



Tiago Filipe Freire dos Santos
Licenciado em Ciências de Engenharia Mecânica

**Otimização do processo de produção
numa pequena indústria
transformadora de resinas acrílicas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos,
Professora Auxiliar, FCT - UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Carla Maria Moreira Machado
Arguente: Prof. Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas
Vogal: Prof. Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos

Otimização do processo de produção numa pequena indústria transformadora de resinas acrílicas

Copyright © 2016, Tiago Filipe Freire dos Santos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

“À dolorosa luz das grandes lâmpadas elétricas da fábrica
Tenho febre e escrevo.
Escrevo rangendo os dentes, fera para a beleza disto,
Para a beleza disto totalmente desconhecida dos antigos.”

Álvaro de Campos

O meu agradecimento,

A minha esposa,
Inês

Aos meus pais,
Victor e Noémia

À família

Aos amigos

Todos os que me orientaram,
O meu muito obrigado.

Resumo

Na presente dissertação desenvolve-se o tema “Otimização do processo de produção numa pequena indústria transformadora de resinas acrílicas”, no âmbito do mestrado integrado em engenharia mecânica na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Pretende-se neste trabalho compreender a importância do tema, conhecer os tipos e níveis de integração possíveis, quais as vantagens e desvantagens inerentes à otimização de sistemas de gestão, assim como as implicações ao nível da gestão numa PME Portuguesa, Tampcor, Lda. Para tal foi desenvolvido o presente trabalho em âmbito industrial, numa empresa transformadora de resinas acrílicas, mais concretamente, os denominados “*solid surface*”, identificando as vantagens e desvantagens na utilização dos processos e ferramentas de qualidade, identificando quais as implicações da gestão em todo o processo.

São inúmeras as vantagens que as integrações de sistemas de gestão trazem às organizações, porém implicam disponibilidade financeira, assim como uma constante atualização de acordo com os requisitos normativos e legislativos, o que surge como barreira ao investimento e envolvimento das empresas nesta área. Existem inúmeras dificuldades sentidas pelas organizações, que ao longo dos tempos têm sido barreiras ao investimento e desenvolvimento de processos de qualidade, porém as vantagens ao nível da melhoria de desempenho e do aumento de competitividade justificam o empenho da gestão de topo neste desafio ambicioso. Neste sentido, desenvolve-se o presente trabalho que aprofunda a utilização de ferramentas de qualidade, demonstrando as suas mais-valias, comparando vantagens e desvantagens, justificando a sua utilização e promovendo a aposta da empresa neste sentido. O método selecionado é a AMFE, sendo atualmente utilizada em inúmeras empresas e indústrias, tornando-se imprescindível em todas as fases, desde a planificação, execução e implementação, procurando a excelência e a satisfação do cliente. O método surge como uma solução para problema nas empresas, esta ferramenta possibilita a conceção e o desenvolvimento de produtos e/ou processos, detetando precocemente problemas de qualidade.

Palavras chave: Análise Modal de Falhas e Efeitos (AMFE), Ferramentas da Qualidade, Produção, *Solid Surface*, *Stock*

Abstract

In this thesis develops the theme "Optimising the production process in a small solid surface industry," under the integrated master's degree in mechanical engineering at the Universidade Nova de Lisboa.

It is intended in this work to understand the importance of the issue, know the types and possible integration levels, the advantages and disadvantages of optimization of management systems, as well as implications for management in Portuguese SMEs. This is why we developed this work in industrial sector in an solid surface industrie, in Portugal, identifying the advantages and disadvantages in the use of quality tools and processes, identifying the implications of management throughout the process.

There are many advantages that the management system integrations bring to organizations, but imply the availability of funds, as well as a constantly updated according to the regulatory and legislative requirements, which arises as a barrier to investment and involvement of businesses in this area. There are numerous difficulties experienced by organizations, which over time have been barriers to investment and development of quality processes, but the advantages in terms of performance improvement and competitiveness increase justify the commitment of top management in this ambitious challenge. In this sense, this paper develops that deepens the use of quality tools, demonstrating its added value, comparing advantages and disadvantages, justifying its use and promoting the bet of the company in this direction. The selected method is the FMEA, currently being used in many industries. It's essential at all stages, from planning, execution and implementation, striving for excellence and customer satisfaction. The method appears as a solution in the companies. This tool enables the design and development of products and/or processes and early detecting quality problems.

Keywords: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Tools of Quality, Production, Solid Surface, Stock

Índice Geral

1. Introdução	3
1.1 Contextualização do estudo	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Estrutura da dissertação	5
2. Empresa em estudo	9
2.1 Caracterização	9
2.2 Serviços	9
2.3 Recursos Humanos	10
2.4 A garantia dos materiais	11
2.5 Clientes	12
3. Fundamentos teóricos	15
3.1 O conceito de qualidade	15
3.2 Sistema Português de qualidade	17
3.3 Normas da Série ISO 9000	17
3.4 Garantia da qualidade	18
3.5 A qualidade e a inovação	20
3.6 Economia dos mercados	21
3.7 Ferramentas da qualidade	22
3.7.1 Ferramentas básicas de qualidade	23
3.7.2 Ferramentas de planeamento e gestão	26
3.8 Análise de modos de falha e efeitos	28
3.8.1 O Conceito	29
3.8.2 Objetivos	30
3.8.3 Quando se deve utilizar o AMFE	31
3.8.4 Vantagens da utilização da AMFE	32
3.8.5 Recursos Humanos envolvidos na AMFE	32
3.8.6 Os tipos de aplicação da AMFE	33
3.9 A implementação das ferramentas da qualidade	33
3.9.1 Desafios na aplicação de ferramentas de qualidade	34
3.9.2 O atual paradigma de gestão	35
4. Abordagem experimental	38
4.1 Caracterização dos objetivos experimentais	38
4.2 O sistema de produção	41
4.3 Método experimental utilizado	43
4.3.1 Diagrama de Pareto do total dos modos de falha	44

4.3.2 Diagramas de relações -----	45
4.3.3 Diagramas em árvore -----	48
4.3.4 Aplicação da AMFE ao caso em estudo -----	49
4.3.4.1. Análise qualitativa -----	49
4.3.4.2. Análise quantitativa -----	54
4.3.5 Desenvolvimento da AMFE -----	57
4.3.6 Fase de reavaliação da AMFE -----	59
4.3.7 Fase de melhoria da AMFE -----	60
4.3.8 Fase de avaliação de eficácia das ações corretivas -----	65
5. Conclusões, limitações e perspectivas para trabalhos futuros -----	68
Bibliografia -----	72

Índice de figuras

Figura 2.1: Organograma da empresa Tampcor, Lda. -----	10
Figura 3.1: Ciclo PDCA de Edwards Deming -----	19
Figura 3.2: Exemplo de um fluxograma -----	24
Figura 3.3: Exemplo de um diagrama de Pareto -----	25
Figura 3.4: Exemplo de Diagrama de relações -----	27
Figura 3.3: Exemplo de Diagrama em árvore, desdobramento das causas -----	28
Figura 3.4: Exemplo de Diagrama em árvore, desdobramento das ações de melhoria -----	28
Figura 4.1: Fluxograma do processo de produção da empresa Tampcor, Lda. -----	41
Figura 4.2: Diagrama de Pareto dos modos de falha identificados -----	45
Figura 4.3: Diagrama de relações para MF01, (utilização de consumíveis inadequados) -----	45
Figura 4.4: Diagrama de relações para MF02, (falta de stock de consumíveis) -----	46
Figura 4.5: Diagrama de relações para MF03, (desenhos de produção incompletos) -----	46
Figura 4.6: Diagrama de relações para MF04, (falta de stock de matéria-prima) -----	47
Figura 4.7: Diagrama de relações para MF05, (alteração ao projeto inicial por parte do cliente) -- -----	47
Figura 4.8: Diagrama em árvore para causa, (falta de stock de consumíveis adequados) -----	48
Figura 4.9: Diagrama em árvore para causa, (erro de encomenda ao fornecedor) -----	48
Figura 4.10: Diagrama em árvore para causa, (erro de encomenda do fornecedor) -----	48
Figura 4.11: Disco de lixa multifuros em perfeitas condições, (novo) -----	51
Figura 4.12: Disco de lixa multifuros usado -----	51
Figura 4.13: Disco de lixa multifuros, usado e inutilizado -----	52
Figura 4.14: Diagrama de Pareto da AMFE -----	60

Índice de tabelas

Tabela 3.1: Tabela de dados exemplo para a construção de um diagrama de Pareto -----	25
Tabela 4.1: Total de ocorrências do ano de 2014 para cada modo de falha -----	43
Tabela 4.2: Tabela de dados para a construção do diagrama de Pareto -----	44
Tabela 4.3: Modos de falha e seus efeitos -----	50
Tabela 4.4: Causas origem do modo de falha MF01 – Utilização de consumíveis inadequados --- -----	53
Tabela 4.5: Causas origem do modo de falha MF02 – Falta de stock de consumíveis -----	53
Tabela 4.6: Causas origem do modo de falha MF03 – Desenhos de produção incompletos ----	53
Tabela 4.7: Causas origem do modo de falha MF04 – Falta de stock de matéria-prima -----	53
Tabela 4.8: Causas origem do modo de falha MF05 – Alteração ao projeto inicial por parte do cliente -----	54
Tabela 4.9: Definição do índice de gravidade -----	54
Tabela 4.10: Definição do índice de deteção -----	55
Tabela 4.11: Definição do índice de ocorrência -----	56
Tabela 4.12: Tabela AMFE para o modo de falha – Utilização de consumíveis inadequados --	57
Tabela 4.13: Tabela AMFE para o modo de falha – Falta de stock de consumíveis -----	57
Tabela 4.14: Tabela AMFE para o modo de falha – Desenhos de produção incompletos -----	58
Tabela 4.15: Tabela AMFE para o modo de falha – Falta de stock de matéria-prima -----	58
Tabela 4.16: Tabela AMFE para o modo de falha – Alteração ao projeto inicial por parte do cliente -----	58
Tabela 4.17: Tabela de dados para a construção do diagrama de Pareto -----	59

Capitulo 1

Introdução

1. Introdução

1.1 Contextualização do estudo

Atualmente verifica-se uma evolução ao nível da investigação e da implementação de novos processos ao nível da gestão da qualidade, do ambiente e da segurança/saúde no trabalho. A legislação em Portugal tem sofrido alterações de forma a corresponder às melhores práticas e a promover o cumprimento das normas essenciais ao melhor funcionamento e ao progresso empresarial. A formação base dos técnicos tem sido desenvolvida no sentido de promover competências e ferramentas necessárias ao correto uso dos materiais e maquinaria.

As empresas, atualmente, nos mercados que enfrentam vicissitudes constantes, devem promover a crescente competitividade, utilizando estratégias de gestão que satisfaçam as exigências dos clientes (Qualidade), dos colaboradores (Segurança e Saúde) e da sociedade (Ambiente).

Constata-se atualmente que os mercados apresentam um crescimento constante, atingindo o seu máximo de capacidade rapidamente, sendo necessário manter o nível de competitividade e qualidade ao nível empresarial, a rentabilização dos investimentos e maximização da sua eficiência dos recursos, respondendo de forma adequada ao aumento da exigência por parte dos clientes, caso contrário a manutenção da empresa nos mercados será difícil.

As empresas Portuguesas viam com alguma resistência a implementação de medidas de qualidade e certificação, porém atualmente exige-se uma maior qualidade e performance por parte da indústria. A certificação da qualidade, ambiente e segurança surge como uma resposta, um elemento promotor da relação Cliente/Fornecedor. Hoje, as questões de qualidade e segurança adquirem relevo numa indústria em expansão.

Ao iniciar uma atividade profissional numa empresa em Portugal é possível identificar diversos obstáculos, nomeadamente ao nível da indústria transformadora. A presença destes fatores impede o desenvolvimento da competitividade nesta área, desta forma procurou-se aprofundar o tema levando em consideração que a certificação é acessível e adequada a toda a indústria, melhora substancialmente o seu desempenho, sendo ferramenta essencial em Portugal, assim como urgente uma aplicação de medidas, evitando prejuízos e danos, tanto materiais como pessoais.

Após a presente introdução do trabalho, que nos conduz ao tema central e aos objetivos, será apresentada a empresa Tampcor, Lda, para que seja possível fazer um enquadramento e compreender em que indústria foi desenvolvida o presente trabalho. Para tal, de forma sucinta e

objetiva serão apresentados os pontos-chaves da empresa, nomeadamente, sector de atuação, equipa técnica, formação, clientes, fazendo a ponte para os processos de qualidade e para a abordagem teórica que se seguirá.

Assim, no capítulo seguinte, será desenvolvida a base teórica deste trabalho, todos os seus pontos essenciais. De acordo com a indústria onde é desenvolvido o projeto, serão analisadas as ferramentas adequadas tanto aos processos de qualidade como de segurança e gestão. É importante uma contextualização teórica de todos os aspetos e elementos verificados na prática e que serão alvo de desenvolvimento, ao longo do trabalho.

Desta forma, será assim feita a ponte entre os conhecimentos teóricos e a prática profissional numa indústria transformadora de “*solid surface*”, enquadrando e contextualizando os processos de gestão da qualidade. Da análise de diversos processos estudados, será realizado o estudo que indicará as falhas existentes atualmente em todo o sistema produtivo da empresa e quais as suas causas, também se irão identificar as mais-valias das ferramentas de qualidade, promovendo uma melhor performance da empresa e a satisfação do cliente. As sete ferramentas básicas da qualidade incidem, em especial, para a melhoria dos processos já existentes. Será aplicado a Análise Modal de Falhas e Efeitos (AMFE), uma metodologia analítica utilizada para garantir, a identificação de todos os potenciais modos de falha e causas correspondentes associados ao projeto ou processo de fabrico de um determinado produto. As AMFE's foram utilizadas pela primeira vez na década de 60 (século XX), no sector da indústria aeroespacial e, desde então, o seu uso tem sido progressivamente aumentado. Atualmente, no sector industrial, é fomentada a utilização de AMFE's, durante o desenvolvimento de novos produtos e na introdução de alterações de engenharia, conduzindo à inovação nos processos de fabrico, à redução de custos e à prevenção e a ocorrência de falhas com o produto.

Por fim, será realizada uma análise a todos os elementos do trabalho, os aspetos que foram desenvolvidos, objetivos atingidos ou não concretizados, falhas no processo, conclusões e futuras oportunidades de investigação.

1.2. Objetivos

O objetivo principal do presente estudo consiste na otimização dos processos de produção da empresa Tampcor, Lda., procurando diminuir o tempo de espera por parte do cliente, aplicando as ferramentas da qualidade e a metodologia AMFE.

A principal preocupação, será a compreensão das causas e efeitos das falhas existentes na produção, através da aplicação da metodologia referida. Compreendendo os efeitos das falhas e de que forma afetam o consumidor final, através do serviço prestado, será possível melhorar o

desempenho profissional e a produção. Projeta-se que com o presente trabalho, sejam criadas as bases para uma implementação eficaz da AMFE na empresa. O objetivo principal, com a aplicação desta metodologia, será a identificação das causas raiz e consequente definição de ações corretivas, de forma a maximizar a produção e a reduzir os riscos, danos e reclamações. Sendo a AMFE uma metodologia de carácter preventivo, a sua aplicação irá igualmente permitir à empresa reunir um conjunto de informação (histórico) que a apoiará em possíveis reincidências que possam surgir.

1.3. Estrutura da dissertação

Este documento encontra-se dividido em duas partes principais: uma primeira parte, onde é descrito todo o trabalho de pesquisa bibliográfica; e uma segunda parte, onde os métodos são descritos e aplicados. Assim, segue-se uma breve síntese por todos os capítulos.

Capítulo 1.

Apresenta-se o tema da Dissertação, os objetivos, o motivo de escolha do tema e uma breve referência ao estudo de caso a realizar.

Capítulo 2.

No referente capítulo, será apresentada a empresa em estudo, ou seja, o local onde se realizou o estudo, identificando pontos-chave, elementos essenciais e aspetos fundamentais ao projeto.

Capítulo 3.

Serão desenvolvidos os fundamentos teóricos, o tema da dissertação tendo por base literatura de vários autores e os conhecimentos teóricos obtidos ao longo da formação.

Capítulo 4.

Demonstra-se a aplicação prática, dos conceitos teóricos implementados na referida empresa. Foram aplicadas ferramentas de gestão da qualidade ao sistema produtivo implementado na Tampcor, identificando lacunas do sistema. Apresenta-se ações que visam um melhor desempenho e superação de falhas encontradas.

Capítulo 5.

Neste capítulo apresenta-se as conclusões retiradas sobre o tema da dissertação tendo por base o estudo efetuado. Deixam-se igualmente algumas sugestões para trabalhos futuros.

Capitulo 2

Empresa em estudo

2. Empresa em estudo

2.1 Caracterização

A Tampcor é uma empresa sediada no Concelho de Cascais, desde 1995, que se dedica à transformação e à conceção de diversos projetos de acabamentos de interiores e exteriores, em espaços comerciais, habitacionais ou empresariais, utilizando como matéria-prima, materiais compósitos como o Corian[®], Hi-Macs[®] entre outros.

A sua atividade desenvolve-se, essencialmente em Portugal, porém o mercado estrangeiro tem sido uma aposta nos últimos cinco anos, procurando a exportação de produto final, apresentando-se atualmente no mercado como um impulsionador, conciliando a transformação com o produto acabado que o cliente procura, permitindo um contacto direto com o consumidor final.

A Tampcor tem como principal objetivo a satisfação do cliente, para tal, tem investido em profissionais qualificados, com uma experiência no sector, procurando a aquisição de nova tecnologia e formação constante de forma a dar resposta às diversas exigências do consumidor.

Ao longo destes vinte anos de funcionamento tem expandido o negócio, contando atualmente a empresa com quatro técnicos e superiores na conceção e produção.

2.2 Serviços

A Tampcor é uma empresa transformadora de resinas acrílicas utilizando nos seus trabalhos materiais como o Corian[®], Hi-Macs[®], entre outros “*solid surfaces*”, para várias utilizações em acabamentos de infraestruturas habitacionais, comerciais, empresariais e ainda em exteriores. Ao longo dos anos tem desenvolvido a produção e transformação, procurando novos materiais na área dos acrílicos e projetos inovadores, como execução de mobiliário.

A transformação é realizada na fábrica, sendo o produto transportado e instalado no local da obra, pelos técnicos, supervisionados pelo engenheiro mecânico ou arquiteto destacado para a mesma. Com a evolução do mercado e as necessidades dos clientes, que cada vez mais procuram um produto final e acabado, a transformação tem sofrido alterações, sendo necessário, em muitos projetos, iniciar e terminar o produto em fábrica para que seja entregue embalado ao cliente final. Devido ao aumento da exportação, também existiu uma adequação da produção a esse facto, havendo de momento uma equipa que trabalha nessa área, realizando o produto desde a sua planificação até à entrega final na transportadora, para que possa ser enviado em

condições para ser recolhido pelo cliente final ou noutros casos, para que uma equipa da Tampcor se desloque ao local onde irá ocorrer o projeto, para que possa finalizar o processo no local.

2.3 Recursos Humanos

A Tampcor iniciou a sua atividade com dois sócios gerentes e dois técnicos sem formação especializada, com alguns conhecimentos técnicos sobre os materiais e a sua aplicação. A empresa e a indústria transformadora neste sector evoluíram, tendo entrado um novo sócio-gerente, permanecendo atualmente como o único gerente da mesma. O novo gerente possui formação em desenho técnico e especialização nos denominados “*solid surface*”, com muitos anos de experiência neste sector. Os técnicos a trabalhar na produção e transformação iniciaram formação específica e foram contratados técnicos com conhecimentos e especializados nestes materiais. Com as exigências do mercado, a elevada necessidade de satisfação do cliente, a empresa procurou melhorar o seu desempenho ao nível da transformação, contratando um engenheiro mecânico, responsável pela área da produção. No mercado atual, o cliente final procura um contacto mais próximo com a indústria transformadora, trazendo projetos próprios ou ideias que quer desenvolver, surgindo a necessidade da empresa desenvolver um gabinete de projeto, com um arquiteto e designers subcontratados, para que se pudesse dar uma resposta adequada às novas necessidades do mercado.

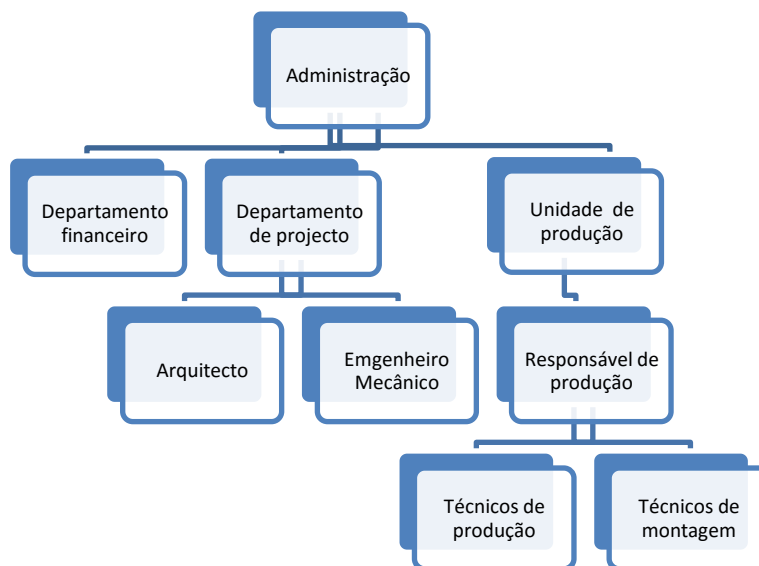


Figura 2.1: Organograma da empresa Tampcor, Lda.

2.4 A garantia dos materiais

O Corian® é um produto do grupo DuPont™. A marca desenvolveu uma rede de qualidade, com os seus parceiros industriais, centrado na preocupação de um melhor fornecimento, exigindo padrões de instalação e serviço. A rede de qualidade visa assegurar a satisfação total do cliente com os seus produtos Corian®. Os membros que integram a rede de qualidade Dupont™ asseguram que os clientes têm acesso aos produtos e serviços, com a máxima qualidade, em qualquer ponto do mundo.

A rede de qualidade promove processos de avaliação e programas de treino, das várias áreas de intervenção desde o fabrico, a instalação, reparação e manutenção da Corian®. Os parceiros na rede de qualidade têm de garantir a implementação do programa de garantia do produto durante dez anos. A proteção de garantia está organizada por dois níveis, ao nível do produto e ao nível da instalação. A garantia do produto ressalva um padrão para todos os produtos Corian®, garantindo a ausência de defeitos de fabrico, durante dez anos após a sua aquisição. Ao nível de cobertura superior, a garantia de instalação limitada, encontra-se disponível quando o fabrico e a instalação são realizados por um parceiro industrial, certificado e corretamente avaliado. Esta expande a garantia do produto e assegura ainda que o fabrico e a instalação são executados sem anomalias ou defeitos.

É importante que os transformadores de Corian® cumpram os requisitos e preencham os parâmetros necessários para se tornarem um parceiro industrial. O processo pode ser iniciado a pedido de uma empresa transformadora da matéria-prima. Após este primeiro passo, receberá a formação da DuPont™, podendo posteriormente candidatar-se ao grupo da rede de qualidade. Após adesão ao programa e rede, a empresa será sujeita a uma inspeção de dois dias, que analisará as instalações, maquinaria e os técnicos. O processo é finalizado com a avaliação do serviço de certificação, para tal é necessário que a empresa transformadora apresente uma peça executada em Corian®, demonstrando a correta execução da técnica e qualidade exigida. Após conclusão de todo o processo de avaliação com resultados positivos, é assinado o contrato final entre a DuPont™ e o parceiro industrial Corian®. A todos os parceiros é atribuído um número QN (*Quality Network*) único e intransmissível, com validade a nível mundial.

2.5 Clientes

O mercado que procurava a indústria transformadora de resinas acrílicas, “*solid surfaces*”, à cerca de dez anos atrás, era apenas o das casas de cozinha e da área do banho, solicitando bancadas, forros de parede, cubas, lavatórios de casa de banho, bases de duche, banheiras, etc. Com o mercado em expansão, surgem novas áreas de negócios, atualmente a Tampcor além de colaborar com diversas casas de cozinha e de banho, tem como clientes gabinetes de decoração e arquitetura, construtoras, designers, pequenas e grandes superfícies comerciais e clientes finais.

Capitulo 3

Fundamentos teóricos

3. Fundamentos teóricos

3.1 O conceito de qualidade

“Qualidade é acertar à primeira no prazo previsto, sempre, porque fazer de novo custa dinheiro.”

J. Oaklan

O termo qualidade tem evoluído, sendo atualmente de uso corrente e uma preocupação constante nas empresas. O seu uso generalizado levou a uma utilização em diversos contextos e ao surgimento de conceitos como qualidade de produto, qualidade de serviço, qualidade de ensino, qualidade de vida, entre outros utilizados no quotidiano empresarial, mas também ao nível das rotinas diárias. Com o uso destes termos no quotidiano, as pessoas adquiriram uma nova perspetiva e noção de serviço/produto, tornando-se cada vez mais exigentes e sensíveis para pormenores anteriormente pouco significativos e que raramente eram contemplados nas empresas, assim como nas escolhas pessoais.

A qualidade, é em muitos casos da indústria em Portugal, uma forma de atuar, para uma permanente obtenção de melhores resultados. Existe uma constante preocupação com um melhor desempenho de cada elemento interveniente no processo. O processo de qualidade deve, em última instância, estar orientado para o cliente, uma vez que é para ele e para a satisfação das suas necessidades, que a empresa procura a sua melhor performance.

É importante neste ponto fazer uma breve reflexão sobre a evolução do processo e conceito de qualidade, para que se possa compreender de que forma teve relevância ao longo dos tempos e de que modo foi sendo melhorado.

A qualidade é um conceito em constante evolução, até ao século XIX a qualidade era baseada no autocontrolo dos produtos, ou seja, uma visão centrada no elemento produto, um entendimento “minimalista” e conservador. A revolução industrial deu origem à produção em série, e conseqüentemente à necessidade do controlo de qualidade, alargando o entendimento outro ora reduzido, para um novo paradigma. Este, tal como é entendido nos nossos dias, teve o seu início nos anos 30, nos Estados Unidos, com a aplicação industrial através do gráfico de controlo criado por Walter A. Shewhart. Este método, através da interpretação gráfica, foi proposto de forma a analisar os dados resultantes de inspeção, detectando e corrigindo os produtos com defeito, atempadamente, de forma a que pudessem ser substituídos. Surge uma maior prevenção dos problemas relacionados com a qualidade. Denota-se uma preocupação crescente com a forma como se processa a informação, com uma visão dirigida para a optimização da produção, com um fim destinado ao melhoramento do produto.

Com o evoluir da revolução industrial, surge o desenvolvimento de ferramentas de trabalho e de sistemas de unidade de medida, sendo o controlo de qualidade adoptado em diversos países ao nível mundial. Em 1935, E.S. Person elabora trabalhos de controlo de qualidade como base para a elaboração de padrões normativos, a utilizar em Inglaterra. A conceptualização constante de novas abordagens, expande o campo de atuação e reconduz a novos paradigmas, com objetivos não construídos anteriormente. A par da evolução em Inglaterra, nos Estados Unidos, os procedimentos de qualidade estavam a ser adoptados enquanto normas. Com o aumento da concorrência, as empresas implementaram a Garantia da Qualidade como forma de reduzir custos e melhorar os produtos em função do cliente. A visão ampliada do conceito, englobando o mercado e a sociedade.

É a partir de 1946, numa época de pós-guerra e forte expansão de mercados, com uma constante necessidade de inovação e crescimento, que se desenvolve no Japão os programas de formação e controlo de qualidade. O *Total Quality Management – TQM* é um conceito de controle que atribui a responsabilidade de forma a atingir padrões de qualidade. Baseado na qualidade total e centrado no *empowerment*, promovendo o envolvimento e a co-responsabilidade na gestão, priorizando a qualidade, com o seu foco no cliente e no seu bem-estar. Perante a situação macroeconómica e o contexto social da época, construiu-se uma visão de envolvimento dos recursos humanos, procurando as melhores soluções com vista à solução das preocupações do mercado. O *empowerment* traz diversos benefícios, tanto para a empresa quanto para os clientes, através da economia de tempo e dinheiro, mantendo a satisfação do cliente.

É importante reflectir sobre os aspectos que actualmente influenciam o desempenho das organizações e a sua qualidade, assim encontramos os seguintes elementos:

- Aumento da concorrência
- Aumento das exigências dos clientes
- Troca de mercadorias a nível mundial com segurança, rapidez e economia
- Exigências dos mercados externos

Tornando-se essencial estipular padrões de qualidade, para que melhore continuamente a qualidade dos produtos, aumentando a satisfação dos clientes, reduzindo custos de produção e tornando a empresa mais competitiva.

3.2 Sistema Português de qualidade

Em Portugal é desenvolvido e implementado o Sistema Português da qualidade (SPQ). Este é constituído por um conjunto de entidades que dinamizam e participam na temática da Qualidade, seguindo princípios, regras e procedimentos aceites internacionalmente, congregando esforços para a dinamização da qualidade em Portugal. O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é a entidade responsável pela coordenação geral do SPQ, assegurando o seu desenvolvimento. Num mundo interligado ao nível empresarial, é cada vez mais urgente a conceptualização de um sistema que garanta a qualidade, interna e externa.

Atualmente, o sistema engloba três subsistemas, com o objetivo de um desenvolvimento sustentado do país e ao aumento da qualidade de vida da sociedade em geral (Artigo 4º do Decreto-Lei n.º 71/2012 de 21 de março). O primeiro subsistema é o da normalização, que visa apoiar a elaboração de normas e outros documentos de carácter normativo de âmbito nacional, europeu e internacional, envolvendo todas as partes interessadas. O segundo subsistema, é o de metrologia que garante o rigor e exatidão das medições realizadas; assegura a sua comparabilidade e rastreabilidade; a realização, manutenção e desenvolvimento de padrões das unidades de medida. Por fim, o subsistema de qualificação, que tem como objetivo o reconhecimento da competência técnica de entidades para atuarem no âmbito do SPQ, bem como a avaliação e demonstração da conformidade das atividades, seus agentes e resultados com requisitos previamente definidos.

O SPQ tem como princípios orientadores, a credibilidade e transparência, em todo o seu procedimento e modo de atuação. Abrange, atualmente todos os setores de atividade. Preocupando-se com o desenvolvimento da sociedade e questões de igualdade, contribuindo para a igualdade entre mulheres e homens, certificando-se que a adesão ao SPQ implica o cumprimento das exigências e regras estabelecidas. Sendo a adesão livre e voluntária, pois cada entidade decide sobre a sua adesão ao SPQ.

3.3 Normas da Série ISO 9000

ISO é a nomenclatura utilizada e significa Organização Internacional para Normalização (*International Organization for Standardization*), com sua sede em Genebra, Suíça. A sigla ISO é uma referência à palavra grega ISO, que significa igualdade.

As normas ISO visam desenvolver e promover, normas e/ou padrões mundiais, de forma consensual com os diferentes países do mundo, facilitando o comércio internacional. Atualmente as medidas ISO estão implementadas em 130 países.

A série ISO 9000 é composta por três normas, a ISO 9000, 9001 e 9004. Estas são distintas entre si. As regras e os padrões da gestão da qualidade e garantia da qualidade são complementares aos padrões do produto, visando uma melhor performance e desempenho por parte da empresa, garantindo a qualidade e o serviço, com os melhores resultados para o cliente. A série é composta pelas três normas, com conteúdo distinto. A ISO 9000 engloba os fundamentos e vocabulário; a ISO 9001 desenvolve sistemas de gestão da qualidade e os seus requisitos; a ISO 9004 sistematiza os sistemas de gestão da qualidade, através de um guia para uma melhor performance. Desta forma, podemos entender as ISO 9000 e a ISO 9004 como guias e a ISO 9001 como uma síntese dos requisitos do sistema da qualidade.

As normas ISO trouxeram para as empresas uma maior possibilidade de participação nos mercados, promovendo uma maior satisfação do cliente. Para que a empresa atinja os seus objetivos, a implementação das normas permite uma redução de custos aliada a uma melhoria na produção, tornando a empresa mais competitiva e com maior margem de lucro. Da mesma forma, permite ao cliente uma maior confiança no produto adquirido, a um preço mais acessível. Numa Europa cada vez mais liberal e focada no sucesso macroeconómico, a qualidade torna-se um dos pontos principais para as empresas. A satisfação do cliente é o objetivo último das normas ISO, promovendo um atendimento rápido e eficiente em caso de reclamação ou descontentamento do cliente.

3.4 Garantia da qualidade

A garantia da qualidade dos produtos é obtida através da prudência contra falhas, tanto materiais como humanas. A questão central é porque faltam os processos? Como controlar e minimizar essas falhas? Qual o foco da questão? Por motivos vários como falta de formação, inexperiência, más condições de trabalho, problemas com os materiais, percalços na produção, as empresas lidam diariamente com o insucesso na produção.

De acordo com Silva (2002), existem várias formas de garantir a qualidade pretendida dos produtos, conforme a perspectiva adotada, seja na ótica do utilizador, pessoa singular ou coletiva, seja na perspectiva do produtor, pessoa coletiva privada ou pública.

Atualmente o cliente pode certificar-se e garantir a qualidade dos produtos, através de auditorias ao sistema de gestão de qualidade dos fornecedores; as triagens efetuadas ao serviço de receção ou ainda à garantia concedida pelos fornecedores.

Para este autor, garantir a qualidade, na perspetiva do produtor, implica ter em conta a existência de uma função qualidade obtida a partir da expressão da função da procura da teoria Microeconómica:

$$V=f(P,R)$$

- V representa o volume de vendas
- P o preço do bem ou do serviço
- R o rendimento do comprador,
- Incluindo a qualidade (Q) nesta função $V=f(P,Q,R)$.

A garantia da qualidade pode ser alcançada através do ciclo PDCA, (*Plan-Do-Check-Adjust*), de Edwards Deming que corresponde ao ciclo de melhoria contínua, ou seja, preocupação permanente com a qualidade dos produtos e serviços prestados.

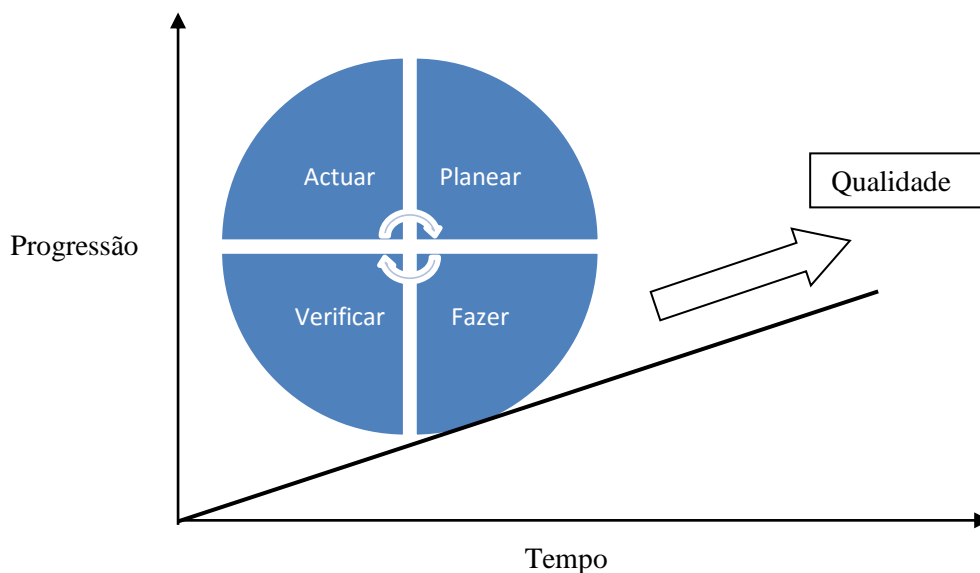


Figura 3.1: Ciclo PDCA de Edwards Deming

3.5 A qualidade e a inovação

O aumento da competitividade é um fator em expansão na sociedade atual e na indústria. Este aumento impõe padrões de exigência, de qualidade e de performance crescentes a todos os intervenientes no processo. A qualidade tornou-se numa característica da sociedade atual, sempre presente na atuação dos cidadãos e das instituições, com atualização constante e que merece uma especial atenção por parte dos empresários. Surge desta forma uma nova visão, menos minimalista e conservadora, dirigida para objetivos macroeconómicos e expansionistas.

Os conceitos da qualidade e da inovação estão correlacionados, tornando-se interdependentes em maior parte dos contextos.

É importante investir em novas ideias e conceitos, desenvolvendo de forma sistemática e sustentada, reforçando a vantagem competitiva e o posicionamento da empresa no mercado. Deve existir uma promoção da gestão de circulação e transferência de conhecimento entre a organização e os seus membros, estimulando o envolvimento da equipa assim como de todos os que se relacionam com a empresa. O objetivo máximo é sempre a satisfação das necessidades dos clientes, fornecendo produtos com garantias de qualidade, otimizando o processo de produção com a implementação de nova tecnologia, inovando nos métodos e assegurando a fidelidade e satisfação dos consumidores. A promoção da qualidade, tanto do produto como das metodologias/processos de trabalho, assim como uma plena utilização de recursos técnicos e humanos, visam uma melhoria contínua do produto, mas também dos serviços prestados. Assegurar uma elevada competência de todos os colaboradores, um melhor desempenho, o seu desenvolvimento técnico e uma prestação correta na relação com o cliente, são elementos essenciais para a promoção e desenvolvimento, tanto da satisfação dos funcionários nas relações entre si, mas também com o cliente e os colaboradores.

Cada vez mais atual, são os conceitos de crescimento e desenvolvimento sustentado, as empresas vêm as mudanças como oportunidades de crescimento, de aumento da produtividade e qualidade dos seus serviços, de forma a aumentar o volume de negócio, mas também as margens de lucro, utilizando corretamente os recursos e a capacidade de produção. Apostar em soluções inovadoras é a atitude necessária para que as empresas possam responder de forma satisfatória às necessidades dos clientes. Numa visão liberal dos mercados, compete cada vez mais às empresas a sustentabilidade do sistema, a garantia da qualidade e uma melhor prestação de serviços.

Por fim é essencial uma avaliação sistemática do desempenho do sistema e dos processos, a empresa deve-se comprometer com a qualidade, sendo a sua prioridade máxima a satisfação do cliente.

3.6 Economia dos mercados

Antes de se iniciar uma abordagem às ferramentas da qualidade, considera-se importante explorar de forma sucinta e breve a economia dos mercados, ou seja, de que forma os mercados se movem, que fatores os influenciam e de que forma as empresas devem estar preparadas para uma resposta rápida e eficaz às novas exigências dos mercados.

Na economia de mercado, os indivíduos dedicam-se ao comércio, fornecendo bens e serviços a outros, recebendo igualmente bens e serviços. Desta forma, há ganhos a partir do comércio, as pessoas adquirem os bens e os serviços em maior quantidade do que seria necessário para a sua autossuficiência, produzindo, efetuando trocas, obtendo lucro. É importante então que as empresas, conhecendo estes fatores se especializem. Alguns autores mais liberais, tais como Friedman, correlacionam diretamente as empresas e os mercados, sem intervenção estatal, promovendo uma maior atuação empresarial. O aumento dos outputs deve-se à especialização, cada empresa especializa-se numa atividade, a que melhor desempenhar, assim a economia, como um todo, consegue produzir mais, os mercados movem-se para o equilíbrio, apenas pela atuação das empresas, sem outros intervenientes. Os recursos devem ser utilizados o mais eficientemente possível, para que sejam atingidos os objetivos da sociedade. Sabendo que a sociedade apresenta desejos ilimitados, é importante que uma economia faça o melhor uso dos seus recursos limitados, a eficiência irá corresponder à utilização efetiva dos recursos da sociedade na satisfação do que procuram.

Se a empresa reconhece que tem uma vantagem comparativa na produção de um dado produto/serviço deve especializar-se na produção desse mesmo produto. Ao especializar-se na produção de bens em que tem vantagem comparativa e ao comercializa-los, este comércio permite que os indivíduos expandam as suas fronteiras de possibilidades de produção, desta forma, a empresa está a utilizar com vantagem as suas capacidades ou recursos específicos de que dispõe. Para que tal seja possível a empresa deve fazer uma aposta, inovando e desenvolvendo as suas ferramentas de qualidade, tornando-se especializada e competitiva, oferecendo um produto/serviço de qualidade superior, tal como exigido pela sociedade.

Sem a especialização e um sistema eficaz de controlo da qualidade na produção, a empresa é facilmente ultrapassada nos mercados, surgindo o efeito da substituição. Quando um preço de um bem aumenta, é naturalmente substituído por outros produtos similares, ou seja, o preço do bem que deixa de ser consumido aumenta e a quantidade procurada do outro produto também aumenta. As empresas têm de considerar um melhor preço de produção para que possam ser competitivas e mantenham o seu lugar no mercado.

Sabendo que a alteração dos gostos na sociedade é bastante variável, a empresa deve estar em constante atualização, procurando as melhores soluções produtivas e a melhor resposta às solicitações dos clientes, através do uso correto, nomeadamente no controlo de qualidade dos seus produtos.

3.7 Ferramentas da qualidade

“Noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas.”

Kaoru Ishikawa

Para que a empresa atinja os seus objetivos ao nível da qualidade é necessário a implementação de ferramentas de qualidade, mecanismos que possibilitam a minimização de defeitos nos produtos, um melhor rendimento de produção, diminuindo custos e consequentemente aumentando a margem de lucro e uma maior satisfação por parte dos clientes. É essencial que a empresa identifique e defina os problemas a resolver, sistematize as possíveis causas e desenvolva uma eficaz resolução do problema, desde a sua planificação, o seu desenvolvimento e implementação.

Como apresentado anteriormente, o processo de qualidade e desta forma, todas as ferramentas que o possibilitam, têm sofrido alterações e uma evolução constante durante todo o século XX e também neste início de século XXI. Uma expansão dos meios tecnológicos e a inovação ao nível dos materiais, possibilita novos horizontes e metas. A expansão tecnológica é umas das principais promotoras dos mercados, centro de investimento empresarial e enfoque no desenvolvimento da qualidade. É prioridade máxima nas empresas, atualmente, a dinamização e o aperfeiçoamento dos seus mecanismos de qualidade, envolvendo toda a equipa técnica, estimulando o *empowerment*, a competitividade positiva e a inovação. O processo de qualidade não pode ser um recurso individual, planeado e executado apenas por um elemento ou a direção, tem de envolver todos os recursos humanos da empresa, num processo criativo e de procura de novas soluções, estimulando o envolvimento, a interajuda e as relações na equipa, procurando os melhores resultados.

3.7.1 Ferramentas básicas de qualidade

Ferramentas de qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, analisar e indicar soluções para problemas, que eventualmente possam ser encontrados e que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho e de produção.

Fluxograma

Um fluxograma é uma das ferramentas mais utilizadas e conhecidas no âmbito dos processos de qualidade, praticamente indispensável nas empresas atualmente. Este tem vindo a ser muito utilizado em fábricas e indústrias para a organização de produtos e processos. É um diagrama que tem como finalidade representar processos ou fluxos de materiais e operações, ou seja “permite ilustrar de forma ordenada as diversas etapas, entradas e saídas que, de forma sequencial, vão contribuindo para a obtenção de um determinado produto” (Pereira e Requeijo, 2012). O fluxograma representa, de forma dinâmica, não de forma estrutural ou funcional, a organização (programação estruturada), porém, neste caso ele possui algumas representações próprias. O fluxograma é fundamental para simplificação e racionalização dos processos de produção, permitindo um esquema adequado, uma execução adequada dos métodos ou dos processos da empresa. O fluxograma é a ferramenta adequada para um estudo adequado do funcionamento da estrutura empresarial.

A utilização de um fluxograma apresenta as inúmeras vantagens para a empresa, facilitando a organização do seu raciocínio, pois o fluxograma é um método mais representativo que um processo escrito. Ao nível da produção e da gestão de recursos facilita a elaboração das atividades e tarefas, identificando pontos de estrangulamento e atividades que não agregam valor. Através do uso desta ferramenta a empresa localiza de forma mais eficiente elos e elementos desconexos ou perdidos, fazendo um controlo adequado dos processos. Para que o processo de qualidade seja concluído com sucesso, através do fluxograma é ainda possível conceptualizar pontos de verificação, registo, arquivo, entre outros elementos chave e essenciais à produtividade e à eficiência.

O Fluxograma constitui desta forma uma representação gráfica da sequência das atividades de um processo ou das tarefas de uma atividade.

Desenvolve as etapas de uma forma simples, possibilitando uma visão global do sistema em causa e a deteção de repetições.

- **Elipse:** indica o início ou o fim do processo
- **Retângulo:** identifica uma atividade ou tarefa
- **Losango:** indica as atividades ou tarefas com tomada de decisão
- **Seta:** indica o sentido do fluxo



Figura 3.2: Exemplo de um fluxograma.

Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto está incluído no conjunto das ferramentas básicas da qualidade e foi desenvolvida por Vilfredo Pareto (1848-1923). Como economista, Pareto observou que apenas um número muito reduzido de pessoas possuía grande parte da riqueza existente. Joseph Juan adaptou este princípio à gestão da qualidade considerando que 80% dos problemas existentes num processo produtivo são causados por 20% das causas passíveis de os provocar (Pereira e Requeijo, 2012).

Esta ferramenta corresponde a um gráfico de frequências das ocorrências, o qual demonstra a contribuição relativa de cada causa para o problema em análise. Assim uma das características deste diagrama é o de permitir a identificação das principais causas na ocorrência de um determinado problema, possibilitando estabelecer prioridades de atuação, evitando o desperdício de recursos na resolução de causas pouco relevantes para o problema.

A este diagrama também se costuma chamar diagrama 80-20, sendo também possível fazer uma análise ABC, ou seja, os diferentes tipos de defeitos são classificados em classes. A classe A, classifica os defeitos de grande relevância e que representa 20% das causas que originam cerca de 80% dos problemas, a classe B, de média relevância refere que 30% das causas seguintes produzem 15% dos efeitos e a classe C, de pequena relevância, indica que os

restantes 50% das causas são responsáveis por apenas 5% dos efeitos (Pereira e Requeijo, 2012).

Tabela 3.1 – Tabela de dados exemplo para a construção de um diagrama de Pareto.

Tipo de defeito	% Acumulada (defeitos)	Nº não conformidades (frequência absoluta, fa)	Nº acumulado não conformidades (frequência absoluta acumulada, Fa)	% ocorrências de não conformidades (frequência relativa, fr)	% acumulada de não conformidades (frequência relativa acumulada, Fr)
R1	7,14	195	195	20,74	20,74
R2	14,28	180	375	18,22	38,98
R3	21,42	150	525	15,18	54,16
R4	28,58	140	665	14,17	68,33
R5	35,72	125	790	12,65	79,98
R6	42,88	55	845	5,57	85,55
R7	50,02	50	895	5,06	90,61
R8	57,18	30	925	3,04	93,65
R9	64,32	25	950	2,53	96,18
R10	71,48	20	970	2,02	98,20
R11	78,62	10	980	1,01	99,21
R12	85,78	5	985	0,51	99,72
R13	92,92	2	987	0,20	99,92
R14	100,08	1	988	0,10	100,02

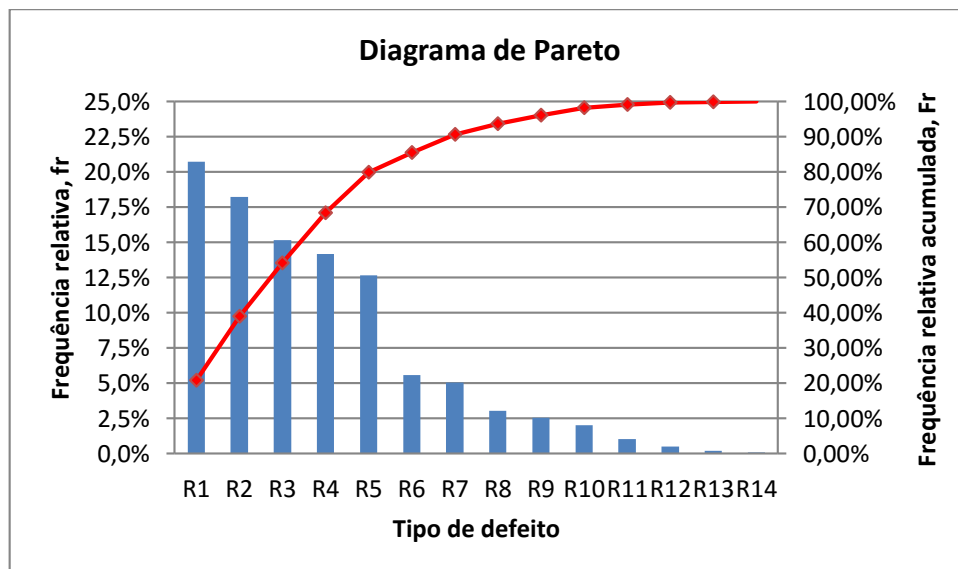


Figura 3.3 – Exemplo de um diagrama de Pareto.

3.7.2 Ferramentas de planeamento e gestão

Atualmente, o grande desafio para as empresas com participação ativa e destacada no mercado, com grande necessidade de mudança é sem dúvida determinar a sua estratégia, de que forma a devem executar, tornando-se essencial orientar a organização e objetivos, com os processos de negócio, para que se atinga um melhor controlo interno e uma gestão do desempenho mais eficiente.

Desta forma, as empresas conceptualizam e desenvolvem a criação de ferramentas e sistemas de controlo, de forma a retirar uma melhor utilização das suas funcionalidades. Deve ser reconhecido como elemento essencial ao sucesso, a capacidade de resposta adequada às expectativas dos mercados e da sociedade. As ferramentas devem ter como principal objetivo, a análise detalhada dos resultados, sendo, no entanto, importante que o mecanismo seja acessível na sua utilização por todos os utilizadores, desde a partilha à realização de relatórios sobre os dados obtidos, o que permite acompanhar a evolução de todo o processo.

Diagrama de relações

O diagrama de relações apresenta os diversos fatores ou itens relevantes numa situação ou problema complexo com o qual a empresa se confronta. Este indica as relações lógicas entre os mesmos por meio de setas. O diagrama facilita a compreensão da situação, de forma ampla e aprofundada, recorrendo à identificação de fatores e de soluções adequadas para o problema complexo.

Esta ferramenta deve ser utilizada preferencialmente em empresas que apresentem uma equipa multidisciplinar ou com vários departamentos, sendo o número ideal de pessoas envolvidas no processo entre quatro a seis pessoas no mínimo, para que seja possível uma adequada partilha de ideias. A equipa formada deve identificar o centro da questão e qual o tema sobre o qual será construído o diagrama. É importante proceder a uma análise correta das ideias recolhidas, dos tópicos chave, identificando pontos repetidos, elementos que estejam errados, pontos positivos e negativos. Devem ser encontrados pontos de relação, causa-efeito, relacionando todos os elementos.

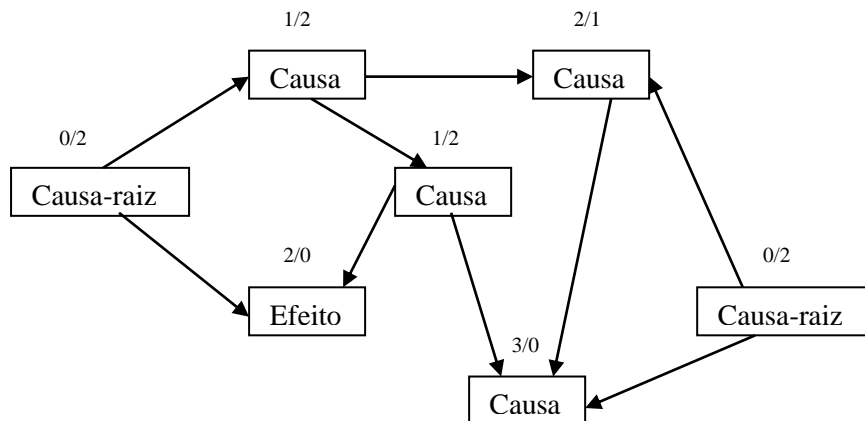


Figura 3.4: Exemplo de Diagrama de relações

Diagrama em árvore

O diagrama em árvore reestrutura um objetivo primário em vários objetivos secundários de forma a definir ações mais concretas e executáveis, permitindo atingir o objetivo primário que se procura, isto no lado dos recursos e das ações a melhorar. Mas também pode ser utilizado para efetuar o desdobramento das causas geradoras de resultados indesejáveis.

Para a sua realização deve ser definido um objetivo principal, este deve estar corretamente delineado, sistematizado e de forma clara. De seguida, devem ser planeados os meios para atingir o objetivo principal. Sendo difícil concretizar os meios para atingir automaticamente o objetivo principal assim sendo, é importante que se estabeleçam objetivos secundários, terciários, ou mais níveis, criando etapas desde os meios, passando pelos vários subníveis de objetivos definidos até que por fim se obtém o objetivo principal. Possibilita desdobrar o objetivo, repetidamente, até se chegar a ações executáveis.

É uma ferramenta muito eficaz, permitindo o mapeamento detalhado dos vários trajetos a serem percorridos para alcançar o objetivo e assim definir uma estratégia.

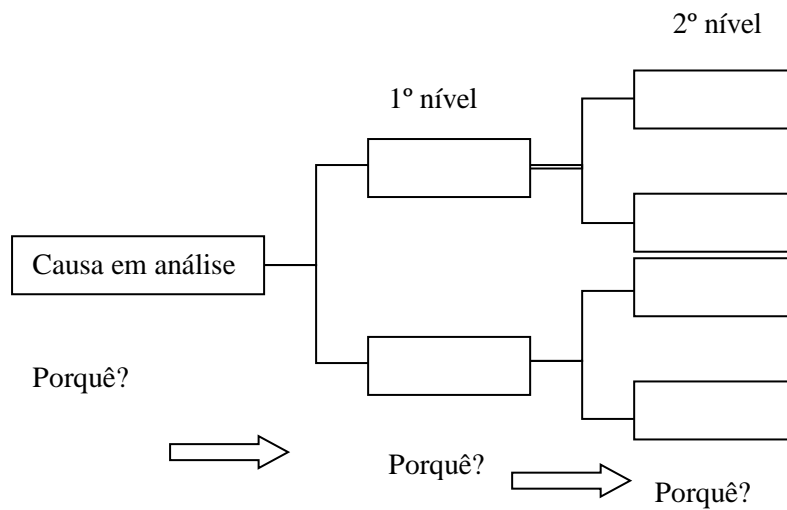


Figura 3.5: Exemplo de Diagrama em árvore, desdobramento das causas

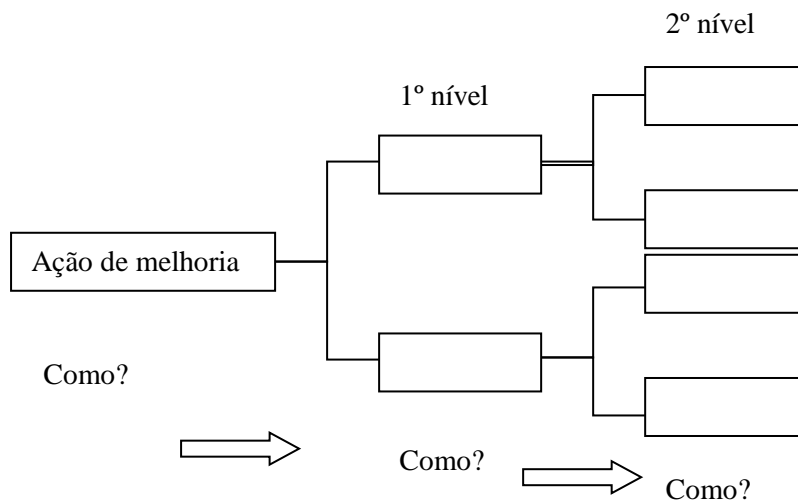


Figura 3.6: Exemplo de Diagrama em árvore, desdobramento das ações de melhoria

3.8 Análise de modos de falha e efeitos

“Método indutivo que permite analisar para cada componente de um sistema de uma forma sistemática os vários modos de falha que poderão ocorrer, as suas causas e os seus efeitos no funcionamento e segurança.”

(Sobral & Abreu, 2013)

A metodologia da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE) foi utilizada pela primeira vez (desde que há referência) em 1949. Nesta altura o exército dos EUA desenvolveu um procedimento militar denominado de “*Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*” (Procedimentos para Realização de Análises do Modo, Efeitos e Criticidade da Falha). Esta era uma técnica de avaliação que aferia o efeito das falhas num sistema ou num equipamento. Todos os erros encontrados eram classificados de acordo com o seu impacto no sucesso da missão e na segurança do pessoal e equipamento.

Já na década de 60, será a indústria aeroespacial através da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), que inicia a sua aplicação, alterando o seu uso inicial de acordo com as necessidades da indústria. A NASA recorre à AMFE no desenvolvimento do programa espacial *Apollo*, com o objetivo de eliminar falhas nos seus equipamentos, pois se estes ficassem danificados após o lançamento, estariam impossibilitados de ser reparados, comprometendo a eficácia do sistema e a segurança da tripulação.

Uma década depois, já nos anos 70, a Ford Motor Company inicia o uso generalizado desta metodologia, na concepção dos seus produtos e serviços. Esta surge como uma solução perante problemas encontrados, nomeadamente em situações de colisão traseira, que podiam causar a danificação do tanque de combustível, trazendo como consequência o incêndio do veículo e o perigo para os ocupantes. Esta solução foi essencial para o desenvolvimento da marca Ford, conferindo a eficiência e segurança aos produtos, ganhando a confiança do consumidor e indo ao encontro das necessidades do mercado.

Inicialmente aplicada na área militar, porém com um imenso potencial a desenvolver, a AMFE é actualmente utilizada por diversas empresas e indústrias, sendo esta imprescindível em todas as fases, desde a planificação, execução e implementação, procurando a excelência e a satisfação do cliente.

3.8.1 O Conceito

Segundo Stamatis (2003), a gestão da qualidade tem vindo, desde o início do século passado, por contínuos e gradativos aprimoramentos no desenvolvimento e aplicação de novos métodos. A Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos permite analisar, para cada componente de um sistema, os vários modos de falha que poderão ocorrer, as suas causas e os seus efeitos no funcionamento e segurança do sistema (Sobral & Abreu, 2013). É um método utilizado para

definir, identificar e eliminar falhas conhecidas e/ou potenciais, problemas e erros de um sistema, projeto, processo e/ou serviço, antes que chegue ao consumidor (Stamatis, 2003).

De acordo com Moura (2000) esta ferramenta assenta num conjunto de objetivos, tais como, o reconhecimento e a avaliação da falha potencial de um produto, do processo e os seus efeitos; identificar as ações que podem eliminar ou reduzir a hipótese do modo de falha potencial vir a ocorrer e por fim, documentar o processo de análise.

Através deste método, os produtos, processos ou mesmos os serviços são desenvolvidos, de forma a ser possível identificar quais os seus possíveis modos de falha, quais os efeitos e as causas que possam estar na sua origem, após estas estarem determinadas são classificadas com base probabilística de ocorrência. O método analisa também a gravidade dos efeitos e a eficácia da deteção do método de controlo. Esta técnica utiliza parâmetros quantitativos, sendo atribuída uma pontuação (1 a 10), a cada parâmetro avaliado. Por fim, os parâmetros devem ser multiplicados entre si, sendo o resultado obtido o indicador de risco, denominado por número de prioridade de risco (NPR), determinando que medidas preventivas e corretivas devem ser aplicadas e em que áreas.

3.8.2 Objetivos

Segundo Santos (2008) este método deve apresentar quatro objetivos principais, distintos entre si, mas que se complementam. Estes baseiam-se na redução dos defeitos durante a produção das amostras iniciais, mas também no global do volume de produção. Deve possibilitar a redução das queixas dos consumidores assim como as reclamações em garantias. Por fim, também as falhas em linha devem sofrer uma redução significativa.

A qualidade dos produtos e dos serviços têm de ser uma prioridade para que se alcance a satisfação dos clientes. As empresas procuram satisfazer a procura e as necessidades da sociedade para que aumentem o volume de vendas e margem de lucros. Se a empresa não apostar numa melhoria continua na redução de erros, falhas e lacunas, não atingirá a perfeição esperada pelo mercado, os seus custos serão mais elevados e não chegará ao objetivo do cliente final. A AMFE surge como uma solução para este possível problema nas empresas, esta ferramenta possibilita a conceção e o desenvolvimento de produtos e/ou processos, detetando precocemente problemas de qualidade, antes do produto ser colocado ao dispor do cliente final, evitando desta forma, o descontentamento do público-alvo, garantindo uma maior eficácia e performance. Para a empresa, o ideal será efetuar a deteção dos problemas o mais precocemente

possível, para que a sua correção tenha efeitos mais imediatos e com o menor custo possível, não sendo detetado pelos clientes.

3.8.3 Quando se deve utilizar o AMFE

Inicialmente a AMFE foi desenvolvida para ser usada na fase de projetos para evitar, através de análise de falhas em potencial e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas nos projetos de produtos/processos. Porém pode também ser aplicada ao longo do ciclo de vida do produto para detetar possíveis falhas já existentes. O processo pode a qualquer momento ser atualizado, revisto e melhorado.

Durante a fase de projeto do produto, é vantajoso que seja atualizado/revisto durante a formulação do conceito em fase de projeto preliminar, na conclusão do projeto ou mesmo posteriormente, em melhorias que possam ser acrescentadas ao projeto.

Aplicando a AMFE desde uma fase precoce do projeto evitam-se erros maiores e gastos acrescidos, mas por outro lado é também natural que as informações sejam ainda muito limitadas. A equipa perante estas limitações pode optar por elaborar uma grelha com questões chave tais como:

- Que de forma o produto pode falhar?
- Que elementos podem apresentar erros?
- Quais os mecanismos que podem dar origem a estes modos de falha?
- Que efeitos podem ocorrer?
- Que prejuízos podem acarretar?
- Que perigos podem significar?
- De que forma podemos antecipar a sua deteção?
- Que ferramentas dispomos para superar as lacunas?
- O que pode ser planeado e antecipado durante a fase de projeto para compensar a falha?

A AMFE pode, por outro lado, ser aplicada em produtos ou processos já terminados, neste caso, irá ser utilizada para identificar a origem das falhas do sistema de forma a ser possível encontrar as soluções de melhoria.

3.8.4 Vantagens da utilização da AMFE

Este é um dos métodos mais utilizados e que demonstra maiores vantagens na detecção precoce de falhas, identificando e eliminando-as no menor espaço de tempo possível, garantindo uma maior eficácia e satisfação por parte dos clientes. Segundo a maioria dos autores este é o método com maior fiabilidade, qualidade e segurança tanto ao nível dos produtos, como dos processos. Através deste método a empresa estará a reduzir de forma significativa os seus custos financeiros e o tempo utilizado ao nível do desenvolvimento de produtos e/ou processos. Garantindo uma identificação e análise de falhas de forma rápida e o mais cedo possível, reduz drasticamente o custo com rectificações, desperdícios e soluções adicionais que trariam alterações nos orçamentos planeados e uma menor satisfação por parte dos clientes. A empresa desta forma, consolida o seu plano de controlo, torna-se mais eficiente, gerindo de forma satisfatória todos os processos que desenvolve.

Actualmente é essencial que as empresas apresentem uma boa estrutura ao nível dos recursos humanos, formando equipas de trabalho, áreas multifuncionais, criando uma estrutura que promova o desenvolvimento de ideias, novas concepções, criando uma base de dados e um registo de informações sempre actual, para que todos os membros tenham um acesso adequado ao processo. Através desta estrutura de trabalho a empresa irá apresentar uma maior competitividade e será reconhecida no mercado.

3.8.5 Recursos Humanos envolvidos na AMFE

A empresa Tampcor constituiu o gabinete de projeto estando inserido no gabinete de engenharia, a este compete envolver de forma direta, ativa e participativa todos os elementos da equipa técnica, constituindo um grupo que representa todas as áreas da empresa que se pretende ver envolvidas. Estas devem percorrer toda a estrutura empresarial, correlacionando os vários elementos e passando por todas as etapas, desde a montagem, manufatura, materiais, qualidade, assistência técnica, fornecedores, responsáveis técnicos e de projecto, coordenadores de montagem e obra, entre outros elementos que possam surgir em trabalhos ou etapas de forma pontual mas que de igual modo devem ser inseridos na dinâmica e na estrutura criada, para que haja uma coesão e eficiência. Tal como indicado anteriormente, quanto mais cedo se iniciar o processo, melhores serão os resultados, devendo este manter-se sempre actualizado, durante as várias etapas, correspondendo aos objetivos e ao esperado, a AMFE irá ter o enfoque no objetivo do projeto.

A AMFE deve levar em consideração os limites físicos/técnicos para um processo de manufactura ou montagem, tanto a nível técnico, humano, produtivo, entre outros factores que possam afectar ou influenciar os objectivos.

3.8.6 Os tipos de aplicação da AMFE

A metodologia AMFE, é um mecanismo que por meio de análise de falhas potenciais, procura minimizar as falhas do projeto, do produto ou do processo de forma a aumentar a confiabilidade, por meio da identificação de ações que reduzem ou eliminem as ocorrências de prováveis erros (Ribeiro, 2009). Existem três tipos de aplicação:

- Produto: AMFE de produto define a necessidade de alterações do produto, estabelece prioridades para as ações de melhoria, auxilia na definição de testes e validação do produto, na identificação de características críticas e na avaliação dos requisitos e alternativas do projeto.
- Processo: AMFE de processo é utilizada para avaliar as falhas em processos antes da aprovação para produção. Tem enfoque nas falhas do processo em relação ao cumprimento dos seus objetivos pré-definidos, e está directamente ligado à capacidade do processo em cumprir esses mesmos objetivos.
- Meios: AMFE de meios aplica-se na obtenção de meios produtivos a todos os componentes ou no sistema, mesmo quando se coloca a hipótese dos objetivos não serem atingidos.

3.9 A implementação das ferramentas da qualidade

“O uso de ferramentas e técnicas são uma componente fundamental para qualquer melhoria com sucesso”

Bunney e Dale (1997)

McQuater *et al.* (1995) referem que tanto as ferramentas como as técnicas são métodos práticos, competências, meios ou mecanismos que podem ser aplicados em tarefas específicas. É importante referir que existem diferenças entre a técnica, que tem uma aplicação mais ampla

do que a ferramenta, considerando alguns autores, que a técnica é um conjunto de ferramentas (Fotopoulos e Psomas, 2009).

As empresas devem procurar as ferramentas que melhor resposta dão para os problemas ou desafios que enfrentam diariamente, para que se apresentem competitivas e com uma melhor posição no mercado. As ferramentas da qualidade como foi visto anteriormente são um suporte necessário ao desempenho da empresa, respondendo de forma eficaz às exigências dos clientes.

Segundo Ahmed e Hassan (2003), cada ferramenta apresenta um propósito diferente e uma função específica, devendo ser utilizada de acordo com o objetivo da empresa e consoante o que se procura aferir. Assim, se a empresa procura realizar o lançamento de um novo produto, organizar a equipa e planificar um brainstorming, pode ser o melhor método.

No entanto, apesar de cada ferramenta apresentar características diferentes e desempenhos/finalidades diferentes, atingindo melhores resultados consoante o propósito e objectivo, é importante ter em consideração, para a implementação das mesmas, numa organização, a existência de todos os recursos necessários para uma correta utilização das mesmas. Pyo (2005) indica que usar uma ferramenta da qualidade em combinação com outras ferramentas produz melhores resultados e com diferentes perspectivas.

As ferramentas da qualidade devem ser utilizadas pelas empresas na definição da sua estratégia empresarial, numa fase mais inicial e posteriormente, numa fase de desenvolvimento, na resolução dos problemas que surjam no seu quotidiano.

Sousa *et al.* (2005), num estudo realizado a pequenas e médias empresas Portuguesas, concluíram que o nível de competência dos colaboradores para seleccionar as ferramentas adequadas era no seu geral reduzido, não conseguindo identificar quais as necessárias ou corretas ferramentas para maximizar a eficiência dos processos dentro da organização. É cada vez mais importante desenvolver competências e ferramentas para que as equipas se mostrem capacitadas e motivadas para o uso das ferramentas de qualidade adequadas na resolução dos desafios do dia-a-dia.

3.9.1 Desafios na aplicação de ferramentas de qualidade

Segundo McQuater *et al.* (1995) alguns dos fatores que dificultam o sucesso do uso das ferramentas, nomeadamente uma formação ineficaz, que conduz à falta de capacidade para aplicar os conhecimentos, incorreta definição de metas e objetivos para a utilização, ambiente de diminuta cooperação, com pouco apoio e suporte à melhoria, as ferramentas mal

selecionadas, a resistência ao uso das ferramentas e falta de comunicação sobre o benefício do uso das mesmas.

A maioria das empresas identifica como lacuna principal a falta de capacidade das ferramentas da qualidade em resolver os problemas que identificam, por este motivo optam muitas vezes por não as utilizar. Assim, verifica-se que mais importante do que identificar as ferramentas e a sua utilidade, é necessário que as empresas conheçam a forma de utilização, tenham as competências essenciais para o uso correto das ferramentas de qualidade. Perante as dificuldades sentidas, as empresas optam muitas vezes por não usar ou selecionar as ferramentas mais fáceis de implementar e interpretar, mostrando-se na maioria das vezes como um método ineficaz.

3.9.2 O atual paradigma de gestão

Atualmente, as empresas procuram desenvolver novas práticas de gestão, que permitam uma melhoria contínua e sustentada das suas atuações, assegurando o seu desenvolvimento e crescimento a longo prazo. Esta tornou-se uma exigência dos mercados, a constante atualização das empresas, a dinamização de processos de qualidade que promovam a segurança, eficiência e um maior rendimento. Os atuais paradigmas de gestão veem nas pessoas a fonte de criação de riqueza, já que é tanto nos conhecimentos dos clientes e dos profissionais que a qualidade dos produtos, dos serviços, da produtividade e de competitividade se garante a longo prazo.

Existe uma necessidade constante de adaptação às mudanças, alterando a sua estrutura e planificação organizacional com diferentes estratégias, adotando filosofias de gestão de melhoria de qualidade total (Lopes *et al.*, 1988 citado em Lopes & Capricho, 2007). A cultura organizacional deve ser vista como um conjunto de elementos, tais como: “regras e políticas, objetivos e avaliação, hábitos e normas, formação e cerimónias, eventos e comportamentos de gestão, remunerações e recompensas, comunicações, ambiente físico, estrutura organizacional, ...” para que diariamente se cumpram metas, objetivo, se atinja o propósito de uma maior satisfação do cliente e melhores resultados (Lopes & Capricho, 2007:171). A qualidade passa a ser vista como um processo que conduz à eficácia, que promove a adequação de recursos, é o impulsionador de mudança e de promoção da empresa.

Capitulo 4

Abordagem experimental

4. Abordagem experimental

“Quando se analisa a indústria portuguesa, verifica-se que o tempo gasto em operações que não acrescentam valor aos produtos é assustador. E só pelo simples facto de se reorganizar um layout e eliminar os processos sem valor acrescentado começa-se a produzir muito mais rapidamente. Isto significa maior capacidade de resposta a alterações da procura. Como se faz mais com as mesmas pessoas e a um menor custo, a oportunidade de gerar melhores margens e poder praticar preços mais competitivos é também muito maior. O que é uma boa oportunidade para ganhar quota de mercado”

João Caratão,

Senior manager

Price Waterhouse Coopers Consulting

Revista Exame – 20 de março 2002

4.1 Caracterização dos objetivos experimentais:

Partindo das questões de investigação sobre os fatores que influenciam a utilização das ferramentas da qualidade e na otimização do processo de produção numa empresa de *Solid Surface* em Portugal, de acordo com a revisão bibliográfica e a construção dos instrumentos de recolha de dados, foi possível identificar os seguintes objetivos específicos:

- Reconhecer os fatores de risco que influenciam os atrasos na produção, e consequentemente gerando reclamações por parte do cliente final.
- Identificar as ferramentas da qualidade mais importantes para serem utilizadas na empresa.
- Analisar o impacto do uso de ferramentas da qualidade nos processos de produção da empresa.
- Tentar definir e implementar o modelo desenvolvido ao nível dos processos de qualidade na produção da empresa de *Solid Surface*.

A dissertação é desenvolvida numa empresa Portuguesa de *Solid Surface* onde as ferramentas da qualidade são essenciais e fundamentais para um melhor desempenho, eficiência e posição no mercado. O cliente final procura, cada vez mais, um produto certificado, com garantias de qualidade, recorrendo em muitos casos diretamente aos transformadores do

material procurando certificar-se de que os processos de fabrico são os mais indicados e os que dão maior segurança e garantia.

Para a realização da presente dissertação, na empresa foi organizado um grupo de trabalho constituído pelo autor da mesma, restante equipa do gabinete de engenharia e por quatro técnicos da área da produção. Cada elemento da equipa teve um papel importante e fundamental em todo o processo. A envolvência dos técnicos e colaboradores torna-se essencial para a continuação da implementação do processo na empresa, a longo prazo.

A principal atividade da empresa é a transformação de resinas acrílicas denominadas “*solid surface*” para espaços habitacionais, sendo que o produto se destina, na sua maioria ao uso doméstico. Nos últimos anos a empresa tem sofrido um crescimento bastante acentuado, sendo que atualmente é um dos principais transformadores nacionais dentro do sector, deixando de se dedicar em exclusivo à produção de cozinhas, investindo noutras áreas como espaços comerciais, empresariais, mas principalmente na área do banho.

Em 2015 a empresa entrou no mercado com novos produtos “*solid surface*”. Desta forma tornou-se mais competitiva, diferenciou-se no mercado Português e inovou ao nível da produção e transformação. Um dos pontos em que foi possível inovar, acrescentando valor foi na área da gestão da qualidade, existindo atualmente a preocupação da diminuição dos desperdícios da produção, aumentando a produtividade da empresa, efetuando um controlo de *stock* eficaz, dando uma melhor resposta às necessidades do mercado. O objetivo desta tese passa por propor soluções que contribuam para diminuir os tempos de produção em fábrica, diminuindo conseqüentemente as reclamações da parte do cliente final.

A estratégia utilizada deve ir ao encontro da natureza do negócio, o seu tamanho, as suas características específicas e os aspetos culturais e sociais das pessoas que dele participam. Assim, a caracterização é realizada identificando as lacunas existentes entre as necessidades e desejos dos clientes e as atuais capacidades produtivas. Para a empresa, são escolhidas as ferramentas da qualidade a serem empregues, são estabelecidas as metas e quantificados os recursos necessários para atingi-las.

É essencial começar por definir na primeira etapa, sendo necessário determinar com precisão, antes de mais quais as necessidades e desejos dos clientes, transformando as necessidades e desejos dos clientes em especificações do processo, de acordo com a disponibilidade de matéria-prima, a capacidade produtiva e o posicionamento do serviço ou produto no mercado, tendo em conta as ofertas dos concorrentes.

Na etapa seguinte, é importante medir com precisão o desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria. Todas as vezes que ocorrem defeitos no processo ocorrem gastos adicionais de recursos para repor o nível de produção. É determinante a diminuição desses custos.

Analisar os resultados permite identificar as “lacunas”, ou seja, determinar o que falta nos processos para corresponder ao pretendido pelos clientes e pelo mercado. A busca da causa-raiz dos problemas leva ao desenvolvimento de hipóteses, visando a eficácia dos processos.

O sucesso da implementação das melhorias está relacionado com a demonstração das vantagens que a mudança vai trazer e, sempre que possível, aproveitar as suas contribuições na forma de operacionalizar a estratégia. A mudança deve conduzir a uma maior segurança, rentabilidade e eficácia.

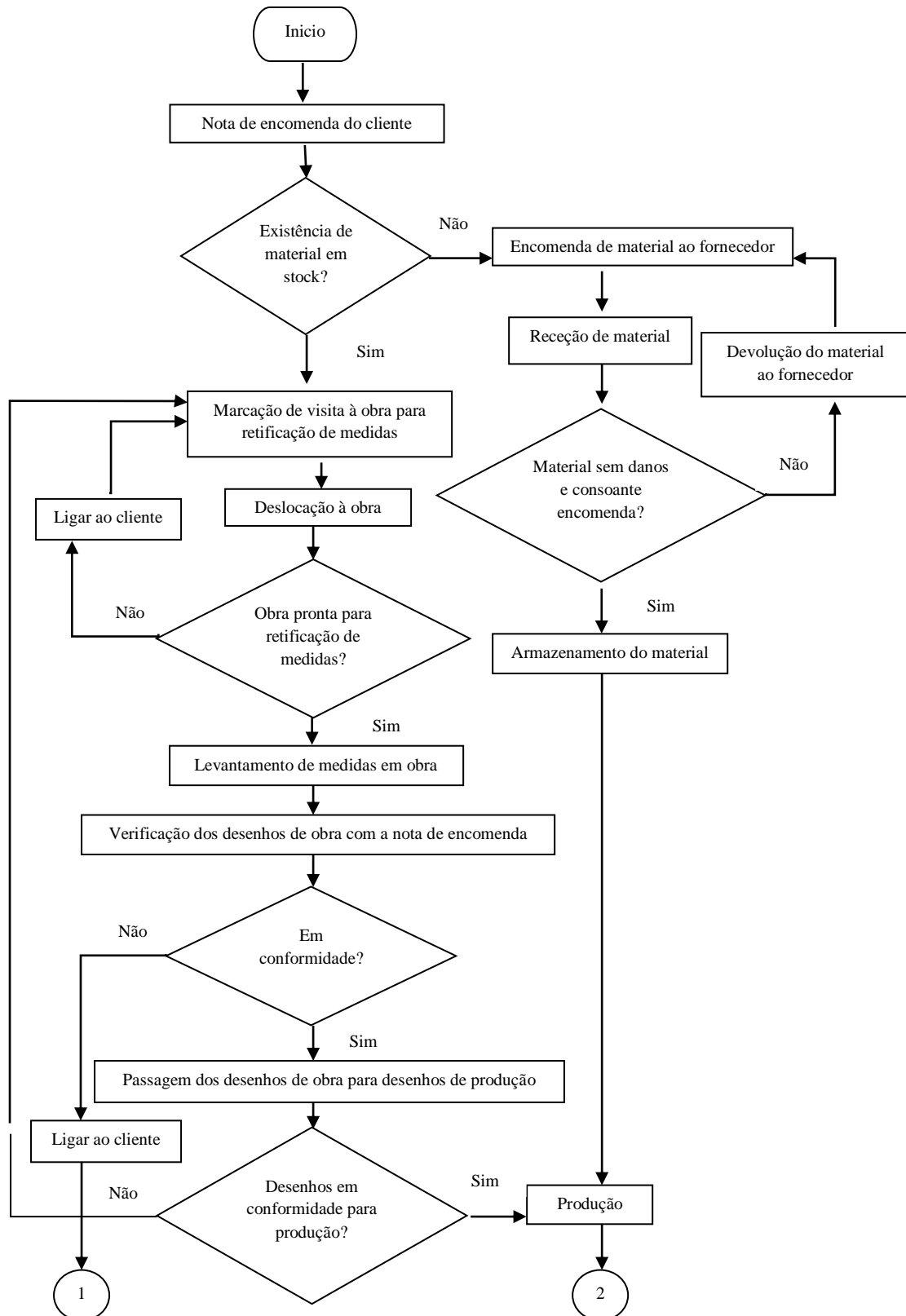
O estabelecimento de um sistema permanente de avaliação e controle é fundamental para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas, os quais devem exigir ações corretivas e padronizações de procedimentos.

A Tampcor segue um esquema rígido de produção, esta só se inicia após um pedido de orçamento aprovado pelo cliente, adjudicado pelo mesmo, confirmando todas as etapas de fabrico até à entrega do mesmo. A empresa elabora o seu *stock* de acordo com o conhecimento que tem do mercado, devido à sua larga experiência no mesmo, procurando manter sempre disponíveis os materiais mais procurados, tentando diminuir desta forma o tempo de espera do cliente.

O objetivo é otimizar a produção, evitando atrasos de produção, uma maior eficiência, menor desperdício e maior satisfação por parte do cliente. Cada vez mais o cliente procura soluções eficazes, mas com um tempo de entrega menor, assim é necessário articular todos os sectores de produção, com uma gestão adequada, atendendo aos pedidos, consoante o volume da encomenda, com o objetivo final de rentabilizar e otimizar todo o processo de produção.

4.2 O sistema de produção

Fluxograma do processo de produção da empresa:



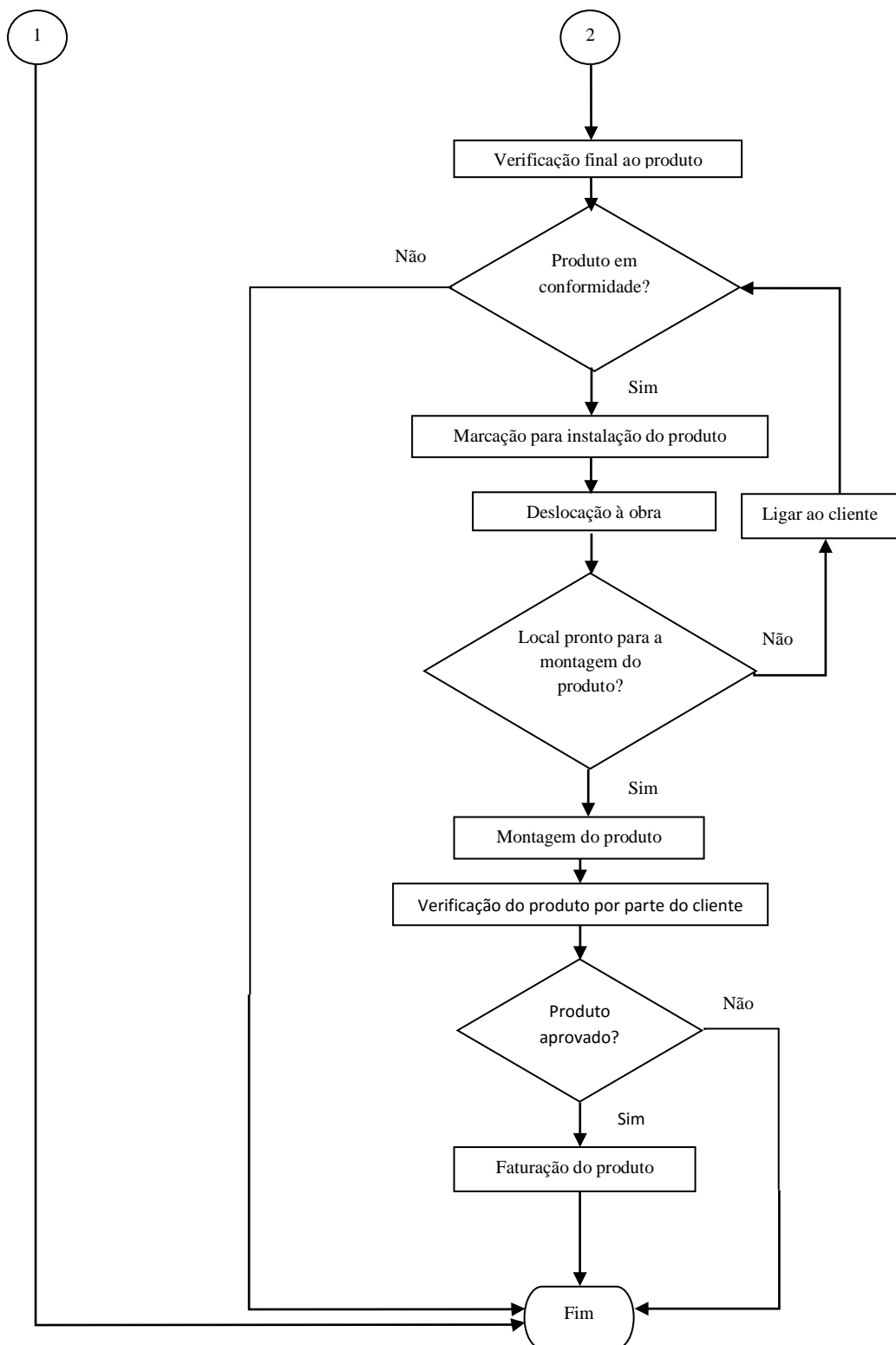


Figura 4.1: Fluxograma do processo de produção da empresa Tampcor, Lda.

4.3 Método experimental utilizado:

O gabinete de engenharia e produção da Tampcor identificou ao longo de um ano, (2014) quais as causas no atraso da produção e conseqüentemente no atraso das entregas globais aos clientes finais. O registo de ocorrências foi efetuado ao longo do ano e não mensalmente, assim não existe a possibilidade de análise tendo em conta possíveis fatores sazonais. Na tabela seguinte demonstra-se o total de ocorrências para cada modo de falha identificado.

Tabela 4.1 – Total de ocorrências do ano de 2014 para cada modo de falha.

Modo de falha	Frequência de ocorrências
Utilização de consumíveis inadequados	45
Falta de <i>stock</i> de consumíveis	36
Desenhos de produção incompletos	35
Falta de <i>stock</i> de matéria-prima	25
Alterações ao projeto inicial por parte do cliente	23
Avaria de maquinaria	14
Deficiência no método de colagem	13
Excesso de unidades em produção	9
Faltas injustificadas de pessoal	7
Má calibração de maquinaria	6
Má interpretação do desenho de produção por parte do operador	3
Troca de matéria-prima	1
Total	217

4.3.1 Diagrama de Pareto do total dos modos de falha

Utilizando o total da frequência de ocorrências de cada modo de falha durante o ano de 2014 desenvolveu-se a tabela de dados que possibilita a construção do respetivo diagrama de Pareto. Este diagrama é de extrema importância pois os seus resultados permitem identificar quais os principais modos de falha.

Tabela 4.2 – Tabela de dados para a construção do diagrama de Pareto.

	Modo de falha	% Acumulada	Nº não conformidades	Nº acumulado não conformidades	% ocorrências de não conformidades	% acumulada de não conformidades
01	Utilização de consumíveis inadequados	8,33	45	45	20,74	20,74
02	Falta de stock de consumíveis	16,66	36	81	16,59	37,33
03	Desenhos de produção incompletos	24,99	35	116	16,13	53,46
04	Falta de stock de matéria-prima	33,32	25	141	11,52	64,98
05	Alterações ao projeto inicial por parte do cliente	41,65	23	164	10,60	75,58
06	Avaria de maquinaria	49,98	14	178	6,45	82,03
07	Deficiência no método de colagem	58,31	13	191	5,99	88,02
08	Excesso de unidades em produção	66,64	9	200	4,15	92,14
09	Faltas injustificadas de pessoal	74,97	7	207	3,23	95,40
10	Má calibração de maquinaria	83,30	6	213	2,76	98,16
11	Má interpretação do desenho de produção por parte do operador	91,63	3	216	1,38	99,54
12	Troca de matéria-prima	≈100	1	217	0,46	100

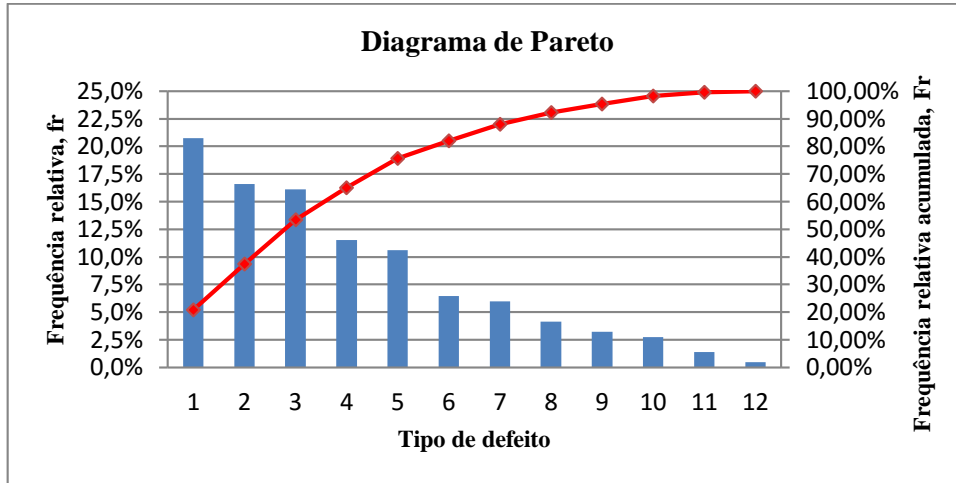


Figura 4.2 – Diagrama de Pareto dos modos de falha identificados.

Tendo em conta que os cinco primeiros modos de falha atingem praticamente 80% das ocorrências, e atendendo à regra 80-20, decidiu-se que estes seriam os modos de falha em estudo.

4.3.2 Diagramas de relações

Para cada um dos cinco principais modos de falha identificados foi realizado um diagrama de relações.

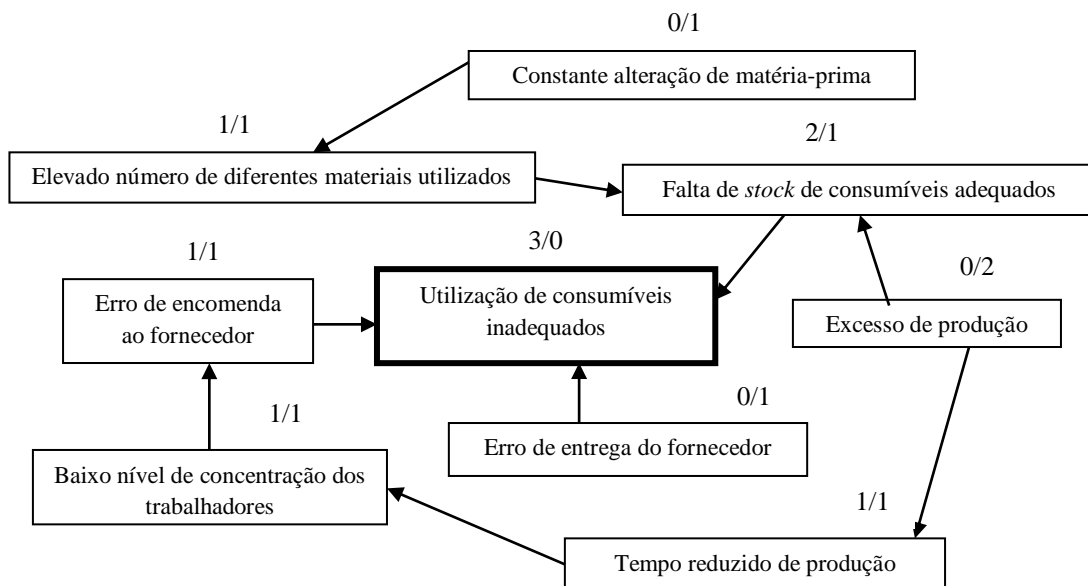


Figura 4.3 - Diagrama de relações para MF01, utilização de consumíveis inadequados

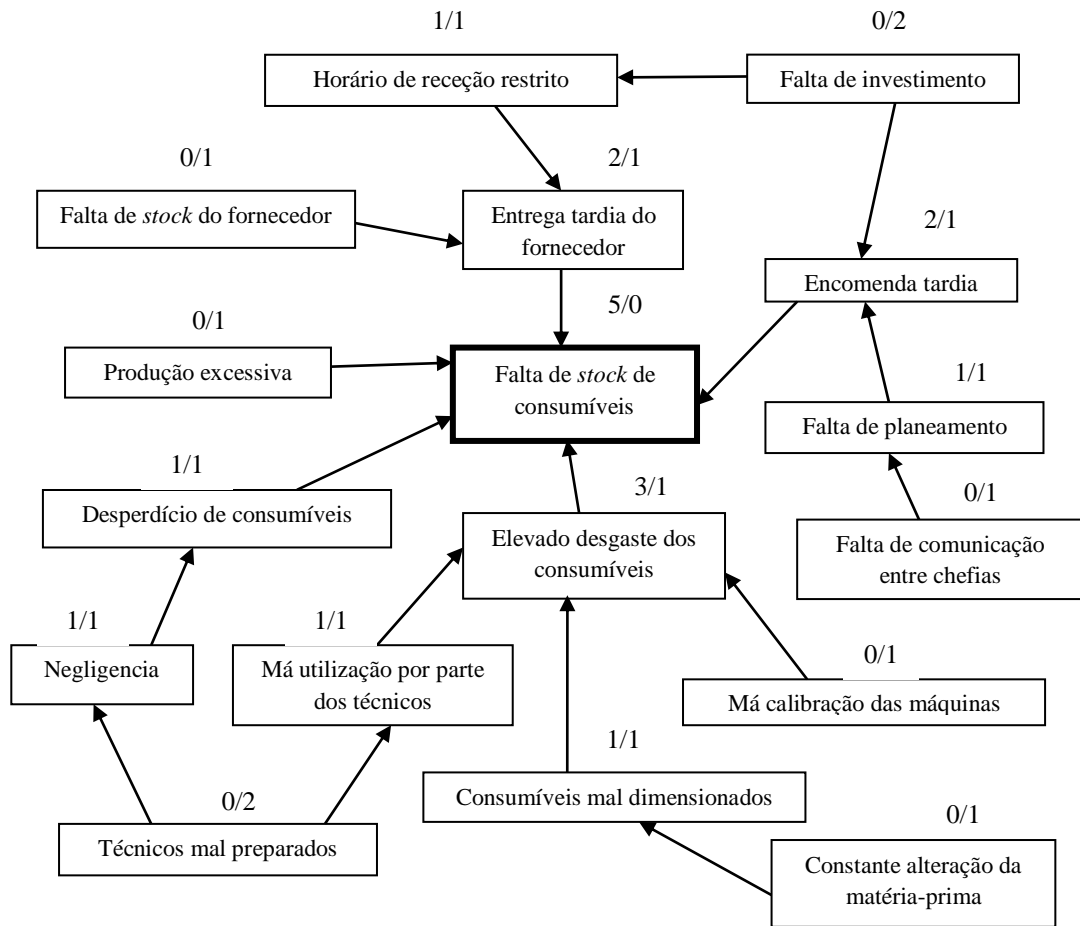


Figura 4.4 - Diagrama de relações para MF02, (falta de stock de consumíveis)

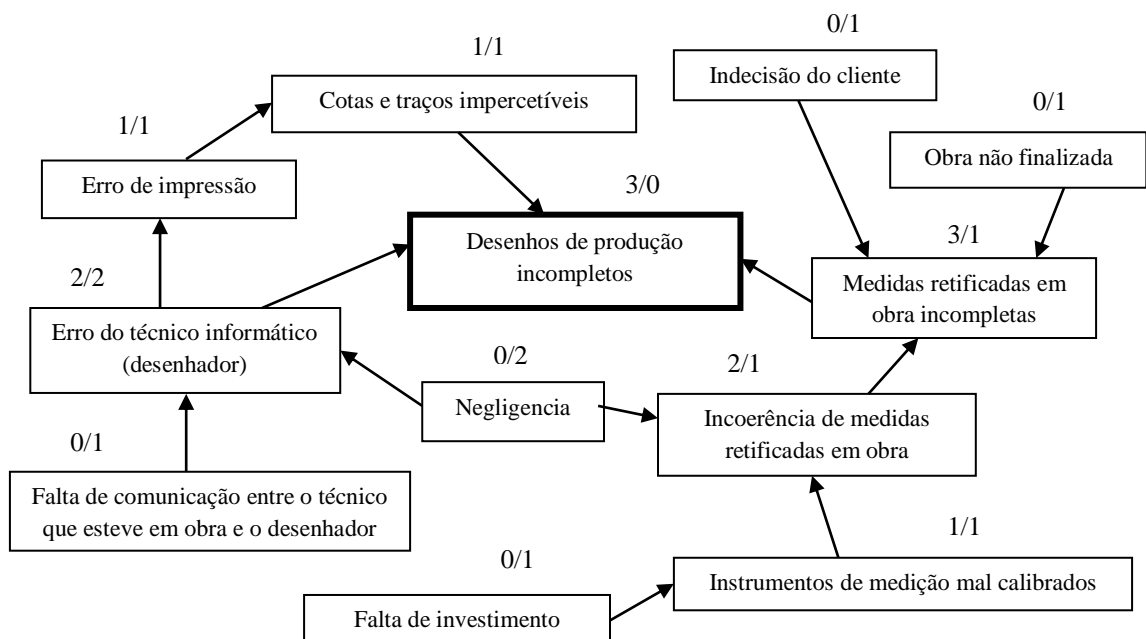


Figura 4.5 - Diagrama de relações para MF03, (desenhos de produção incompletos)

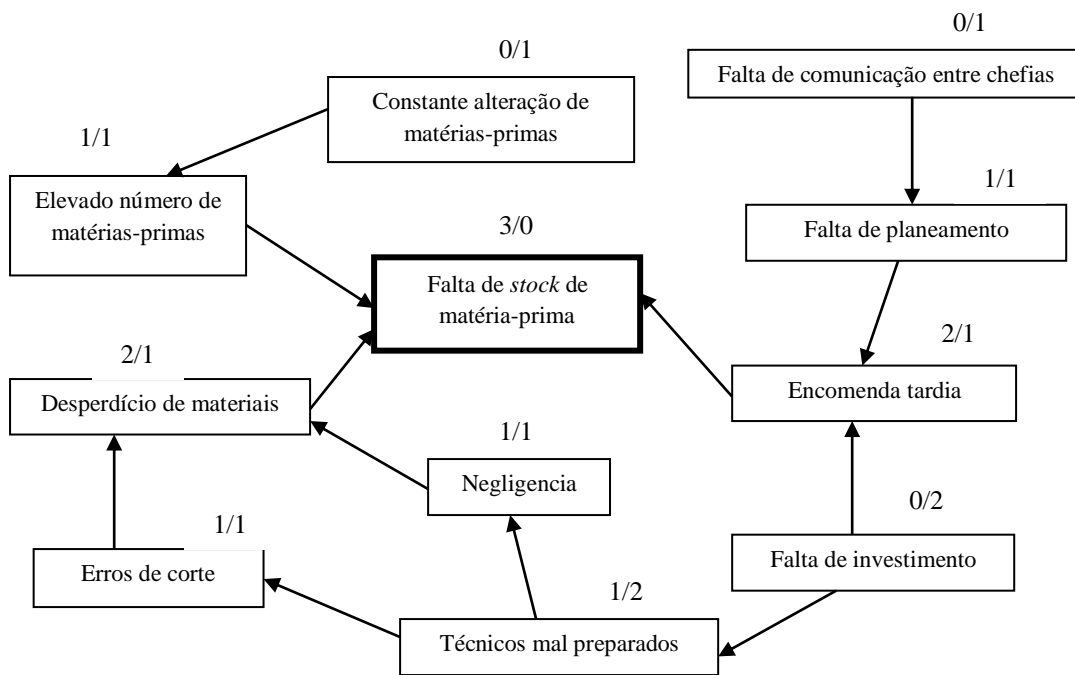


Figura 4.6 - Diagrama de relações para MF04, (falta de stock de matéria-prima)

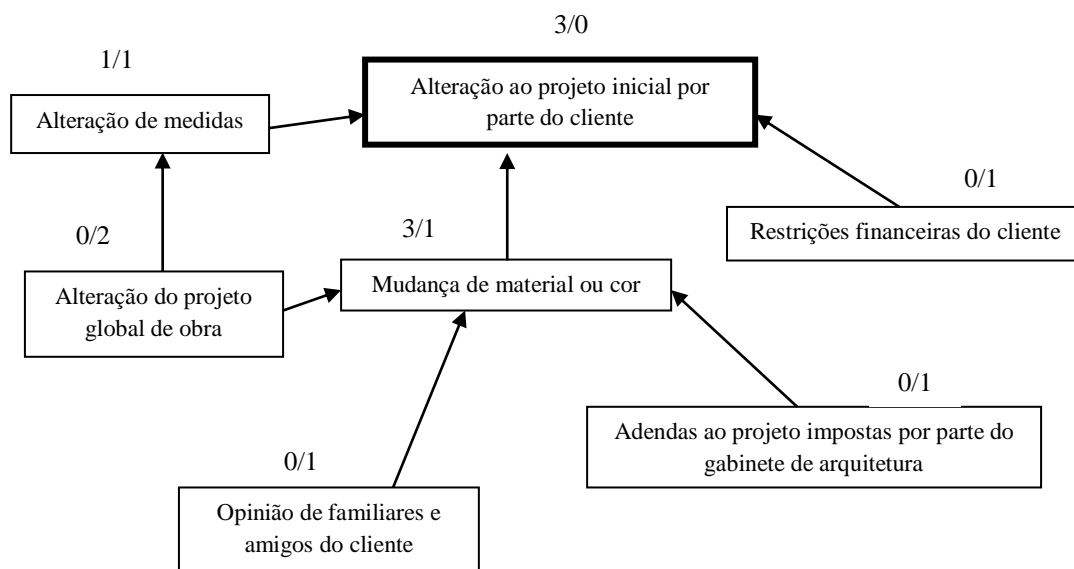


Figura 4.7 - Diagrama de relações para MF05, (alteração ao projeto inicial por parte do cliente)

4.3.3 Diagramas em árvore

Os diagramas em árvore têm uma elevada importância, pois identificam as causas raiz de cada problema inicial, possibilitando ao responsável da Qualidade agir em conformidade de modo a implementar ações corretivas para a eliminação do modo de falha, assim optou-se por inserir esta ferramenta no presente estudo. Tendo em conta que o primeiro modo de falha é o que mais se destaca, realizou-se o estudo para cada uma das suas causas diretas.

Modo de falha em estudo: utilização de consumíveis inadequados

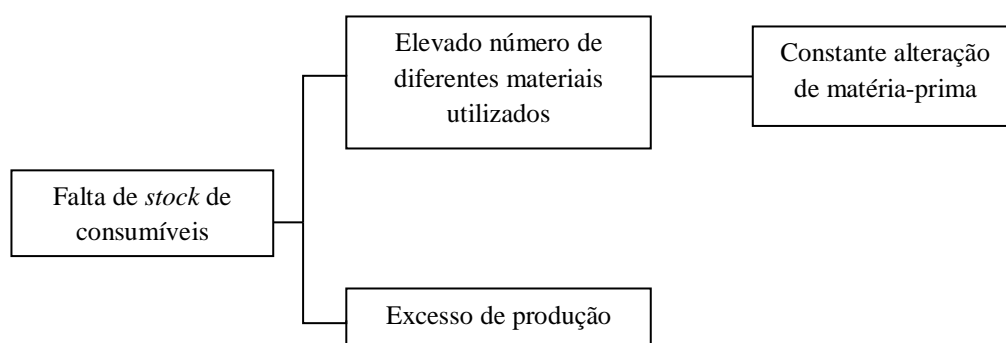


Figura 4.8 - Diagrama em árvore para causa, (falta de stock de consumíveis adequados)

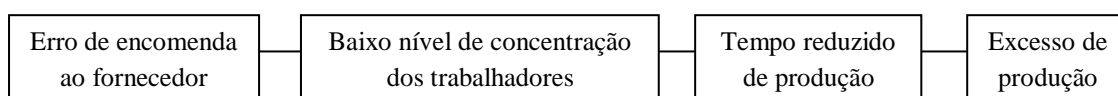


Figura 4.9 - Diagrama em árvore para causa, (erro de encomenda ao fornecedor)

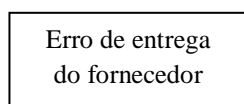


Figura 4.10 - Diagrama em árvore para causa, (erro de encomenda do fornecedor)

4.3.4 Aplicação da AMFE ao caso em estudo:

4.3.4.1. Análise qualitativa:

- **Análise funcional**

A empresa Tampcor deverá ter como principal alvo na sua atividade empresarial a preocupação de proporcionar aos seus clientes um serviço completamente eficaz. Para tal os prazos de entrega são fundamentais para a satisfação dos clientes. Assim é extremamente importante que ao longo a fase de produção não ocorram modos de falha, pois estes poderão dar origem a atrasos nos tempos de entrega e conseqüentemente a reclamações por parte dos clientes.

- **Modo de falha**

Tal como anteriormente foi demonstrado através do diagrama de Pareto, os principais modos de falha em estudo são: utilização de consumíveis inadequados, falta de stock de consumíveis, desenhos de produção incompletos, falta de stock de matéria-prima e alterações ao projeto inicial por parte do cliente. Estes são os mais importantes de entre todos os modos de falha que foram detetados ao longo do ano de 2014, tendo em conta que foram os que obtiveram maior número de ocorrências e como observado pelo diagrama de Pareto através da relação 80-20, são estes cinco modos de falha responsáveis por cerca de 80% dos problemas.

O modo de falha, utilização de consumíveis inadequados é dos cinco em estudo o que mais se destaca, sendo responsável por cerca de um quinto do número de ocorrências total e também por cerca de um quinto da percentagem de ocorrências de não conformidades. No entanto é de salientar três níveis de importância de entre os cinco modos de falha, o primeiro em destaque, (utilização de consumíveis inadequados), o segundo, (falta de stock de consumíveis e desenhos de produção incompletos), e por fim no ultimo nível os modos de falha, (falta de stock de matéria-prima e alterações ao projeto inicial por parte do cliente).

- **Efeito da falha**

Os modos de falha causam efeitos ou consequência no processo e no contexto em que são detetados, assim ao analisar os efeitos da falha, tendo em conta o seu impacto determina-se a gravidade de cada modo de falha.

No caso em estudo os efeitos da falha são determinantes para o atraso no tempo de produção em fábrica e consequentemente na entrega do produto final ao cliente, tal como se apresenta na tabela 1.3.1.

Tabela 4.3 – Modos de falha e seus efeitos.

Modo de falha	Efeito da falha
<u>Utilização de consumíveis inadequados</u>	Aumento do tempo de corte, desgaste e polimento.
<u>Falta de stock de consumíveis</u>	Reaproveitamento de consumíveis usados.
<u>Desenhos de produção incompletos</u>	Paragem da produção para esclarecimentos.
<u>Falta de stock de matéria-prima</u>	Inicialização da produção fora do prazo previsto.
<u>Alterações ao projeto inicial por parte do cliente</u>	Reagendamento de visita ao local de obra para nova retificação de medidas.

A Tampcor utiliza vários tipos de consumíveis entre os quais discos de lixa, cintas de lixa e discos de corte, estes deveriam estar sempre disponíveis em perfeito estado o que nem sempre é o caso. Nas imagens seguintes visualiza-se cada um dos consumíveis anteriormente identificados, em primeiro o consumível em perfeitas condições e em seguida o mesmo já utilizado ou mesmo inutilizado.



Figura 4.11 – Disco de lixa multifuros em perfeitas condições, (novo).



Figura 4.12 – Disco de lixa multifuro usado.

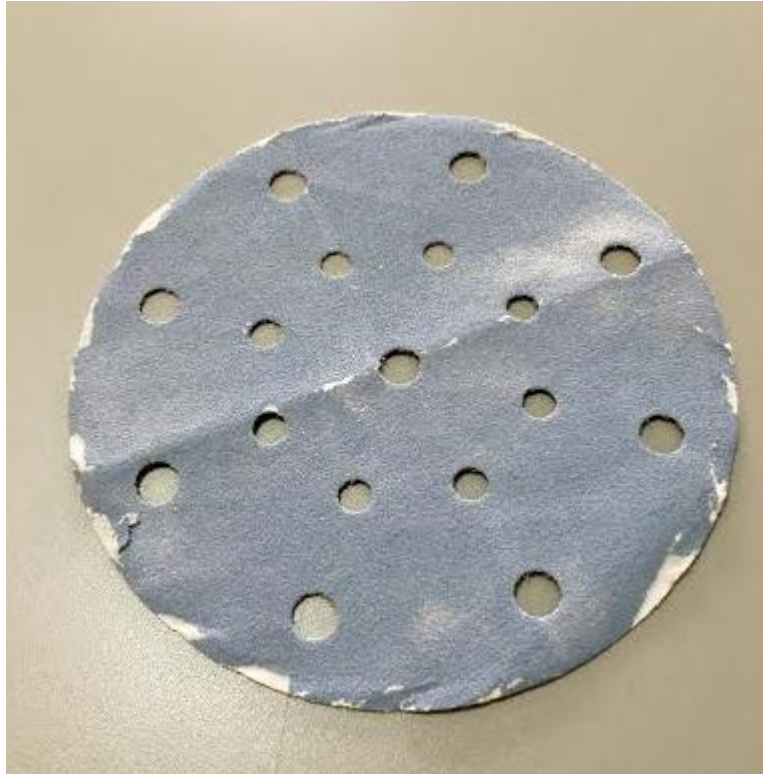


Figura 4.13 – Disco de lixa multifuro, usado e inutilizado.

Pode-se verificar que os primeiros quatro efeitos de modo de falha têm influência direta no tempo de produção, enquanto o efeito das alterações ao projeto inicial por parte do cliente encontra-se ainda na fase inicial do processo, ou seja, na fase de preparação.

- **Causa da falha**

A AMFE tem como um dos principais objetivos o estudo e a elaboração de ações preventivas ou de melhoria sobre as causas dos diversos modos de falha. É a essas causas que está associado o índice de ocorrência, no entanto para maximizar os recursos deve-se incidir as ações de correção sobre as causas mais problemáticas, identificadas pelos NPR´s mais elevados.

Para o presente caso identificaram-se as causas para cada um dos cinco principais modos de falha, sendo interessante observar que algumas causas são comuns ou iguais em modos de falha diferentes.

Nas tabelas que se seguem estão representadas as causas origem de cada modo de falha em estudo.

Tabela 4.4 – Causas origem do modo de falha MF01 – Utilização de consumíveis inadequados.

Modo de falha	Causa da falha
<u>Utilização de consumíveis inadequados</u>	Erro de encomenda ao fornecedor.
	Falta de <i>stock</i> de consumíveis adequados.
	Erro de entrega do fornecedor.

Tabela 4.5 – Causas origem do modo de falha MF02 – Falta de stock de consumíveis.

Modo de falha	Efeito da falha
<u>Falta de stock de consumíveis</u>	Entrega tardia do fornecedor.
	Produção excessiva.
	Desperdício de consumíveis.
	Encomenda tardia.
	Elevado desgaste dos consumíveis.

Tabela 4.6 – Causas origem do modo de falha MF03 – Desenhos de produção incompletos.

Modo de falha	Causa da falha
Desenhos de produção incompletos	Cotas e traços impercetíveis.
	Medidas retificadas em obra incompletas.
	Erro do técnico informático, (desenhador).

Tabela 4.7 – Causas origem do modo de falha MF04 – Falta de stock de matéria-prima.

Modo de falha	Causa da falha
<u>Falta de stock de matéria-prima</u>	Encomenda tardia.
	Desperdício de materiais.
	Utilização de um número elevado de matérias-primas.

Tabela 4.8 – Causas origem do modo de falha MF05 – Alteração ao projeto inicial por parte do cliente.

Modo de falha	Causa da falha
<u>Alteração ao projeto inicial por parte do cliente</u>	Restrição financeira do cliente.
	Alteração de material ou cor.
	Alteração de medidas.

4.3.4.2. Análise quantitativa:

- **Índice de gravidade (G)**

O índice de gravidade é determinado tendo em conta o efeito que cada modo de falha tem no processo, em fábrica ou na satisfação do cliente final.

No caso da empresa Tampcor o índice de gravidade define o efeito que cada modo de falha tem no tempo de produção e consequentemente também na satisfação do cliente.

A tabela 4.9 classifica os índices de gravidade para cada efeito e a severidade do efeito tanto em relação ao processo como ao cliente.

Tabela 4.9 – Definição do índice de gravidade.

Índice de gravidade	Critério	Severidade do efeito	
		Fábrica	Cliente
1 – 2	Nenhum efeito perceptível.	Nenhum	Nenhum
3 – 4	Pequeno efeito sobre o desempenho do processo, cliente mal percebe a falha.	Pequena	Muito pequena
5 – 6	Efeito moderado sobre o desempenho do processo, cliente percebe a falha.	Moderada	Pequena
7 – 8	Produto ou processo gravemente afetado, cliente insatisfeito.	Alta	Significativa
9 – 10	Colapso do sistema produtivo. Efeitos críticos relacionados com a segurança dos clientes.	Grave	Extrema

- **Índice de detecção (D)**

O índice de detecção determina a probabilidade dos métodos de detecção existentes na empresa de detetarem as causas de um modo específico de falha antes da sua ocorrência (Stamatis, 1995).

Para a Tampcor esta definição é extremamente importante, pois torna-se quase imperativo que os seus meios de controlo detetem as causas dos modos de falha antes que o cliente final se aperceba.

Tabela 4.10 – Definição do índice de detecção.

Índice de detecção	Critério	Deteção
1 – 2	Muito baixa probabilidade de o processo sofrer falhas.	Muito alta
3 – 4	Baixa probabilidade de o processo sofrer falhas.	Alta
5 – 6	Probabilidade moderada do processo sofrer falhas.	Moderada
7 – 8	Alta probabilidade de o processo sofrer falhas.	Muito baixa
9 – 10	Muito alta probabilidade o processo sofrer falhas.	Muito remota

- **Índice de ocorrência (O)**

O índice de ocorrência corresponde ao número de ocorrências para uma determinada causa de falha, durante um período de tempo definido.

Para o caso em estudo o período de tempo analisado foi de um ano, (2014).

Tabela 4.11 – Definição do índice de ocorrência.

Índice de ocorrência	Critério	Ocorrência	Frequência de ocorrência
1	Não existe histórico de falhas.	Quase nunca	0 – 1
2	Falhas raras.	Muito remota	2 – 3
3	Suscetível a muito poucas falhas.	Remota	4 – 5
4	Suscetível a poucas falhas.	Muito baixa	6 – 8
5	Falhas ocasionais.	Baixa	9 – 10
6	Moderado número de falhas.	Moderada	11 – 15
7	Moderadamente elevado número de insucessos prováveis.	Moderadamente alta	16 – 25
8	Alto número de falhas prováveis.	Alta	26 – 35
9	Muito alto número de falhas prováveis.	Muito alta	36 – 50
10	Falhas quase certas	Quase certa	Mais de 50

4.3.5 Desenvolvimento da AMFE

Tabela 4.12 – Tabela AMFE para o modo de falha – Utilização de consumíveis inadequados.

Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Métodos de deteção atuais	D	NPR
Utilização de consumíveis inadequados	Aumento do tempo de corte, desbaste e polimento	4	Erro de encomenda ao fornecedor	4	Relatório semanal de notas de encomenda aos fornecedores	2	32
			Falta de <i>stock</i> de consumíveis adequados	7	Relatório quinzenal de <i>stocks</i>	5	140
			Erro de entrega do fornecedor	5	Inexistente	10	200

Tabela 4.13 – Tabela AMFE para o modo de falha – Falta de stock de consumíveis.

Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Métodos de deteção atuais	D	NPR
Falta de <i>stock</i> de consumíveis	Reaproveitamento de consumíveis usados	4	Entrega tardia do fornecedor	6	Inexistente	10	240
			Produção excessiva	6	Relatório semanal de notas de encomenda dos clientes	3	72
			Desperdício de consumíveis	2	Relatório diário de entregas aos operadores	2	16
			Encomenda tardia	3	Relatório semanal de notas de encomenda aos fornecedores	2	24
			Elevado desgaste dos consumíveis	2	Relatório diário de entregas aos operadores	2	16

Tabela 4.14 – Tabela AMFE para o modo de falha – Desenhos de produção incompletos.

Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Métodos de deteção atuais	D	NPR
Desenhos de produção incompletos	Paragem da produção para esclarecimentos	7	Cotas e traços impercetíveis	3	Verificação anterior à entrega do desenho	2	42
			Medidas retificadas em obra incompletas	7	Inexistente	10	490
			Erro do técnico informático, (desenhador)	5	Verificação anterior à entrega do desenho	2	70

Tabela 4.15 – Tabela AMFE para o modo de falha – Falta de stock de matéria-prima.

Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Métodos de deteção atuais	D	NPR
Falta de <i>stock</i> de matéria-prima	Início da produção fora do prazo previsto	8	Erro de encomenda ao fornecedor	4	Relatório semanal de notas de encomenda aos fornecedores	2	64
			Desperdício de materiais	2	Relatório diário de entregas aos operadores	2	32
			Utilização de elevado número de matérias-primas	6	Relatório semanal de notas de encomenda dos clientes	3	144

Tabela 4.16 – Tabela AMFE para o modo de falha – Alteração ao projeto inicial por parte do cliente.

Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Métodos de deteção atuais	D	NPR
Alteração ao projeto inicial por parte do cliente	Reagendamento de visita ao local de obra para nova retificação de medidas	7	Restrição financeira do cliente	6	Análise prévia de risco financeiro	2	84
			Alteração de material ou cor	2	Inexistente	10	140
			Alteração de medidas	3	Inexistente	10	210

4.3.6 Fase de reavaliação da AMFE

Na fase de reavaliação da AMFE analisou-se as 17 causas origem anteriormente identificadas, correspondentes aos cinco modos de falha em estudo.

Tabela 4.17 – Tabela de dados para a construção do diagrama de Pareto.

	Causa da falha	% acumulada defeitos	NPR	NPR acumulado	% NPR	% acumulada de não conformidades
01	Medidas retificadas em obra incompletas – MF03	5,88	490	490	24,31	24,31
02	Entrega tardia do fornecedor – MF02	11,76	240	730	11,90	36,21
03	Alteração de medidas – MF05	17,64	210	940	10,42	46,63
04	Erro de entrega do fornecedor – MF01	23,52	200	1140	9,92	56,55
05	Utilização de elevado número de matérias-primas – MF04	29,40	144	1284	7,14	63,69
06	Falta de <i>stock</i> de consumíveis adequados – MF01	35,28	140	1424	6,94	70,63
07	Alteração de material ou cor – MF05	41,16	140	1564	6,94	77,57
08	Restrição financeira do cliente – MF05	47,04	84	1648	4,17	81,74
09	Produção excessiva – MF02	52,92	72	1720	3,57	85,31
10	Erro do técnico informático, (desenhador) – MF03	58,80	70	1790	3,47	88,78
11	Erro de encomenda ao fornecedor – MF04	64,68	64	1854	3,17	91,95
12	Cotas e traços impercetíveis – MF02	70,56	42	1896	2,08	94,03
13	Erro de encomenda ao fornecedor – MF01	76,44	32	1928	1,59	95,62
14	Desperdício de materiais – MF04	82,32	32	1960	1,59	97,21
15	Encomenda tardia – MF02	88,20	24	1984	1,19	98,40
16	Desperdício de consumíveis – MF02	94,08	16	2000	0,79	99,19
17	Elevado desgaste dos consumíveis – MF02	99,96	16	2016	0,79	99,98

Construiu-se a tabela 4.17 com base no desenvolvimento da AMFE de cada um dos cinco modos de falha, tabelas 4.12 a 4.16.

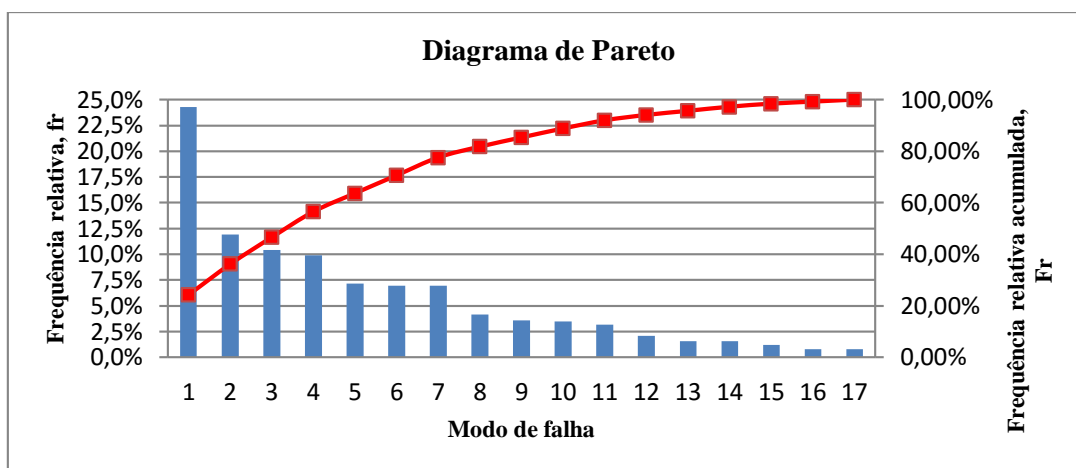


Figura 4.14 – Diagrama de Pareto da AMFE.

Após a análise dos resultados obtidos e tendo em conta a regra dos 80-20 identificou-se as primeiras sete causas de falha como objeto de análise corretivas. Sendo estas responsáveis por aproximadamente 80% dos problemas e por cerca de 41% das causas, como se pode constatar pelo diagrama de Pareto, (figura 4.14). No entanto decidiu-se incluir também a causa de falha, restrição financeira do cliente, devido à sua importância no global.

4.3.7 Fase de melhoria da AMFE

Nesta fase sugere-se à empresa possíveis ações corretivas para cada uma das oito principais causas de falha identificadas no ponto anterior:

01. Medidas retificadas em obra incompletas – MF03
02. Entrega tardia do fornecedor – MF02
03. Alteração de medidas – MF05
04. Erro de entrega do fornecedor – MF01
05. Utilização de elevado número de matérias-primas – MF04
06. Falta de stock de consumíveis adequados – MF01
07. Alteração de material ou cor – MF05
08. Restrição financeira do cliente – MF05

01. Medidas retificadas em obra incompletas;

A retificação de medidas em obra é um pouco fulcral para o sistema produtivo da Tampcor, uma vez que é a partir desse “esboço” feito em obra que o gabinete de engenharia e arquitetura projeta os desenhos de produção finais. Caso as medidas retificadas em obra estejam incorretas ou incompletas torna-se inevitável a paragem da produção para esclarecimentos. Tendo em conta a AMFE do modo de falha, desenhos de produção incompletos, (tabela 4.14), verifica-se duas situações preocupantes, em primeiro lugar o elevado número de ocorrências e em segundo o facto da empresa não dispor qualquer tipo de ferramenta de deteção, estando obviamente estes dois pontos interligados, fazendo com que esta causa se destaque de todas as outras com um NPR de 490.

Aconselha-se a empresa a formar os seus colaboradores de obra ao nível do desenho técnico e da geometria, para que estes estejam capacitados a detetarem possíveis incoerências em obra, alertando de antemão o cliente.

Também seria importante a empresa realizar previamente o estudo do projeto adjudicado, fornecendo ao colaborador de obra uma ideia antecipada das possíveis cotas e geometrias que este irá encontrar em obra. Esta medida pode reduzir significativamente o erro.

02. Entrega tardia do fornecedor;

Numa indústria como a Tampcor a relação com os fornecedores é de extrema importância, uma vez que todo o tempo de produção depende deles.

Na conjuntura económica atual as empresas distribuidoras tendem a não realizar grandes *stocks* em armazém, facto que tem vindo a condicionar as entregas de material dentro dos prazos admissíveis. O controlo desta situação torna-se praticamente impossível, tendo em conta que a empresa não tem acesso aos mapas de *stock* dos seus fornecedores. No desenvolvimento da AMFE constatou-se precisamente essa circunstância, sendo o NPR influenciado pelo valor elevado do método de deteção, ou seja, método de deteção inexistente.

Uma vez que a empresa apenas tem três fornecedores nacionais de consumíveis, sugere-se a procura de novas empresas fornecedoras não só a nível nacional, mas também internacionalmente. Existindo um leque maior de escolha, oferta, minimiza-se tendencialmente os prazos de entrega dos fornecedores. No entanto tal medida não deverá influenciar a qualidade e especificações técnicas dos consumíveis, tais como velocidade de corte, taxas de desgaste, tempo de vida útil e de afiamento das pastilhas de corte e do grão abrasivo dos discos de lixa.

03. Alteração de medidas;

As alterações de medidas são uma das causas das alterações ao projeto inicial por parte do cliente, a ocorrência dessa condicionante provoca graves consequências no processo produtivo da empresa, visto que não só a produção fica interrompida, mas também pelo facto das perdas económicas, devido aos produtos anteriormente em produção ficarem inutilizados.

As alterações são muitas vezes impostas pelo gabinete de arquitetura ou de decoração da obra, optando o cliente por deixar de ter o poder de decisão. Essa circunstância é possível pelo facto de os contratos de obra adjudicados pelo cliente não terem qualquer cláusula de agravamento caso haja alterações após a inicialização da produção. Uma vez que se torna praticamente impossível de ter alguma ferramenta de deteção que minimize este tipo de causa de falha, sugere-se à empresa a implementação de contratos mais rígidos, isto é, que imponham ao cliente cláusulas e agravamentos contratuais que possam de alguma forma compensar o prejuízo causado. Prejuízo não só material, mas também temporal.

04. Erro de entrega do fornecedor;

Uma das causas da utilização de consumíveis inadequados é sem dúvida o erro nas encomendas entregues pelos fornecedores.

Hoje em dia as entregas começam a ser efetuadas por empresas de transporte de pequenas cargas e não pelos próprios fornecedores, esta realidade condiciona muitas vezes o processo em causa, pois as encomendas são trocadas entre clientes.

Para uma pequena empresa como é o caso da Tampcor as encomendas efetuadas são maior parte das vezes de pequena dimensão, o que ainda reforça a tendência de troca ou esquecimento ao longo do processo de entregas das transportadoras.

Tal como no ponto 02, aconselha-se a empresa a abrir o seu leque de fornecedores nunca descuidando a qualidade dos materiais encomendados. No entanto seria fundamental a criação de uma monitorização das entregas dos fornecedores como também junto das empresas transportadoras, possibilitando o “acompanhamento” da carga desde o momento de encomenda até à entrega nas instalações da Tampcor. Este processo deveria ser efetuado entre a pessoa responsável das encomendas da Tampcor e o comercial da empresa fornecedora destacado para dar assistência ao cliente.

05. Utilização de elevado número de matérias-primas;

A utilização de elevado número de matérias-primas é a principal causa do modo de falha falta de stock de matéria-prima, esta falha é de todas as identificadas a que tem o índice de gravidade mais elevado, (8). Isso deve-se ao facto óbvio de a empresa não poder operar sem que os materiais estejam disponíveis. Assim é também o modo de falha que mais influencia negativamente o estado de espírito do cliente final, pois este apercebe-se claramente da falha existente em fábrica.

A retração da economia global exigiu às empresas uma reestruturação ao nível das despesas, afetando seriamente a política da gestão de *stocks*.

A empresa em estudo decidiu no início do ano de 2012 manter apenas um *stock* permanente dos materiais mais utilizados, cerca de 70% das vendas. No entanto continuou a promover de igual modo toda a sua gama de produtos, mesma aqueles que de antemão sabem não ter em *stock*. Atendendo ainda ao facto da maior parte das empresas fornecedoras de matéria-prima da Tampcor serem estrangeiras e às atuais dificuldades de entregas dentro dos prazos previstos, o tempo de entrega do produto final aumentou drasticamente.

Sugere-se de modo a minimizar o efeito anteriormente descrito a restrição de matérias-primas, ou melhor explicando, selecionar as marcas ou empresas fornecedoras que possam garantir as entregas atempadamente. Ou por outra forma, celebrar contratos de fornecimento com possíveis cláusulas indemnizatórias caso os tempos de entregas não sejam cumpridos.

06. Falta de *stock* de consumíveis adequados;

Esta causa pode parecer idêntica ao modo de falha falta de stock de consumíveis, no entanto a causa origina um modo de falha distinto. A causa falta de *stock* de consumíveis adequados está diretamente relacionada com o modo de falha utilização de consumíveis inadequados.

Quando a empresa não tem *stock* de consumíveis adequados os responsáveis de produção são obrigados a alterar a sequência de fabrico, utilizando os consumíveis existentes em fábrica, esta atitude compromete o tempo de produção, mas sobretudo a qualidade do produto final. Comprovou-se também a reutilização de consumíveis que estejam minimamente dentro dos parâmetros exigidos, isto não afeta a qualidade, mas sim a duração de cada processo de produção.

A empresa deverá aumentar gerir o seu *stock* de consumíveis de forma mais eficaz passando por exemplo de um relatório quinzenal de stocks para um relatório semanal, fechando assim as possibilidades de falha.

07. Alteração de material ou cor;

Através da AMFE para o modo de falha alteração ao projeto inicial por parte do cliente verifica-se que a causa em análise entra como uma das principais não pela quantidade de ocorrências, mas sim pela inexistência de métodos de deteção.

Tal como a causa numero 03, torna-se praticamente impossível detetar este tipo de alterações, pois dependem sempre das decisões de terceiros, elementos exteriores à empresa. Deste modo sugere-se mais uma vez à empresa a introdução de cláusulas indemnizatórias nos contratos de adjudicação, caso haja alterações ao projeto na fase de produção. Assim não se restringe as opções de escolha em relação aos produtos, mas impõem-se regras que minimizem os prejuízos.

08. Restrição financeira do cliente;

A AMFE indica que o método de deteção existente na empresa para esta causa é de certa forma bastante eficaz, no entanto o índice de ocorrências é um pouco elevado. Em análise com o responsável financeiro da Tampcor, o autor deste estudo concluiu que a existência desta causa se deve não à falta de um método eficaz de deteção antecipado, ou seja, uma análise prévia de risco financeiro do cliente, mas sim por uma certa condescendência da administração da empresa.

O método de deteção existe e deveria ser utilizado logo numa primeira fase de aconselhamento de produtos ou materiais por parte do comercial, tentando também perceber o histórico financeiro da obra, antecipando eventuais alterações ao projeto inicial por parte do cliente por falta de capacidade financeira.

4.3.8 Fase de avaliação de eficácia das ações corretivas

No ponto anterior dever-se-ia prever para cada ação corretiva um prazo de implementação, nomeando um responsável para tal.

Os prazos de intervenção podem ser variados, dependendo da complexidade da ação corretiva. Após a conclusão desses períodos temporais devia-se realizar novo desenvolvimento da AMFE, calculando novamente o NPR e por fim avaliar a eficácia de cada uma das ações corretivas. Caso os modos de falha continuassem seria necessária nova fase de melhoria da AMFE e a consideração de outras ações corretivas.

Esta fase não foi possível realizar por falta de condições a nível de tempo por parte de todos os intervenientes exigidos.

Capitulo 5

Conclusões

5. Conclusões, limitações e perspectivas para trabalhos futuros

A presente tese de mestrado realizada no âmbito do mestrado integrado em engenharia mecânica teve como objetivo, identificar as falhas ao nível da produção na empresa Tampcor. Nesse sentido, foi elaborado a presente dissertação, sendo neste ponto apresentadas as conclusões da mesma.

Foi realizado um estudo inicial de aprofundamento de competências e saber teórico, das matérias mais relevantes e fundamentais ao desenvolvimento de um raciocínio de análise e compreensão dos pontos-chave do processo de produção. A investigação versou todas as temáticas relevantes, abordadas e lecionadas durante a formação no mestrado em engenharia mecânica, mas também através de todas as ferramentas adquiridas e conceptualizadas ao longo da experiência profissional, adquirida posteriormente à formação base académica. O saber teórico tornou-se essencial para a compreensão e obtenção dos objetivos estruturados para a tese. As decisões fundamentadas no conhecimento permitem uma investigação mais aprofundada e uma conceptualização de temáticas estruturantes ao exercício da engenharia mecânica no âmbito dos processos de produção.

O uso de ferramentas da qualidade é hoje em dia, critério essencial para uma melhor performance e desempenho dos processos produtivos que conduziram à satisfação do cliente e a um menor custo de produção, correlacionando com um produto final de melhor qualidade. Estas ferramentas são essenciais na indústria Portuguesa, existindo uma necessidade de aprofundar conhecimentos e dinamizar a sua aplicabilidade. O entendimento aprofundado destes mecanismos, possibilita um desempenho eficaz e sistematizado ao nível das funções na produção. A experiência profissional sofre um “*improvement*” com a dinamização de formações e utilização de mecanismos aperfeiçoados através das ferramentas de qualidade.

A correlação com o saber de outras áreas técnicas, promove o entendimento sobre a atuação do engenheiro mecânico no âmbito da produção. As “*skills*” correspondentes a cada domínio técnico, são hoje, ferramentas de excelência e conceptualização de um saber direcionado e aprofundado da competência na área da produção industrial. Num mercado competitivo e exigente, a especialização é enfoque no sucesso da produção.

A aprendizagem através da experiência em contexto fabril, recorrendo a análise dos modos de falha, possibilita um conhecimento da estruturação e desempenho da produção, envolvendo os elementos técnicos na procura do saber e na resolução de problemas imediatos, assim como na prevenção de problemas futuros. A produção, desta forma, é conceptualizada e gerida, com uma base teórica sólida e verificada, através da investigação e aplicação de ferramentas essenciais, sem as quais o desempenho produtivo seria inferior à sua capacidade

real. Da aplicação das ferramentas da qualidade e da análise dos modos de falha, tornou-se possível o entendimento do “*background*” da empresa, realizando uma retrospectiva do trabalho desenvolvido e dinamizando uma estruturação entre o passado, o presente e os objetivos futuros. Sem tais mecanismos e ferramentas encontrava-se no desconhecido os principais geradores de falhas e insucesso na produção. Com a conceptualização deste modo operando, promoveu-se o envolvimento dos elementos técnicos na otimização do método produtivo, compreendendo erros e competências. A dinamização de trabalho de equipa na projeção de soluções eficazes, promove um melhor desempenho enquanto formação técnica e uma maior interajuda e cooperação. Ao nível da produção, os erros encontrados foram identificados, assim como as causas dessas falhas, sugerindo-se ações corretivas para minimizar as causas e os seus efeitos, porém devido ao limite temporal da realização e implementação do projeto, assim como a impossibilidade de todos os elementos técnicos da empresa colaborarem em todos os momentos do projeto, não foi possível uma implementação total de todos os mecanismos corretivos conceptualizados e planificados.

O presente projeto apresentou algumas limitações que se salientam no âmbito da conclusão, tal como referido, uma limitação temporal devido à restrição de tempo para conceptualização e execução do mesmo, assim como uma impossibilidade de cooperação total de todos os elementos da equipa, em todos os momentos chave do projeto. Não foi possível reunir e dispor da colaboração de todos os elementos, devido ao fluxo de trabalho da empresa e de competências em áreas diferentes, porém salienta-se a disponibilidade e mobilização da equipa para a colaboração nos momentos solicitados e considerados essenciais. Ressalva-se também na conclusão, que um elemento da equipa do departamento de arquitetura ingressou noutra projeto profissional enquanto se realizava a tese de mestrado, na fase de implementação das ferramentas de qualidade, pelo que condicionou a continuidade de uma colaboração estreita entre as duas áreas profissionais, com a troca de saber teórico e prático. Contudo, foi possível uma colaboração no âmbito mais teórico, partilhando resultados para que não houvesse uma interrupção na conceptualização inicial. Outros fatores limitativos foram a aquisição de novas máquinas que não estavam inicialmente consideradas na formulação da tese, pelo que não foram consideradas no realizar do projeto, assim como o surgimento de novos fornecedores, que devido ao desenvolvimento da investigação também não foram considerados nos resultados, pois não estavam criadas as condições necessárias para a sua inserção.

Os objetivos do projeto foram atingidos na sua totalidade, salientando-se como elementos facilitadores do mesmo, a colaboração e envolvimento dos elementos técnicos, a disponibilidade do gabinete de gestão na aceitação dos pedidos que foram necessários no âmbito da investigação, assim como a disponibilidade de fornecedores e colaboradores da empresa, que prontamente responderam às solicitações. O surgimento de um novo material de consumíveis,

ao nível dos abrasivos, foi um elemento que promoveu a investigação e um melhor resultado, assim como a obtenção dos objetivos.

O desenvolvimento deste projeto incentivou a empresa, a um investimento na área da gestão da qualidade e implementação de ferramentas da qualidade, promovendo o seu desenvolvimento e qualidade. A empresa procura uma posição de líder de mercado, compreendendo desta forma os seus erros e falhas ao nível da produção, procurando uma aquisição de conhecimento teórico e prático. O mesmo projeto possibilitou o interesse em aquisição de formação qualificada por parte dos técnicos com menor formação, assim como uma maior especialização.

A investigação deixa pontos que possibilitaram um estudo posterior ao nível de mestrado ou doutoramento, no âmbito da indústria Portuguesa, considerando-se que existe essa necessidade e ambição para que esta área desenvolva e possa incrementar processos de qualidade e uma maior competitividade no mercado, promovendo a exportação, e a posição do mercado Português neste sector.

Bibliografia

- Ahmed, S., & Hassan, M. (2003). Survey and case investigations on application of Quality management tools and techniques in SMIs. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol.20 Iss: 7, pp.795 – 826.
- Albuquerque, M.E.E.; Cavalcanti da Sila, F.A.(2002). Da estratégia competitiva à estratégia de manufatura: uma abordagem teórica. *Revista eletrônica de administração*. edição 26, vol. 8 no. 2, mar - abr.
- Dale, B. Bunney, H. (1999). *Total Quality Management*. Oxford, (U.K.): Blackwell Publishers Inc.
- Dale, B. and Cooper. (1995). *Qualidade Total e Recursos Humanos*. Lisboa: Editorial Presença.
- D. H. Stamatis. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. ASQ Quality Press, 2nd Ed..
- Christos Fotopoulos, Evangelos Psomas, (2009) “*The use of quality management tools and techniques in ISO 9001:2000 certified companies: the Greek case*”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 58 Iss: 6, pp.564-580.
- Jordão, B. M., & Pereira, S. R. (2006). A análise multicritério na tomada de decisão - O método analítico hierárquico de T.L Saaty (Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto). Documentação académica. Instituto politécnico de Coimbra.
- Ishikawa, Kaoru. (1985). *What is Total Quality Control?* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Lopes, A., & Capricho, L. (2007). *Manual de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Editora RH.
- McQuater, R., Scurr, C., Dale, B. E Hillman, P. (1995) *Using quality tools and techniques successfully*, *The TQM Magazine*, pp. 37 - 42.

- Moura, C. (2000). Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) Manual de Referência SAE J-1739. ASQC.
- Nordaus, Samuelson. 2005. Microeconomia. Madrid. Mc Graw-Hill.
- Nordaus, Samuelson. 2005. Macroeconomia. Madrid. Mc Graw-Hill.
- Pereira, Zulema & Requeijo, José. (2012). 2ª edição. Qualidade: planeamento e controlo estatístico de processos. Lisboa. FFCT- Fundação da Faculdade de Ciências de Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Pyo, S. (2005) Choosing Quality Tools: 7 Tools Case, *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, pp. 1 - 8.
- Ribeiro, A. (2009). Conceitos e Princípios de Qualidade, Escola Superior de Tecnologia, Instituto. Politécnico do Cávado e do Ave.
- Santos, A. C. (2011). Análise dos modos de falhas no desenvolvimento de novos produtos de SVA. Uma abordagem para a indústria de telecomunicações. Tese de Mestrado. Faculdade de Economia Universidade de Coimbra.
- Santos, C. D. (2008). Proposta de implementação de uma FMEA no forno de vapor Teka. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia e Gestão Industrial.
- Sobral, J., & Abreu, A. (2013). Manutenção Produtiva Total. In *Manutenção Produtiva Total e Gestão Lean*. Documentação académica. ISEL