

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



INSTITUTO POLITÉCNICO DE VISEU - ESCOLA SUPERIOR DE
TECNOLOGIA E GESTÃO DE VISEU

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E GESTÃO
INDUSTRIAL



OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO VISUAL DE DEFEITOS

Vítor Manuel Sampaio Marques

Projeto de Mestrado em Eng^a. Mecânica e Gestão Industrial

Orientador ESTGV: Eng.º António Mário da Silva Rodrigues

Viseu, 14 de fevereiro de 2015

Dedicatória:

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

RESUMO

Desde o início da industrialização em Portugal que a produção automóvel assumiu uma grande importância no seu desenvolvimento económico. Desde então e até hoje, apesar da crise, este setor continua a ser marcante no PIB português e, consequentemente, a ter uma elevada importância estratégica para o país.

Sendo este um setor bastante exigente, a qualidade na produção automóvel não pode ser minimizada, levando produtores e fornecedores a elevados investimentos nesta área. A constante evolução da tecnologia automóvel é visível na velocidade do aparecimento de novos modelos, com motores mais eficientes, materiais com desempenhos superiores e soluções mais inovadoras. A concorrência no setor e a exigência do cliente final assim o exigem.

O investimento na área da qualidade é também crucial por questões de segurança, pois uma falha pode significar enormes custos (como os “*Recalls*” de viaturas) e, em casos extremos, acidentes rodoviários com graves consequências.

O objetivo deste projeto é, como o título indica, a otimização de um sistema automático de defeitos, a realizar na empresa Borgstena Textile Portugal, situada em Nelas, no distrito de Viseu. Com esta otimização do sistema que já se encontra instalado, a empresa deverá obter uma melhoria significativa no sistema de qualidade e produção, assim como uma diminuição de tempos e custos.

A realização do projeto numa empresa que envolvesse as duas áreas mencionadas era um objetivo pessoal, quer pelo gosto do setor automóvel, quer pela importância da qualidade em qualquer empresa.

A possibilidade de criar, através do desenvolvimento deste projeto, uma parceria entre a empresa Borgstena e o Instituto Superior Politécnico de Viseu é também uma mais-valia para as instituições envolvidas.

ABSTRACT

Since the beginning of industrialization in Portugal that car production assumed a great importance in its economic development. Since then, despite the crisis, this setor continues to be outstanding in the Portuguese GDP and consequently strategically important for the country.

As a very demanding sector, quality in car production can't be minimized, since it leads producers and suppliers to high investments in this area. The constant evolution of car technology can be seen in the speed of the emergence of new models with more efficient engines, with improved performance materials and innovative solutions. All this is required by the competition in the setor and by the final costumer demand. Investing in quality is also crucial for security reasons, because a failure may cause high costs (such as car "Recalls") and, in extreme cases, road accidents with serious consequences.

The objective of this project is, as the title indicates, the optimization of an automatic defects system, to be implemented in the company Borgstena Textile Portugal, located in Nelas, district of Viseu. This already installed system optimization will reduce time and costs and will improve significantly quality and production systems of the company.

It was a personal goal to undertake the project in a company that involved the two mentioned areas, either because I like the car sector, either because of the importance of quality in a company.

The development of this project allows the establishment of a partnership between Borgstena and Instituto Politécnico de Viseu, which is also an asset for both institutions.

PALAVRAS-CHAVE

indústria automóvel

qualidade

deteção de defeitos

otimização

projeto

KEY WORDS

Car manufacturing

quality

defect detection

optimization

design

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram a concluir este projeto, em especial aos meus colegas e família.

Ao meu orientador, Eng. António Mário Rodrigues, pelos conhecimentos e conselhos transmitidos.

Aos colaboradores da empresa Borgstena, em especial ao Eng. Paulo Sousa, pelo tempo despendido e informação disponibilizada.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	x
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	xi
GLOSSÁRIO	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A indústria automóvel.....	3
2.1.1 A importância do setor automóvel em Portugal	3
2.1.2 A indústria automóvel na nossa região.....	4
2.2. Normalização e certificação	5
2.2.1 A norma ISO 9000.....	5
2.2.2 A norma ISO/TS 16949.....	7
2.2.3 A norma ISO 14000.....	12
2.3. Melhoria Contínua	13
2.3.1 Gestão da qualidade: foco nos Seis Sigma	13
2.3.3 Custos da qualidade	14
2.3.4 Funções do departamento de controlo de qualidade.....	14
2.3.5 Qualidade Seis Sigma.....	14
2.3.6 Metodologia Seis Sigma.....	15
2.3.7 Ferramentas analíticas para os Seis Sigma e para a Melhoria Contínua	16
2.3.8 Papéis e responsabilidades dos Seis Sigma	21
2.3.9 Sistema <i>Shingo</i> : projeto livre de falhas	22
2.3.10 <i>Benchmarking</i> externo para a melhoria da qualidade.....	23
2.4. <i>Lean management</i>	23
2.4.1 Princípios base do <i>Lean Management</i>	24

2.4.2 Ferramentas do <i>Lean Management</i>	27
3. A EMPRESA.....	35
3.1. Evolução histórica.....	35
3.2. Posicionamento estratégico.....	39
3.3. Equipamentos e processo produtivo.....	39
3.4. Certificações adotadas.....	47
4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EVS.....	49
4.1. Controlo de qualidade no processo.....	49
4.2. Sistema EVS.....	51
4.2.1 Modo de funcionamento.....	51
4.2.2 Benefícios e vantagens do sistema.....	52
4.3. Instalação, implementação e otimização do sistema EVS.....	53
4.4. Críticas apontadas ao sistema.....	56
4.5. Verificação da eficácia da otimização do sistema EVS.....	57
5. CONCLUSÃO E CONTACTOS FUTUROS.....	58
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Fluxograma	17
Figura 2 – Exemplo de gráfico sequencial.....	17
Figura 3 – Exemplo de gráfico de Pareto	18
Figura 4 – Exemplo de Folha de Verificação	18
Figura 5 – Exemplo de Diagrama Causa/Efeito	19
Figura 6 – Exemplo de Gráfico das Cartas de Controlo	19
Figura 7 – Exemplo de Folha de FMEA.....	20
Figura 8 – Responsabilidades dos Seis Sigma.....	21
Figura 9 – Símbolo do Grupo <i>Borgstena</i>	35
Figura 10 – Atual entrada da <i>Borgstena Textile</i> Portugal.....	35
Figura 11 – Incêndio nas Instalações da <i>Borgstena Textile</i> Portugal	36
Figura 12 – Representação <i>Borgstena</i> no Mundo.....	37
Figura 13 – Segmentos de Mercado	39
Figura 14 – Fluxograma da produção	41
Figura 15 – Urdideira Direta.....	42
Figura 16 – Tecido formado proveniente da tecelagem.....	42
Figura 17 – Tear.....	43
Figura 18 – Malharia Circular	43
Figura 19 – Tear Circular.....	44
Figura 20 – Equipamento para corte do tecido	45
Figura 21 – Processo de Laminagem.....	46
Figura 22 – Máquina de inspeção final.....	46
Figura 23 – Quantidade de metros de tecido reclamado por cliente.....	50
Figura 24 – Sistema EVS.....	52
Figura 25 – Fluxo de informação do sistema EVS	53
Figura 26 – Interface do <i>software</i> do sistema EVS.....	55
Figura 27 – Defeitos captados pelo sistema.....	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Desenvolvimento das especificações da qualidade	13
Tabela 2 – Tabela ABC	50

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Defeito por milhões de oportunidades	15
Equação 2 – Equação do parâmetro TRS	28

GLOSSÁRIO

- AOI – *Automatic Optical Inspection.*
- CEQ – *Controlo Estatístico da Qualidade.*
- COQ – *Cost of Quality.*
- CTQ – *Critical-To-Quality.*
- DFMEA – *Design Failure Mode and Effect Analysis.*
- DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve and Control.*
- DOE – *Design_of_experiments.*
- DPMO – *Defects Per Million Opportunities.*
- EVS – *Elbit Vision Systems.*
- ETAR – *Estação de Tratamento de Águas Residuais.*
- FIFO – *First In, First Out.*
- FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis.*
- IATF – *International Automotive Task Force.*
- IED – *Input Exchange of Die.*
- IPV – *Instituto Politécnico de Viseu.*
- ISO – *International Organization for Standardization.*
- IT – *Information Technology.*
- JIT – *Just In Time.*
- OED – *Output Exchange of Die.*
- PDCA – *Plan-Do-Check-Act.*
- PFMEA – *Process Failure Mode Effects Analysis.*
- PIB – *Produto Interno Bruto.*
- RPN – *Risk Priority Number.*
- R&I – *Research & Innovation.*
- SGA – *Sistema de Gestão Ambiental.*
- SGQ – *Sistema de Gestão da Qualidade.*
- SMED – *Single Minute Exchange of Die.*
- TPM – *Total Productive Maintenance.*
- TRS – *Taxa de Rendimento Sintético.*

1. INTRODUÇÃO

Com a realização deste trabalho, procurou-se implementar e otimizar um sistema para melhorar o controlo de qualidade final da linha de laminagem da empresa Borgstena. Este sistema foi adquirido para continuar a política de inovação e progresso tecnológico da empresa, e aumentar a eficiência do seu sistema produtivo.

Para compreender o porquê da importância do investimento em processos e equipamentos de melhoria, fez-se um estudo bibliográfico sobre o setor automóvel e as exigências impostas às empresas que trabalham neste mesmo setor, desde produtores a fornecedores. A indústria automóvel é, hoje em dia, um dos principais motores das economias mundiais, sendo, sem dúvida, das indústrias com maior grau de exigência por parte do consumidor final. Por isso, é necessária uma política de qualidade rigorosa, obrigando todos os componentes a terem que passar por diversos testes de qualidade, por forma a poderem ser selecionados para esta indústria.

Devido às elevadas exigências do setor automóvel, as empresas fornecedoras têm que garantir um contínuo desenvolvimento dos seus processos. As metodologias de melhoria contínua e de controlo de qualidade também serão abordadas neste trabalho, mais concretamente, o *Lean Management* e o Seis Sigma. Estes rigorosos requisitos levaram à criação de uma norma exclusiva para este setor, a que as empresas deverão obedecer por forma a poderem fornecer as principais marcas automóveis. A ISO/TS 16949:2009 – Sistema de Gestão da Qualidade, requerimento particular da norma ISO 9001:2008 para a produção automóvel.

A realização deste projeto tem como objetivo principal, a otimização de um sistema de controlo de qualidade em tecidos, para o setor automóvel. Este processo faz parte da aposta da empresa na melhoria contínua, processo este determinante para empresas que operam neste setor. Este projeto foi realizado através de várias fases:

- Numa primeira fase, fez-se um estudo dos processos de produção existentes, de modo a perceber como é feita a transformação, desde a matéria-prima até ao produto final. Esta é essencial para perceber as capacidades da empresa e o seu *know how*;
- Depois de percebermos os processos existentes, efetuou-se uma análise dos processos de qualidade implementados. Fez-se um estudo sobre o impacto de cada um destes processos no final de cada etapa de produção;

- Numa terceira fase, foi feita uma pesquisa bibliográfica dos conceitos e ferramentas de melhoria contínua e controlo de qualidade encontrados na empresa;
- Após esta fase, verificou-se os tipos de defeitos existentes no produto final.

Depois desta análise mais teórica dos processos, iniciou-se a implementação e otimização do sistema EVS, onde se incluem as seguintes fases:

- Estudo do sistema EVS. Este sistema é o equipamento que vai fazer a leitura dos defeitos;
- Implementação e otimização do sistema EVS;
- Análise do impacto da otimização realizada no controlo de qualidade do produto final.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A indústria automóvel

Como é do conhecimento geral, a indústria automóvel é um dos principais motores da economia dos países mais desenvolvidos assim como das economias emergentes. É do conhecimento geral o impacto que este setor tem na união europeia. Emprega cerca de 12 milhões de pessoas e é vital para a prospeção de trabalho^[1]. É um setor onde são aplicados os maiores desenvolvimentos tecnológicos, tanto a nível de motores (de combustão ou elétricos), como a nível de materiais. É conhecida a constatare “guerra” entre marcas para lançar o carro mais eficiente, com menores taxas poluentes, ou com os melhores materiais. O melhor *design* ou o melhor preço. Existem marcas que estão diferenciadas no mercado pelo preço, e outras pela qualidade.

2.1.1 A importância do setor automóvel em Portugal

Em Portugal, este setor é determinante para a economia. A nível nacional, o setor automóvel representa um universo de 33 mil empresas, 2.7% do emprego total em Portugal e 138 mil postos de trabalho diretos. Atinge um volume de negócios de 24 mil milhões de euros (cerca de 15% do PIB). A Autoeuropa, fábrica que pertence ao Grupo Volkswagen, onde são fabricados os modelos VW Sharan, VW scirocco, VW Eos e Seat Alhambra, é a maior empresa de produção automóvel em Portugal. Em 2012, a empresa localizada em Palmela, empregava 3.626 pessoas e teve uma produção anual de 112.550 unidades. A exportação da produção foi de 99.4% e apenas 0.6% dos automóveis produzidos ficaram em território nacional. Em 2012, só a produção da Autoeuropa teve um impacto de 1.3% do PIB. Cerca de 800 empresas fornecem componentes para a fábrica de Palmela^[2]. Para além da Autoeuropa, Portugal conta também com a PSA-Peugeot Citroen em Mangualde onde é feita a montagem das carrinhas Partner e Berlingo, a Salvador Caetano Industria em Ovar que se dedica ao fabrico de autocarros, a Mitsubishi Fuso Truck Corporation no Tramagal fabrica veículos comerciais e a V. N. Automóveis em Vendas Novas produz também veículos comerciais.

Portugal é um país tradicionalmente importador, sendo este também uma das causas que ajudou o país a ser atingido pela crise. É importante equilibrar a balança comercial para podermos ter uma economia estável, diminuirmos a nossa dependência dos nossos principais parceiros europeus, e aumentarmos a nossa influência junto dos

mesmos. Aumentando as exportações, aumentamos também a produção das nossas empresas nacionais, aumentando assim a necessidade de contratação de mão-de-obra (aumento do emprego).

A importância do setor automóvel em Portugal não se resume somente ao número de postos de trabalho que preenche. O setor de bens e equipamentos (onde está incluído o setor automóvel) é o principal setor exportador de Portugal. A indústria automóvel representou em 2013 cerca de 14.2% do total de produtos exportados. Para além deste, o setor da energia, têxtil e calçado, tecnologia, minérios, florestas, transporte, turismo, medicamentos e construção são outros setores importantes nas exportações portuguesas^[3].

2.1.2 A indústria automóvel na nossa região

Na nossa região, este setor tem um peso muito elevado na economia local. Concentradas no nosso distrito, podemos encontrar várias empresas ligadas ao setor automóvel. Para além da PSA-Peugeot Citroen e da Borgstena, existem também a Faurecia, com instalações em Nelas e Vouzela, onde são produzidos os assentos para os automóveis, a Huf Portuguesa sediada em Tondela, que produz as chaves para várias marcas de automóveis, a AVON, também sediada em Tondela, produz componentes e a Brose em Campo de Besteiros, que também é uma fábrica de produção de componentes para o setor automóvel. Ao todo, estas empresas empregam cerca de 2500 trabalhadores.

Depois da crise que assolou Portugal no ano de 2008, esta foi fortemente sentida no centro do País, onde o desenvolvimento industrial é significativamente inferior ao litoral. Com a crise, várias empresas encerraram a sua atividade e muitas outras diminuíram os seus quadros, levando ao despedimento de trabalhadores, com ou sem qualificações.

É conhecida a importância que a abertura de novas empresas têm numa economia local e, tão importante como a abertura de novas empresas, é a manutenção das existentes. O Instituto Superior Politécnico de Viseu deve ter um papel estratégico tanto na fixação de novas empresas, como no desenvolvimento das empresas existentes. A parceria com empresas para a realização de estágios e projetos de desenvolvimento deveria ser uma constante, visto que iria valorizar o papel da instituição (IPV), valorizar os alunos e valorizar as empresas.

No meu caso, a realização do projeto final de mestrado numa empresa multinacional com a qualidade e projeção da Borgstena é sem dúvida uma mais-valia, quer em termos de conhecimentos adquiridos, quer em termos de projeção para uma possível ingressão numa indústria deveras aliciante. Nestes casos, a valorização não será só para os alunos e para o Politécnico. As empresas também são beneficiadas. É-lhes dada a oportunidade de poder fazer investigação, melhorias ou projetos sem custos (ou custos muito inferiores aos que seriam necessários no caso de subcontratar uma empresa especializada) através de mão-de-obra qualificada, que contam também sempre com orientadores de elevada experiência e grau académico e que influencia positivamente no assunto a desenvolver. Para além disso, a empresa poderá encontrar no aluno um futuro funcionário, que já terá conhecimentos sobre o funcionamento da empresa. É sem dúvida uma junção de sinergias importantes que dispomos no nosso distrito para o desenvolvimento da região.

2.2. Normalização e certificação

A sigla ISO (*International Organization for Standardization*) é uma entidade criada em 1947 em Genebra, na Suíça, para promover a normalização de produtos e serviços e para que a qualidade dos mesmos seja melhorada.

2.2.1 A norma ISO 9000

A ISO 9000 é um conjunto de normas internacionais de qualidade desenvolvidas pela *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para a Normalização). É reconhecida em diversos países e foi criada com o objetivo de evitar o que os defeitos cheguem ao cliente final através de um planeamento e aplicação das melhores práticas a cada etapa do negócio – desde o projeto, passando pela produção até à instalação ou prestação de serviços. Estas incidem em diversos critérios que uma organização necessita de adotar, para que possa assegurar que o produto sai das suas instalações atendendo às exigências dos seus clientes. As normas exigem que uma empresa implemente e registe os sistemas de gestão da qualidade adotados, sendo posteriormente verificada a conformidade desses às exigências das normas através de

uma auditoria conduzida por uma terceira entidade confiável e independentes. Estas normas podem ser agrupadas em duas categorias:

Requisitos – Ditam o que uma empresa deve fazer (ISO 9001; ISO 9002; ISO 9003 e ISO 10012).

Diretrizes – Interpretam as normas de requisitos, sugerindo o que a empresa deveria fazer (ISO 8402; ISO 9000; ISO 9004; ISO 10011 e ISO 10013).

Independentemente da empresa estar envolvida numa operação de produção, incluindo o projeto ou apenas o processo de inspeção e teste, ela pode desenvolver um sistema de gestão da qualidade baseado numa das normas de requisito da ISO 9000. Fica por conta de cada entidade interpretar as normas de requisito apropriadas aos seus próprios processos^[4].

A competitividade de uma empresa passa hoje pelo processo de certificação. Este processo pode ser efetuado de três formas:

- Primeira parte – A empresa audita-se a si própria em relação às normas ISO 9000;
- Segunda parte – Um cliente audita o seu fornecedor;
- Terceira parte – Uma agência nacional ou internacional de certificação ou normalização “qualificada” serve como auditora.

A melhor certificação de uma empresa é a realizada por uma terceira parte, pois é esta que lhe confere o *status* de empresa certificada na norma ISO 9000.

São muitas as vantagens que uma empresa beneficia com a implementação de sistemas de gestão da qualidade e com o seu reconhecimento através da ISO 9000. Nos casos de empresas exportadoras, a certificação por uma terceira parte também tem vantagens legais na comunidade europeia. No exemplo de um fabricante que seja responsável pelos danos que um produto venha a causar num usuário, a empresa pode-se eximir de qualquer responsabilidade ao mostrar que usou os padrões apropriados ao seu processo produtivo e que cuidadosamente selecionou os seus fornecedores como parte de suas exigências de compra. Esta é uma forte razão para as empresas escolherem fornecedores certificados pela ISO 9000^[4].

2.2.2 A norma ISO/TS 16949

Devido à exigência do setor automóvel, a certificação dos fornecedores deixou de ser opcional e passou a ser obrigatória. Para isso, foram criadas pelos grandes fabricantes diversas referências normativas, que definiram os requisitos dos sistemas da qualidade a aplicar pelos fornecedores: os referenciais QS-9000 (EUA), VDA 6.1 (Alemanha), EAQF (França) e AVSQ (Itália).

O não conhecimento mútuo entre os vários referenciais existentes, implicava que organizações que forneciam produtos para mercados internacionais e para fabricantes de diversos países, teriam que manter várias certificações, acompanhadas das respetivas auditorias ao sistema da qualidade. Para colmatar este problema, o IATF (*International Automotive Task Force*) iniciou o desenvolvimento de um referencial comum, que incluísse os requisitos dos vários fabricantes e que fosse reconhecido por todos. Desta forma, surgiu, em 1999, a Especificação Técnica ISO/TS 16949, a qual foi submetida à ISO, para aprovação e publicação.

O IATF é composto por fabricantes automóveis com grande peso a nível mundial, mais concretamente constituída pelas marcas Ford, GM, Daimler Chrysler, BMW, PSA Peugeot Citroën, Renault SA, Fiat, Volkswagen, bem como as seguintes associações de comércio automóvel: AIAG (América), VDA/QMC (Alemanha), ANFIA (Itália), FIEV (França) e SMMT (Reino Unido).

Como já referido, a norma ISO/TS 16949:1999 foi desenvolvida com o objetivo de estabelecer requisitos de um sistema de qualidade para a indústria automóvel, desde o fornecimento da matéria-prima (fornecedores) até ao serviço pós-venda. Trata-se, portanto, da variante da Norma Internacional ISO 9001 para a Indústria Automóvel. O documento, em conjunto com os requisitos específicos de cada fabricante, define os requisitos para o sistema da qualidade a utilizar na cadeia de fornecimento automóvel. Além de evitar múltiplas auditorias de certificação, a ISO/TS 16949 foi concebida tendo em conta a melhoria da qualidade de produtos e processos, associado a um aumento da eficiência e redução de variação.

Com a revisão das Normas ISO 9000, também o IATF adaptou a ISO/TS 16949 à nova estrutura, tendo sido emitida, em Março de 2002, a ISO/TS 16949:2002, que é o referencial comum e único a todos os membros do IATF. A revisão deste documento inclui a nova abordagem por processos, o retorno de informação sobre a ISO/TS 16949:1999, baseada em experiências de implementação e ainda a contribuição de

outros participantes, como sejam os membros da ISO/TC 176 e a Associação de Fabricantes Automóveis Japoneses (JAMA).

Em resumo, a certificação ISO/TS 16949 significa^[5]:

- Redução no número de reconhecimentos por parte de auditores externos que a organização tem que manter, permitindo a libertação de tempo e recursos para outras atividades ligadas à qualidade e oportunidades de melhoria que tragam mais-valias ao negócio.
- Redução no número de auditorias dos clientes.
- Uma abordagem comum ao sistema da qualidade na cadeia de fornecimento, permitindo às organizações um trabalho conjunto mais eficaz.
- Uma linguagem comum, que implica uma melhoria na compreensão dos requisitos de qualidade, facilitando a implementação e manutenção do sistema da qualidade.

De seguida listam-se algumas das exigências da ISO / TS 16949:2002, para além das referidas pela ISO 9001:2000:

- Os princípios de gestão da qualidade devem ser conhecidos pela gestão de topo e demonstrados ao longo da organização.
- A organização deve ter um processo para assegurar a revisão, distribuição e implementação das especificações técnicas dos clientes e suas alterações, de tal forma que a demora seja inferior a duas semanas.
- Deve ser verificado de que forma essas alterações afetam a realização do produto.
- Deve existir um processo que assegure a revisão atempada das especificações do cliente, nomeadamente das alterações.
- Nesta norma interessa que a gestão de topo considere a eficiência dos processos de realização do produto.
- Deve ser nomeado um representante do pessoal para garantir que os requisitos do cliente são atingidos.
- A revisão pela gestão deve incluir o impacto das não conformidades sobre a Qualidade, Segurança e Ambiente.
- A revisão pela gestão deve monitorizar os objetivos e custos da qualidade, e a sua divulgação.

- A organização deve assegurar que os colaboradores com a responsabilidade do *design* têm as competências adequadas.
- A organização deve contemplar procedimentos para identificar as necessidades de formação e assegurar as competências adequadas, para os colaboradores responsáveis pela qualidade do produto.
- A organização deve providenciar formação no posto de trabalho a todos os colaboradores, incluindo os contratados por agências de pessoal.
- A organização deve desenvolver um processo para motivar os colaboradores a atingir os objetivos da qualidade e criar um ambiente que promova a inovação. A organização deve ter um processo para medir a extensão da consciencialização dos colaboradores em relação à relevância e importância das suas atividades e como elas contribuem para atingir os objetivos da qualidade.
- A empresa deve dispor de uma metodologia para avaliar e monitorizar a eficácia da manipulação / fluxo de materiais, como análise de *layouts*.
- A empresa deve desenvolver planos de emergência para situações de emergência, interrupções de trabalho, falha de equipamentos produtivos, etc., que afetem o cumprimento dos requisitos do cliente.
- As atividades de fabrico / conceção e desenvolvimento devem ser desenvolvidas de forma a minimizar os riscos de segurança dos colaboradores.
- A organização deve manter as suas instalações num estado de limpeza adequado ao produto e às necessidades do processo de realização do produto.
- As especificações técnicas do cliente devem ser incluídas no planeamento da realização do produto, como parte do plano da qualidade.
- Os critérios de aceitação/rejeição devem ser aprovados pela organização, mas também, sempre que requerido, pelo cliente. O critério de aceitação deve ser “zero defeitos”, para atributos.
- A organização deve garantir a confidencialidade sobre o produto do cliente e projetos em desenvolvimento.
- A organização deve ter um processo de reação e controlo a alterações da realização do produto, incluindo as provocadas pelos fornecedores, que afetem a realização do produto, nomeadamente alterações de fornecedores. As alterações que afetem o produto devem ser notificadas ao cliente, e submetidas à sua aprovação.

- Nas especificações do cliente incluem-se as atividades pós venda, isto é, qualquer atividade fornecida após a venda do produto. As especificações do cliente incluem reciclagem e outros impactos ambientais. Elas incluem o cumprimento de regulamentos sobre armazenagem, manuseamento, reciclagem, eliminação dos materiais.
- A organização deve comunicar ao cliente a informação necessária, na sua linguagem e formato.
- A organização deve possuir um processo para assegurar o uso de informação proveniente de projetos anteriores, na concepção e desenvolvimento.
- O *output* da concepção e desenvolvimento deve incluir a FMEA, as especificações do produto, análise de erros, etc.
- A concepção e desenvolvimento devem incluir uma técnica para redução de riscos como o FMEA.
- Todos os produtos comprados devem satisfazer a legislação.
- A organização deve assegurar a conformidade do SGQ dos fornecedores em relação a esta norma. A conformidade com a ISO 9001 é o primeiro passo para o cumprimento deste objetivo.
- A organização deve controlar o produto recebido dos fornecedores, utilizando técnicas estatísticas, inspeção de receção, auditorias da qualidade, análises laboratoriais, ou outro método.
- A organização deve desenvolver um plano de controlo para o produto fornecido, de acordo com o anexo A desta norma. Este plano de controlo deve considerar os *outputs* da análise FMEA. Os planos de controlo devem ser revistos sempre que houver alterações que afetem o produto, processo de produção, logística, etc.
- Devem ser preparadas Instruções de trabalho para todos os colaboradores que afetem a qualidade do produto.
- As afinações no início de trabalho devem ser verificadas sempre que houver alterações de material, de turno, etc.
- A organização deve identificar os equipamentos chave e fornecer recursos para a manutenção adequada do equipamento; ela deve desenvolver um sistema de manutenção preventiva. No mínimo ele deve incluir as atividades de manutenção planeadas, o embalamento e preservação do equipamento,

disponibilidade de peças suplentes, objetivos para a manutenção preventiva, etc.

- A organização deve ter recursos para desenhar, fabricar e verificar ferramentas de medição. Se estas atividades forem subcontratadas a organização deve dispor de um sistema de monitorização.
- A produção deve ser planeada de forma a satisfazer as necessidades do cliente.
- Deve ser estabelecido um sistema de comunicação de informação sobre o fabrico e atividades de *design*.
- Nesta norma a identificação deve ocorrer sempre, e não apenas “quando apropriado” como na ISO 9001:2000.
- As ferramentas do cliente devem ser identificadas para que a identificação do cliente seja visível.
- A organização deve implementar um sistema de rotação de *stocks* como o FIFO. O estado do produto em *stock* deve ser periodicamente monitorizado.
- Devem ser realizados estudos estatísticos para analisar a variação associada a cada medição.
- Deve existir um laboratório, com um âmbito definido, com capacidade para realizar a inspeção requerida no plano de controlo. Este laboratório deve ser incluído no SGQ. A acreditação ISO 17025 pode ser usada para demonstrar a conformidade do laboratório.
- Os laboratórios externos devem alternativamente ser acreditados pela ISO 17025 ou ser aceites pelo cliente. Se não existir um laboratório disponível para efetuar a calibração, deve-se recorrer ao fornecedor do equipamento.
- O conhecimento das técnicas estatísticas utilizadas, ao longo da organização, deve poder ser demonstrado.
- A avaliação da satisfação do cliente deve ser monitorizada ao longo de todo o processo de realização do produto.
- A organização deve auditar numa base anual o seu sistema, de acordo com esta norma, verificando a eficácia dos processos de produção. Além de auditar o seu SGQ a organização deve:
 - Auditar o seu produto em fases apropriadas da produção, de forma a verificar a conformidade com todas as especificações, com uma frequência definida,

- Auditar o processo de fabrico; sempre que ocorrem não conformidades / reclamações deve ser revista a frequência dessas auditorias.
- A organização deve dispor de auditores internos.
- A organização deve realizar estudos de capacidade dos processos.
- Deve ser realizada uma inspeção ao *layout* e funcionamento de todos os produtos. A análise ao *layout* é uma inspeção a todas as dimensões do produto.
- Para as peças designadas pelo cliente como sendo de aparência, a organização deve disponibilizar materiais adequados, incluindo iluminação adequada, bem como verificação por pessoal com competência e qualificados para o fazer.
- No caso de o cliente devolver o produto não conforme, devem ser mantidos os registos dessa não aceitação pelo cliente.
- Caso seja expedido o produto não conforme, o cliente deve ser imediatamente informado.
- A melhoria continua no processo de produção deve estar preocupada com o controlo da redução da variação das características do produto, documentadas no plano de controlo.
- A organização deve ter implementado um processo de resolução de problemas que conduza à identificação das causas e sua eliminação.

2.2.3 A norma ISO 14000

A norma ISO 14000 foi criada para garantir que uma empresa pratique uma gestão ambiental através do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Uma empresa certificada por esta norma garante o equilíbrio e a proteção ambiental, prevenindo a poluição e os potenciais problemas que esta poderia trazer para a sociedade. Para isso, a empresa deve-se comprometer com a legislação ambiental de cada país^[6].

A série ISO 14000 engloba o seguinte grupo de normas:

- Sistema de gestão ambiental (ISO 14001),
- Auditorias ambientais (ISO 14010, ISO 14011 e ISO 14012),
- Avaliação do desempenho ambiental (ISO 14031),
- Rotulagem ambiental (ISO 14020, ISO 14021 e ISO 14024),
- Aspectos ambientais em normas de produto (ISO 15060),
- Análise do ciclo de vida do produto (ISO 14040).

2.3. Melhoria Contínua

2.3.1 Gestão da qualidade: foco nos Seis Sigma

O Seis Sigma é um processo de gestão da qualidade que auxilia uma empresa a focar o desenvolvimento e a entrega de produtos ou serviços quase perfeitos, focando-se na procura dos defeitos existentes de forma a estes poderem ser eliminados.

2.3.2 Desenvolvimento das especificações da qualidade

Existem três especificações da gestão da qualidade, que estão focadas nos Seis Sigma:

Qualidade do projeto – este vai depender do valor do produto ou serviço. Este é projetado para suprimir uma lacuna existente no mercado, no entanto, a empresa terá em conta diversos fatores como a garantia, especificações, desempenho, entre outros. A consistência do desempenho geral do produto ou serviço irá ditar o seu valor no mercado.

DIMENSÃO	SIGNIFICADO
Desempenho	Caraterísticas primárias de um produto ou serviço
Caraterísticas	Inclusão de aspetos extras que potenciem o desempenho
Fiabilidade/Durabilidade	Consistência do desempenho com o tempo, probabilidade de falha, vida útil
Facilidade de manutenção	Fácil de reparar
Estética	Caraterísticas sensoriais (som, tato, visão)
Qualidade percebida	Desempenho passado e reputação

Tabela 1 - Desenvolvimento das especificações da qualidade

Qualidade de conformidade – indica-nos como, ao longo do processo produtivo, foram cumpridas as especificações do projeto.

Qualidade na origem: O operador que faz o trabalho é responsável por garantir que a produção atenda às suas especificações

2.3.3 Custos da qualidade

Estima-se que, atualmente, o custo de qualidade na indústria seja de 15 a 20% do volume de vendas. A análise do custo de qualidade (COQ) é uma das primeiras funções dos departamentos de controlo de qualidade. A análise dos custos de qualidade é justificada por três suposições: as falhas ocorrem, a prevenção é mais barata e o desempenho pode ser medido. Os custos da qualidade podem ser classificados em quatro tipos:

Custo de avaliação: consiste no custo de inspeção, teste e outras tarefas para assegurar que o produto ou processo seja aceitável;

Custos de processo: soma de todos os custos para evitar defeitos, como a identificação da causa do defeito, a execução de medidas corretivas para eliminar a causa, treinar o pessoal, fazer um novo projeto para o produto ou sistema e comprar novos equipamentos ou fazer modificações;

Custo de falha interna: custos dos defeitos ocorridos dentro do sistema (refugo, retalho ou reparação).

Custos de falha externa: custos de defeitos que passam pelo sistema, como a substituição da garantia do cliente, perda de clientes ou da credibilidade, reclamações e reparação do produto.

2.3.4 Funções do departamento de controlo de qualidade

Normalmente, este departamento tem como funções o teste de projetos para verificar a sua fiabilidade, criar base de dados de desempenho do produto e resolver os problemas que daí virão, planear e orçamentar o programa de controlo de qualidade e projetar e supervisionar os sistemas de controlo de qualidade e os procedimentos de inspeção, assim como pôr na prática as atividades de inspeção que precisem de conhecimento técnico especial para cumpri-las com êxito.

2.3.5 Qualidade Seis Sigma

A qualidade do sistema Seis Sigma refere-se à filosofia e aos métodos que uma empresa utiliza para eliminar os defeitos nos seus produtos e processos. Um processo onde este sistema está aplicado não deverá produzir mais de dois defeitos por cada bilião de unidades.

Este processo permite que a gerência de uma empresa descreva de imediato o desempenho de um processo de acordo com a sua variabilidade e comparem os processos utilizando um critério comum: o DPMO (Defeito Por Milhões de Oportunidades, que requer três dados^[4]:

1. Unidade – o item produzido ou recebendo assistência
2. Defeito – qualquer item ou evento que não satisfaça as necessidades do cliente
3. Oportunidade – probabilidade do defeito acontecer.

A fórmula usada para um cálculo objetivo é, como podemos verificar na Equação 1:

$$DPMO = \frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de oportunidades para erro} \times \text{Número de unidades}} \times 10^6$$

Equação 1 – Defeito por milhões de oportunidades

2.3.6 Metodologia Seis Sigma

O ciclo DMAIC (definição, medição, análise, melhoria e controle) é uma versão mais detalhada do ciclo PDCA que consiste em quatro etapas – planejar, executar, verificar e agir – que são a base da melhoria contínua (também denominada de *kaizen*), procura a melhoria contínua das máquinas, materiais, utilização de mão-de-obra e métodos de produção, por meio de aplicações de sugestões e ideias das equipas da empresa. Ela enfatiza o método científico, especialmente o teste da hipótese sobre o relacionamento entre as entradas (Xs) e as saídas (Ys) do processo, usando métodos de delineamento de experiências (DOE). No entanto, o foco desta metodologia é atingir o que o cliente quer, pois é esta a chave para a rentabilização de um processo de produção.

A base padrão para os projetos Seis Sigma é a metodologia DMAIC, desenvolvida pela *General Electric*, que é descrita da seguinte forma^[4]:

- Definir (D)
 - Identificar os clientes e as suas prioridades;
 - Identificar um projeto adequado às atividades dos Seis Sigma baseado nos objetivos da empresa, assim como as necessidades e *feedback* do cliente;

- Identificar as CTQs (caraterísticas cruciais críticas para a qualidade) que o cliente considera terem maior impacto sobre a qualidade;
- Medir (M)
 - Determinar como medir o processo e como está o seu desempenho;
 - Identificar os seus processos chave internos que influenciam os CTQs, e medir os defeitos gerados no momento em relação a esses processos;
- Analisar (A)
 - Determinar as causas mais prováveis dos defeitos;
 - Entender as razões do aparecimento dos defeitos, identificando-se as variáveis chave que muito provavelmente criarão a variação no processo;
- Melhorar (I, de *Improve*)
 - Identificar formas de remover as causas dos defeitos;
 - Confirmar as variáveis-chave e quantificar os seus efeitos nas CTQ's;
 - Identificar os intervalos máximos de aceitação das variáveis chave e um sistema para medir os desvios das variáveis;
 - Modificar o processo para que fique dentro de um intervalo aceitável;
- Controlar (C)
 - Determinar como manter as melhorias;
 - Colocar as ferramentas nos lugares para garantir que as variáveis chave permaneçam dentro dos intervalos máximos aceitáveis sob o processo modificado.

2.3.7 Ferramentas analíticas para os Seis Sigma e para a Melhoria

Contínua

As ferramentas comuns para todas as iniciativas da qualidade são os fluxogramas, os gráficos sequenciais, os gráficos de Pareto, os histogramas, as folhas de verificação, os diagramas de causa e efeito, as cartas de controlo, FMEA e o modelo experimental (DOE).

Fluxogramas – São representações esquemáticas de processos ou etapas, que nos ajudam a melhor compreendermos, por exemplo, um processo produtivo. Existem muitos tipos de fluxograma. Na Figura 1 podemos ver um exemplo.

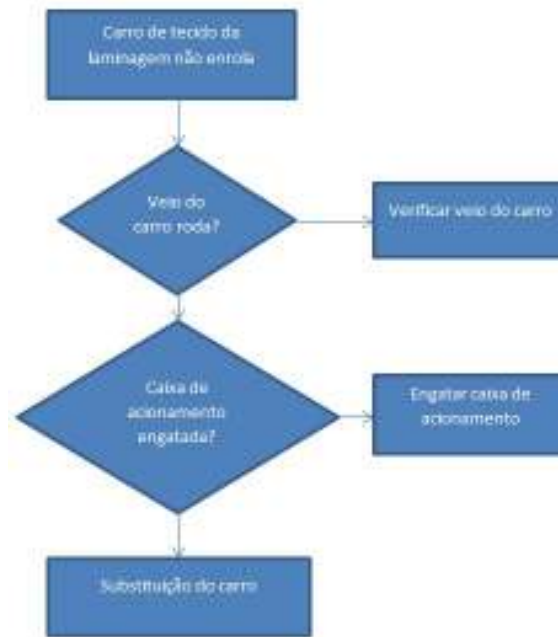


Figura 1 – Exemplo de Fluxograma

Gráficos sequenciais – Indicam a tendência que os dados assumem ao longo do tempo, ajudando assim a compreender a magnitude de um problema e a fase da definição.

Gráfico Sequencial

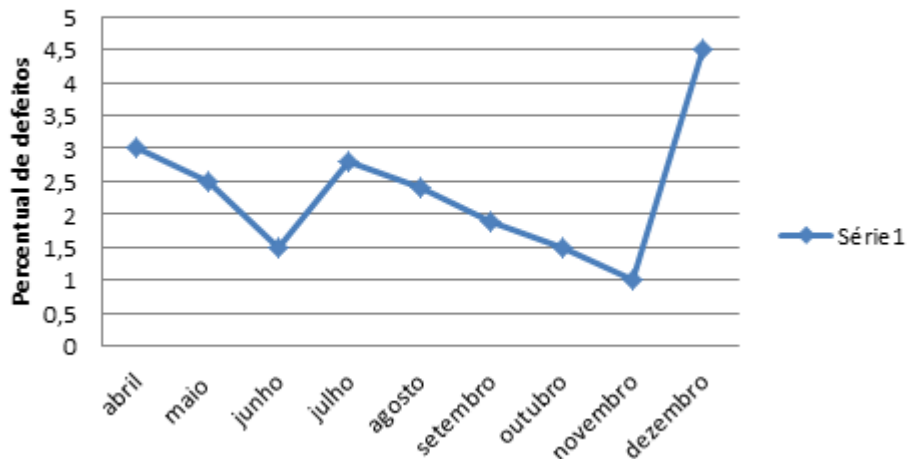


Figura 2 – Exemplo de gráfico sequencial

Gráficos de Pareto – Auxiliam na análise de problemas em contribuições relativas dos seus componentes. Têm como base que a maior parte da porcentagem dos problemas resultam de uma pequena porcentagem de causas. No exemplo, 80% das reclamações são causadas por entregas atrasadas, que são 20% das causas enumeradas.

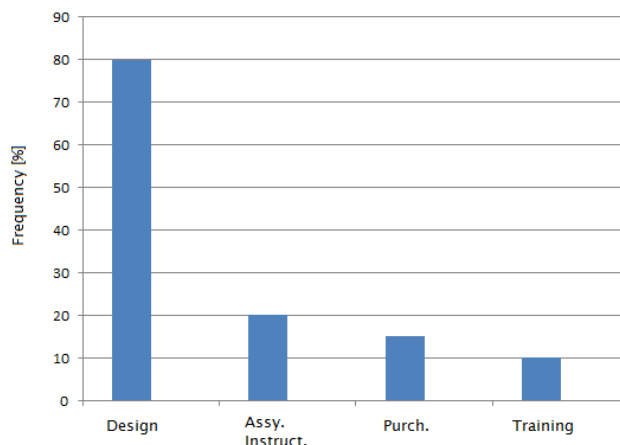


Figura 3 – Exemplo de gráfico de Pareto

Folha de verificação – formulários básicos que ajudam a padronizar a recolha de dados. São usados para, por exemplo, criar histogramas.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO		
Produto: Tecido	Data: 14/01/2015	
Inspeção Final	Inspetor: Helena Santos	
Lote: 42		
Defeito	Marca	Subtotal
Manchas	//// // // // //	18
Marcas de pressão	//// // //	12
Nós	//// // // // // //	22
Emendas de espuma	//// //	8
Emendas de tecido	//// // //	13
Pontas soltas	//// //	7
Total		80
Itens rejeitados	//// // // // // // //	42

Figura 4 – Exemplo de Folha de Verificação

Diagramas de causa/efeito – também conhecido como diagrama espinha de peixe ou diagrama de *Ishikawa*, indica a relação entre potenciais causas e problemas sob

estudo. As possíveis causas dos efeitos podem ser de seis tipos diferentes: método, material, mão-de-obra, máquina, medida e meio ambiente.

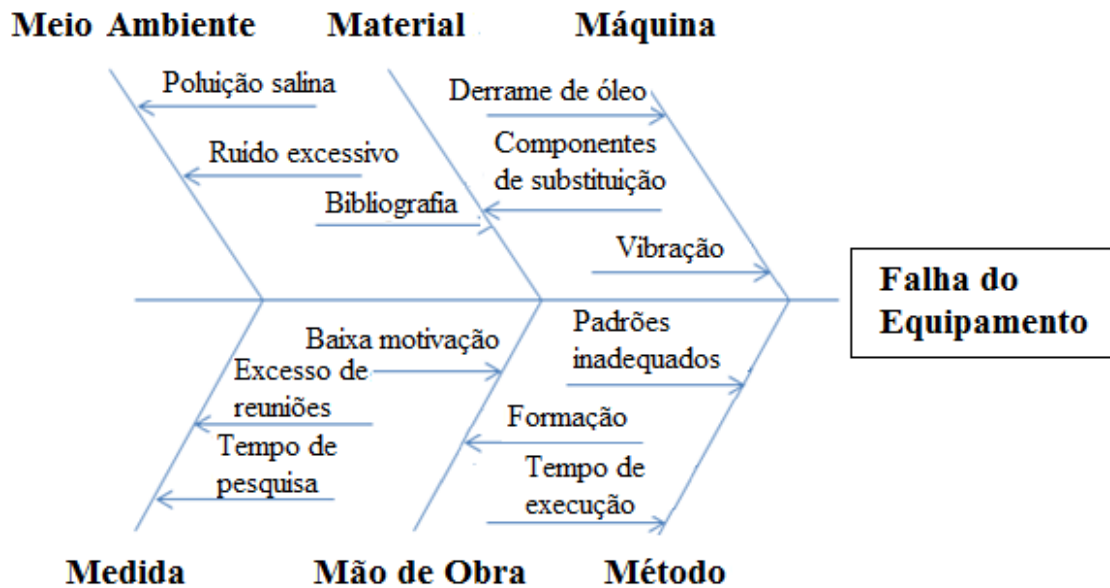


Figura 5 – Exemplo de Diagrama Causa/Efeito

Diagrama do fluxo da oportunidade – usado para separar as etapas de valor agregado daquelas que não acrescentam valor ao processo.

Cartas de controlo – gráficos em função do tempo, que traçam os valores de uma estatística, incluindo uma linha de média central e limites superior e inferior de controlo. A linha média corresponde à média das leituras ou desvios verificados. A linha superior (limite superior) e a linha inferior (limite inferior) correspondem aos valores limite em que o processo poderá operar.

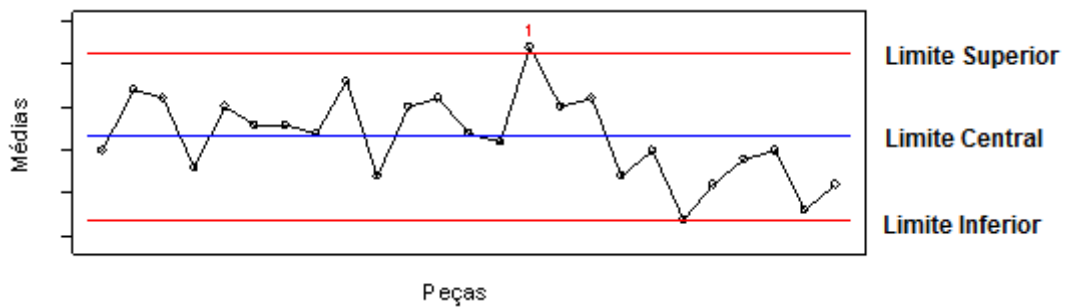


Figura 6 – Exemplo de Gráfico das Cartas de Controlo

FMEA – análise de defeitos e modos de falhas. É uma ferramenta que faz uma abordagem estruturada para identificar, estimar, priorizar e avaliar o risco de possíveis falhas em cada estágio de um processo. O FMEA pode ser aplicado na fase de projeto e desenvolvimento (DFMEA) ou já na fase de processo (PFMEA). Inicia-se com a identificação de cada elemento, montagem ou parte do processo e a listagem dos modos de falhas potenciais, das causas potenciais e dos efeitos de cada falha. É calculado, para cada modo de falha, um número de prioridades de risco (RPN) e é usado um índice para medir a escala de importância dos itens inumerados. Essas condições incluem a probabilidade de a falha acontecer (ocorrência), o dano resultante da falha (gravidade) e a probabilidade de detectar a falha internamente (detecção). Os itens com RPN alto devem ser os primeiros a serem melhorados. O FMEA sugere uma ação recomendada para eliminar a condição de falha: designar uma pessoa ou departamento responsável para resolver a falha mediante a remodelação do sistema, projeto ou processo e o recálculo do RPN.

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (PROCESS FMEA)																				
Component/function		Projects			Fabric description			Technical regulation/ Drawing number				Date (Orig.)	FMEA number							
Core Team		Customer			RPN criteria			Issued By		Process Responsibility		Date (Rev.)	Revision Number							
Process / Operation	Process	Potential	Special	Potential	S e v e r e	C l a s s	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O c c u r	Current Process Controls	D e t e c t	R. P. N.	Recommended Actions	Responsibility & Target Date	Action Results						
														Actions Taken	S e v e r e	O c c u r	D e t e c t	R. P. N.		

Figura 7 – Exemplo de Folha de FMEA

Delineamento de experiências (DOE) - O DOE, também conhecido como teste multivariado, é uma metodologia estatística usada para determinar a relação de causa e efeito entre variáveis de processo (Xs) e variáveis de resultado (Y). Ao contrário dos testes estatísticos-padrão, que exigem a mudança de cada variável individual para detectar a mais influente, o DOE permite alterar muitas variáveis em simultâneo, por meio de uma cuidadosa seleção.

2.3.8 Papéis e responsabilidades dos Seis Sigma

A implementação bem-sucedida dos Seis Sigma requer o uso de um conjunto de práticas pessoais seguras, bem como a aplicação de metodologias técnicas. As práticas pessoais normalmente integradas são:

1 – Líderes executivos, realmente comprometidos com os Seis Sigma e que o promovam em toda a organização, e campeões, que assumam o controlo dos processos que são melhorados.

2 – Formação de todo o pessoal da empresa sobre os conceitos e ferramentas do Seis Sigma. Para transmitir a importância desta ferramenta de forma enérgica, os profissionais recebem títulos de artes marciais que refletem as suas habilidades e papéis: *black belts* (cinturão negro) que treinam ou realmente lideram uma equipa de melhoria contínua do Seis Sigma; *master black belts* (mestres cinturão negro) que recebem um treino mais detalhado sobre as ferramentas estatísticas e melhorias do processo; e *green belts* (cinturão verde), que são funcionários que recebem treino suficiente da ferramenta Seis Sigma para integrar uma equipa ou trabalhar individualmente em projeto de pequena dimensão.

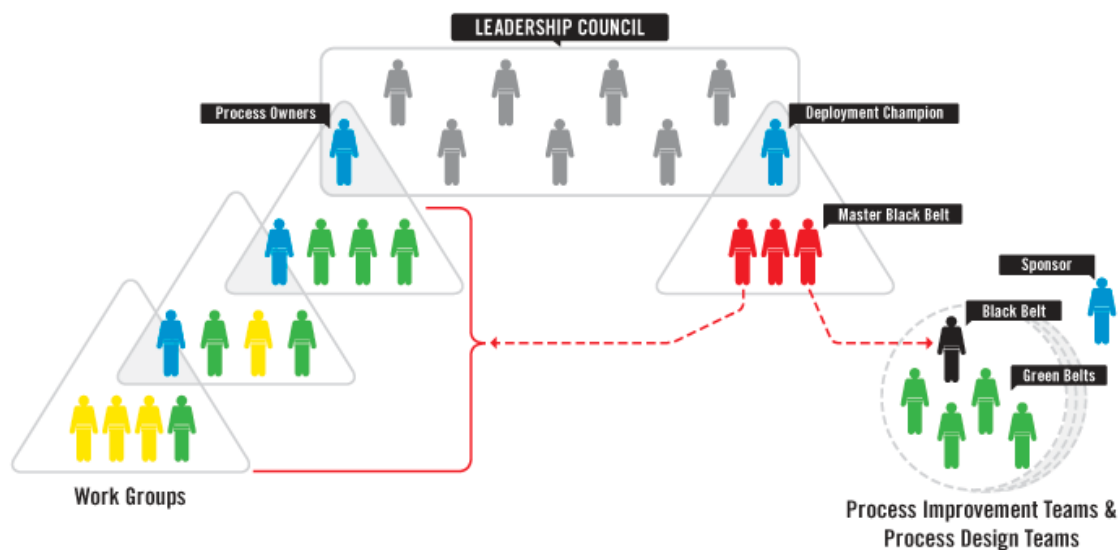


Figura 8 – Responsabilidades dos Seis Sigma

3 – Definição de objetivos de crescimento para a melhoria

4 – Reforço contínuo e recompensas.

2.3.9 Sistema *Shingo*: projeto livre de falhas

O sistema *Shingo* recebeu o nome do homem que ajudou a desenvolver o sistema *Just-in-time* da Toyota, *Shigeo Shingo*. Dois aspetos deste sistema receberam particular atenção: a realização de cortes drásticos nos tempos de preparação de máquinas e equipamentos mediante os procedimentos de troca de ferramentas num minuto (SMED), e o uso de inspeção na origem e o sistema *poka-yoke* para alcançar zero defeitos.

Para o autor deste sistema, os defeitos só ocorrem porque as pessoas cometem erros; logo, os métodos CEQ não evitavam os defeitos, embora dessem informações para indicar a probabilidade de quando um defeito iria ocorrer. Apesar dos erros serem inevitáveis, os defeitos poderiam ser evitados se o *feedback* que leva às medidas corretivas ocorresse imediatamente após os erros. Tais *feedbacks* deveriam ser feitos à totalidade dos itens produzidos, podendo assumir diferentes tipos: inspeção sucessiva, autoinspeção e inspeção na origem.

A inspeção sucessiva é realizada pela pessoa a seguir no processo ou por um avaliador objetivo, como o líder do grupo. A informação sobre o defeito é imediatamente relatada ao trabalhador que produziu o produto, que então faz o reparo. A autoinspeção é feita pelo trabalhador individual e é por si mesma adequada para todos os itens, menos os que precisam de um julgamento sensorial (como a existência ou gravidade de arranhões, ou a combinação correta das tonalidades da pintura, que precisão de inspeções sucessivas). A inspeção na origem também é feita pelo trabalhador individual, mas em vez de procurar defeitos, ele procura erros que poderão causar os defeitos. Essa inspeção evita que os defeitos cheguem a ocorrer e por consequência, exijam retrabalho.

Os três tipos de inspeção dependem de controlos que consistem em dispositivos ou procedimentos livres de falhas (*poka-yoke*). O *poka-yoke* inclui listas de verificação ou ferramentas especiais que evitam que o trabalhador cometa um erro que leve a um defeito antes de iniciar um processo, ou fornecem ao trabalhador um *feedback* rápido das anomalias no processo para que este as corrija em tempo.

Há ampla variedade de *poka-yokes*, desde peças separadas de uma caixa (para garantir que o número correto de peças é usado na montagem) até dispositivos sofisticados de deteção e sinalização eletrónica.

Shingo criticava ferozmente a preocupação das indústrias com as cartas de controlo, afirmando que estas não passam de um espelho que reflete as condições atuais.

2.3.10 *Benchmarking* externo para a melhoria da qualidade

O *benchmarking* externo é utilizado pelas empresas para examinar os concorrentes no mercado assim como o seu desempenho. Normalmente, este envolve as seguintes fases:

- **Identificar os processos que precisam de melhorias.** Identificar uma empresa que seja líder no desempenho do processo. Para muitos processos esta pode ser uma empresa que não esteja no mesmo segmento de mercado. Muitas empresas selecionam equipas de trabalhadores desse processo como parte da equipa de visitantes.
- **Análise de dados.** Identificar as lacunas entre o modo de operação da sua empresa e o da empresa utilizada como *benchmarking*. Existem dois aspetos deste estudo: a comparação dos processos atuais e a comparação do desempenho desses processos de acordo com um conjunto de medidas.

2.4. *Lean management*

Devido à globalização, a quantidade de clientes para as empresas de produção ou de prestação de serviços aumentou exponencialmente, havendo assim uma oportunidade de aumentar os seus lucros. No entanto, com a globalização também aumentou a concorrência, arrastando consigo uma luta pelo cliente, quer seja pelo preço de um produto, quer seja pela sua qualidade. Sendo assim, a melhoria contínua assume cada vez mais um papel preponderante, quer na diminuição de custos de produção, quer na melhoria da sua eficiência. O conceito *Lean Management* baseia-se em dois conceitos: eliminação de desperdícios e a centralização do processo na mão-de-obra.

O conceito *Lean Management* foi desenvolvido por empresas japonesas (principalmente pela Toyota) a partir da década de 50. Este conceito está ligado ao *just-in-time (JIT)*. Enquanto este se interessava pelos produtos já desenvolvidos, o *Lean Management* vai mais longe e torna a empresa mais eficiente, competitiva, e capaz de se adaptar mais rapidamente às flutuações do mercado^[7].

2.4.1 Princípios base do *Lean Management*

O *Lean Management* tem como objetivo melhorar o desempenho industrial, aumentando a sua eficiência e diminuindo os seus custos. Para atingir este objetivo, uma empresa tem de ter em conta os seguintes pontos:

1. Eliminação de todos os desperdícios

Para diminuirmos custos de produção, é necessário aproximarmo-nos o mais possível da eficiência máxima do processo. Este conceito visa a eliminação dos desperdícios. A cultura ocidental não tem por hábito a resolução de problemas. Em vez disso, somos formatados a contornar um problema, de modo a tornar o seu efeito suportável. Por exemplo, se uma máquina avaria regularmente, temos sempre um *stock* de segurança. Se temos excesso de *stock*, são criados armazéns automatizados ou entrepostos de armazém. Este hábito contribui sistematicamente para o aumento de custos.

O *Lean Management* apresenta as sete principais fontes de desperdício^[8]:

- **Sobreposição** – continuar a produzir depois de satisfeita ordem de fabrico;
- **Expetativas** – o operador passa tempo excessivo a aguardar o fim dos ciclos da máquina devida à falta de alinhamento entre processos;
- **Deslocações inúteis** – em caso de sobreprodução, é necessário transportar o excedente para armazém, e depois tirá-los de lá quando necessário, o que causa duas deslocações desnecessárias;
- **Operações inúteis** – tendência dos operadores em atingir níveis de especificação que vão para além das expetativas dos clientes. Esta situação acontece mais frequentemente com defeitos visuais, onde os aumentos dos tempos de produção, correções e rejeitados, originam aumento de custos. É por isso importante definir à partida os padrões de qualidade exigidos pelo cliente e de seguida, organizar os meios para medir corretamente essas especificações;
- **Stocks excessivos** – estes originam desperdícios de tempo na procura das referências, para além dos aspetos relacionados com os custos;
- **Gestos inúteis** – a má coordenação dos postos de trabalho leva a gestos excessivos e que diminuem consideravelmente a eficácia do posto de trabalho, aumentando tempo de produção;
- **Defeitos** – custos de matéria-prima, grande quantidade de tempo desperdiçado, entre outros.

2. Produção em fluxos tensos

A produção em fluxos tensos permite à empresa produzir apenas o que o mercado procura. A tensão dos fluxos aumenta a velocidade do processo, o que reduz consideravelmente os prazos de produção, permitindo assim sincronizar o mais possível com as evoluções do mercado.

- Limitar o fundo de maneiio, os *stocks* – quanto maior o prazo de produção, maior será o desfasamento entre o investimento em matérias-primas, valor acrescentado e pagamento pelos clientes, sendo necessário um fundo de maneiio considerável para manter este adiantamento de tesouraria. Com a redução de ciclos de produção, parte deste fundo poderia ser utilizado para desenvolvimentos no sistema produtivo.
- Otimizar a margem de lucro – com o aumento tecnológico, a valorização dos produtos é cada vez mais curta. Tempos de produção alargados diminuem o tempo de valorização dos produtos.
- Evitar operações de saldos – com a acumulação de *stock*, a empresa tem que libertar este excesso rapidamente com saldos, onde as margens vão diminuir e vai originar a saturação do mercado, perdendo vendas com boa margem.

3. Gestão da qualidade que favoreça a melhoria contínua e a melhoria inovadora

A gestão da qualidade adquiriu um papel muito importante no setor industrial, não se resumindo meramente à qualidade do produto, mas também pelo desempenho da empresa. Esta não deve limitar-se somente à conformidade do produto, mas antes tender para uma dinâmica de progresso através de várias ações chave.

Com a aplicação do método Seis Sigma, começou-se a procurar uma melhoria inovadora em vez de uma melhoria permanente.

Todas as pequenas melhorias numa empresa parecem insignificantes no impacto do processo; no entanto, a adição de um grande número de pequenas melhorias contribui para diminuir os fatores de variabilidade do processo, que acaba por ter um impacto muito significativo nos custos e nos prazos. Muitas vezes, a pessoa mais habilitada em melhorar o posto de trabalho é frequentemente o próprio operador. Estamos perante o princípio *Kaizen*: implementar um processo de melhoria permanente utilizando a reflexão de todo o pessoal.

4. Redução dos ciclos de desenvolvimento dos produtos

Para além da aceleração do processo produtivo, o *Lean Management* está associado também à aceleração do desenvolvimento de novos produtos. É essencial para que estes entrem no mercado o mais cedo possível. Para isso, é essencial que o desenvolvimento seja feito em paralelo e não de forma sequencial. O trabalho é iniciado com dados imprecisos, que se tornaram cada vez mais exatos ao longo do desenvolvimento. No entanto, é importante organizar bem o desenvolvimento para permitir modificações o mais tarde possível. Este sistema irá reduzir em muito, os tempos de desenvolvimento.

Outro aspeto importante para reduzir os tempos de desenvolvimento de novos produtos é efetuar desenvolvimentos baseados em conhecimentos sólidos e em progressos válidos por ensaio. É essencial separar os ensaios experimentais dos ensaios de validação, e para isso, não se podem utilizar protótipos de validação para validar um novo conceito. Com os ensaios experimentais, podemos encontrar problemas de desenvolvimento sem penalizar o lançamento de um novo modelo. Quando a conceção é bem realizada, com base em conceitos validados e num estudo sério das potenciais falhas, a validação só originará pequenas alterações que não penalizam o tempo de desenvolvimento. Este método de desenvolvimento é designado de engenharia simultânea. No entanto, este conhecimento deve ser aplicado com muito conhecimento e rigor. Caso contrário, poderão ocorrer graves problemas de desenvolvimento, como é o caso dos “*Recalls*” de viaturas no setor automóvel, que causam custos proibitivos às empresas.

5. Uma atitude prospetiva em relação aos clientes

Para reagir positivamente a qualquer evolução do mercado, é necessário desenvolver órgãos para ouvir a sociedade. É imprescindível a existência de sistemas de estudo de mercado permanente para identificar devidamente as necessidades do cliente:

- Identificar as diferentes categorias de potenciais clientes;
- Analisar os produtos (vendidos pela empresa e concorrentes);
- Ouvir a voz das pessoas interessadas direta ou indiretamente no produto (clientes, proprietários, pessoas satisfeitas e não satisfeitas, etc.);
- Identificar todas as expetativas dos clientes em relação ao produto.

Estes estudos devem englobar aspetos técnicos e emocionais, recorrendo a diferentes métodos, como sondagens, cursos, grupos de discussão, entrevistas individuais, entre outros.

2.4.2 Ferramentas do *Lean Management*

Existem várias ferramentas que nos auxiliam na busca de uma melhoria contínua nos produtos e processos de uma empresa. Esta melhoria começa sempre por uma fase de análise.

Cartografia do processo

Permite acompanhar o processo completo para identificar todos os elementos de desempenho em cada etapa (prazos, tempos de ciclo, rejeitados, correções, tempos de mudança de série, etc.). Em casos mais complexos utiliza-se um “indicador”. Trata-se de um produto que se acompanha desde a encomenda do cliente até à sua entrega.

Uma ferramenta muito importante para completar a cartografia é o diagrama SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers*), que permite evidenciar os fluxos de materiais e informação num mesmo gráfico ou em dois gráficos distintos. Esta ferramenta tem como objetivo identificar as causas importantes de perda de desempenho e de atrasos.

Melhoria dos tempos de mudança de série – Método SMED

SMED significa *Single Minute Exchange of Die* que significa “mudança de ferramenta em menos de 10 minutos”. O objetivo é diminuir os tempos de mudança de série, fazendo mudanças desde a organização do posto de trabalho até à sua automatização. Existem dois tipos de operações numa mudança de série: operações internas (IED, *Input Exchange of Die*) e operações externas (OED, *Output Exchange of Die*).

A implementação do método SMED obriga ao cumprimento das sete etapas seguintes:

1. Identificar as operações IED e OED

Depois de identificadas, as OED devem ser executadas fora do período de mudança de série. As operações IED devem ser executadas a partir do momento em que a máquina se imobilizar após ter terminado a série em curso.

2. Transformar as IED em OED

Através de uma melhor preparação do trabalho, podemos transformar algumas operações internas em operações externas.

3. Normalização das funções

Suprimir o mais possível as afinações das máquinas.

4. Utilização de fixações funcionais

Por exemplo, substituir quando possível, parafusos por grampos de fixação.

5. Sincronização das tarefas

Elimina tempos de paragem inúteis.

6. Eliminação das afinações

Equipamentos com muitas afinações, sem estarem devidamente assinalados, podem dar origem a enormes perdas de tempo.

7. Recurso à automatização

Estes recursos, por norma, têm custos muito elevados. É necessário um estudo prévio para considerar se o grau de eficácia irá compensar os custos da sua automatização.

TPM – Total Productive Maintenance

Este é um método que visa maximizar a produtividade dos equipamentos. Muitos dos imprevistos acontecem devido à avaria das máquinas e a problemas de não qualidade, sendo a sua eliminação da competência do departamento da Manutenção e Qualidade.

1. A TRS, uma métrica do desempenho do posto de trabalho

A TRS (Taxa de Rendimento Sintético) determina o rácio entre o tempo dedicado à produção de peças boas e o tempo que o respetivo equipamento esteve em funcionamento (tempo de abertura).

$$TRS = \frac{\text{Número de peças boas} \times \text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de abertura}}$$

Equação 2 – Equação do parâmetro TRS

2. O problema

A laboração com equipamentos pouco fiáveis leva-nos a admitir a possibilidade de ocorrência de avarias. O mais simples será constituir um *stock* de segurança que permita compensar possíveis imobilizações que possam ocorrer devido à imobilização da máquina. Quando a qualidade dos produtos é baixa (elevada taxa de rejeitados), a produção excede as necessidades reais. É indispensável a eliminação destas anomalias com vista a aumentar o escoamento de produtos.

3. Diminuição da taxa de avarias

As principais causas dos elevados número de avarias que possam ocorrer são:

- Falta de fiabilidade das máquinas (elevada frequência de avarias)
- Manutenção insuficiente (produção com paragens prolongadas)
- Manutenção preventiva e corretiva

Controlo da qualidade dos processos

A qualidade de um produto adquire uma grande importância na indústria, pois é esta uma das principais características que fideliza um cliente, para além de diminuir custos de garantia e de serviços pós-venda.

O controlo de qualidade é essencial e baseia-se em aspetos estáticos e dinâmicos dos processos.

1. Aspeto estático do domínio dos processos

Os principais componentes do aspeto estático são a capitalização do *know-how* através de documentação e regras de gestão, utilização do domínio estatístico de processo e a normalização de todos os processos estatísticos.

A capitalização do *know-how* é importante em três situações principais:

- Chegada de um novo colaborador
- Reinício de uma tarefa após um tempo de imobilização prolongado
- Verificação para evitar desvios do processo

A normalização é essencial para termos flexibilidade na empresa. A rotação do pessoal em toda a fábrica deve ser privilegiada.

2. Aspeto dinâmico do domínio dos processos

A introdução de processos dinâmicos permite-nos melhorar ao longo do tempo o posto de trabalho. Este aspeto deve ser organizado mediante dois eixos: a melhoria contínua e a melhoria por avanço.

Os 5 S

Os 5 S representam o princípio do *Lean Management* e do *Just-in-Time*. São as cinco iniciais de palavras japonesas:

- *SEIRI* – Arrumação
- *SEITON* – Pôr em ordem
- *SEISO* – Limpeza

- *SEIKETSU* – Asseio
- *SHITSUKE* – Formação moral

Este método tem como objetivo melhorar a qualidade do produto, a segurança, a eficácia e a taxa de avarias.

Podemos afirmar que os 5 S se dividem em duas fases. Na primeira fase, atingir um patamar adequado (*Seiri, Seiton e Seiso*) e depois manter este patamar (*Seiketsu e Shitsuke*).

1. Elevação ao patamar adequado:

SEIRI (arrumação):

Triagem dos objetos que são necessários e os que não são. Em geral utiliza-se uma classificação do tipo ABC: A é de uso diário, B é de uso semanal ou mensal e C é de uso raro.

SEITON (pôr em ordem):

Nesta etapa procura-se organizar o posto de trabalho de modo a torná-lo funcional, onde é possível encontrar imediatamente as ferramentas necessárias. O objetivo é poder arrumar e encontrar em 30 segundos os documentos e ferramentas habituais.

SEISO (limpeza):

Num ambiente asseado, uma anomalia, fuga ou sujidade deteta-se de forma mais rápida, tornando-se também numa forma de controlo de funcionamento de equipamentos. Ao contrário das outras duas ações que são feitas em sequência, esta deve ser feita em paralelo, aquando da implementação das mesmas.

2. Manutenção do patamar atingido:

SEIKETSU (asseio):

Após atingir o patamar pretendido, é chegada a etapa mais difícil, que é a manutenção do patamar. É importante evitar o regresso de maus hábitos e para isso, é essencial a colaboração de todo o pessoal.

SHITSUKE (formação moral):

Por fim, é necessário controlar as aplicações tomadas nos primeiros quatro S, assim como promover processos de melhoria contínua (*Kaizen*). É implementada com base num processo de autoavaliação para promover o espírito de equipa. Para garantir a sua continuidade, é necessário ter alguns aspetos em conta:

- Implementar regras de comportamento por meio de comunicação visual e da formação;
- Verificar se todos participam, e inculcar as responsabilidades em relação às tarefas que lhe competem.

Relacionamento com os fornecedores e os subcontratados

Normalmente, uma empresa dispõe de um grande número de fornecedores, quer sejam estes de matérias-primas, quer seja para a manutenção, de modo a poder obter melhores preços devido à concorrência. No entanto, as relações entre clientes e fornecedores nem sempre são as melhores. Existem sempre problemas que estão relacionados com atrasos na entrega dos materiais, prazos elevados, qualidade abaixo da pretendida. No caso dos fornecedores se encontrarem muito distanciados da empresa, esta situação gera a constituição de *stocks* mais elevados de modo a não entrar em rotura. Todos estes problemas levam às disfunções clássicas da produção. Para isso, é necessário estabelecer um novo tipo de relacionamento com os fornecedores.

De modo a evitar os constantes processos de controlo de qualidade e os custos que estes acarretam, é importante a criação de relações privilegiadas com alguns fornecedores que, caso tenham a confirmação de fornecimentos de longos prazos, garantem o cumprimento de normas de controlo para garantir a qualidade do produto.

Para diminuir os *stocks* de segurança é necessário aumentar a frequência de entregas. No entanto, esta alteração vai gerar um aumento de *stock* no fornecedor, não eliminando o problema, apenas o deslocando. Este aumento de entregas não deve provocar um aumento no custo do produto, pelo que se deverá rever toda a logística a fim de criar circuitos otimizados de recolhas e entregas.

O fornecedor deve sentir-se envolvido no funcionamento da empresa do cliente, para sentir o espírito da empresa, e ajudar a atingir os objetivos.

Trabalhar em regime de encomenda aberta significa que o fornecedor torna-se como que uma extensão da empresa. As encomendas chegam automaticamente, sem terem que passar pelo departamento de compras. Estas parcerias acontecem quando as

relações são de extrema confiança, e tem diversas vantagens, sendo a principal o encurtamento dos prazos de entrega.

Mudanças culturais associadas à metodologia *Lean Management*

1. A problemática da mudança

Há alguns anos atrás, a empresa desenvolvida era aquela que apresentava um elevado grau de automatização, muito independente de mão-de-obra. Nos dias de hoje, este conceito já se encontra em desuso. As empresas têm consciência que os recursos humanos representam uma enorme riqueza, pois só estes são capazes de questionar as caudas e melhorá-las. A metodologia *Lean Management* requer diversas características que estão distantes da cultura tradicional das empresas ocidentais, como a flexibilidade, formação, motivação, etc. Este conceito obriga a uma mudança constante, de forma a melhorar continuamente o desempenho das empresas.

2. Fatores de mudança

A estratégia da empresa deve ser do conhecimento dos seus trabalhadores, de modo a que estes compreendam o que lhes é pedido, e assim participar mais ativamente na concretização dos objetivos. Para isso, é importante que a empresa crie um ambiente social que estimule essa participação

A comunicação

A circulação deve ser feita de forma eficaz, para que todos compreendam e possam usufruir dessa informação da melhor forma para a empresa.

Formação

Se as empresas querem criar riqueza com os seus trabalhadores, incentivando-os a desenvolver métodos de melhoria, é necessário fornecer-lhes ferramentas para que isso aconteça. Hoje em dia, as formações não são somente de carácter técnico, mas também de carácter geral, visando assim aumentar o nível médio de cultura geral da empresa. É essencial que as pessoas tenham prazer em aprender.

Motivação

A motivação é, sem dúvida, um componente determinante para a mudança da cultura de uma empresa. A motivação cria-se, trabalha-se e mantém-se. No entanto, não basta estar motivado. É preciso estar implicado e envolver-se nos projetos da empresa. Se todas as pessoas se conseguirem manter motivadas, todos os fenómenos de resistência à mudança, de imobilismo e inércia serão evitados.

O espírito de equipa – um espírito de equipa é essencial numa empresa, de forma a haver entajada dos trabalhadores. O valor de uma equipa de trabalho não é a soma dos seus valores individuais, mas sim, a soma multiplicada por um coeficiente de unidade de equipa, que pode ser muito superior a 1, se se conseguir criar uma dinâmica, mas também pode ser muito inferior a 1. Num grupo *Lean*, a equipa é responsabilizada para o bem e para o mal. Em termos de evolução, entende-se por diferentes evoluções no posto de trabalho:

- Meio de produção – responsabilização por um conjunto mais alargado de tarefas de afinação e de manutenção;
- Qualidade – passar do simples cumprimento de instruções à gestão da qualidade e à melhoria do sistema de produção;
- Ambiente – participação ativa na criação de um ambiente de trabalho mais atrativo;
- Resolução de problemas – passar de uma atitude passiva perante os problemas para uma verdadeira participação no grupo, para uma filosofia de resolução de problemas e de melhoria de desempenho industrial.

Comunicação, formação e motivação. Como fazer?

Para conseguir uma mudança cultura de maneira eficiente na empresa, é necessário uma procura constante de métodos de comunicação eficazes, assim como métodos de formação e motivação, o que se obtém normalmente através de:

- Criação de postos de trabalho em todos os níveis hierárquicos da empresa, para fazer evoluir positivamente os problemas;
- Melhoria das condições de trabalho sobre todos os pontos de vista;
- Apoio e reconhecimento permanentes dos esforços de cada um;
- Formação dos quadros para manter o espírito *Kaizen* (melhoria contínua);

- Disponibilização de todos os meios necessários para cumprir os projetos criados pela empresa;
- Criação de disciplinas no posto de trabalho (5 S);
- Ter em consideração os aspetos económicos para saber até onde se pode e deve ir nas melhorias.

A metodologia *Lean Management* não é aplicada com prazos. É preciso um grande rigor e esforço nas mudanças a implementar na empresa, que com o tempo irão colher os frutos. A procura da excelência para o cliente é a finalidade deste método, que vai permitir às empresas sobreviverem num mundo em constante evolução.

3. A EMPRESA

3.1. Evolução histórica

A empresa *Borgstena Textil Solutions*, é uma empresa que pertence ao Grupo Borgstena e que localizada no concelho de Nelas, distrito de Viseu. A sua sede encontra-se numa pequena província na Suécia com o mesmo nome (Borgstena).



Figura 9 – Símbolo do Grupo *Borgstena*

O Grupo foi fundado em 1925 na Suécia, pelo Sr. *Gustav Johansson*. No entanto, foi o seu filho, Sr. *Gotra Borghed*, que viria a desenvolver o negócio familiar. Na década de 70 tornou-se o principal fabricante de tecidos de malha circular para o mercado automóvel escandinavo, com a iniciação de um projeto com a Volvo, com a introdução da malha circular no setor automóvel. Desde então, a empresa foi-se desenvolvendo até se tornar um dos principais fabricantes do setor têxtil a nível mundial^[9].



Figura 10 – Atual entrada da *Borgstena Textile Portugal*

No final da década de 90, a *Borgstena* adquiriu a empresa *Gottschalk* na Alemanha, que tinha mais de 100 anos de história, para introduzir e adquirir conhecimento de tecidos e tecnologia no grupo *Borgstena*. Com a aquisição da

Borgstena Textile Portugal em 1999, *Gottschalk* foi encerrada e todos os tecidos *Borgstena* tecnologia têxtil foram centralizados em Portugal.

Até o final da década de 90, o Grupo *Borgstena* era das poucas empresas a oferecer ao setor automóvel europeu, têxteis em malha, urdimento, para além de acabamentos e laminação processos.

No final da década de 90 iniciou um projeto de globalização, com a participação de Ara *Borgstena* da Malásia. No final do ano 2000 este projeto foi reforçado com a aquisição da *Borgstena* América do Norte. No entanto, este projeto não alcançou os resultados pretendidos, e em 2005 a empresa resolveu fazer uma mudança de estratégia, com foco na Europa. Sob esta nova orientação, a fábrica de têxteis *Borgstena* América do Norte foi encerrada.

Para aumentar a competitividade na Europa, a *Borgstena* encerrou as duas unidades de produção que detinha na Europa em 2006 e 2007, e centralizou a sua produção na *Borgstena Textile Portugal*

Os anos de 2006 e 2008 serão lembrados na *Borgstena* como anos de tragédia e transformação aos trágicos acidentes que destruíram as instalações em Portugal (*Borgstena Têxtil Portugal*). O primeiro a 7 de Junho de 2006, que destruiu a fábrica por completo e o segundo a 6 de Setembro de 2008, em que ficou parcialmente destruída.

Apesar destes enormes contratemplos, a empresa demonstrou a aposta que tinha feito em Portugal reconstruindo as instalações, e tornando-se melhor do que anteriormente fora.



Figura 11 – Incêndio nas Instalações da *Borgstena Textile Portugal*

Hoje em dia, através da criação de divisões operacionais independentes e *joint ventures*, o Grupo *Borgstena* é dedicada à pesquisa, desenvolvimento, produção e

comercialização de têxteis para a indústria automóveis, escritórios e lares, assim como tampas de assento para automóveis e componentes integrados.

A empresa fornece os seus produtos para as mais conhecidas marcas de automóveis do mundo, como são exemplo disso a Volvo, Grupo Volkswagen, Renault, entre outras. Juntamente com os seus parceiros estratégicos, a Borgstena está presente em Portugal, Roménia, República Checa, Brasil, Índia, Coreia e Malásia.



Figura 12 – Representação *Borgstena* no Mundo

O Grupo Borgstena é composto por três divisões: a divisão de serviços, divisão de corte e costura (empresa com o nome TRIMSOL) e divisão de têxteis.



A divisão de serviços inclui os departamentos de marketing e vendas, recursos humanos, *design*, financeiro, administrativo, IT e R&I. Esta divisão tem também a responsabilidade de uma constante procura de soluções integradas através do portfólio de produtos, o que acrescenta valor aos seus clientes.



A divisão de corte e costura nasceu através de uma parceria com o grupo coreano “Group Dual” em 2009. A primeira fábrica de produção da TRIMSOL foi instalada na Roménia em 2010. Esta empresa produz e comercializa as capas dos assentos dos automóveis e o corte e costura de produtos para outros setores, havendo já uma diversificação do produto final. A TRIMSOL tem como principais clientes a KIA, HYUNDAI e a DYMOS.



A divisão de têxteis é responsável pelo desenvolvimento, produção e comercialização de produtos têxteis para o setor automóvel, escritórios e habitação.

Trabalhando diretamente para o setor automóvel, a Borgstena é uma das empresas líder no seu setor, com elevados índices de desenvolvimento, apesar da conjuntura económica em que o país se encontra. A aposta em tecnologia de ponta no setor em que opera, especialização de mão-de-obra qualificada, juntamente com uma elevada política de qualidade torna a empresa numa das mais competitivas no seu setor, assim como um dos principais fornecedores de tecidos das melhores marcas do setor automóvel a nível mundial.

Hoje em dia, a empresa conta com cerca de 230 colaboradores, sendo uma das maiores empregadoras do distrito.

3.2. Posicionamento estratégico

Segmento de Mercado

O segmento de mercado é composto por quatro áreas de negócio; interiores para automóveis, interiores para veículos pesados (camiões), setor não automóvel e sistemas de desenvolvimento.



Figura 13 – Segmentos de Mercado

Visão

“A nossa força vem do nosso empenho e paixão. Para nós, o sucesso não está no tamanho da nossa empresa, mas sim na criatividade, flexibilidade, velocidade, e o entendimento de que sendo o melhor significa ser capaz de responder às necessidades dos nossos clientes, colaboradores, sociedade e acionistas.”

Missão

“Criar, desenvolver, produzir e comercializar produtos e serviços com valor agregado que supere o mercado e as expectativas do cliente.”

Slogan

“Encontrar a vossa solução é o nosso objetivo.”^[9]

3.3. Equipamentos e processo produtivo

As instalações da Borgstena em Portugal são constituídas por três edifícios principais: o pavilhão principal (produção), o armazém de espuma e o armazém principal dividido em dois espaços, destinado a receber matéria-prima a ser processada (Armazém de matéria prima) e o material de expedição para o cliente (Armazém de expedição). Para além destes espaços, esta possui ainda uma ETAR, o posto de

transformação, central de calor, sala de compressores, parque de resíduos, oficina de manutenção, vestiários e balneários, refeitório, salas de reuniões e salas de formação e gabinete médico equipado.^[10]

Matérias-primas utilizadas

As principais Matérias-primas a utilizar no processo produtivo são o Fio, 100% poliéster (PES) de cores variadas, a Espuma (Poliuretano - PUR), o Forro (PES) e Não Tecido (PES). Todos os materiais são certificados Oeko-Tex®, seja por compra a fornecedores certificados, seja por certificação feita pela Borgstena. O seu consumo anual ronda as 1700 toneladas e é armazenado no armazém principal. Como matérias-primas auxiliares utilizam-se ainda químicos auxiliares, tubos de cartão, filme plástico e cartão, cujo propósito de utilização é o embalamento do produto.

Processo produtivo da Borgstena

A empresa está subdividida em várias secções, onde o processo produtivo envolve a obtenção de produtos em diferentes fases, pela utilização das matérias-primas acima mencionadas. Na figura 14, podemos verificar as diferentes fases do processo produtivo, desde o fio propriamente dito, à obtenção do produto final com as diferentes finalidades e características requeridas pelo cliente, paralelamente a um constante controlo de qualidade do produto. Para isso, durante todo o processo produtivo são realizados diversos testes laboratoriais de forma a garantir a qualidade do produto e o cumprimento das especificações exigidas pelo cliente.

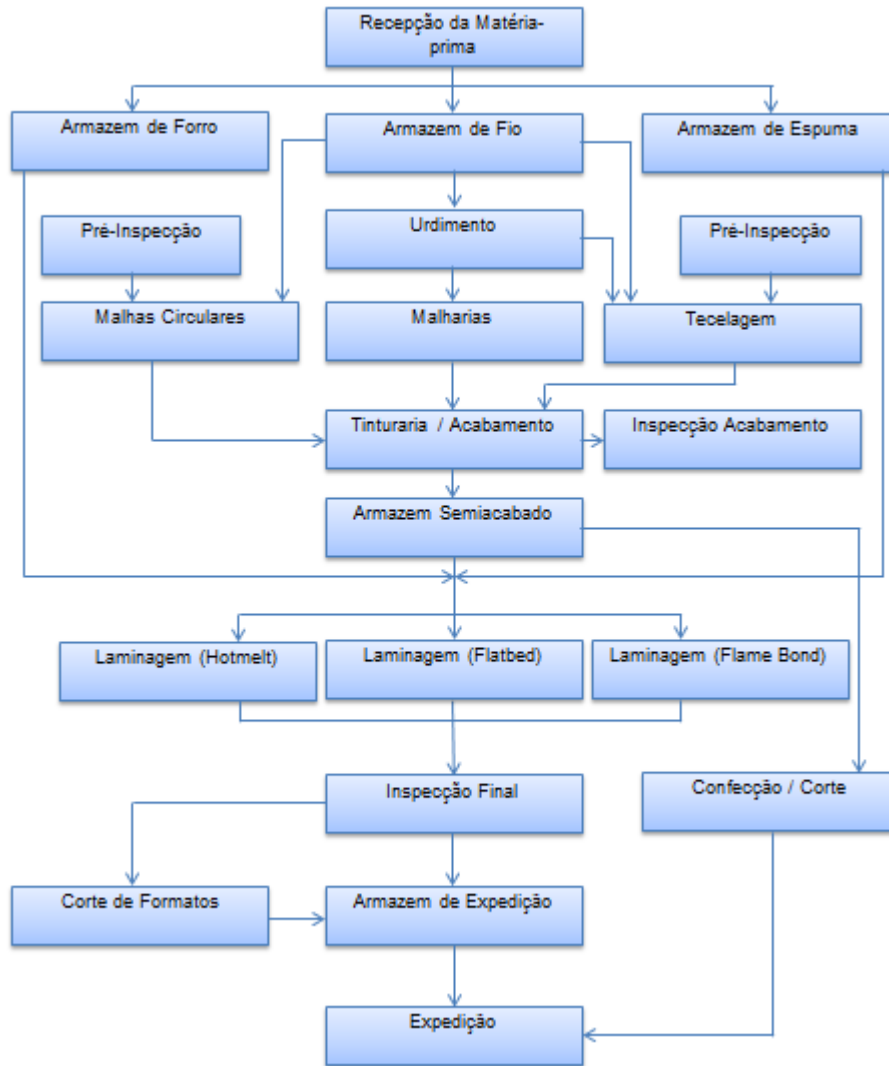


Figura 14 – Fluxograma da produção

Urdimento

Neste processo, totalmente automatizado, o fio que se encontra em cones passa para órgãos metálicos com uma tensão e orientação pré-definida.

O fio utilizado é 100% PES, do tipo fibra cortada, que é mais maleável (utilizado para cortinas) e filamento contínuo (utilizado para bancos e assentos). O equipamento para a realização deste processo é a urdideira.

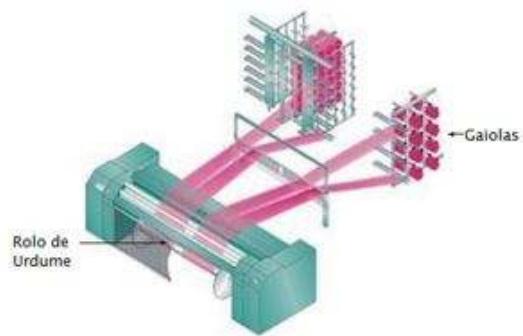


Ilustração 57: Urdideira Direta. Fonte: Karl Mayer.

Figura 15 – Urdideira Direta

Tecelagem

Este processo envolve as fases de tecer, entrelaçar fios de trama (Transversal) e urdume ou teia (Longitudinal) de forma a produzir tecido.

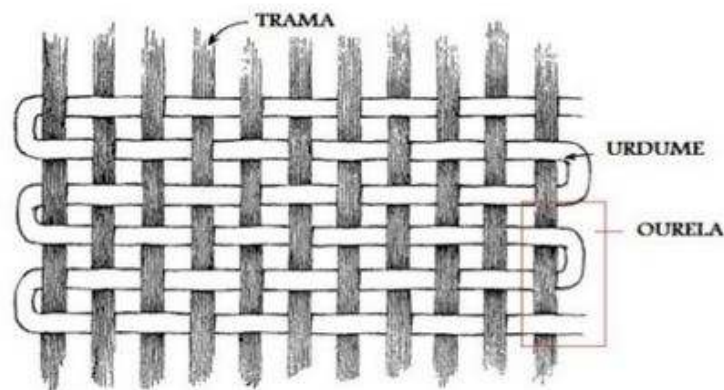


Figura 16 – Tecido formado proveniente da tecelagem

Os órgãos vindos da secção de urdissagem são colocados no tear, programado de acordo com o padrão que se pretende obter, criado no Departamento de Design e aprovado pelo cliente, com as características definidas pelo cliente, dando início ao processo produtivo do tecido. A densidade do tecido varia de acordo com a quantidade de fios a utilizar na teia e este irá ser aplicado em bancos de automóveis ou cortinas para veículos pesados.

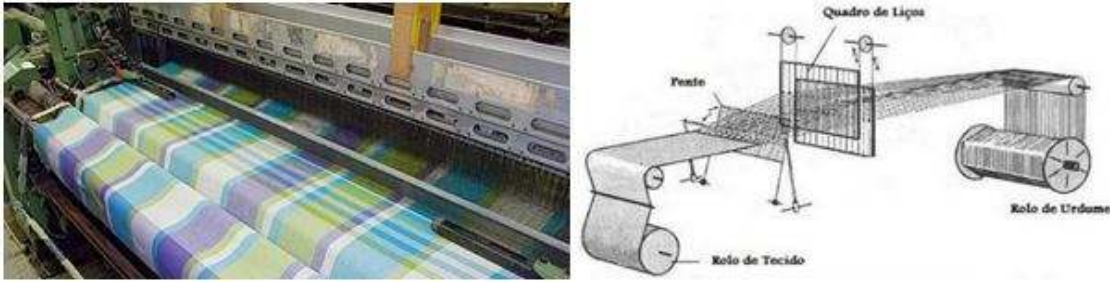


Figura 17 – Tear

Pré-Inspeção

Controlo de qualidade do produto, onde se identificam eventuais defeitos. Esta operação é de extrema importância, pois previne a passagem de defeitos para a fase de acabamento, com os eventuais custos que daí advirão.

Malharia Circular

Nesta secção o fio entra na máquina através de um processo mecânico, onde as agulhas tricotam o fio transformando-o em malha.

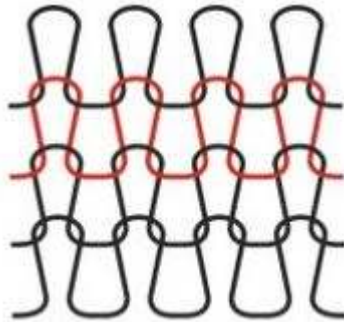


Figura 18 – Malharia Circular

Esta operação de transformação por entrelaçamento/tricotagem de uma dada quantidade de fios que concorrem e convergem em simultâneo para um campo agulhado, originando um produto de malharia circular. Esta operação é efetuada em teares circulares. Esta malharia é chamada circular porque o acabamento da malha tem uma forma tubular, que posteriormente é aberta. No final do processo, o Tecido/Malha é enviado para a Secção de Tinturaria e/ou Acabamento (processo interno).



Figura 19 – Tear Circular

Malharia de Teia (*Ketten*)

Nesta secção o fio (já urdido) entra na máquina através de um processo mecânico, onde as agulhas trabalham o fio transformando-o em malha de forma vertical.

Esta operação de transformação por entrelaçamento de uma dada quantidade de fios que concorrem e convergem em simultâneo para um campo agulhado, tricotando verticalmente. No final do processo de Tecelagem e de Malharia, o tecido/malha será enviado para a seção de Tinturaria e Acabamento (processo interno).

No caso de um tecido acoplado, este será laminado (aderência de tecido à espuma) e por vezes, também se aplica uma camada de forro. Após esta fase o produto segue para a inspeção final.

Corte e Confeção

O corte é realizado em mesas de corte de formatos, onde o tecido é estendido e cortado através de um sistema de corte automático com os formatos requeridas pelo cliente. O tecido para cortinas é cortado numa mesa de corte a laser. Posteriormente a estas cortinas irão ser acrescentados *clips*, na área de confeção, constituída por várias máquinas de costura industriais, que fazem a junção dos vários formatos para formar os componentes finais.



Figura 20 – Equipamento para corte do tecido

Tinturaria e Acabamento

A tinturaria e acabamento é o último processo do tecido e das malhas. É feito o tingimento da malha de teia (*ketten*), para se atingir a cor pretendida. Este processo de tinturaria é feito através de um banho que é injetado contra a malha com pressão, onde são utilizados corantes e produtos químicos auxiliares como sais, agentes de igualização, anti espumas, anti vincos, repelentes, etc., conferindo ao artigo as características requeridas pelo cliente.

Antes de entrar nos *jets*, o tecido é simultaneamente pesado e lavado e é adicionada a receita de tingimento (corantes e água), de acordo com a densidade do material. Na secção de acabamento, após os processos de tingimento e lavagem (caso existam) é feita a termofixação do material nas râmolas por intermédio de tensão e calor, e com temperaturas de aproximadamente 155°C, que confere ao material elasticidade e resistência à deformação e encolhimento.

Laminagem

A laminagem consiste em acoplar, através de chama, cola ou termofixação, um tecido ou malha a uma espuma. Esta tecnologia permite acoplar um forro ou um não-tecido a uma espuma, originando um componente bi/trilaminado (substrato têxtil + espuma + forro).

Existem vários tipos de processo de colagem. A *Flamebond*, uma tecnologia por combustão, é uma laminagem através de chama viva que derrete a espuma de PUR, aderindo ao material por calandragem. A *Flatbed* difere no processo, pois não funciona por combustão. Através de temperatura, pressão e tempo, é adicionado não tecido ao tecido, por intermédio de um filme (agente fixante). A *Hotmelt* opera pela fusão de

adesivo de poliamida ou poliéster, sendo a de poliéster a mais utilizada, pois a poliamida apesar de facilmente manuseável, é mais poluente e prejudicial para o meio ambiente.

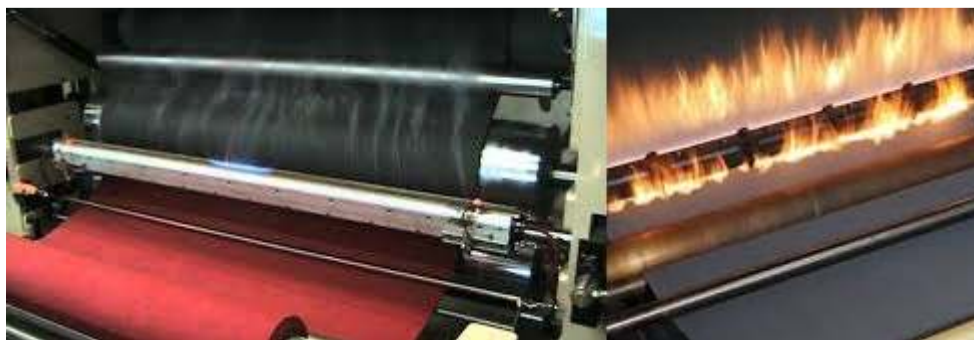


Figura 21 – Processo de Laminagem

Cortes de Formatos

O corte de formatos é realizado para malhas e tecidos laminadas, já inspecionados e com os defeitos assinalados. As suas especificações (formatos e dimensões) são determinadas pelo cliente.

Inspeção Final

Na inspeção final são controlados todos os tecidos produzidos na empresa. Nesta fase, caso não se verifique o cumprimento dos requisitos exigidos nas especificações, o produto será rejeitado. Assim, se todos os parâmetros analisados estiverem em conformidade com os critérios estabelecidos, o produto é aprovado e embalado. Findo o embalamento os produtos são enviados para o armazém de expedição e enviados para o cliente.



Figura 22 – Máquina de inspeção final

3.4. Certificações adotadas

Nos dias de hoje, a qualidade assume cada vez mais, um papel de extrema importância em qualquer empresa, independentemente do setor em que esta esteja inserida. A elevada qualidade deste setor também é imposto aos seus fornecedores. É imprescindível para um possível fornecedor de uma empresa do setor automóvel apresentar elevados níveis de qualidade. Este departamento assume um papel ainda mais importante quando falamos de empresas ligadas ao setor automóvel. As empresas produtoras obrigam a que os seus fornecedores sejam certificados.

A Borgstena é uma empresa que não foge a esta regra. Com um elevado controlo em cada secção da fábrica, é garantida assim a qualidade dos produtos que as marcas de automóveis tanto procuram. A certificação na norma **ISO/TSV16949:2009** – Sistema de Gestão da Qualidade, requerimento particular da norma ISO9001:2008 para a produção automóvel, é a prova que a empresa cumpre os requisitos solicitados. Esta norma foi criada devido à exigência deste mercado. As empresas que estiverem ligadas ao setor automóvel (produtores e fornecedores) têm que seguir esta norma, que requer a adoção de sistemas da qualidade orientados para a melhoria contínua, redução do desperdício bem como para a prevenção de defeitos ao longo de toda a cadeia de valor. Com o seu cumprimento, as empresas têm uma vantagem competitiva importante caso pretendam estabelecer relações duradoras com os fabricantes automóveis ou fornecedores.

Para além desta norma, a empresa é também certificada em **ISO 14001:2004** – Sistemas de Gestão Ambiental; **NP 4457:2007** – Certificação de Sistemas de Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação; **OEKO-TEX STANDARD 100** – Sistema de certificação internacional para produtos intermédios e finais do setor têxtil com o objetivo de alcançar produtos isentos de substâncias nocivas para a saúde humana; e **OHSAS 18001:2007** – Sistemas de Segurança e Saúde no Trabalho, que tem como principais objetivos a minimização do risco para os colaboradores, melhoria do desempenho da organização e suporte para uma imagem de responsabilidade social da organização.

Como é indicado na norma ISO/TSV16949:2009, estas empresas têm de implementar um sistema de melhoria contínua. A metodologia *Lean Manufacturing* e os Seis Sigma são metodologias que permitem melhorar a qualidade e eficiência da produção.

O setor automóvel exige uma elevada política de qualidade devido às exigências do consumidor final. O aumento da exigência das pessoas que adquirem os automóveis é uma realidade. A consciencialização dos danos ambientais que as emissões de CO₂ estão a causar, faz com que o cliente queira um automóvel menos poluente, o que por seu lado pressiona os fabricantes a encontrarem novas formas de transmissão de energia (motores elétricos) ou uma constante melhoria da eficiência dos motores de combustão.

A exigência de melhores materiais de construção, que tenham um tempo de vida mais alargado e até a procura de defeitos no momento da compra de um automóvel são motivos que exigem dos fabricantes um elevado controlo, o que acaba por compensar o investimento aplicado em processos de qualidade.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EVS

O setor automóvel é um dos mais complexos e exigentes setores da indústria mundial, e está nos dias de hoje mais rigoroso que nunca. É exigida uma qualidade de materiais e acabamentos de excelência, com custos de produção baixos, assim como uma relação preço/qualidade elevada.

Para melhorar a qualidade dos seus produtos, a empresa instalou um sistema automático de deteção visual de defeitos. Depois de implementado e otimizado, é possível a deteção de diversos tipos de defeitos, conseguindo um maior grau de fiabilidade na eliminação destes, garantindo que não chegam ao cliente final. Assim, é possível aumentar a qualidade do produto final, a eficiência da produção e diminuir os custos do sistema produtivo.

Para a realização deste projeto de implementação e otimização, elaborou-se um conjunto de tarefas a realizar:

- Estudo do sistema EVS. Este sistema é o equipamento que vai fazer a leitura dos defeitos nos tecidos produzidos na Laminagem;
- Implementação e otimização do sistema EVS. Verificação dos ajustes e calibrações necessárias;
- Análise do impacto da implementação otimização realizada no controlo de qualidade do produto final.

4.1. Controlo de qualidade no processo

Como é de esperar e exigido, é feito um rigoroso controlo de qualidade desde a chegada da matéria-prima, até ao produto acabado. Na receção do material, é feito um controlo do tecido, com testes feitos em laboratório, para verificar as suas características e fazer ou não a sua aprovação.

Após o tecido ser aceite, é feita uma pré-inspeção aquando da produção das malhas circulares e da tecelagem, para evitar que defeitos avancem na cadeia de produção do produto.

Depois destes tecidos irem para a tinturaria ou para o acabamento, existe um novo controlo de qualidade através das máquinas de inspeção. Ao tecido que avançar para o último processo (laminagem) é feito o último controlo de qualidade, novamente através das máquinas de inspeção.

De salientar que todas estas inspeções são feitas visualmente por operários, que passam todos os tecidos pela máquina de inspeção.

Apesar de todos estes controlos, à ainda uma quantidade considerável de reclamações provenientes dos clientes finais da empresa que têm um custo considerável à empresa. No gráfico seguinte, podemos ver a quantidade de metros de tecido que foi reclamado no mês de abril de 2014.



Figura 23 – Quantidade de metros de tecido reclamado por cliente

De modo a verificarmos quais os tipos de defeitos que mais contribuem para a quantidade de tecido rejeitado pelos clientes, fizemos uma análise ABC relativamente ao tipo e quantidade de defeitos detetados durante um mês na inspeção final da laminagem.

Tipo de defeitos	Quantidade de defeitos	Percentagem	Percentagem acumulada	ABC (A=80%/B=15%/C=5%)
Pontas soltas	2600	41.96%	41.96%	A
Nós	2200	35.50%	77.46%	A
Sujidade entre a espuma e o tecido	400	6.45%	83.91%	B
Emendas de tecido	302	4.87%	88.78%	B
Emendas de espuma	192	3.10%	91.88%	B
Marcas de pressão	150	2.42%	94.30%	B
Baixa densidade nos tecidos	130	2.10%	96.40%	C
Alta densidade nos tecidos	98	1.58%	97.98%	C
Manchas	77	1.24%	99.23%	C
Pó	48	0.77%	100.00%	C
TOTAL	6197	100.00%		

Tabela 2 – Tabela ABC

Após análise da tabela, verificou-se que cerca de 20% dos defeitos (pontas soltas e nós) são responsáveis por cerca de 80% da quantidade de anomalias detetadas.

A quantidade de sujidade entre a espuma e o tecido, emendas de tecido, emendas de espuma e marcas de pressão são cerca de 15% dos defeitos detetados e os restantes 5% são relacionados com a baixa densidade nos tecidos, alta densidade nos tecidos, manchas e pó.

No futuro, será interessante verificar onde, no sistema de produção, se poderão eliminar principalmente, os defeitos com a classificação A, de modo a diminuir o número de defeitos nos tecidos e posteriormente, o número de reclamações efetuadas pelos clientes.

4.2. Sistema EVS

VISION EMPOWERED
PROCESS MONITORING



A empresa EVS (*Elbit Vision Systems, Ltd*) é líder mundial no campo da inspeção ótica automática (AOI-*Automatic Optical Inspection*). Este processo é implementado para ajudar o controlo de qualidade em tecidos desde 1992^[11].

Com a instalação deste sistema é possível melhorar a qualidade do produto e aumentar a eficiência da produção. Não é somente aplicável aos têxteis do setor automóvel, mas também na produção de tecidos técnicos, vestuário, tecido para mobiliário doméstico, pisos e materiais compósitos, entre outros.

4.2.1 Modo de funcionamento

O controlo do tecido é feito através da centralização de vários pontos de inspeção. Esta inspeção é feita pela implementação de câmaras inteligentes aplicadas no processo de laminagem, com diferentes focos luminosos a incidir sobre o tecido.

As câmaras detetam todo o tipo de defeitos, sendo esta informação (localização, tipo e imagem) transferida para um computador central, onde é tratada e armazenada.

Posteriormente, esta informação é transferida para as máquinas de inspeção final. O tecido é então movimentado nestes equipamentos, sendo os metros controlados por sensores, que informam o programa informático em que posição se encontra o tecido.

Quando este se encontrar na coordenada do defeito (anteriormente detetada pelas câmaras), a máquina para, e o defeito é identificado com tinta e fitas coloridas, para serem posteriormente eliminados.



Figura 24 – Sistema EVS

4.2.2 Benefícios e vantagens do sistema

Com a aplicação deste sistema, obtemos vários benefícios e vantagens, quer no controlo de qualidade, quer na eficiência produtiva^[12].

Benefícios:

- Melhoria da qualidade do produto final;
- Redução de custos de Mão-de-obra;
- Redução dos tempos de produção;
- Redução de defeitos repetitivos;
- Controlo centralizado no final da linha de operação;
- Aumento da automatização do processo de produção;
- Permite confiável e consistente qualidade de tecidos;
- Registos dos defeitos de qualidade em formato digital (utilização para dados estatísticos).

Vantagens:

- Modular, compacta e económica;
- Controlo central de várias unidades de inspeção;
- A inspeção de imagens é feita nas câmaras inteligentes. O computador central só recebe os resultados inspecionados;
- Não é necessário nenhum conhecimento especial de processamento de imagens para operar o sistema ou efetuar a sua manutenção;
- Cada câmara está equipada com uma unidade de controlo local, capaz de transmitir ou receber sinais de ou para o exterior através de equipamentos eletrónicos.

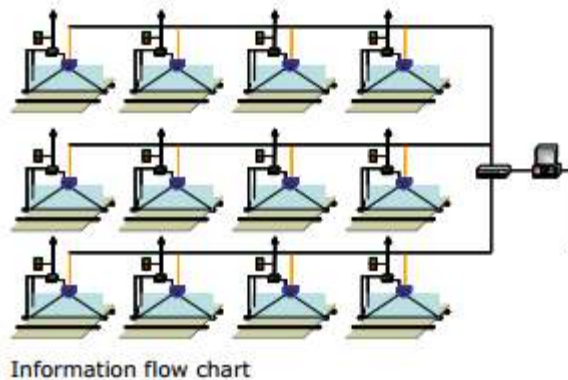


Figura 25 – Fluxo de informação do sistema EVS

4.3. Instalação, implementação e otimização do sistema EVS

A instalação do sistema EVS e o seu desenvolvimento realizou-se através de várias etapas, devidamente programadas, de modo a não existirem falhas quando chegada a hora de iniciar a otimização do sistema, de modo a este poder ser afinado sem nenhum percalço. Para isso, foi feito um planeamento que foi devidamente seguido e alterado consoante as necessidades, durante as diferentes fases da implementação.

Aquando do início do projeto, somente as câmaras inteligentes estavam instaladas na estrutura do equipamento de produção (laminagem). Este processo foi feito pelos técnicos da empresa que forneceu o sistema, com as devidas precauções que este necessita, quer em termos de segurança, quer em termos de posicionamento das câmaras. Com o arrancar do projeto propriamente dito e já com a minha cooperação, iniciou-se a instalação das lâmpadas que irão incidir sobre o tecido, com a precaução de as deixar num local onde não venha a interferir com a passagem do tecido. Estas serão

depois devidamente posicionadas no início dos testes, já com o programa informático instalado.

Após a instalação das luzes, iniciou-se a instalação do sensor na máquina de inspeção final. É este componente que vai medir os metros de tecido que está a ser inspecionado, de modo a este se imobilizar na coordenada onde anteriormente foi detetado o defeito pelas câmaras inteligentes. Este sensor é instalado numa posição fixa, onde, independentemente da largura do tecido, seja possível passar por este componente. É basicamente constituído por uma roda e um sensor ótico. A passagem do tecido é feita por um motor elétrico, que enrola o mesmo em bobines.

De seguida instalou-se o programa informático nos CPU's existentes e finalizou-se a instalação com a ligação de toda a cablagem entre os componentes do sistema.

Estando todos os componentes ligados entre si, iniciou-se a afinação das câmaras inteligentes. Com as câmaras a captarem imagens do tecido e estas a serem transpostas para o computador através do sistema informático, foi-se ajustando em primeiro lugar, a intensidade proveniente das lâmpadas que incidem no tecido. É necessário atingir um ponto ideal, pois se a intensidade for muito elevada, irá disfarçar o defeito e por outro lado, se não tiver a intensidade suficiente, o defeito poderá não ser detetado pelas câmaras.

Depois de ajustada a luminosidade, efetuou-se o ajuste do *zoom* das câmaras de forma a obterem-se imagens mais nítidas dos defeitos que estão no tecido. Esta operação foi realizada diversas vezes, pois as câmaras são muito sensíveis e estão num local de difícil acesso, o que dificulta a sua realização. Para além desta contrariedade, a pessoa que estava a regular o *zoom* não conseguia verificar as imagens a serem captadas, e estava receber o *feedback* por outro colega que estava junto do computador, o que proporciona uma dificuldade acrescida.

Estando o sistema já a captar e a gravar os defeitos, estes são transcritos para o programa instalado no computador da máquina de inspeção final, onde podemos ver a lista de defeitos captados e em que local do tecido é que este se encontra. Neste momento iniciou-se a otimização do sistema, ou seja, a afinação do programa de modo a que este reconheça, para os diferentes tipos de tecido existentes (diferentes ficheiros), o que é defeito e que tipo de defeito é, e o que não é defeito.

Com a ajuda de um funcionário que trabalha no equipamento da inspeção final, começou-se a efetuar a passagem do tecido. Quando este parava na localização do defeito detetado anteriormente pelas câmaras, era verificado se existia realmente algum

defeito no tecido. Quando se verificava que não existia defeito, a imagem era eliminada do programa e a câmara não voltava a detetar este tipo de imagem. Caso fosse realmente um defeito, a imagem era adicionada à base de dados e as câmaras voltarão a detetar este defeito.

Consoante o tipo de defeito detetado, é-lhe atribuído um nome dependendo o tipo de defeito (nó, emenda de espuma, marca de pressão, etc.). É necessário realizar estas passagens diversas vezes para todos os tipos de tecido que passam na laminagem, pois nem todos os defeitos aparecem numa só bobine.

Após a passagem de várias bobines do mesmo tecido é que se pode ter um histórico consistente, de modo a termos o sistema de deteção de defeitos eficiente, reduzindo assim o número de defeitos que chegam ao cliente final, para além de se diminuir os tempos de produção.



Figura 26 – Interface do software do sistema EVS

Tipos de defeitos

- Sujidade entre a espuma e o tecido;
- Manchas;
- Pó;
- Emendas de espuma;
- Emendas de tecido;

- Marcas de pressão (normalmente feitas por outros defeitos);
- Alta densidade nos tecidos;
- Baixa densidade nos tecidos;
- Pontas soltas;
- Nós.

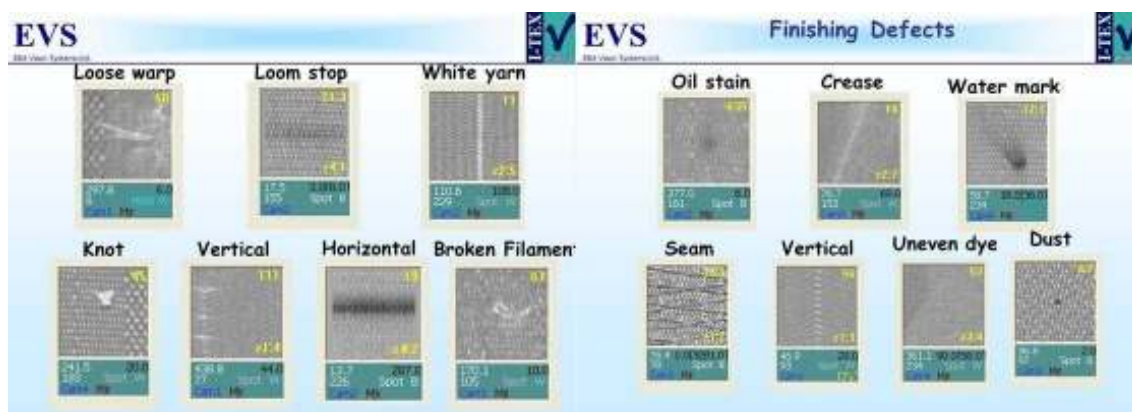


Figura 27 – Defeitos captados pelo sistema

4.4. Críticas apontadas ao sistema

O sistema carece de muitas sensibilidades que têm de ser bem ajustadas. No processo de produção do tecido por laminagem, o início e o final das bobinas têm que ser muito precisos, para que as coordenadas dos defeitos coincidam no mesmo ponto na passagem pela inspeção final. Apesar de ser possível retificar este desfasamento na passagem do tecido na inspeção final, o tempo perdido é ainda assim considerável.

A comunicação entre os elementos da produção e os elementos da inspeção final deve ser muito eficaz, caso contrário, a otimização do programa será difícil de atingir. As câmaras têm que ter o *zoom* bem definido para poderem captar de modo nítido os defeitos existentes. A iluminação tem que respeitar uma determinada intensidade, de modo a não camuflar certos defeitos.

Existem tecidos que, pela sua natureza, tem propriedades mais elásticas. A tensão exercida nestes na passagem pelas máquinas de inspeção tem que ser cuidada, caso contrário os defeitos poderão não coincidir.

Apesar de não estar diretamente ligada ao sistema, existem ainda algumas paragens na inspeção final devido a pequenas sujidades existentes no tecido, que podem ser previamente eliminadas.

4.5. Verificação da eficácia da otimização do sistema EVS

Para verificar se a implementação e a otimização ficou bem efetuada, devemos fazer dois tipos de análise:

1. Auditar rolos que já passaram pelo sistema – depois de feita a verificação de defeitos através do sistema EVS, os mesmos rolos deverão ser verificados pelos trabalhadores da inspeção final. Após esta revisão, comparamos o número de defeitos detetados, assim como os tempos de verificação de ambos os sistemas;
2. Número de reclamações efetuadas pelos clientes da empresa – comparando o histórico de reclamações de clientes antes e depois do sistema estar implementado, deve-se conseguir verificar a sua eficácia, pois o número de reclamações deverá ser inferior.

5. CONCLUSÃO E CONTACTOS FUTUROS

A implementação e otimização do sistema decorreu de forma algo conturbada, devido a vários imprevistos que foram surgindo à medida que o projeto ia avançando.

Aquando da proposta de realização deste projeto, ainda não eram conhecidas as avarias existentes no sistema.

Devido a fatores externos, não foi possível apresentar as conclusões que inicialmente eram pretendidas, pensando que as previsões otimistas se possam vir a ser confirmadas a médio prazo.

Este equipamento necessitou de receber novos componentes com um prazo de entrega muito elevado (conforme justificado no pedido de adiamento). Desta forma, à data legal para entrega deste projeto, não foi possível efetuar a comparação de resultados, pois o sistema ainda se encontra em fase de otimização. Este processo é demorado e deverá arrastar-se por mais algumas semanas.

Apesar de os resultados finais não existirem, como inicialmente previsto, poder-se-á afirmar que as vantagens da obtenção de um sistema como o EVS numa indústria tão exigente são inúmeras, e o seu investimento deverá mostrar-se positivo, face às vantagens que irão advir desta implementação.

A eficácia na deteção de defeitos, a diminuição de custos com mão-de-obra e o aumento da eficiência produtiva, são aspetos muito importantes que têm que ser fortemente considerados. É possível que, quando o sistema estiver completamente otimizado, haja uma diminuição de defeitos detetados pelo cliente final na ordem dos 15%, para além da diminuição de tempos na inspeção final, assim como a possibilidade de diminuir a despesa com colaboradores.

É de saudar também a estratégia da empresa apostada numa constante procura de inovação tecnológica, para melhorar a eficiência do seu sistema produtivo, assim como a qualidade do seu produto final. Apesar dos infortúnios por que passou nos anos de 2006 e 2008, a empresa manteve-se na nossa região, melhorando as suas condições e aumentando assim a sua importância na economia local.

A nível pessoal, com a realização deste projeto concretizou-se a oportunidade de um contacto mais próximo com uma das melhores empresas do setor automóvel a nível mundial, onde a inovação e o desenvolvimento são claramente uma aposta.

Apesar das dificuldades encontradas (nomeadamente o elevado prazo de entrega dos componentes do sistema, assim como a conjugação de horários), a experiência foi

extremamente gratificante e enriquecedora, permitindo ao autor do projeto adquirir, melhorar e consolidar conhecimentos em diferentes áreas da gestão industrial.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

- [1]. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1187_pt.htm.
- [2]. <http://www.volkswagenautoeuropa.pt/empresa/factos-numeros>.
- [3]. http://www.aciab.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=732:os-sectores-que-mais-exportam-em-portugal-por-ar..&lang=pt.
- [4]. Chase, R. C., Jacobs F. R., and Aquilano N. J., 2008, “Operations Management for Competitive Advantage – 12th Edition, McGraw-Hill Irwin, Boston, Capítulo 8.
- [5]. <http://www.aeportugal.pt/Inicio.asp?Pagina=/Areas/Qualidade/FerramentasQualidadeNorma16949&Menu=MenuQualidade>.
- [6]. Série de normas ISO 14000.
- [7]. Courtois, A. e Pillet, M. e Martin, C.; "Gestão da Produção", Lidel – Edições técnicas, 5ª edição, 2006, Capítulo 10.
- [8]. <http://pt.slideshare.net/jparsilva/lean-manufacturing-3tcnicas-e-ferramentas>.
- [9]. <http://www.borgstena.com/group/group.html>.
- [10]. Informação disponibilizada pela empresa Borgstena Textile Portugal.
- [11]. <http://www.evs.co.il/>
- [12]. http://www.evs.co.il/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=4.
- http://www.tuv.pt/trp_ISO_TS_16949.html.
- <http://www.werkemaconsultores.com/inside.php?ident=16>.
- <http://www.epa.gov/lean/environment/methods/threep.htm>.
- Pinto, João P.; “Pensamento Lean, A filosofia das organizações vencedoras”, Lidel – Edições técnicas, 4ª Edição, 2009.
- Juran, J. M. ; “Planning for Quality”, Free Press., New York, 1988.