €	0%

Uma das linhas em que o consumo de material é muito elevado e com altos custos é a DIR. Trata-se do corte de placas não tecidas em discos recorrendo a uma prensa (Figura 10).

Estes discos podem ser vendidos diretamente ao cliente ou são direcionados para a linha UNW onde passam pela colagem de um acessório, que pode ser um botão plástico ou um prato de fibra de vidro. Esta aplicação pode ocorrer manualmente, pelo método *spin welding* ou com o recurso ao robot.



Figura 10 - Prensa para corte de DIR

As medidas fixas da placa e as dimensões catalogadas dos discos limitam o número de discos que se pode extrair de uma só placa e aumentam o material desperdiçado (Figura 11). Em alguns casos, após o corte de uma dimensão superior de discos e caso a placa permita, esta é reutilizada para o aproveitamento de discos com dimensões menores.

Quando os discos são furados, o disco de 50mm de diâmetro é automaticamente cortado do centro dos outros maiores, saindo a maioria dos pequenos a custo nulo, por serem considerados retalhos de outro produto.



Figura 11 - Desperdício de placas

3.2 Defeitos

Os defeitos fazem parte dos sete desperdícios do *Lean Manufacturing* e como tal são monitorizados na *Saint-Gobain*.

A verificação no interior da fábrica é feita através do registo de inspeção (Anexo A), onde o trabalhador de cada posto valida o seu trabalho, responsabilizando-se, isto é, faz a sua própria supervisão da qualidade. Nem sempre esta supervisão é bem feita e surgem artigos com defeito que só são identificados mais à frente na linha.

O problema mais grave surge quando o defeito só é reportado pelo cliente através de uma reclamação. Nem todas as reclamações dão origem a *Customer Relationship Management* (CRM), documentos de reclamações de qualidade, mas quando isto acontece é necessário verificar a que ordem de produção corresponde o artigo defeituoso, perceber que trabalhador foi responsável e averiguar o que sucedeu para causar o defeito. No mês de setembro foram registadas 17 reclamações que deram início a CRM referentes a 6.204 peças defeituosas.

Para evitar que o mesmo se volte a repetir, a empresa tem implementado o Boletim de não Conformidade (Anexo B). Neste boletim é descrito o defeito e/ou a quantidade de material não conforme, são apresentadas as causas que levaram a este defeito, assim como as ações corretivas e preventivas tomadas para que este problema não se repita.

Uma das linhas de produção com mais problemas no que diz respeito a defeitos é a UNW. Dos CRM iniciados no mês de setembro, 40% foram causados por esta linha de produção. Nesta linha o robot cola um prato de fibra de vidro ao disco de abrasivo. Uma fração dos discos, depois do tempo de cura da cola, é sujeita a um ensaio de velocidade. A velocidade de cedência dos discos deve ser superior a 12000 RPM para serem aprovados.

As reclamações recebidas nesta linha dizem respeito ao descolamento do prato do disco, (Figura 12). Testes efetuados levam à confirmação que o problema é proveniente da aplicação da cola.



Figura 12 - Disco com prato descolado

O técnico da máquina, chamado ao local, verificou que aquando do fabrico dos artigos defeituosos, a máquina se encontrava a funcionar a uma pressão inferior à devida.

4 Soluções Apresentadas

De forma a diminuir o desperdício foram efetuadas propostas, apresentadas neste capítulo, algumas das quais com implementação imediata ou a curto prazo, requerendo outras propostas mais tempo e preparação.

4.1 Melhoria das Linhas de Produção

A anexação de um registo de inspeção a cada ordem de produção é um processo demorado, especialmente quando, como é possível ver na Figura 13, se trata de um documento distinto para cada linha (Anexo A). A universalidade do registo de inspeção nas linhas de produção é essencial.

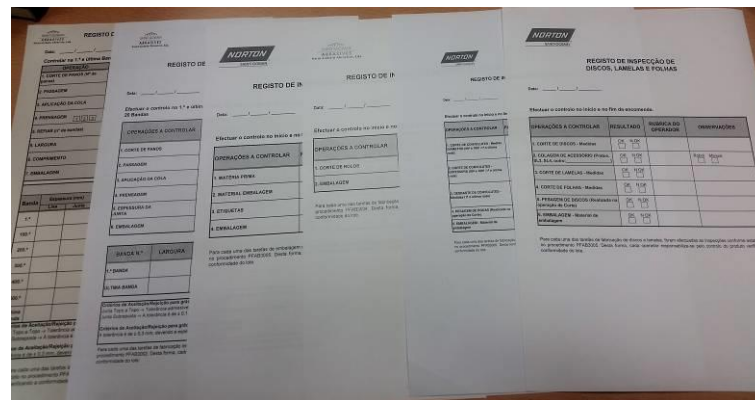


Figura 13 - Registos de inspeção

Foi elaborado um novo Registo de inspeção que engloba todas as linhas num só documento (Anexo C) onde o funcionário é obrigado a uma maior monitorização pessoal. Aqui regista as medidas de uma fração dos artigos produzidos, garantindo que estes estão dentro das especificações de qualidade do cliente.

A implementação do Boletim de não Conformidade na Linha (Anexo D) permite a justificação de consumos elevados em ordens de produção. Quando o funcionário deteta algum defeito no seu material ou artigo, solicita ao seu superior este documento para justificar o consumo de mais material para a sua OP, semelhante ao boletim que preenche em caso de reclamação (Anexo B), sendo necessário registar as medidas corretivas e preventivas tomadas.

No caso de o artigo não estar dentro dos parâmetros do cliente a quem se destina a OP, mas se se encontrar dentro dos parâmetros de fábrica, o funcionário deve preencher o boletim de não

conformidade comunicando a quantidade de peças fabricadas não aceites para esta ordem de produção, mas que estão em condições para *stock*.

Conforme referido anteriormente, um dos principais causadores de defeitos ocorre na linha de produção de UNW. De modo a evitar que a máquina de aplicação de cola do robot volte a funcionar a pressões inferiores às estabelecidas, o técnico bloqueou estes valores durante uma visita às instalações, pelo que agora o ajuste passa apenas pelo caudal.

Para facilitar o manuseamento da máquina de aplicação de cola, alterou-se o sistema de etiquetagem, até aqui pouco claro, das distintas componentes (Figura 14).



Figura 14 - Máquina de cola antes e depois de etiquetagem

O correto procedimento de utilização do robot e de aplicação da cola foi atualizado de maneira a precaver a re-ocorrência de defeitos por descolamento do prato de fibra de vidro (Anexo E). Esta medida visa impedir qualquer defeito devido à indevida aplicação da cola no disco, de que é exemplo a Figura 15, conseguindo a aplicação correta vista na Figura 16.



Figura 15 - Prato e disco com aplicação incorreta de cola

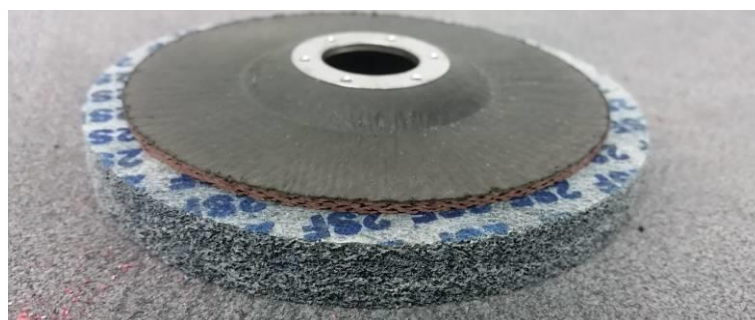


Figura 16 - Disco sem defeito

4.2 Otimização das Placas

Um dos materiais que provoca maior desperdício, tanto em volume como em valor, são as placas não tecidas para corte de discos. Apesar de existirem *One Point Lessons* (OPL) (Anexo F) sobre a forma como cada dimensão de discos deve ser disposta na placa, os resultados do desperdício de cada uma destas placas era demasiado elevado (Figura 17).



Figura 17 - Esqueleto de placa de R9101 subaproveitada

A Tabela 2 mostra o desperdício de uma placa em função do diâmetro de corte do disco que lhe é feito e a quantidade de discos que se pode extrair de cada placa. Como se pode verificar o desperdício apresenta valores mais altos do que os desejados.

Tabela 2 - Desperdício de placa por diâmetro de disco

<i>Placa 21"x 22"</i>		<i>O que é feito</i>	
Diâmetro (mm)	Área Disco (mm²)	Nº discos (uni)	Desperdício (%)
50	1963,5	90	41%
75	4417,9	39	42%
100	7854,0	25	34%
115	10386,9	18	37%
125	12271,8	16	34%
150	17671,5	10	41%
180	25446,9	6	49%
200	31415,9	5	47%

De forma a reduzir os valores de desperdício apresentados, optou-se por combinar duas dimensões distintas de discos de forma a fazer o aproveitamento máximo da placa. Optando por este método de diâmetros diferentes na placa, estes devem ser restritos a dois para não haver confusão nos cortantes em uso. O uso de mais de um cortante torna o procedimento mais lento, mas a poupança de material é superior ao sobrecusto da mão de obra.

Aquando da aplicação deste método o corte de discos deverá ser feito para *stock* e não por ordem de produção, pelo que para este estudo foi efetuada uma análise do histórico de vendas de cada um dos três materiais disponíveis na dimensão de placa em estudo (21”x22”).

Com o objetivo de facilitar o trabalho dos colaboradores optou-se pela criação de uma matriz pela qual eles se possam guiar quando a combinação de duas dimensões de discos for posta em prática.

A otimização das placas e a combinação de diâmetros tem de ser feita heurísticamente, pois a máquina de corte não é de precisão (como, por exemplo, uma máquina de corte por jato de água) e o algoritmo para otimização de círculos num retângulo é *NP-complete*. Uma vez que é necessário considerar o erro humano, é essencial deixar um intervalo de cerca de 3mm entre os discos para garantir limpeza no corte.

O estudo efetuado (Anexo G) tem em consideração os diâmetros mais procurados de cada material de janeiro a setembro de 2016. O número de discos de cada diâmetro que se optou por cortar em cada placa é proporcional à procura, evitando assim *stocks* desnecessários. Considerando que há diâmetros cuja combinação não traz qualquer vantagem, por a razão entre os diâmetros ser próxima da unidade, a Tabela 3 apresenta os dois moldes para as 3 referências com as otimizações possíveis heurísticamente.

Tabela 3 - Modelos criados para as três referências

R9101		Custo		32,06 €	
Modelo1		Modelo 2			
Diâmetro	Nº discos	Diâmetro	Nº discos		
75	8	115	6		
125	14	150	8		
Desperdício=	30,5%	Desperdício=	31,7%		

R4101		Custo		21,02 €	
Modelo1		Modelo 2			
Diâmetro	Nº discos	Diâmetro	Nº discos		
75	8	115	6		
125	14	150	8		
Desperdício=	30,5%	Desperdício=	31,7%		

R9112		Custo		32,06 €	
Modelo1		Modelo 2			
Diâmetro	Nº discos	Diâmetro	Nº discos		
75	21	100	8		
115	11	125	12		
Desperdício=	30,5%	Desperdício=	29,5%		

Mesmo com os requisitos antes descritos, as áreas de esqueleto das placas reduziram, diminuindo consequentemente a percentagem e custo de desperdício, levando a uma poupança média anual estimada de 87,2 k€.

A poupança estimada permite amortizar o investimento numa máquina de corte por jato de água, com um custo de cerca de 250 k€, em pouco menos de 3 anos. Esta aquisição permitiria

o corte de discos com maior precisão, sem a necessidade de espaçamento entre discos, que levaria a um ainda maior aproveitamento das placas e consequentemente maior poupança.

4.3 Análise de Desperdício

A análise do desperdício é um processo de extrema importância em qualquer local com consumo de matéria-prima. É necessário conhecer que percentagem do material consumido não traz qualquer valor positivo ao produto.

A fase mais importante para diminuir o desperdício e consequentemente os consumos, é o conhecimento prático do que cada linha deve, na realidade, consumir e quais tendem a ser os desperdícios médios. Este conhecimento permite uma análise facilitada e mais sensível do documento gerado mensalmente do desperdício.

Para que o documento calcule com precisão o desperdício, necessita estimar a área que efetivamente a ordem precisa de consumir. No entanto, este valor não estava a ser corretamente determinado para algumas formas de produtos.

Para efetivar esta correção foi necessário estudar cada produto e perceber qual a fórmula que determina uma área mais próxima da real.

Uma vez que o valor de desperdício devolvido já se encontra o mais próximo possível do real, a análise ao documento já pode ser efetuada. Nesta etapa do processo procura-se indicadores chave que assinalem ordens críticas.

Os indicadores presentes no programa executado são vários, sendo, no entanto, a análise focada em apenas um número limitado de indicadores. No caso presente são analisados três indicadores, que demonstram exatamente o pretendido: o custo do consumo (Eq. 1), o custo do desperdício (Eq. 2) e a percentagem de desperdício na ordem de produção (Eq. 4).

$$\text{Custo do consumo (€)} = \text{Área Material Consumido} \times \text{Custo do Material/m}^2 \quad (1)$$

$$\text{Custo do Desperdício (€)} = \frac{\text{Custo do Consumo}}{\text{Área Material Consumido}} \times \text{Desperdício(m}^2\text{)} \quad (2)$$

com

$$\text{Desperdício (m}^2\text{)} = \text{Área de Material Estimada} - \text{Área Material Consumido} \quad (3)$$

$$\% \text{Desperdício} = \frac{\text{Desperdício (m}^2\text{)}}{\text{Área de Material Estimada}} \quad (4)$$

Após o estudo do ficheiro é essencial recolher as ordens de produção que geraram custos de desperdício demasiado elevados e percentagens mais altas de material consumido em relação

ao previsto. Isto possibilita saber quem foi responsável pela produção da OP e perceber o que ocorreu para os consumos não serem semelhantes aos previstos.

Visto que esta análise apenas ocorria uma vez por mês, quando questionados sobre o sucedido, os colaboradores já não sabiam o que tinha acontecido.

De maneira a que isto não volte a acontecer, e uma vez que a geração dos documentos que permitem elaborar o documento do desperdício, ocorre diariamente, a análise do desperdício passou também a ser diária. Tal facto permite não só que os funcionários se recordem do que fizeram no dia anterior, como também permite a análise de ordens de produção que não seriam consideradas críticas se o estudo do ficheiro fosse feito só uma vez por mês.

A informatização das linhas de produção seria uma medida necessária, pois permitiria a monitorização da produção, o que não acontece a partir do momento em que as ordens são impressas para o “chão de fábrica” até ser dada entrada do produto final e do material consumido.

A informatização pode ocorrer através de diversos sistemas, mas estes dividem-se em apenas duas categorias. O *Supervisory Control and Data Acquisition* faz a monitorização dos equipamentos e dos seus movimentos e o *Manufacturing Execution System* (MES) monitoriza o “chão de fábrica” tanto durante as operações como entre elas. O principal objetivo do MES é garantir que toda a produção está à sua capacidade máxima de eficiência, minimizando o desperdício.

Estes sistemas permitem o acompanhamento dos colaboradores desde a escolha do material até ao produto final pela interface de um ecrã tátil de interação fácil que permitiria o fim do papel no “chão de fábrica”.

A informatização das linhas de produção permitiria não só reduzir o papel consumido em impressões de ordens de produção, mas também interação em tempo real, que possibilita aos supervisores terem retorno imediato, principalmente quando o consumo dado pelo operador não corresponde ao estimado para essa encomenda.

4.4 Apresentação de Resultados

As medidas previamente apresentadas conduzem a alterações no comportamento dos trabalhadores e a uma melhor monitorização das suas tarefas, com reflexo nos indicadores de desempenho da empresa. Como é possível verificar pela Figura 18, a percentagem de desperdício total começou em 14% em setembro de 2016 e veio a diminuir até aos 9,7% em novembro do mesmo ano, atingindo o objetivo de 10% de desperdício mensal.

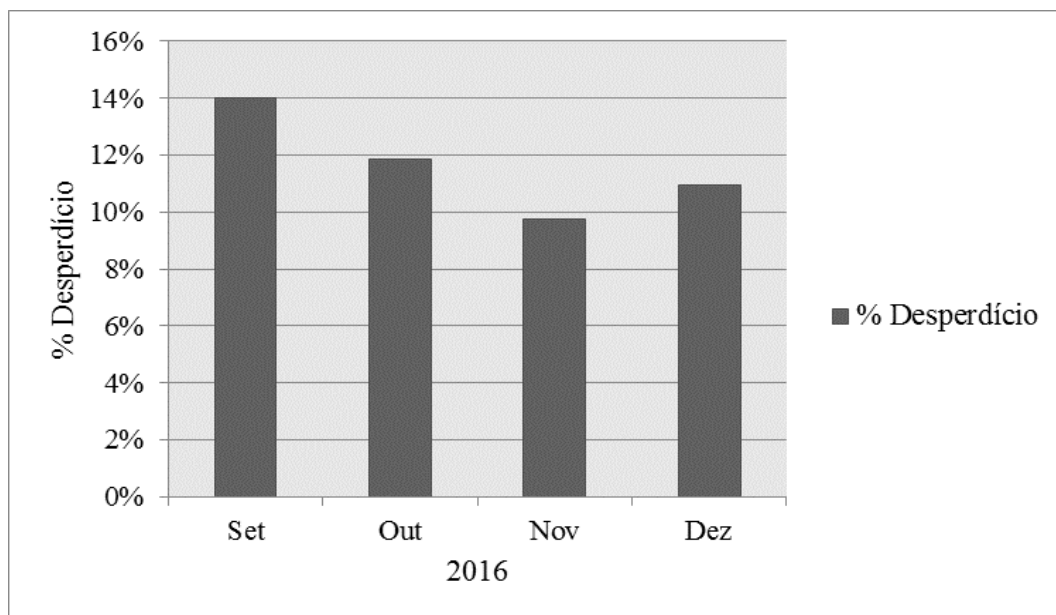


Figura 18 - Gráfico da percentagem de desperdício por mês em 2016

No mês de dezembro o desperdício aumentou para 10,9%. No entanto este valor não representa a realidade de forma fidedigna, uma vez que o inventário ao *stock* foi efetuado antes da correção dos consumos das ordens de produção, pelo que estes valores não traduzem os valores da análise do desperdício.

Numa análise às reclamações provenientes de material fabricado após as alterações efetuadas, pudemos verificar:

- Uma diminuição do número de documentos de reclamação entre setembro e dezembro (Figura 19), afetados pelas alterações feitas no “chão de fábrica”, com um pico no mês de novembro que, mesmo assim, não excede os CRM de setembro.

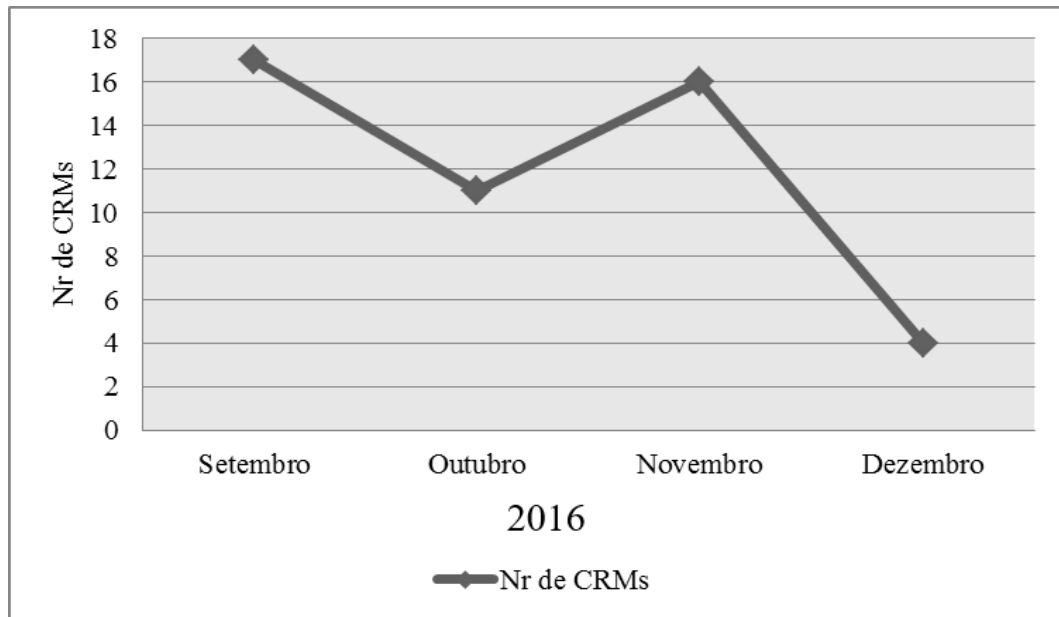


Figura 19 - Gráfico do número de CRMs por mês em 2016

- Um decréscimo da quantidade de peças defeituosas reclamadas por CRM (Figura 20) após a implementação do registo de inspeção que obriga a uma maior supervisão por parte do trabalhador do produto pelo qual se está a responsabilizar.

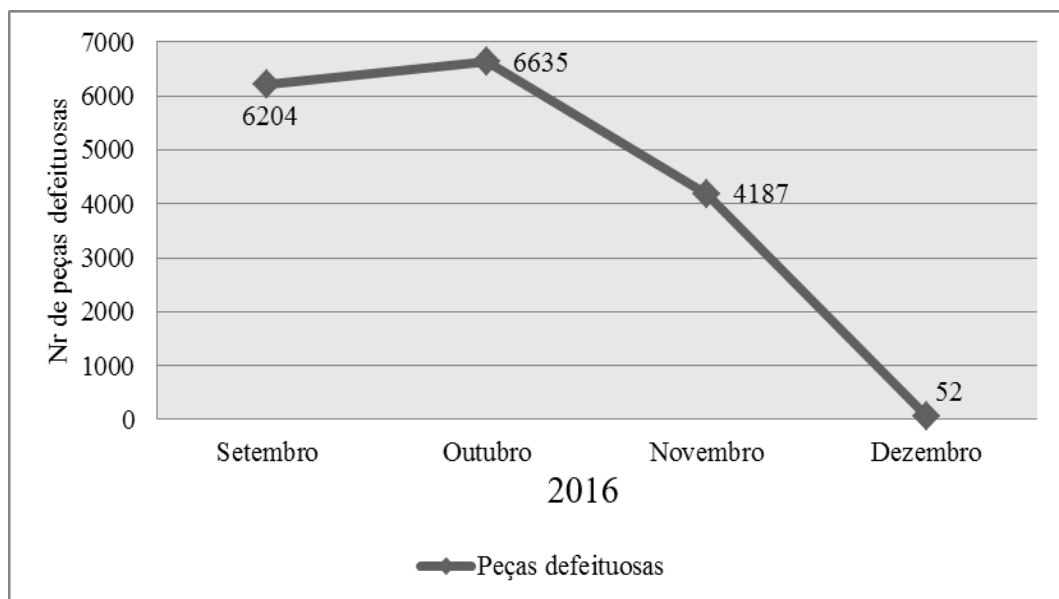


Figura 20 - Gráfico do número de peças defeituosas por mês em 2016

5 Conclusões

A *Saint-Gobain* Maia é uma empresa onde a maioria do processo é manual.

As encomendas são processadas informaticamente e a monitorização que a informática permite é perdida quando as ordens de produção são impressas para o serviço diário e vão para o “chão de fábrica”.

Durante toda a produção é impossível saber em que fase do processo se encontra uma encomenda. Esta informação é indispensável quando é preciso informar prazos de entrega aos clientes ou quantidades já produzidas.

O facto de o supervisor de turno não ter monitorização das atividades que ocorrem durante a produção impede-o de prevenir e corrigir situações junto do colaborador no momento em que estas acontecem. Assim, estas falhas vão-se propagando, gerando desperdícios de diversos tipos, só mais tarde detetadas, sendo que, nesta altura, são mais difíceis de corrigir, podendo mesmo o produto ser considerado não conforme sem possibilidade de ser retrabalhado.

A ordem de produção só volta a ser informatizada quando é concluído o processo de produção e é dada entrada do produto e saída dos materiais consumidos.

Uma vez que a monitorização informática durante o processo de fabrico é inexistente, o consumo dos materiais nem sempre é o correto, conduzindo a valores de desperdício elevados em relação ao esperado.

A implementação de um sistema informático de monitorização nas linhas de produção não é uma medida viável neste momento, motivo pelo qual se procuraram formas alternativas de confrontar estes problemas.

A melhoria das linhas de produção através de um único registo de inspeção, com mais supervisão à qualidade das peças em produção, levou a que os trabalhadores passassem a cumprir com as especificações do cliente, interno ou externo.

De forma a reduzir o número de peças defeituosas, foram melhorados procedimentos de trabalho, reduzindo a possibilidade de erros. O robot que cola o prato de fibra de vidro ao disco abrasivo foi a zona que sofreu esta alteração na máquina de cola, uma vez que várias das reclamações recebidas pela empresa surgiam dessa linha de produção.

Com estas medidas o valor de CRM abertos reduziu, mas o decréscimo mais visível foi na quantidade de peças defeituosas reclamadas via CRM.

A análise do desperdício, outrora feita uma vez por mês, passou a ser feita diariamente. Esta atitude permitiu dar mais importância aos consumos de cada uma das ordens de produção dadas como críticas, sendo esta sinalização conseguida através de indicadores de desempenho presentes no ficheiro trabalhado.

O documento de análise do desperdício foi aperfeiçoado para que os valores do desperdício extraídos sejam os mais próximos dos reais. Em muitos casos, e devido a algumas formas

irregulares de produtos, as áreas estimadas de consumo de matéria-prima não eram calculadas de forma precisa. A alteração efetuada permitiu uma melhor precisão no cálculo do desperdício.

Foi ainda feito um estudo de modelos de corte otimizado de placas *non woven* com duas dimensões de discos. Esta otimização ainda não foi implementada por uma falha numa outra linha de produção que obriga ao uso destas prensas, embora se preveja que seja bastante benéfico tanto por questões de redução de desperdício como de prazos de entrega de produto.

Embora as medidas tomadas tenham levado a que o desperdício da empresa chegasse à percentagem pretendida, o trabalho tem de ser continuado, até porque não se encontra ainda num ponto estável. A monitorização diária dos valores do desperdício e consequentemente do consumo das ordens de produção, deixou os colaboradores mais conscientes deste facto. No entanto há hábitos antigos difíceis de se alterar, mas que aos poucos vão desaparecendo.

Referências

- Cimorelli, S. (2013). *Kanban for the Supply Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Management* (second edition ed.): CRC Press.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2014). Lean Leadership – 15 Rules for a Sustainable Lean Implementation. *Procedia CIRP*, 17, 565-570. doi:10.1016/j.procir.2014.01.146
- Ertürk, M., Tuerdi, M., & Wujiabudula, A. (2016). The Effects of Six Sigma Approach on Business Performance: A Study of White Goods (Home Appliances) Sector in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229, 444-452. doi:10.1016/j.sbspro.2016.07.154
- Harmon, P. (2007). *Business Process Change - A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals* (Second Edition ed.): Morgan Kaufmann.
- História Saint-Gobain. (2016). Retrieved from <https://www.saint-gobain.com/en/group/our-history>
- Kaizen Institute. (2016, 20 outubro 2016). Retrieved from <https://www.kaizen.com/>
- Lambert, D. M. (2004). *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*: Supply Chain Management Institute.
- Lino, P. (2016). *Desenvolvimento de um programa de melhoria contínua e eliminação de desperdício numa linha de termomoldagem*. (Dissertação de Mestrado), Universidade do Porto.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522-531. doi:10.1016/s2212-5671(16)00065-4
- Mitchell, E. M., & Kovach, J. V. (2016). Improving supply chain information sharing using Design for Six Sigma. *European Research on Management and Business Economics*, 22(3), 147-154. doi:10.1016/j.iedee.2015.02.002
- Ml̄kva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329-332. doi:10.1016/j.proeng.2016.06.674
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2, 434-444. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.076
- Mourtzis, D., Papathanasiou, P., & Fotia, S. (2016). Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*, 50, 198-203. doi:10.1016/j.procir.2016.04.097
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press. 15.

- Oliveira, A. M. (2010). *Projecto de Implementação de Módulos de Qualidade na Procter & Gamble*. (Dissertação de Mestrado), FEUP.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking- Introdução Ao Pensamento Magro: Comunidade Lean Thinking*.
- Saint-Gobain Abrasivos. (2017, 03 de janeiro de 2017). Retrieved from <http://www.saint-gobain-abrasivos.com/pt-pt/>
- Saint-Gobain Abrasivos Maia. (2017, 03 de janeiro de 2017). Retrieved from <http://saint-gobain-abrasivos.pt/pt>
- Saint-Gobain, E. f. (2011-2015). *Qualidade e Controle de Processo*.
- Shingo, S. (1985). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System*. Tokyo: Japan Management Association.
- Sondalini, M. (2016). Beethoven, Shakespeare and the Ancient Greeks Knew the Secret to LEAN success - First Design a LEAN Process Then Teach the Process. *LRS*. Retrieved from LRS website: www.lifetime-reliability.com
- Tenera, A., & Pinto, L. C. (2014). A Lean Six Sigma (LSS) Project Management Improvement Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 912-920. doi:10.1016/j.sbspro.2014.03.102
- VijayR. Kannana, K. C. T. (2004). Just in time, total qualitymanagement, and supplychain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega*.
- Welo, T., & Ringen, G. (2016). Beyond Waste Elimination: Assessing Lean Practices in Product Development. *Procedia CIRP*, 50, 179-185. doi:10.1016/j.procir.2016.05.093
- Y. Sugimori , K. K., F. Cho & S. Uchikawa. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-forhuman system. *INT. J. PROD. RES.*, 15.

ANEXO A: Registos de Inspeção De Linhas de Produção



REGISTO DE INSPECÇÃO DE CORTE DE ROLOS

Data: ____ / ____ / ____

N.º Lote
(Código RUN):

Efectuar o controlo no início e no fim da encomenda.

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. CORTE DE ROLOS	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
2. EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Para cada uma das tarefas de fabricação de corte de rolos, foram efectuadas as inspeções conforme estabelecido no procedimento PFAB3004. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

REGISTO DE INSPECÇÃO DE BANDA ESTREITA

Data: ____ / ____ / ____

Controlar na 1.ª e última Banda. Se lote >100, controlar de 100 em 100 Bandas

OPERAÇÃO	RESULTADO	OPERADOR	OBSERVAÇÕES		
1. CORTE DE PANOS (Nº de panos)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
2. PASSAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
3. APLICAÇÃO DA COLA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
4. PRENSAGEM <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		Ton: _____		
5. REFIAR (nº de bandas)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
5. LARGURA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
6. COMPRIMENTO	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
7. EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>				
CONTROLO DE ESPESSURA					
Banda	Espessura (mm)		RESULTADO	OPERADOR	OBSERVAÇÕES
	Lixa	Junta			
1.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
100.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
200.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
300.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
400.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
500.ª			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
Última Banda			OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
<p>Critérios de Aceitação/Rejeição para grãos P80 e mais finos: Junta Topo a Topo -> Tolerância admissível de 0 a - 0,1mm. Junta Sobreposta -> A tolerância é de ± 0,1 mm, devendo a espessura ser sempre uniforme.</p> <p>Critérios de Aceitação/Rejeição para grãos mais grossos que P80: A tolerância é de ± 0,3 mm, devendo a espessura ser sempre uniforme.</p>					

Nota: Para cada uma das tarefas de fabricação de banda estreita, foram efectuadas as inspecções conforme estabelecido no procedimento PFAB3001. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

IFAB3001-08



REGISTO DE INSPECÇÃO DE BANDA LARGA

Data: ____ / ____ / ____

N.º Lote:
(Código RUN):

Efectuar o controlo na 1.ª e última Banda. No caso do lote >20, efectuar o controlo de 20 em 20 Bandas

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. CORTE DE PANOS	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
2. PASSAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
3. APLICAÇÃO DA COLA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
4. PRENSAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
5. ESPESSURA DA JUNTA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
6. EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		

BANDA N.º	LARGURA	PERÍMETRO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1.ª BANDA				
ÚLTIMA BANDA				

Crítérios de Aceitação/Rejeição para grãos P80 e mais finos:

Junta Topo a Topo -> Tolerância admissível de 0 a - 0,1mm.

Junta Sobreposta -> A tolerância é de $\pm 0,1$ mm, devendo a espessura ser sempre uniforme.**Crítérios de Aceitação/Rejeição para grãos mais grossos que P80:**A tolerância é de $\pm 0,3$ mm, devendo a espessura ser sempre uniforme.

Para cada uma das tarefas de fabricação de banda larga, foram efectuadas as inspecções conforme estabelecido no procedimento PFAB3002. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.



REGISTO DE INSPECÇÃO DE BANDA SEGMENTADA

Data: ____ / ____ / ____

N.º Lote
(Código RUN):

Efectuar o controlo na 1.ª e última Banda. No caso do lote >10, efectuar o controlo de 10 em 10 Bandas

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. CORTE DE PANOS	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
2. PASSAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
3. APLICAÇÃO DA COLA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
4. PRENSAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
5. EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		

Banda N.º	Largura	1.º Perimetro	2.º Perimetro
1.ª			
10.ª			
20.ª			
30.ª			
40.ª			
50.ª			
Última			

Para cada uma das tarefas de fabricação de banda segmentada, foram efectuadas as inspecções conforme estabelecido no procedimento PFAB3003. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

IFAB3003-02



REGISTO DE INSPECÇÃO DE DISCOS, LAMELAS E FOLHAS

Data: ____ / ____ / ____

Efectuar o controlo no início e no fim da encomenda.

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. CORTE DE DISCOS - Medidas	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		Verificação do 1º corte: OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>
2. COLAGEM DE ACESSÓRIO (Pratos, SL3, SL4, outro: _____)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		Robot <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/>
3. CORTE DE LAMELAS - Medidas	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
4. CORTE DE FOLHAS - Medidas	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
5. PESAGEM DE DISCOS (Realizada na operação de Corte)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
6. EMBALAGEM - Material de embalagem	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		

Para cada uma das tarefas de fabricação de discos e lamelas, foram efectuadas as inspecções conforme estabelecido no procedimento PFAB3005. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

IFAB3005-05



REGISTO DE INSPECÇÃO DE CONVOLUTES

Data: ____ / ____ / ____

Efectuar o controlo no início e no fim da encomenda.

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. CORTE DE CONVOLUTES - Medida DIÂMETRO (90° e 180° -1ª e última roda)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		90° _____ 1ª 180° _____ 90° _____ Última 180° _____
2. CORTE DE CONVOLUTES - ESPESSURA (90° e 180° -1ª e última roda)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		90° _____ 1ª 180° _____ 90° _____ Última 180° _____
3. DESBASTE DE CONVOLUTES - Medidas (1ª e última roda)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		90° _____ 1ª 180° _____ 90° _____ Última 180° _____
4. PESAGEM DE RODAS (Realizada na operação de Corte)	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
5. EMBALAGEM - Material de embalagem	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		

Para cada uma das tarefas de fabricação de discos e lamelas, foram efectuadas as inspeções conforme estabelecido no procedimento PFAB3005. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.



REGISTO DE INSPECÇÃO DE ESPECIALIDADES

Data: ____ / ____ / ____


N.º Lote
(Código RUN):

Efectuar o controlo no início e no fim da encomenda.

OPERAÇÕES A CONTROLAR	RESULTADO	RUBRICA DO OPERADOR	OBSERVAÇÕES
1. MATÉRIA PRIMA	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
2. MATERIAL EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
3. ETIQUETAS	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		
4. EMBALAGEM	OK <input type="checkbox"/> N OK <input type="checkbox"/>		

Para cada uma das tarefas de embalagem de especialidades, foram efectuadas as inspecções conforme estabelecido no procedimento PFAB3005. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

ANEXO B: Boletim de Não Conformidade

 Boletim de Não Conformidade	
MATERIAL: _____ NºCRM _____	OP: _____ DATA: _____
Descrição:	
Rub.:	
Correção: (Descrever acção sobre o material Não Conforme; Quantidade Ok e NOK)	
Rub.:	
Causa:	
Acção corretiva:	
Acção preventiva:	
Rub.:	

Tomei conhecimento desta ocorrência e das ações corretivas e preventivas.

Assinatura (operador): _____

Supervisor: _____

ANEXO C: Registo de Inspeção Único



Registo de Inspeção de _____

Código RUN: _____

Data ____ / ____ / ____

Efectuar controlo no inicio e no fim da encomenda. *

Operação	Resultado	Operador	Observações
1. CORTE DE CONVOLUTES -Medida DIÂMETRO (90º e 180º na 1ª a última roda)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		90º _____ 1ª 180º _____ 90º _____ Última 180º _____
2. CORTE DE CONVOLUTES -Medida ESPESSURA (90º e 180º na 1ª a última roda)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		90º _____ 1ª 180º _____ 90º _____ Última 180º _____
3. DESBASTE DE CONVOLUTES - Medidas (90º e 180º na 1ª a última roda)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		90º _____ 1ª 180º _____ 90º _____ Última 180º _____
4. CORTE DE DISCOS - Medidas	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		_____ Ø Externo _____ Ø Furo
5. COLAGEM DE ACESSÓRIO (Prato, SL3, SL4, outro: _____)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		RPM _____ Robot <input type="checkbox"/> Ensaio de Tração Manual <input type="checkbox"/> _____ N Excentricidade _____
6. CORTE DE PANOS / ROLOS / FOLHAS / LAMELAS / CONES (assinale a opção que se aplica)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Confirmar Medida _____
7. PESAGEM DE _____ (Realizada na operação de Corte)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
8. PASSAGEM	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Largura _____
9. APLICAÇÃO DA COLA	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
10. Prensagem <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Ton: _____
11. REFIAR (nº de bandas)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Largura _____
12. LARGURA	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
13. COMPRIMENTO (Banda estreita) OU PERÍMETRO (Banda larga)	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		_____ 1ª _____ Última
14. ESPESSURA DA JUNTA	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Junta _____ Lixa _____
15. MATÉRIA PRIMA	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
16. MATERIAL EMBALAGEM	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
17. ETIQUETAS	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		
18. EMBALAGEM	Ok <input type="checkbox"/> N Ok <input type="checkbox"/>		Confirmar Etiqueta _____

*Na Banda Larga se lote>20 controlar de 20 em 20 bandas. Na Banda Estreita se lote>100 controlar de 100 em 100 bandas.

Para cada uma das tarefas acima, foram efectuadas as inspeções conforme estabelecido no procedimento PFAB3001, PFAB3002, PFAB3004 e PFAB3005. Desta forma, cada operador responsabiliza-se pelo controlo do produto verificando a conformidade do lote.

ANEXO D: Boletim de Não Conformidade na Linha



Boletim de Não Conformidade na linha

Data ___ / ___ / ____

MATERIAL: _____

Operação: _____

Quantidade NOk Rejeitada: _____

Quantidade NOk Stock: _____



















Causa:
Acção Corretiva:
Acção Preventiva:



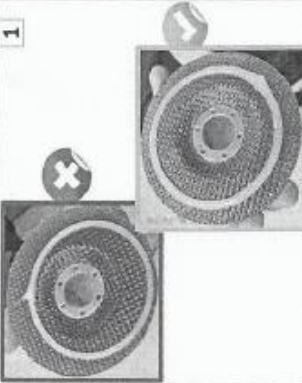
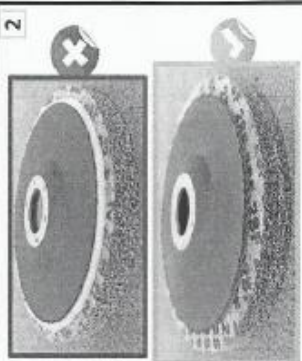
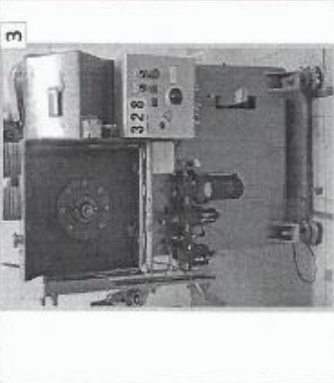
Nome do Operador: _____

Supervisor: _____





ANEXO E: Procedimento do Robot

CÓDIGO: IT009		Instrução de Trabalho: - Robot - Setup Dispensador Cola		Aprovado por:	
SAINT-GOBAIN		Mariana Almeida		Índice: 1	
Linha de trabalho: DISCOS DIR DD		15-11-2016		Data: 15-11-2016	
Posto de Trabalho: DISPENSADOR COLA		15-11-2016		Data: 15-11-2016	
WCM		15-11-2016		Data: 15-11-2016	
N	Operação	Tempo	Tipo	Imagens	
1	Colocar manipulo para cima (FOTO 1)	3	P	FOTO 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
2	Abrir torneira do ar (FOTO 2)	5	P	FOTO 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
3	Carregar nos dois botões até que o dispensador atinja o nível superior do depósito (FOTO 3)	60	P	FOTO 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
4	Fechar torneira do ar (FOTO 4)	3	P	FOTO 4, 5, 6, 7, 8, 9	
5	Carregar nos dois botões até que o dispensador fique solto do depósito (FOTO 3)	30	P	FOTO 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
6	Trocar depósito vazio por depósito cheio (FOTO 6)	60	P	FOTO 6, 7, 8, 9	
7	Retirar mangueira azul de ar (FOTO 7)	5	P	FOTO 7, 8, 9	
8	Abrir torneira do ar (FOTO 7)	3	P	FOTO 7, 8, 9	
9	Colocar manipulo para baixo (FOTO 8)	3	P	FOTO 8, 9	
10	Carregar nos botões até aparecer sinal verde (FOTOS 5 E 9)	30	P	FOTO 5, 9	
11	Fechar torneira do ar (FOTO 10)	3	P	FOTO 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
12	Colocar mangueira azul do ar (FOTO 11)	3	P	FOTO 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
13	APENAS PARA DISPENSADOR B - Colocar manipulo em função manutenção (FOTO 12)	3	P	FOTO 12, 13, 14, 15, 16, 17	
14	Colocar pressão a 0 (FOTO 13 E 14)	5	P	FOTO 13, 14, 15, 16, 17	
15	Abrir torneira para purgar a cola (FOTO 15)	5	P	FOTO 15, 16, 17	
16	Colocar manipulo para iniciar corrente (FOTO 16)	5	P	FOTO 16, 17	
17	Aumentar pressão até começar a sair cola (FOTO 17)	30	P	FOTO 17, 18, 19, 20	
18	Esperar que a bomba faça o ciclo 4 vezes para retirar o ar do circuito	60	P	FOTO 18, 19, 20	
19	Fechar a torneira de purgar a cola (FOTO 18)	5	P	FOTO 18, 19, 20	
20	Aumentar pressão até ao nível indicado (FOTO 19)	5	P	FOTO 19, 20	
21	Mudar manipulo para automático (FOTO 20)	5	P	FOTO 20	
22					
23	NOTA: Deve ser considerado como operação do posto de trabalho a limpeza diária do mesmo. 5 mins. para limpar, arrumar e deixar o posto como o encontrou.				
24					
25		331			

CÓDIGO: IT004		Instrução de Trabalho: - Robot - Dispensador Cola - 1ª Vez		Aprovado por:	
				Criado por: Mariana Almeida Índice: 2	
Linha de trabalho: DISCOS DHR DD Posto de Trabalho: ROBOT		Data: 09-11-2016		Data: 15-11-2016	
N	Operação	Tempo	Tipo	Imagens	
1	LIGAR A PRIMEIRA VEZ				
2	Ligar quadro geral	5	P		
3	Activar dispensador B				
4	Colocar manipulo de descida para baixo (FOTO 1)	5	P		
5	Colocar manipulo de corrente para baixo (FOTO 2)	5	P		
6	Carregar nos dois botões ao mesmo tempo até ficar verde (FOTO 3)	5	P		
7	Activar dispensador A				
8	Colocar manipulo de descida para baixo (FOTO 4)	5	P		
9	Colocar manipulo de corrente para baixo (FOTO 4)	5	P		
10	Colocar manipulo da manutenção para baixo (FOTO 4)	5	P		
11	Carregar nos dois botões ao mesmo tempo até ficar verde (FOTO 5)	10	P		
12	Verificar se as pressões estão entre limites indicados (FOTO 6)	5	P		
13	Trocar ponta da pistola da cola (FOTO 7)	30	P		
14	Activar pistola até que saia cola pela primeira vez (colocar um copo por baixo)	30	P		
15	No display Carregar no botão do canto inferior Esquerdo (FOTO 8)	10	P		
16	Escolher opção "REARMAR ROBOT" (FOTO 9) e esperar que robot termine acção	5	P		
17	Escolher Opção "ESCOLHER ARTIGO" (FOTO 10)	5	P		
18	Selecionar programa pretendido (FOTO 11), e carregar em "VOLTAR"	5	P		
19	Verificar se mistura ficou centrada no arnelmeiro disco (FOTO 12)	5	Q		
20					
21					
22					
23	NOTA: Deve ser considerado como operação do posto de trabalho a limpeza diária do mesmo. 5 mins. para limpar, arrumar e deixar o posto como o encontrou.				
24					
25		140			

CÓDIGO: PFAB3010		Instrução de Controle: Robot		Aprovado por:	
 Linha de trabalho: DISCOS DIR DD / UNW WZMD Posto de Trabalho: ROBOT				Criado por: Mariana Almeida	Índice: 05
				Data: 08-11-2016	Data: 15-11-2016
N	Operação	Tempo	Tipo		
1	Verificar se o dispensador automático de cola, deposita a cola uniformemente (FOTO 1)				
2	Verificar se a quantidade de cola é correta e suficiente, e não passa as bordas do disco (FOTO 2)				
3	Realizar ensaio de velocidade (RPM), aleatoriamente, a 2 discos de cada Ordem de produção. Se for uma ordem com mais de 250 discos, fazer o teste a cada 250. (FOTO 3)				
4	Fazer a troca de lata, de cola ou endurecedor, quando o sensor de altura, soar alarme. Registrar o lote da lata que é colocada na máquina, no impresso: "IFAB3018 Rastreabilidade Cola e Endurecedor"				
5	Deve ser feita SEMPRE uma purga ao tubo da cola quando há paragem da máquina, na troca de lata, ou afinação/alteração de pressões da máquina. Marcar com fita cola 3 primeiros veios produzidos e realizar ensaio de velocidade (RPM), a 1 disco por veio.				
6	Desmontar os veios verificando manualmente a adesão de todos os pratos aos discos, punando-os com força.				
7	A produção é validada se os resultados dos ensaios forem superiores a 12000 RPM.				
8	Se o resultado de algum ensaio for inferior a 12000RPM, registar os valores e testar mais 2 discos.				
9	Se em algum destes 2 discos o resultado for inferior a 12000RPM, a produção deve ser rejeitada até ao último ensaio, e devem ser feitas afinações na máquina até o resultado dos ensaios ser satisfatório.				
10					
11	Preencher os valores obtidos na folha de registo de inspeção da ordem produção				
12	Preencher IFAB3041 Registo de turno - ROBOT turno sempre que houver troca de lata de cola				
13	Preencher IFAB3041 Registo de turno - ROBOT sempre que intervir na máquina				
15	No início do turno testar sempre os 10 primeiros discos do primeiro veio				
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22	É obrigação do operador deixar o posto de trabalho limpo e arrumado.				
				0	

ANEXO F: OPL - DIR - N° de Discos por Slab

		Planta: Maia Linha: Discos	OPL - One Point Lesson OPL n.26	
Conhecimento Básico Prescrito por: Inge. Gonçálves		Problema	Melhorias	Data: 04-06-2014
DIR - Nº DISCOS POR SLAB		DIR-Nº DISCOS POR SLAB		
50mm - 90 Discos/SLAB 75mm - 36 Discos/SLAB 100mm - 25 Discos/SLAB		125mm - 16 Discos/SLAB 150mm - 10 Discos/SLAB 180mm - 8 Discos/SLAB		
				
Verificar sempre a dimensão dos discos que cada SLAB permite cortar para otimizar a produção e reduzir o desperdício.				
Data:	06-06-2014			
Trainador:	Manoel	Coord. Coste	Manoel	
Colaborador:	Manoel			

ANEXO G: Estudo de Otimização de Placas

ATUAL R9101

			DIR/placa	Nº placas	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	75Ø	47195	42	1124	38%	32,06 €	36.022,53 €
	125Ø	77315	16	4832	34%	32,06 €	154.907,08 €
Matriz 2	115Ø	38670	18	2148	37%	32,06 €	68.869,85 €
	150Ø	50405	10	5041	41%	32,06 €	161.585,02 €
				13145			

Nova Disposição

	DIR/placa		Nº placas	Q	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	8	5899,38	5900	47200	30,5%	32,06 €	189.154,00 €
	14	5522,50		82600			
Matriz 2	6	6445,00	6445	38670	31,7%	32,06 €	206.626,70 €
	8	6300,63		51560			
			12345	Layout válido			

€	PC extra	€/disco	€
Poupança			
1.775,61 €	125Ø 5285	3,27 €	17.300,23 €
23.828,17 €	150Ø 1155	3,98 €	4.600,11 €
Poupança Total *			47.504,12 €

ATUAL R4101			DIR/placa	Nº placas	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	75Ø	16615	42	396	38%	21,02 €	8.313,81 €
	125Ø	30950	16	1934	34%	21,02 €	40.652,75 €
Matriz 2	115Ø	15745	18	875	37%	21,02 €	18.383,13 €
	150Ø	21115	10	2112	41%	21,02 €	44.375,20 €
				5316			

Nova Disposição

	DIR/placa	Nº placas	Q	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	8	2076,88	17688	30,5%	21,02 €	46.466,29 €
	14	2210,71	30954			
Matriz 2	6	2624,17	15840	31,7%	21,02 €	55.482,13 €
	8	2639,38	21120			
			4851	Layout válido		

€

Poupança	PC extra	€/disco	€
2.500,27 €	75Ø 1073	1,04 €	1.115,48 €
7.276,19 €	115Ø 95	2,44 €	231,43 €
Poupança Total *			11.123,37 €

ATUAL R9112			DIR/placa	Nº placas	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	75Ø	11840	42	282	38%	32,06 €	9.037,12 €
	115Ø	6800	18	378	37%	32,06 €	12.110,55 €
Matriz 2	100Ø	13500	25	540	34%	32,06 €	17.310,96 €
	125Ø	20640	16	1290	34%	32,06 €	41.353,97 €
				2490			

Nova Disposição

	DIR/placa		Nº placas	Q	% Desperdício	€/placa	Custo total
Matriz 1	21	563,81	619	12999	30,5%	32,06 €	19.843,49 €
	11	618,18		6809			
Matriz 2	8	1687,50	1720	13760	29,5%	32,06 €	55.138,62 €
	12	1720,00		20640			
			2339	Layout válido			

€	PC extra	€/disco	€
Poupança	75Ø	1159	1,35 €
1.304,17 €			1.565,24 €
	100Ø	260	1,53 €
3.526,31 €			397,05 €
Poupança Total *			6.792,78 €

*Poupança de 9 meses

Poupança Média Mensal	Poupança Média Anual
7.268,92 €	87.227,03 €

ANEXO H: Diagrama de Placas Otimizadas

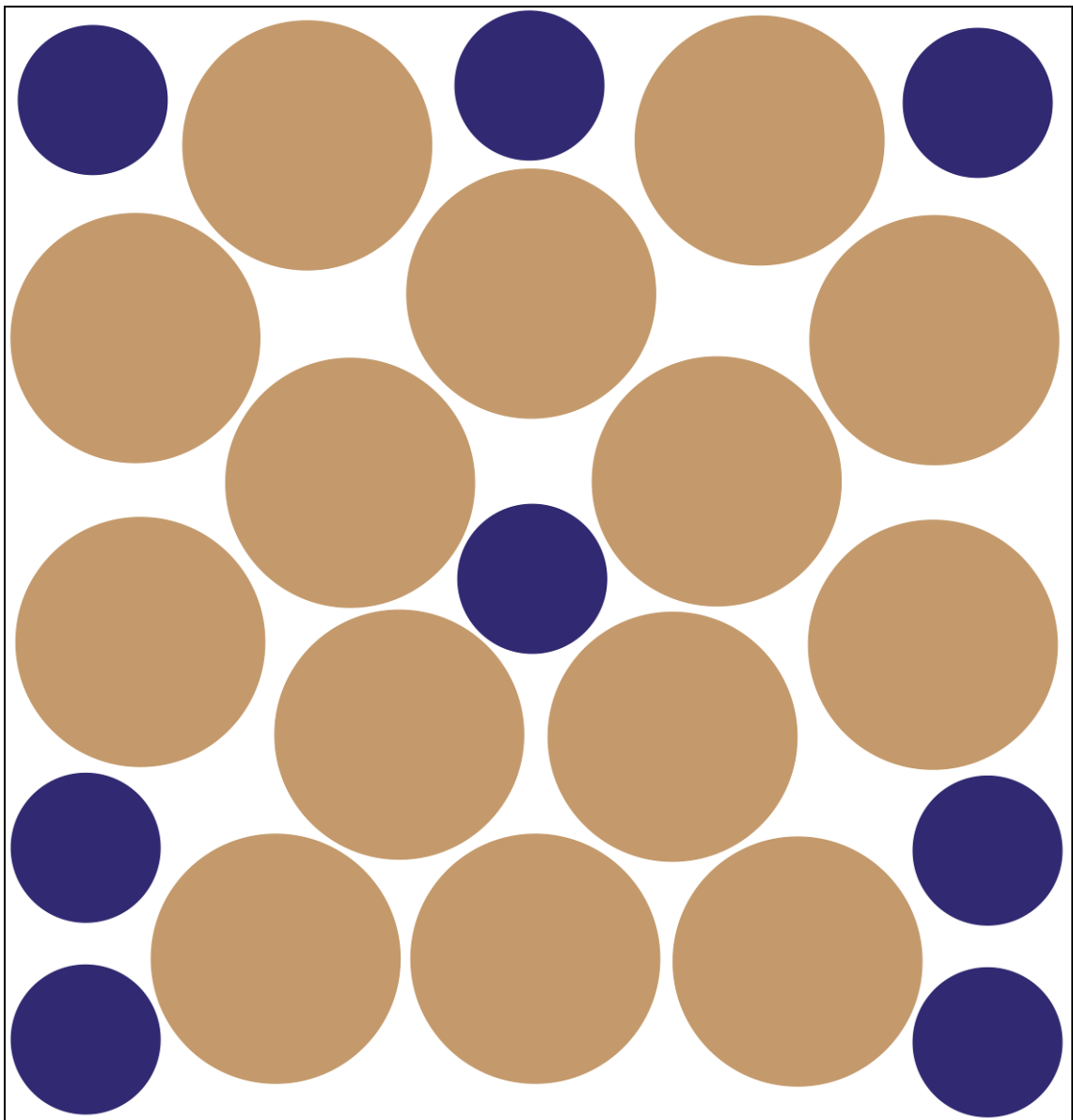


Figura H1 - Modelo 1 de R9101 e R4101 - Azul 75mm; Bege 125mm

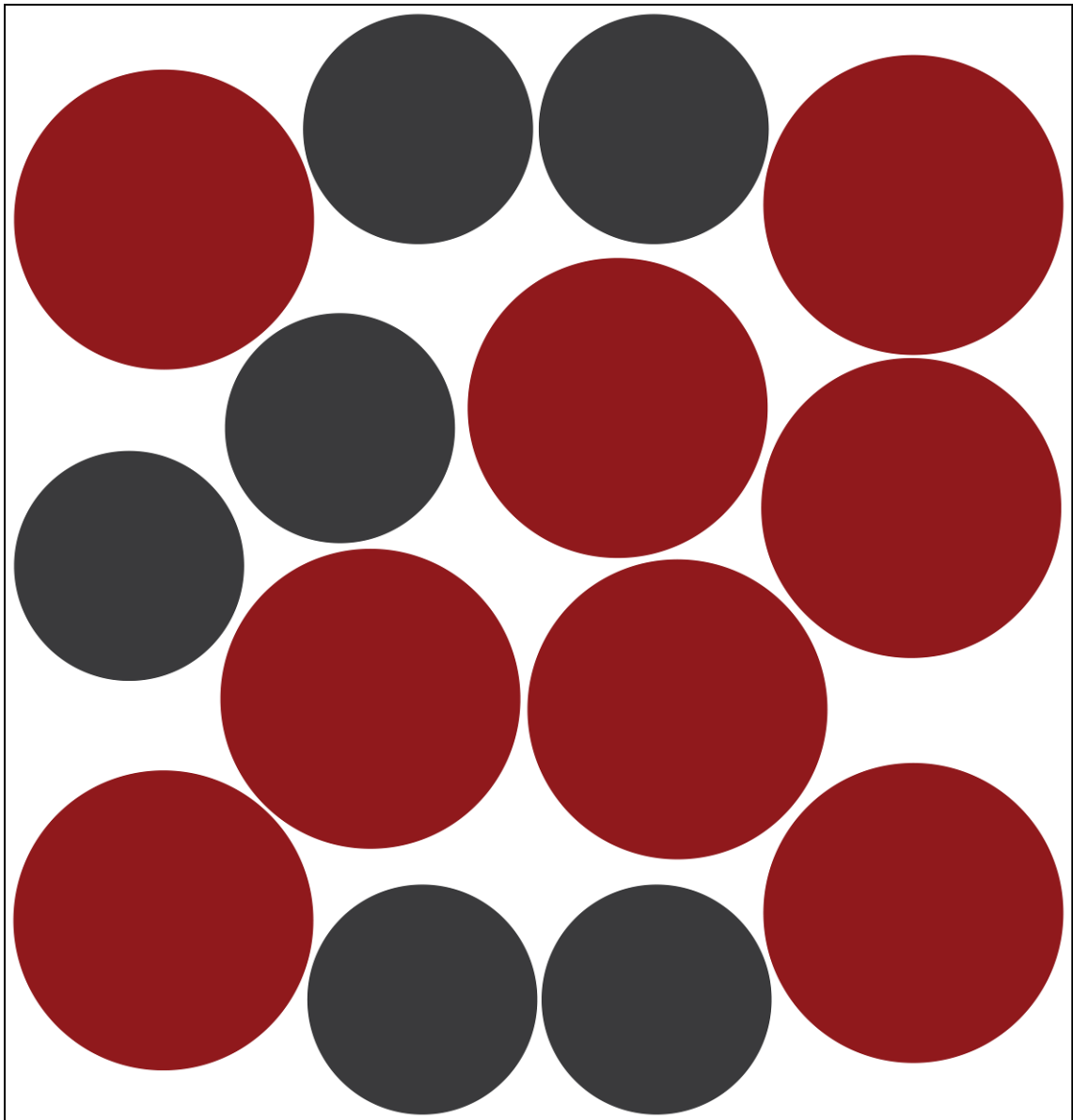


Figura H2 - Modelo 2 de R9101 e R4101 - Cinzento 115mm; Vermelho 150mm

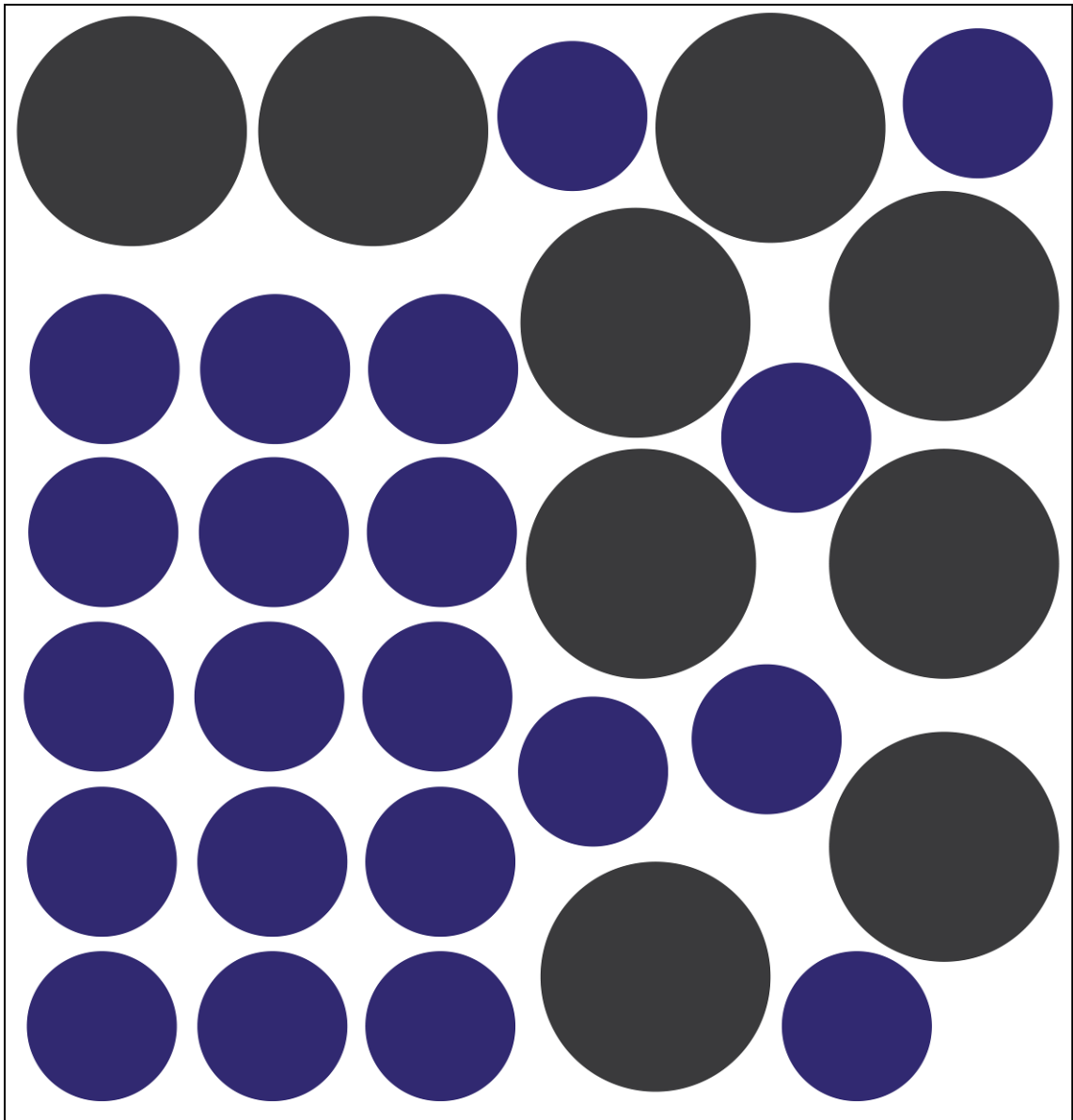


Figura H3 - Modelo 1 de R9112 - Azul 75mm; Cinzento 115mm

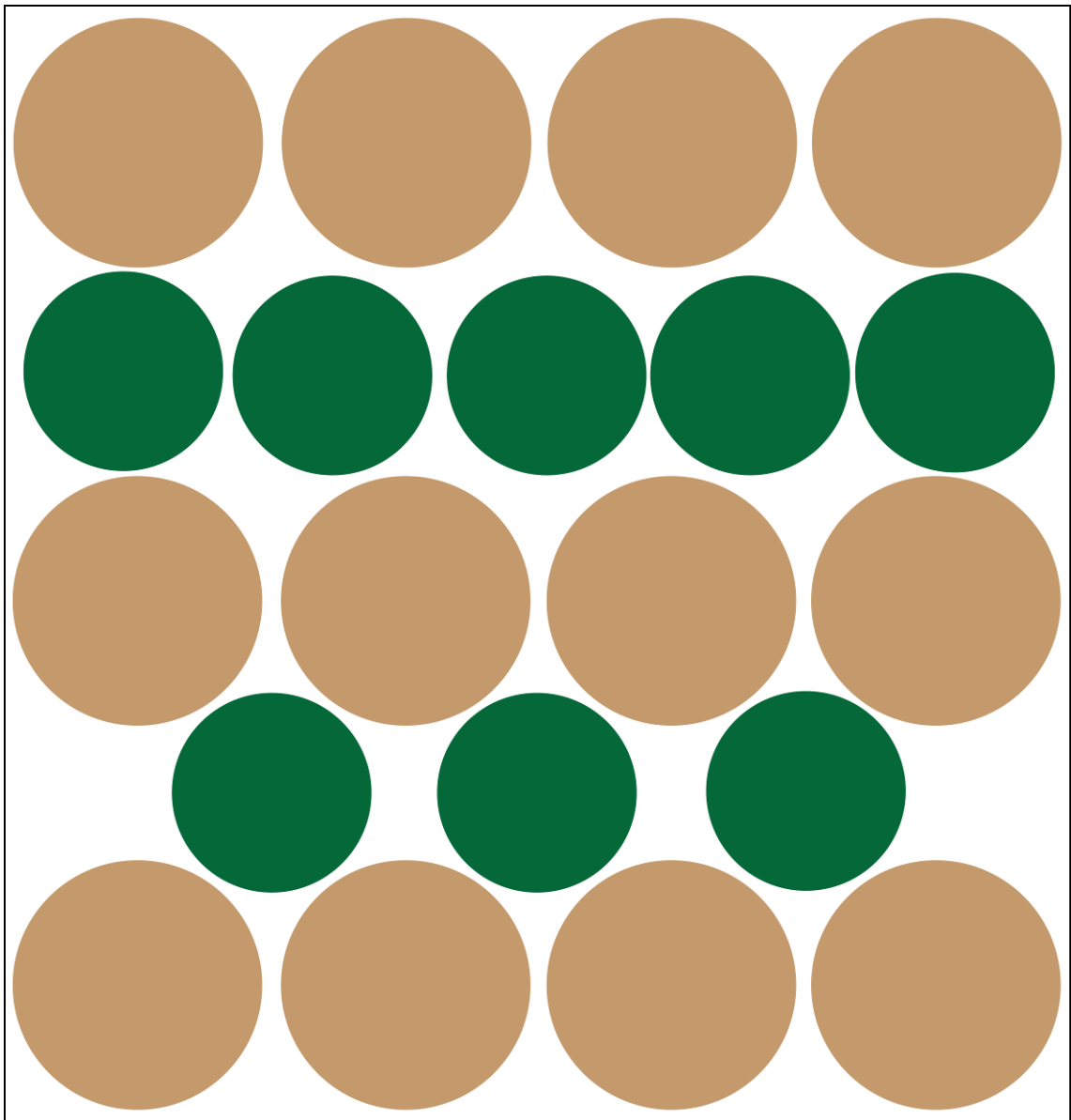


Figura H4 - Modelo 2 de R9112 - Verde 100mm; Bege 125mm