

RESUMO

O presente relatório descreve as actividades desenvolvidas no Estágio Curricular, integrado no Mestrado em Engenharia Química, na empresa Motassis, SA, sediada em Pombal.

A Motassis é uma empresa de transformação e reciclagem de materiais plásticos. Produz diversos artefactos, recorrendo ao processo de injeção, e tubos, varas e filme pelo processo de extrusão. Para esse fim, recorre sobretudo ao polietileno e polipropileno.

O estágio teve a duração de seis meses e visava contribuir para a implementação de um Sistema de Qualidade na fábrica, com base nas normas ISO 9001:2000. O projecto permitiu efectivamente sistematizar e organizar a informação do quotidiano fabril, melhorar práticas diárias que se traduzem num melhor desempenho e até em redução de custos de produção.

Foi, ainda, uma experiência deveras enriquecedora e estimulante para o autor na medida em que lhe permitiu um contacto directo com a realidade industrial portuguesa. Teve, igualmente, oportunidade de verificar o quão importante é um ambiente de trabalho sadio, como o que vigora nesta empresa, para o bom funcionamento da organização como um todo.

Abstract

This report describes the activities developed along the Curricular Training, integrated in the Master of Chemical Engineering, on Motassis SA company with headquarters in Pombal.

Motassis is a processing and recycling plastic materials company. It produces several articles using the process of injection, and tubes, rods and film by the extrusion process. The main raw materials are polyethylene and polypropylene.

The Training had a duration of six months and aimed to contribute for the implementation of a Quality System in the plant, based on ISO 9001:2000. The project allowed effectively to systematize and organize the information of production, improve daily practices that get translated into better performance and even reduction of production costs.

It was also a truly enriching and stimulating experience for the author in the way that it allowed him to directly contact with the industrial Portuguese scenario. It was also an opportunity to verify how much important it is a healthy work environment, as that of this company, for the proper functioning of the organization as a whole.

Índice

1. Introdução	5
1.1- A empresa.....	5
1.2- Sistemas de Qualidade	6
1.3- Aplicação da Norma ISO 9001 em Portugal	8
1.4- Descrição Geral do trabalho e seu Enquadramento no Mestrado em Engenharia Química. .	9
2. Actividades desenvolvidas.....	10
2.1- Plano de Trabalhos	10
2.2- Actividades realizadas	10
2.2.1- Organização e Gestão de Resíduos	12
2.2.2 – Operador de Injecção	15
2.2.2.1- Modelo de Mistura.....	17
2.2.3- Operador de Extrusão	19
2.2.4- Técnico da Qualidade	20
3- Implementação de Sistema de Qualidade	22
3.1- Sistematização dos Processos	22
3.2- Procedimentos, Instruções de Trabalho e Modelos de Registo	23
3.2.1- Injecção	23
3.2.2- Extrusão de Tubo.....	35
3.3- Técnico de Qualidade	42
4- Outras actividades	44
5- Conclusão	48
Nomenclatura.....	49
Bibliografia.....	50

Índice de Figuras

Fig.1- Taxa de crescimento do número de empresas que aplicaram a norma ISO 9001.....	8
Fig.2- Número de empresas certificadas em Portugal.	8
Fig.3 – Empresas certificadas pela norma ISO 9001 em Portugal.....	9
Fig.4 – Esquematização de processos	11
Fig.5- Modelo de Identificação de Resíduos	13
Fig.6- Armazenamento de Purgas de Polietileno de Baixa Densidade.....	14
Fig.7- Armazenamento de Embalagens de Solvente.....	14
Fig.8- Esquema Genérico de uma Máquina de Injecção	15
Fig.9- Utilização do Excel na elaboração de Mistura de Matérias-Primas	18
Fig.10- Extrusão de tubo	20
Fig.11- Processo de Extrusão de filme.....	20
Fig.12- Esquema para o procedimento do processo de Injecção	23
Fig.13- Diagrama de Ishikawa no processo de Injecção.....	31
Fig.14- Modelo de Registo Pr04_02	34
Fig.15- Esquema para o procedimento do processo de Extrusão de Tubo.....	35
Fig.16- Ensaio de pressão para tubo PE 63	38
Fig.17- Diagrama de Ishikawa para extrusão de vara	40
Fig.18-Análise pareto á venda de produtos domésticos.....	46
Fig.19- Análise pareto á venda de produtos Industriais.....	47

Índice de Tabelas

Tab.1- Gama de Produtos produzida na Motassis S.A	5
Tab.2 - Plano do estágio	10
Tab.3 – Classificação de Resíduos	13
Tab.5-Resultado Solver.....	19
Tab.6- Diagrama de interação de processos	22
Tab.7- Controlo de temperatura nas zonas de aquecimento	28
Tab.8- Identificação de Causa Solução de um problema numa peça ^[7]	30
Tab.9- Especificação de espessura de tubos utilizado pela Motassis.	36
Tab.10- Designação de material e das tensões máximas correspondentes na Norma	37
Tab.11- Novos valores de espessura para tubo PE 63	38
Tab.12- Parametros de vara PP admissível para o cliente.	40
Tab.13-Classificação de nível de inspecção vs Dimensão do lote	42
Tab.14- Níveis de aceitação e rejeição	43
Tab.13- Registo de controlo de Qualidade PR05-03	43

1. Introdução

1.1- A empresa

A MOTASSIS PLÁSTICOS, S.A., foi fundada em 1960 sob a designação de Mota Assis & Irmão, Lda., na aldeia de Meirinhas, Pombal. Começou por ser um armazém de artigos ligados com o ciclismo e motociclismo, adquirindo a sua primeira máquina de injeção três anos depois. Em poucos anos ultrapassou os cem postos de trabalho. Actualmente caracteriza-se por ser uma PME de estrutura familiar, com actividade centrada na injeção e extrusão de matérias plásticas, com máquinas de média e grande capacidade, que se baseia numa gestão estratégica de crescimento sustentado. Neste sentido, foram ao longo da sua existência efectuados sucessivos investimentos, quer a nível de equipamentos e instalações, quer das tecnologias subjacentes ao processo produtivo, por forma a acompanhar a exigência dos tempos e a dotar a empresa das ferramentas técnicas e de recursos humanos indispensáveis à sobrevivência e aos mercados emergentes. Esses “upgrades” incidiram no aumento da área da empresa, na actualização e aumento do número de equipamentos produtivos, bem como no investimento de novos produtos, nomeadamente moldes. Devido à crise que se vem acentuando cada vez mais, na economia portuguesa e mundial e à grande competitividade existente no sector, os postos de trabalho reduziram em cerca de 50%, exigindo, assim, a necessidade de otimizar os processos e a sua produção.

A gama de produtos elaborados é muito variada e pode ser dividida nas seguintes famílias que estão apresentadas na Tabela 1:

Tab.1- Gama de Produtos produzida na Motassis S.A

Família de Produtos	Produtos
Industriais	caixas, contentores; filtros; selhas etc..
Domésticos	açafates, marmita, saleiros, Bancos, cestos etc..
Brinquedos	tractores, jeeps, material de praia etc
Tubos	varas de PE e PP; Bobines de tubos em PE
Filme	sacos; manga; folha (em PE)
Capacetes	capacetes

Apesar da grande variedade de produtos que a Motassis apresenta, a maior parte da sua produção provém apenas de três tipos de matéria-prima diferentes: o Polietileno de Baixa densidade, o Polietileno de Alta densidade e o Polipropileno.

1.2- Sistemas de Qualidade

Há vários sistemas da qualidade, dadas as especificidades dos diferentes produtos ou processos, existentes. A normalização desses sistemas está a cargo de diversas entidades, nomeadamente a International Organization for Standardization (ISO). A ISO surgiu em 1947, em Genebra, com o objectivo de facilitar a coordenação e unificar normas internacionais.

No que concerne a sistemas de qualidade, a norma mais popular divulgada pela ISO é a norma ISO 9001, que também foi traduzida para português. A seguir ao número que identifica a norma coloca-se a data em que ela foi regularizada. Por exemplo, NP ISO 9001:2000, que é a norma mais reconhecida pelas empresas entrou em vigor no ano 2000. Depois dessa, foram implementadas em 2005 a EN ISO 9000:2005 e em 2008 EN ISO 9001:2008. A numeração depende do tipo de norma. Por exemplo, ISO 9000 representa sistemas de gestão da qualidade, enquanto que ISO 14000 representa um sistema de Gestão Ambiental. A numeração vai subindo conforme as directrizes da norma. Assim, NP ISO 9001:2000 representa as exigências para um sistema de Gestão da Qualidade normalizado no ano 2000; NP ISO 9004:2008 representa as linhas de orientação para a melhoria e desempenho nos Sistemas de Gestão de Qualidade, normalizado no ano 2008.

A aplicação da norma permite a melhoria contínua do sistema de gestão de qualidade, contribuindo assim para o sucesso da organização. Esta melhoria traduzir-se-á num aumento da confiança do sistema, num aumento da produtividade e competitividade, numa redução de custos, na melhoria da imagem, etc.

Com vista a esse objectivo, e de acordo com a referência ^[1], a empresa tem que seguir oito princípios da gestão de qualidade:

1. Focalização no cliente - As organizações dependem dos seus clientes e, conseqüentemente, convém que compreendam as suas necessidades (actuais e futuras) satisfaçam os seus requisitos e se esforcem para exceder as suas expectativas.
2. Liderança - Os líderes estabelecem a finalidade e a orientação da organização. Convém que criem e mantenham um ambiente interno que permita o pleno envolvimento das pessoas para se atingirem os objectivos da organização. A liderança vai interferir no ambiente pessoal, motivação e confiança e ao nível do apoio.
3. Envolvimento das pessoas - As pessoas, em todos os níveis, são a essência de uma organização e o seu pleno envolvimento permite que as suas aptidões sejam utilizadas em benefício da organização.

4. Abordagem por processos - Um resultado desejado é atingido de forma mais eficiente quando as actividades e os recursos associados são geridos como processos. Um processo é a transformação de uma entrada numa saída, podendo ser a saída o produto final ou a entrada de outro processo.
5. Abordagem da Gestão como um Sistema - Identificar, compreender e gerir processos interligados como um sistema. Contribui para que a organização atinja os seus objectivos com eficácia e eficiência.
6. Melhoria Contínua - Convém que a melhoria contínua do desempenho global de uma organização seja um objectivo permanente dessa organização, porque o mercado nunca é estático. Há sempre necessidade de fazer melhor.
7. Decisões baseadas em factos - As decisões eficazes são baseadas na análise de dados e informações, que são resultado de observações ou registos compiladas por pessoal devidamente qualificado.
8. Relações benéficas para com os fornecedores - Uma organização e os seus fornecedores são interdependentes e uma relação de benefício mútuo potencia a aptidão de ambas as partes para criar valor. Os fornecedores não são adversários mas sim aliados.

Mas para que tal aconteça é necessário sistematizar os procedimentos com base em informação adequadamente registada. Neste contexto a norma ISO 9001 impõe os seguintes requisitos:

- Existência do Manual da Qualidade, onde é definida a política de Qualidade, descrevendo os processos e respectivas instruções de trabalho.
- Aplicação de registos contínuos aos processos, para que todos os parâmetros sejam documentados. Este procedimento facilitará a realização de relatórios, rastreamento de alguma inconformidade, o controlo do(s) processo(s) e a sua optimização, etc.
- Realização de auditorias periódicas internas (para o controlo de qualidade) e externas (para a certificação da norma.)

1.3- Aplicação da Norma ISO 9001 em Portugal

A publicação inicial das Normas ISO 9000 teve origem em 1987 e desde então já foram certificadas milhares de organizações em Portugal. Dados da ISO Survey [2] podem mostrar o forte crescimento em Portugal e no resto do Mundo ao longo do tempo.

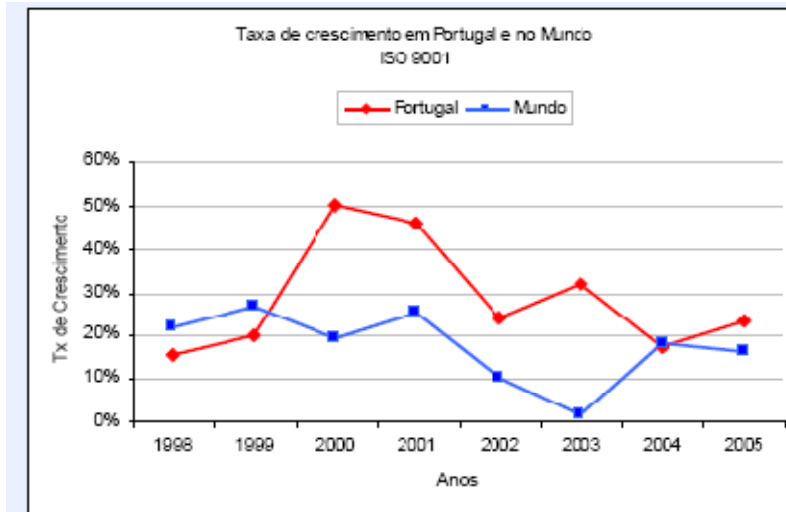


Fig.1- Taxa de crescimento do número de empresas que aplicaram a norma ISO 9001

EMPRESAS CERTIFICADAS ISO 9001 - QUALIDADE

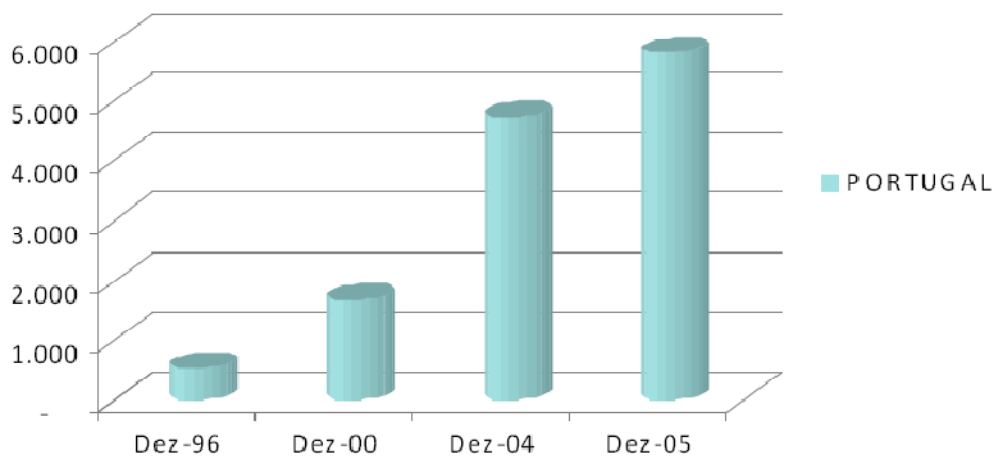


Fig.2- Número de empresas certificadas em Portugal.

As Figuras 1 e 2 mostram bem a importância crescente que este assunto tem merecido à comunidade empresarial nestas duas décadas.

Compilando os dados num gráfico de dispersão:

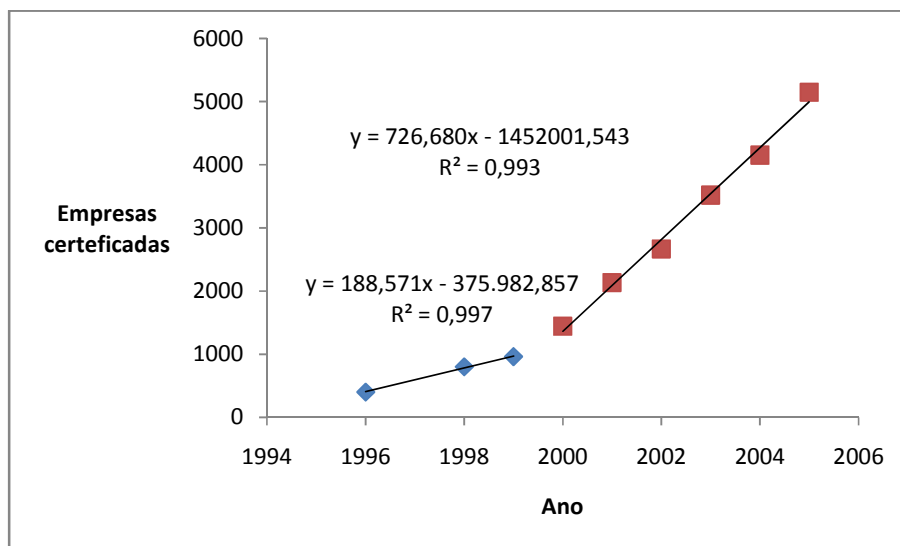


Fig.3 – Empresas certificadas pela norma ISO 9001 em Portugal

Observando o gráfico da Figura 3 verifica-se que o número de empresas certificadas anualmente ao longo da década 1996-2000 aumentou progressivamente. De facto esse aumento traduz-se aproximadamente por duas funções lineares, sendo o ponto de mudança o ano 2000. Num mundo empresarial cada vez mais competitivo, a Qualidade ganha uma importância cada vez maior. Tal afirmação é corroborada pela comparação das duas rectas do gráfico (Rectas de declive positivo e a segunda com maior declive do que a primeira).

1.4- Descrição Geral do trabalho e seu Enquadramento no Mestrado em Engenharia Química.

Para levar este trabalho a bom porto recorrer-se-á necessariamente a conhecimentos já adquiridos no âmbito da parte curricular do Mestrado em Engenharia Química (MEQ), ministrado no Instituto Politécnico de Bragança, e no qual o presente trabalho se insere. Em particular, merecem especial referência as disciplinas de Gestão da Qualidade e de Introdução à Ciência dos Polímeros.

O presente trabalho materializa um dos objectivos principais do MEQ e que corresponde à tentativa de aproximação do curso à realidade industrial das empresas portuguesas. O tema abordado é um tema muito actual e permite formação específica numa área altamente requisitada pelos empregadores de Engenheiros/Mestres em Engenharia

Química. Segundo o Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais (GPEARI) ^[3] 44% dos Engenheiros Químicos formados nos últimos 3 anos no IPB estão desempregados, o que valoriza acrescidamente um estágio desta natureza

Neste contexto, o presente projecto vai de encontro aos objectivos do MEQ e, por outro lado, contribui para uma boa resposta do IPB às exigências do mercado de trabalho.

2. Actividades desenvolvidas

2.1- Plano de Trabalhos

O estágio tem a duração de 6 meses e respeita o horário laboral diurno das 9h às 18h. O plano de estágio foi definido no início do ano lectivo conforme a Tabela 2

Tab.2 - Plano do estágio

Mês	Tarefa
1º	Adaptação à empresa e à norma 9001/2000
2º	Análise dos processos já definidos
3º	Análise das instruções de trabalho dos procedimentos e documentos associados
4º e 5º	Reestruturação de documentos e adaptação à realidade actual
6º	Implementação do sistema de qualidade

2.2- Actividades realizadas

A proposta inicial da empresa consistia em dar continuidade ao processo de certificação de gestão de qualidade. Até então estavam enumerados 3 sistemas de Processos:

Processos de Gestão, onde estão definidos os procedimentos estratégicos a serem seguidos pela Administração; neles estão incluídos o Processo de Gestão, Monitorização e Satisfação dos Clientes;

Processos de Realização, onde estão definidos todos os processos que dizem respeito ao produto final; são eles a consulta de proposta e encomenda, compras e Recepção, Concepção e desenvolvimento, Injecção, Extrusão de Tubo, Extrusão de Filme, Armazenamento, Facturação, Assistência Pós-venda e, mais tarde, ir-se-ia acrescentar o processo de Reciclagem.

Processos de Suporte, que definem o apoio à empresa: Gestão de Recursos Humanos, Infra-estruturas, Auditorias, Acções de melhoria contínua.

A Figura 4 resume a forma de englobar os vários processos e a interacção entre eles.

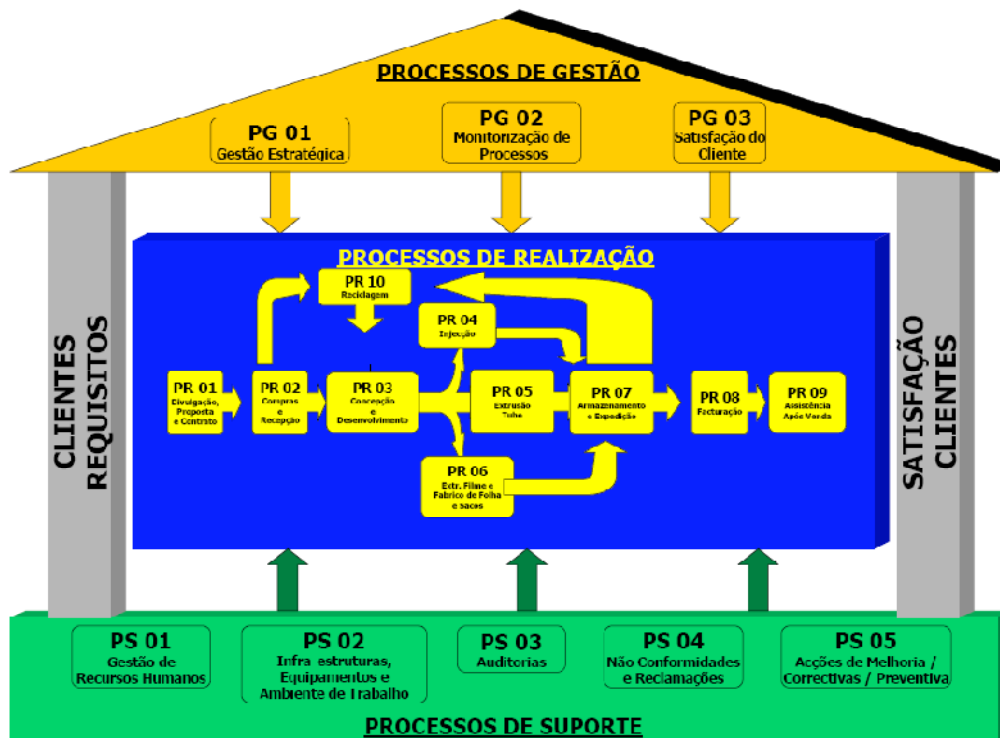


Fig.4 – Esquemática de processos

Nem o nome nem a ordem destes sistemas de processos era passível de alteração. O trabalho a desenvolver consistia antes na definição destes sistemas, acrescentando modelos e instruções de trabalho. Para sistematizar os processos correctamente, ocorreu a necessidade de realizar tarefas desempenhadas por vários colaboradores, só experimentando é que se sabe como proceder correctamente.

2.2.1- Organização e Gestão de Resíduos

A primeira semana de trabalho foi devotada à leitura da norma ISO 9001:2000 e ao acompanhamento dos processos de produção: Injecção e Extrusão. Este período teve forte suporte do pessoal técnico da fábrica.

Utilizando uma Política de Qualidade baseada nos 6S's (sentos de melhoria) ^[4] procedeu-se à gestão de resíduos e sua identificação com base na portaria 209/2004 ^[5]. De acordo com esta metodologia, para que ocorra melhoria contínua, é estritamente necessário que haja organização. Esta Portaria também é indicada pelo ministério da Economia, Ambiente entre outros..

Após ter efectuado o levantamento de todos os resíduos produzidos e utilizados pela Motassis, e classificaram-se nos seguintes tipos:

- 1- Peças/Produtos defeituosos (Injecção e Extrusão)(*)
- 2- Purgas dos processos de Injecção e Extrusão(*)
- 3- Solventes Orgânicos
- 4- Embalagens com resíduos de solventes Orgânicos
- 5- Resíduos Metálicos
- 6- Aparas de Resíduos Metálicos
- 7- Óleos

(*) Visto que todas as peças e Purgas são compostos por Polietileno e Polipropileno, e uma percentagem "Residual" de Corante e Anti-UV, (no máximo 2% em massa), considerou-se que os resíduos seriam classificados como compostos Orgânicos

Cada tipo de resíduos listado acima contém um código associado, que está transcrito na portaria 209/2004, e que se indica na tabela 3.

Tab.3 – Classificação de Resíduos

Designação	Designação Portaria	Código Portaria	Risco Considerado	Código do Risco
Peças/Produtos defeituosos (Injecção e extrusão)	Resíduos de plásticos	07 02 013	Nenhum	
Óleos	Óleos Sintéticos de Maquinagem	12 01 10(*)	Explosivos e Facilmente Inflamáveis	H1 e H3-A
Purgas dos processos de Injecção e Extrusão	Resíduos de plásticos	07 02 013	Nenhum	
Solventes	Outros Solventes e Misturas de Solventes	14 06 03(*)	Facilmente Inflamáveis e Irritantes	H3-A H4
Embalagens de Solventes	Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias	15 01 10(*)	Facilmente Inflamáveis e Irritantes	H3-A H4
Resíduos Metálicos	Outros resíduos não anteriormente especificados.	12 01 99	Nenhum	
Aparas de Materiais Ferrosos	Aparas e limalhas de metais ferrosos	12 01 01	Nenhum	

Outras embalagens como Big bags, e embalagens de matéria prima de polímeros e corante foram classificadas como 15 01 06 – Misturas de Embalagens.

Para Identificar estes resíduos, criou-se o seguinte Modelo de Identificação de Resíduos:


	IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS	PR07_03/0
Referência ou designação do Produto:		
Classificação (Portaria n.º 209/2004):		
Características de Perigo:		
Forma de Tratamento:		

Fig.5- Modelo de Identificação de Resíduos

Todos os Modelos criados para a Motassis apresentam um layout semelhante ao da Figura 5: No topo superior esquerdo aparece o logótipo da empresa, no centro aparece o título e depois surge o processo a que pertence. Decidiu-se classificar este modelo, como

processo de armazenamento, pelo que aparece a designação PR07, tal como se encontra representado na Fig.4.

A “Forma de Tratamento” adoptada para a maior parte dos resíduos foi o armazenamento até à altura de recolha por empresa acreditada: Código D15. Para tal, houve necessidade de procurar empresas acreditadas e verificar quais delas ofereciam melhores condições, como por exemplo o licenciamento para o tipo de recolha, tempo de recolha, a quantidade de tratamento anual, etc. Na altura a empresa contratada foi a Ambipombal.

O Boletim de Identificação de Resíduos ficava anexado a um contentor, perto do local onde se encontravam os resíduos, como se pode observar nas Figuras 6 e 7:



Fig.6- Armazenamento de Purgas de Polietileno de Baixa Densidade.



Fig.7- Armazenamento de Embalagens de Solvente

Durante o processo de identificação de resíduos, procedeu-se também à reestruturação de identificação de Zonas:

- Zona de Matérias Primas Virgens;
- Zona de Material Polipropileno por reciclar;
- Zona de Material de Polietileno por Reciclar; (estavam separados por PEBD e PEAD)
- Zona de Moldes;

Esta Tarefa durou cerca de 15 dias

2.2.2 - Operador de Injecção

A Injecção é uma técnica de moldagem que consiste em empurrar, com a ajuda de material fundido através de um parafuso, material fundido a altas temperaturas que para um molde preenchendo-o. De seguida, o material é refrigerado e a peça é retirada da máquina de injecção. Os materiais injectados classificam-se como termoplásticos, que são materiais rígidos à temperatura ambiente e viscosos quando aquecidos. Podem processar-se várias vezes sem que as suas propriedades sejam grandemente afectadas.

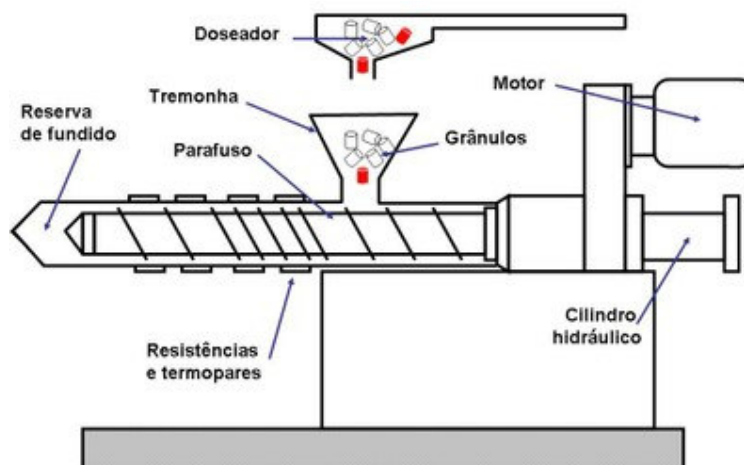


Fig.8- Esquema Genérico de uma Máquina de Injecção

Existem diversos factores que intervêm na qualidade de uma peça produzida por injeção:

- 1- Temperatura nas zonas da Rosca;
- 2- Temperatura de Injecção;
- 3- Temperatura de Refrigeração;
- 4- Tempo de Injecção;
- 5- Fluxo de Injecção;
- 6- Pressão de Injecção e Pressão de Recalque;
- 7- Propriedades do Material;
- 8- Corante

Etc;

As propriedades do material consideradas, são o tipo de Matéria -Prima (Polietileno (PEBD; PEAD) e Polipropileno (PP)) e o Índice de Fluidez do Polímero. Este ultimo define-se sendo a quantidade, em gramas de polímero, que flui durante dez minutos através de um orifício calibrado, ou seja, se um polímero tiver alto peso molecular apresenta um baixo Índice de fluidez e vice-versa, O Índice de Fluidez exprime-se em g/10min. Outra característica importante na materia-prima, é a sua adequação (ou não) à produção de produtos com fim de embalagem de produtos alimentares(grau alimentar), verifica-se tal característica pela respectiva ficha técnica do polímero, que pode ser fornecida pelo fornecedor, ou até obtida directamente do fabricante.

Após ser lançada uma ordem de fabrico, era necessário investigar qual a matéria-prima mais adequada à produção da peça em questão. A decisão era tomada de acordo com:

PEBD- Para peças mais flexíveis;

PEAD- Peças mais Rígidias;

PP- Peças mais rígidias, desde que não se quebrem;

IF- Elevado para moldes com espessura mais fina, Intermédio se ocorrer necessidade de rigidez em partes dos moldes (pegas por exemplo) e mais baixo para moldes mais espessos.

2.2.2.1- Modelo de Mistura

Quando era preciso um material não disponível, revelava-se necessário proceder à mistura de componentes segundo a prática corrente na fábrica, a mistura efectuava-se de acordo com (1):

$$M_f \cdot IF_f = M_a \cdot IF_a + M_b \cdot IF_b \quad (1)$$

onde M_f é a massa total da mistura, M_a a massa do polímero A, M_b a massa do polímero B, e IF o Índice de Fluidez de cada material.

A equação resolve-se considerando aditividade de reagentes (são misturados durante 10 a 15 min a temperatura ambiente):

$$M_a + M_b = M_f \quad (2)$$

Ou seja:

$$M_b = M_f - M_a \quad (3)$$

Substituindo em (1) e explicitando em M_a :

$$M_a = \frac{M_f(IF_f - IF_b)}{IF_a - IF_b} \quad (4)$$

Pode agora conhecer-se M_b por (3).

Embora este modelo é demasiado simples para traduzir a realidade do processo, mas fracassaram as tentativas de busca de modelos de mistura melhores. A Motassis S.A não possui nenhum medidor de Índice de Fluidez, sendo assim impossível verificar a exactidão do modelo. A única prova de verificação é a qualidade do produto final.

Considerando que este modelo é suficientemente bom, houve necessidade de otimizar as misturas com o índice de fluidez pretendido tentando minimizar o custo da mistura final.

Para tal, recorreu-se ao Microsoft Excel com auxílio do Solver (Método de Newton), aumentando a complexidade do Modelo para 6 tipos de compostos diferentes para cada 2 tipos de classes: Virgem e Reciclado. Na parte superior da folha de cálculo indicava-se o que era pretendido, como a quantidade final em kg, ou o índice de fluidez pretendido, e obter-se-ia o resultado final da mistura.

$$\text{Preço total} = \sum M_i \cdot P_i \quad (5)$$

O objectivo é minimizar a equação 5.

Visto que o produto final pode quebrar devido à falta de homegenização da mistura, dada a grande variedade de IF da mistura, pode-se juntar como restrição o seguinte coeficiente de variação:

$$CV = \frac{\sqrt{\sum Mi \cdot (IFI - IF)^2 / Mf}}{IF} \times 100 \quad (6)$$

O Resultado da equação 6 varia entre 0 a 100

Por vezes há necessidade de adicionar corante (pigmento ou Masterbatch) a quantidade relativa adicionada varia para diferentes misturas matéria prima. As misturas recicladas necessitam de maior quantidade de corante. O custo do corante é obtido pelo produto entre a massa de corante e o seu preço(€/kg).

A percentagem de Corante a adicionar varia consoante a composição de Matéria Virgem:

$$\%MV = \frac{\sum Mv}{\sum M} \quad (7)$$

O “operador” começa por completar o esquema apresentado a quantidade disponível de cada produto com o seu respectivo índice de Fluidez e o seu custo (€/Kg).

Pode-se observar a Interface do Programa na Figura seguinte:

Mistura	Mpretendida(Kg)	500	Composição	IFp	7,5	Mobtida(Kg)	500	ifob.	7,5	Sobra	%MV	100,0
Materia prima Virgem	MV1 (Kg)	87,70	17,54%	IF1	7	Custo(€/Kg)	1	Limitação	1,00E+04	9912,3		
	MV2(Kg)	81,15	16,23%	IF2	6	Custo(€/Kg)	0,5	Limitação	2000	1918,9		
	MV3(Kg)	331,15	66,23%	IF3	8	Custo(€/Kg)	1,3	Limitação	4,00E+03	3668,9		
	MV4(Kg)	0,00	0,00%	IF4		Custo(€/Kg)		Limitação		0		
	MV5(Kg)	0,00	0,00%	IF5		Custo(€/Kg)		Limitação		0		
	MV6(Kg)	0,00	0,00%	IF6		Custo(€/Kg)		Limitação		0		
Materia prima Reciclada	MR1(Kg)	0,00	0,00%	IF1	7	Valor(€/kg)	2	Limitação	0	0		
	MR2(Kg)	0,00	0,00%	IF2	3	Valor(€/kg)	0,5	Limitação	0	0		
	MR3(Kg)	0,00	0,00%	IF3		Valor(€/kg)		Limitação		0		
	MR4(Kg)	0,00	0,00%	IF4		Valor(€/kg)		Limitação		0		
	MR5(Kg)	0,00	0,00%	IF5		Valor(€/kg)		Limitação		0		
	MR6(Kg)	0,00	0,00%	IF6		Valor(€/kg)		Limitação		0		
Corante	Custo Corante(€/Kg)	10										
	MV 75%a100%	0,100%										
	MV 50%a75%	1,000%										
	MV 25%a50%	1,500%										
	MV 1a 25%	2,000%										
	MV 0%	2,500%										
	Massa Corante(Kg)	0,5										
Custo Corante(€)			coef.variação requerido								100	

Fig.9- Utilização do Excel na elaboração de Mistura de Matérias-Primas

Simulação de casos:

É necessário alimentar a um processo de Injecção 1000kg de PEAD com IF de 6,5g/10min. Existem em Stock os Seguintes tipos de materiais:

Tab.4- Exemplo em Stock

Material	Tipo	Quantidade(kg)	IF(g/10min)	Custo(€/kg)
A	Virgem	1000	8	1,4
B	Virgem	300	6,5	1,3
C	Virgem	200	6	1,35
D	Reciclado	300	5	0,5
E	Reciclado	400	5,5	0,4

Sabendo que o corante custa 15€/kg e requerendo um CV inferior a 40%, o custo óptimo e os Materiais indicados pelo Solver são:

Tab.5-Resultado Solver

Material	Quantidade	Custo	Custo total
A	372,86	1,4	522,00
B	125,78	1,3	163,51
C	1,36	1,35	1,84
D	117,22	0,5	58,61
E	382,78	0,4	153,11
Corante	10,00	15	150,00
Custo total			1049,08

Sabendo os Resultados da Mistura, juntava-se no Misturador as quantidades pretendidas, como os sacos de Matéria-Prima indicam a quantidade de Matéria em Kg, juntam-se os sacos necessários e pesa-se numa balança a quantidade restante.

De Seguida junta-se Corante pretendido e mistura-se durante 10 min, de seguida transporta-se para a tremonha da injectora.

De seguida insere-se os parâmetros de Injecção pretendidos no equipamento de injecção e espera-se até que a peça saia com a qualidade pretendida. Varia-se os parâmetros ajustando visivelmente a qualidade da peça á saída da Injectora. As peças eram verificadas qualitativamente, caso ocorre-se anomalias iriam ser colocadas em local próprio para peças danificadas.

2.2.3- Operador de Extrusão

O processo de Extrusão distingue-se da Injecção por ser um processo semi-contínuo, ou seja em vez de utilizar molde, utiliza uma fieira para produzir objectos longos tais como tubo, vara e filme.

Para a produção de peças originadas por extrusão, é raro ocorrer misturas de polímeros, utilizando-se na maior parte das vezes um polímero puro.

O processo consiste nas seguintes etapas:

- Preparar marcador de Tubo
- Colocar a fieira correctamente
- Ligar a extrusora
- Enrolar o tubo no respectivo enrolador/arrumar a vara/transportar o rolo de filme para ser cortado.



Fig.10- Extrusão de tubo



Fig.11- Processo de Extrusão de filme

2.2.4- Técnico da Qualidade

O técnico da qualidade tem a seu cargo a função de identificação de produção de peças não conformes.

Em peças de Injecção verificava-se qualitativamente a partir de uma amostra simples a do padrão de cor e do padrão de peça:

- 1- Frisos;
- 2- Cor Homogénea;
- 3- Acabamentos;
- 4- Dimensões;

Analisam-se ainda quantitativamente as dimensões. A espessura era medida com paquímetro e o comprimento e largura eram medidos com fita métrica.

Verificando-se anormalidade, era necessário reportar ao Dir. de Produção

Nas peças produzidas por Extrusão registam-se os valores de espessura. Caso estejam fora dos parâmetros estabelecidos pela IT (Instrução de Trabalho) teria que reportar ao Dir de Produção. Eram analisadas amostras hora a hora. As amostras produzidas pelo turno da noite eram analisadas na manhã do dia seguinte.

3- Implementação de Sistema de Qualidade

3.1- Sistematização dos Processos

É requisito fundamental da Norma ISO 9001:2000^[6], a identificação dos processos e as suas interações. Os processos estão representados na Figura 4. Como se pode verificar, existe três grupos de processos:

- 1- Processo de Gestão - onde estão definidos os procedimentos estratégicos a serem seguidos pela Administração;
- 2- Processos de Realização; onde estão definidos todos os processos que dizem respeito ao produto final;
- 3- Processos de Suporte, que definem o apoio à empresa;

Na figura seguinte está representada a interacção que cada processo tem entre si.

Tab.6- Diagrama de interação de processos

PROCESSO →	GESTÃO			REALIZAÇÃO										SUPORTE				
	PG 01	PG 02	PG 03	PR 01	PR 02	PR 03	PR 04	PR 05	PR 06	PR 07	PR 08	PR 09	PR 10	PS 01	PS 02	PS 03	PS 04	PS 05
PG 01		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PG 02	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PG 03	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PR 01	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•					
PR 02		•	•			•	•	•	•	•	•	•	•					
PR 03	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•					•
PR 04	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PR 05	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PR 06	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
PR 07		•		•	•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
PR 08	•	•		•			•		•	•		•	•	•	•	•	•	•
PR 09		•		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
PR 10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
PS 01	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•
PS 02	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•
PS 03	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
PS 04	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
PS 05	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

3.2- Procedimentos, Instruções de Trabalho e Modelos de Registo

3.2.1- Injecção

Todos os processos são analisados e controlados por modelos de registo, acompanhando todos os passos do procedimento do processo em questão. Tendo-se abordado primeiro o processo de Injecção, começou por se realizar um procedimento para este processo.

O procedimento do processo de Injecção pode ser analisado no seguinte esquema:

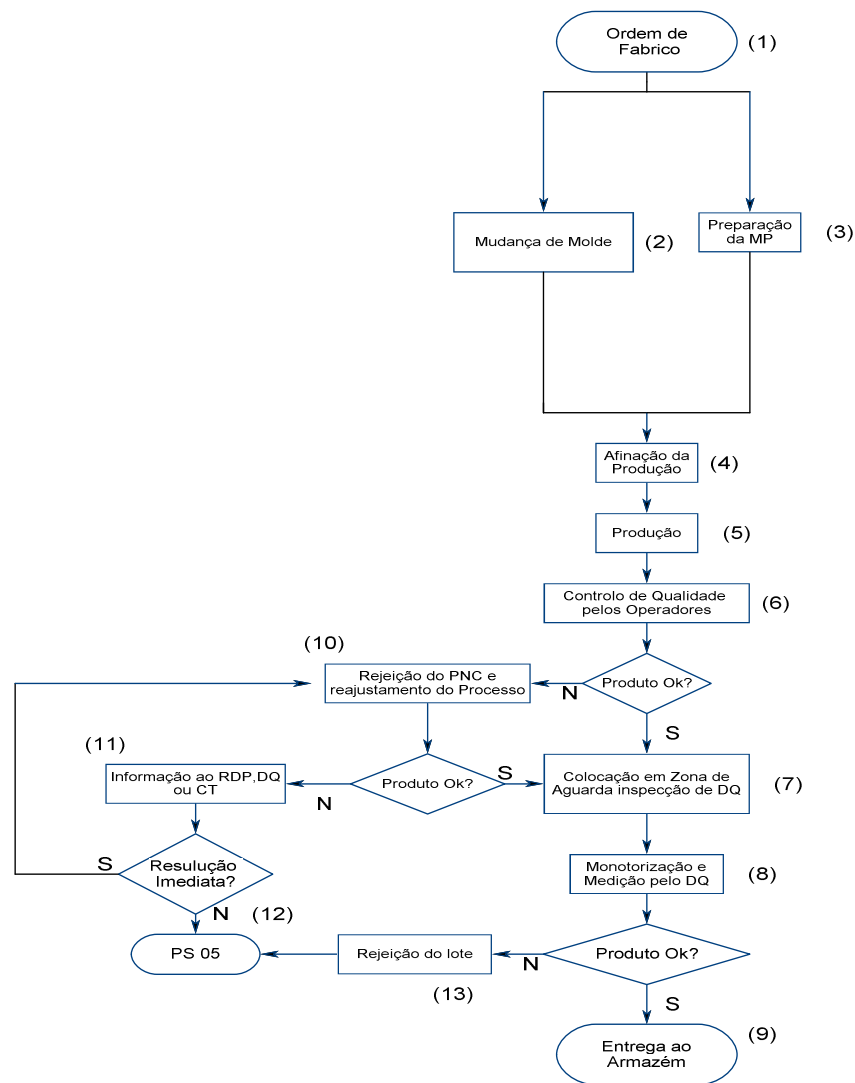


Fig.12- Esquema para o procedimento do processo de Injecção

A Motassis tinha implementado, em momento anterior ao presente estágio, em procedimento que carecia de exequibilidade. Esse procedimento foi, por isso, alterado de

acordo com o esquematizado na Fig.12. A grande alteração efectuada foi relativa á inspecção pelo Departamento de Qualidade. Anteriormente estava estipulado que a equipa de Controlo de Qualidade teria que Inspeccionar todas as peças do lote caso ocorresse uma amostra defeituosa. Essa execução é completamente impraticável nos quotidiano fabril. Além disso essa medida é uma motivação à adulteração de resultados de Controlo da Qualidade, saindo a perder claramente a empresa com a falta de controlo e a insatisfação do Cliente.

Neste procedimento, quando a amostra é rejeitada o lote também é rejeitado. Nesta situação é utilizado um plano de inspecção Simples/Múltipla que será abordado no capítulo de Controlo de Qualidade.

Todos os Procedimentos possuem indicadores. Esses indicadores medem algo realizado por cada processo. A empresa tem que definir no inicio do ano, o objectivo mínimo o máximo dos valores desses indicadores. O Indicador deste processo é a Taxa de Produtos não Conforme(TNC).

$$TNC = \frac{\text{Massa Produtos Não Conformes}}{\text{Massa total Injecção}} \quad (7)$$


Neste procedimento, realizaram-se 16 I.T., As IT têm o mesmo layout, e definiu-se, além disso, a fonte e a dimensão de letra quem devem ser comuns a todas as IT que todas elas teriam tamanho de letra 12 com tipo de letra tahoma.

Tab.6- Lista de Instruções de Trabalho

Nome	Designação	Objectivo/Fundamentos
Pr04_IT01	Preparação e Montagem de Moldes	Descreve como se deve montar os moldes com o máximo de segurança e higiene
Pr04_IT02	Máquinas Vs Moldes	Define para cada máquina os moldes suportados
Pr04_IT03	Matéria Prima a Incorporar no produto	Lista com produtos onde descreve a respectiva matéria-prima
Pr04_IT04	Elaboração de Misturas	Elaboração da mistura: Capacidade de misturador, limpeza da mistura, tempos de Mistura
Pr04_IT05	Secagem Matérias Primas	Como e quando colocar MP na estufa
Pr04_IT06	Cor padrão	Produtos com o tipo de corante
Pr04_IT07	Filtros	Define como preparar e embalar filtros
Pr04_IT08	Grau Alimentar	Como Proceder com produtos de grau alimentar
Pr04_IT09	Temperaturas	Define todas as temperaturas máximas e mínimas para

	Máquinas	cada tipo de matéria-prima em todas as Zonas das Máquinas
Pr04_IT10	Acções de Auto Controlo	Define o controlo de qualidade exercido pelo operador e como proceder caso ocorra inconformidades
Pr04_IT11	Controlo de Amostras Padrão	Descreve como controlar as amostras padrão em termos de impressos e tempo de verificação
Pr04_IT12	Ensaio Mecânicos	Define qualitativamente como avaliar a resistência mecânica das peças
Pr04_IT13	Artigos Compostos	Define peças e quantidade de peças que descreve um componente composto
Pr04_IT14	Códigos	Define códigos de processo, matéria prima e cor a registar nas folhas de registo e no Software
Pr04_IT15	Serigrafia	Define como preparar, e executar um processo de serigrafia nas peças de injeção
Pr04_IT16	Preparação de Moldes Final	Define normas, como preparar, limpar e arrumar os moldes e feiras no fim de produção

De seguida apresenta-se algumas I.T:

	ELABORAÇÃO DAS MISTURAS DE MATÉRIA PRIMA	PR 04 – IT 04 / 0
---	--	-------------------

1. Objectivo/Âmbito

Definir a forma de fazer as misturas de matérias primas e/ou corantes.

2. Descrição

Quando são necessárias misturas de matéria prima com matéria prima e/ou matéria prima com corantes, são anotadas na ordem de fabrico as percentagens de cada componente e é utilizado um dos misturadores.

Misturador Pequeno



Este misturador é utilizado para misturas de pequenas quantidades ou para misturas onde seja incorporado corante em pó.

Limpeza

Antes de cada mistura o misturador deve ser bem limpo com Xylol, ou um outro produto de limpeza que não ataque a superfície do misturador e seco com desperdício.

Forma de utilização

As matérias primas a misturar são vazadas directamente dos sacos ou com um dos baldes existentes na secção para o efeito (quando a matéria prima está em big-bags ou em cartões).

Este misturador leva no máximo 4 sacos de matéria prima, ou 20 baldes uma vez que a cada saco correspondem 5 baldes.

Quando é necessária a adição de corante este é pesado e vazado por cima da matéria prima, já depois de o misturador estar em funcionamento.

Todas as misturas devem ficar a homogeneizar durante 10 minutos no mínimo.

Misturador Grande



Este misturador é utilizado para misturas de grandes quantidades.

Limpeza

Antes de cada mistura o misturador deve ser bem limpo com ar comprimido.

Forma de utilização

O misturador é posto a trabalhar e as matérias primas a misturar, vão sendo vazadas directamente dos sacos ou com um dos baldes existentes na secção para o efeito (quando a matéria prima está em big-bags ou em cartões).

Este misturador leva no máximo 32 sacos de matéria prima, ou 160 baldes uma vez que a cada saco correspondem 5 baldes.

Quando é necessária a adição de corante este é pesado e vazado para dentro do misturador.

Depois de todos os componentes adicionados, as misturas devem ficar a homogeneizar durante 10 minutos no mínimo.

3. Documentos Aplicáveis

Nada a assinalar.

Este é um exemplo de uma IT. As IT são caracterizadas por serem o mais objectivas possível para que sejam facilmente perceptíveis pelos operadores. As correspondências de capacidade em relação a esta IT, foram testadas.

Como se pode verificar na Tab.6, existe uma interacção entre os processos, entre os quais o processo de suporte. Foi elaborado uma IT no processo de Suporte no que concerne à afinação das máquinas. Todas as máquinas de injeção possuem um quadro para inserir diversos parâmetros. Como a fábrica não dispõe de sistemas de arquivo de informação processual histórica, houve necessidade de realizar uma IT com parâmetros adequados a cada produto. Essa IT enquadra-se no processo de suporte e ainda está em fase de construção, ou seja, à medida que se lança uma ordem de fabrico a um novo produto, os parâmetros de Injeção são ajustados a esse produto e registados nessa IT que acaba de servir como modelo. Os registos de temperatura nas zonas de aquecimento da extrusora, são feitos na tabela seguinte:

Tab.7- Controlo de temperatura nas zonas de aquecimento

Controlo de Temperatura (°C)				
ZA	ZB	ZD	ZE	ZF

A IT relativamente a caixa px completa, está representada na página seguinte:

Máquina N.º:21	Designação da Máquina: Sandreto	Molde N.º:613
Designação do Produto: Caixa PX aberta	Peso [Kg]:1.65	Matéria Prima: PP



Controlo de Temperatura (°C)				
ZA	ZB	ZD	ZE	ZF
250	260	230	220	215

Posição Potenciómetro

Circuito da Máquina (Automático)	Abertura Lenta	Tempo de Arrefecimento	1ª Pressão	Tempo de Injecção	Velocidade de Injecção	1	Contador
	Pressão de Extracção		5			2	
Automático / Porta	0	Protecção do Molde	2ª Pressão	 1 2 3 4 0 1 0 1 0	3 4 5 6	3 4 5 6	Lubrificação Manual Alarme Não lubrificação
	0		3				
Encosto do Bico:	Pré Avanço	Tempo de Extracção	3ª Pressão	① Recuo e avanço do bico ② Tempo da 2ª pressão ③ Retardo de plastificação ④ Sucção	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	Valvula A Válvulas D
Temporizador	Tempo de Espera para Fecho (Automático)		3				
0	0	0	1.5				

DATA	ELABORADO	APROVADO
-------------	------------------	-----------------

Normalmente os Parâmetros são ajustados, até que a peça fique conforme. Existe diversos factores que interferem na qualidade do produto.

Tab.8- Identificação de Causa Solução de um problema numa peça^[7]

Problema	Causa	Solução
Rebarbas na peça	Alimentação excessiva	Reduzir a pressão de recalque
	Resina muito quente	Reduzir a temperatura do cilindro.
	Pressão de injeção muito alta	Diminuir a pressão de injeção
	Alinhamento inadequado do molde	Alinhar Molde
	Resina com índice de fluidez muito alto	Utilizar outra mistura
	Velocidade de injeção muito alta.	Aumentar tempo de Injeção
Vazios	Temperatura do molde e/ou resina muito baixa	Aumentar varias temperaturas
	Alimentação insuficiente	Aumentar a pressão de injeção e/ou pressão de recalque
		Aumentar a contra pressão
		Verificar o funil de alimentação (entupimento)
Velocidade de injeção muito alta	Diminuir Velocidade de Injeção	
Marcas	Temperatura da resina e/ou molde muito baixa	Aumentar a temperatura da resina e/ou do molde e/ou do bico de injeção.
	Contaminação ou humidade na resina	Utilizar nova mistura ou secar a resina
	Velocidade de injeção inadequada	Aumentar a velocidade de injeção
	Resina com índice de fluidez muito baixo	Utilizar resina com índice de fluidez maior
	Resina degradada	Ajustar a temperatura do cilindro e/ou a contrapressão
Limpar a rosca e o bico de injeção		
Peças Quebradiças	Temperatura do molde e/ou da resina muito baixa	Aumentar a temperatura da resina e/ou do molde
	Excesso de compactação da resina dentro do molde	Ajustar a pressão de injeção e/ou de fechamento
		Ajustar a alimentação e/ou o tempo de recalque
Índice de fluidez da resina e/ou densidade muito alto	Mudar Matéria Prima	

A tabela 8, facilita muito a resolução de problemas em algumas peças. Esta tabela faz parte da I.T Processo de Suporte de Acções de Melhoria Correctiva (PS05_IT01)

Caso a taxa PNC aumente, ou a próprio número de reclamações em relação à qualidade da peça aumente, está instituído na política de qualidade da empresa, analisar as causas da taxa IPNC, e encontrar soluções para as fazer diminuir. Para isso utiliza-se uma das ferramentas da qualidade que é o diagrama de Ishikawa[8] ou diagrama de causa-efeito associado a metodologia 6m.

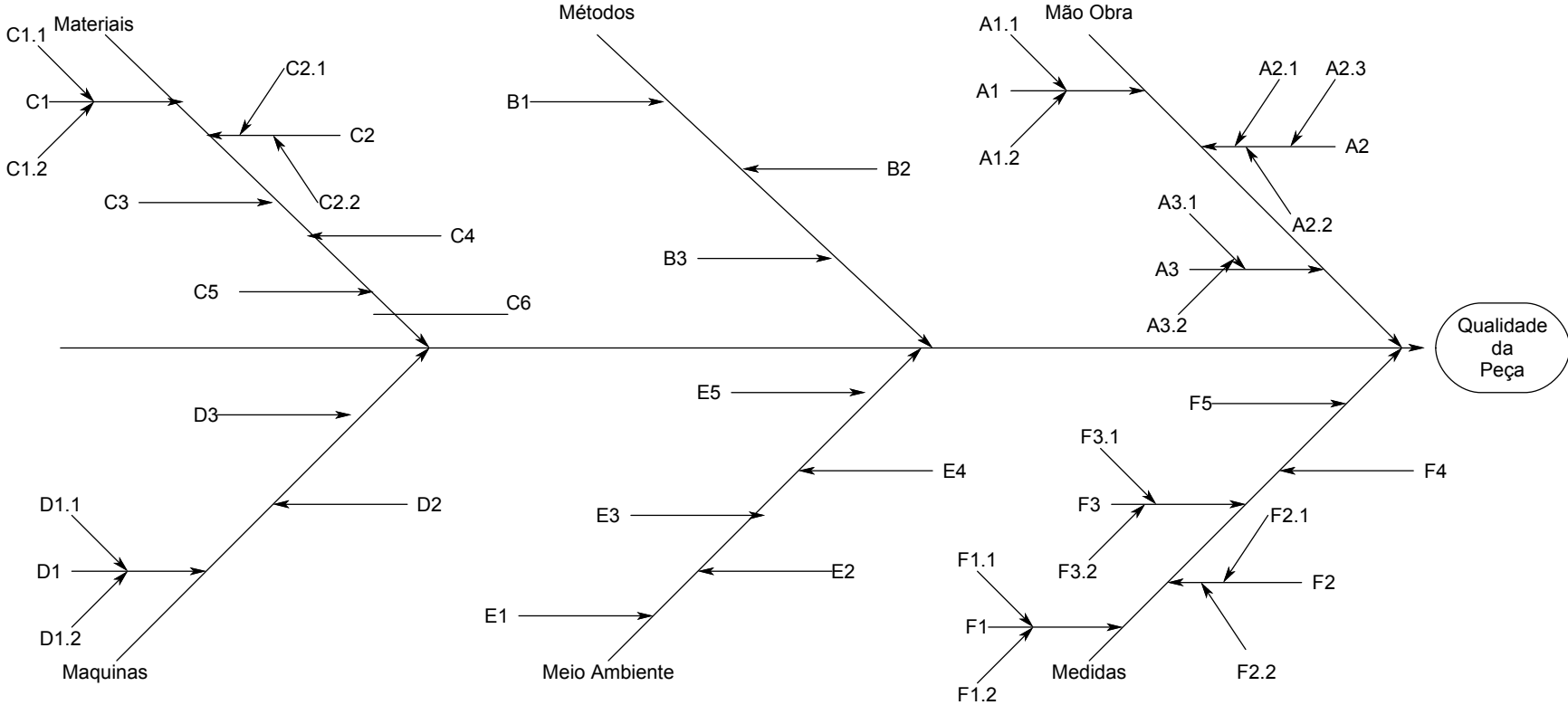


Fig.13- Diagrama de Ishikawa no processo de Injecção

De seguida apresenta-se a legenda da Figura 13

A.1-Director Produção

A.1.1-Afinação da matéria-prima e do processo.

A.1.2-Inspeção, manutenção e controlo do processo

A.2- Operador

A.2.1- Preparação da matéria- prima

A.2.2- Verificação do estado da peça.

A.2.3- Acondiciona o produto final na respectiva zona.

A.3-Equipa da Qualidade

A.3.1 Inspeção do produto

A.3.1.1 Tomada de decisão acerca da rejeição do lote

B1-Injecção

B2-Metodologia 6s

B3-SGQ de amostragem múltipla

C1- Matéria- Prima

C1.1- Matéria prima reciclada.

C1.2- Matéria prima virgem.

C2-Corante

C2.1-Granulado

C2.2-Pó

C6-Materias de desgaste: parafuso, camisas etc

D1-Injectora

D1.1- Injectora parafuso horizontal

D1.1- Injectora parafuso vertical.

D2-Compressor

D3-Sistema de Refrigeração

E1-Temperatura Ambiente

E2-Luminosidade

E3-Intensidade de ruído

E4-Arejamento

E5-Higiene

E6-Bom relacionamento entre trabalhadores

F1-Tempo

F1.1-Tempo de Injecção

F1.2-Tempo de refrigeração

F2-Temperaturas

F2.1-Temperatura de Injecção

F2.2-Temperatura do molde

F2.3-Temperatura nas zonas dos cilindros

F3-Pressão

F3.1-Pressão de injecção

F3.2- Pressão de recalque

F4-Velocidade de rotação do fuso

F5- Características da peça

Todos os factores acima apresentados foram discutidos em Brainstorming.

Para que todo processo seja devidamente acompanhado, há necessidade de registar, características importantes, para análise contabilística, rastreamento e acima de tudo controlo de qualidade. Para tal, criam-se modelos de registo que acompanham todo o processo e dão entrada no computador (Software SIA com CPA). Esses Modelos foram planeados, para os tornar mais legível possível e de forma a conter o máximo de informação possível e o mínimo de folhas possíveis. Um exemplo verifica-se com um modelo de registo de Produção que está na página seguinte:

		REGISTO DE PRODUÇÃO			PR 04 – 02 / 0	
SECÇÃO: <input type="checkbox"/> Injecção – Máquinas Pequenas <input type="checkbox"/> Injecção – Máquinas Grandes <input type="checkbox"/> Moinho <input type="checkbox"/> Extrusão de Tubo <input type="checkbox"/> Montagem <input type="checkbox"/> Granuladora						
Operador: _____		N.: _____		Data: ____/____/____		Turno: ____ às ____
Máq. N.º	O.F. / O.M. N.º	Código do Produto	Nome do Produto	Produtos em <input type="checkbox"/> Unid <input type="checkbox"/> Met <input type="checkbox"/> Kg		
				Cor	Quantidade	
				Borr	Refugo	
Outros Serviços: _____						
OCORRÊNCIAS DURANTE O FABRICO / MONTAGEM						
O.F. / O.M. N.º		Problema		Acção Correctiva		
Conferido por: _____				Data ____/____/____		
Introduzido por: _____				Data ____/____/____		

Fig.14- Modelo de Registo Pr04_02

Este registo tem a particularidade de servir para uma variedade de produção, e a sua impressão é realizada numa folha A4 que contem duas folhas de registo.

3.2.2- Extrusão de tubo

À semelhança do que se fez relativamente ao processo de injeção, apresenta-se de seguida a representação esquemática do processo de extrusão de tubo, desenvolvida para clarificar a sequência de etapas no referido procedimento do referido processo.

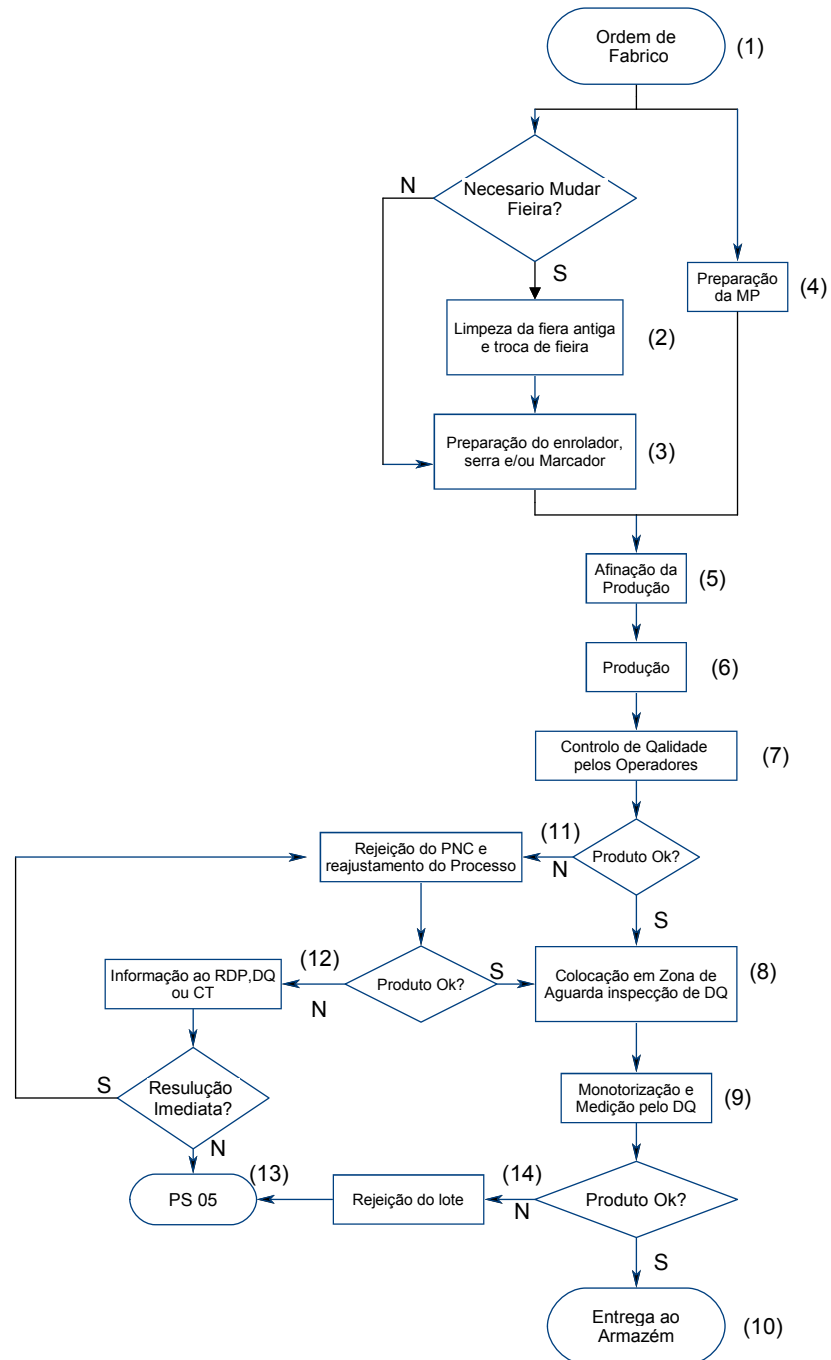


Fig.15- Esquema para o procedimento do processo de Extrusão de Tubo

O processo de extrusão de tubo também possui o mesmo indicador de produção não conforme.

Neste processo fabricam-se dois tipos de produtos: tubos de Polietileno (em rolos) e varas de Polipropileno.

Os tubos de polietileno destinam-se à rega, e são concebidos para aguentarem uma classe de pressões. Quanto mais espessa for a parede do tubo, mais pressão aguenta.

A espessura depende da velocidade do fuso com a velocidade do puxo. Como a velocidade do puxo não está sob controlo torna-se complicado tentar controlar a espessura do tubo, acabando por optar por um sistema do tipo "tentativa-erro".

Tab.9- Especificação de espessura de tubos utilizado pela Motassis.

Designação	Diâmetro Exterior Nominal [mm]	Diâmetro Exterior [mm]		Espessura da Parede [mm]									
		Min.	Max.	2 Kgf/cm ²		4 Kgf/cm ²		6 Kgf/cm ²		8 Kgf/cm ²		10 Kgf/cm ²	
				Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
16 mm	16,0	16,0	16,7	-	-	1,6	2,0	-	-	-	-	-	-
1/2"	17,0	17,0	17,7	-	-	1,6	2,0	1,8	2,2	2,3	2,7	-	-
5/8"	20,0	20,0	20,8	-	-	1,6	2,0	2,1	2,5	2,8	3,3	-	-
3/4"	25,0	25,0	26,0	-	-	1,9	2,3	2,7	3,2	3,4	3,9	4,6	5,3
1"	32,0	32,2	33,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,4	3,9	4,4	5,0	5,8	6,5
1.1/4"	42,0	42,0	43,5	1,6	2,0	3,1	3,6	4,5	5,2	5,8	6,6	7,5	8,5
1.1/2"	50,0	50,0	51,7	1,9	2,3	3,7	4,3	5,4	6,1	6,9	7,8	9,1	10,6
2"	63,0	63,0	65,1	2,4	2,8	4,7	5,4	6,7	7,6	8,7	9,8	11,2	13,5
2.1/2"	75,0	75,0	77,5	2,9	3,4	5,6	6,4	8,0	9,0	10,3	11,5	-	-
3"	90,0	90,0	92,9	3,5	4,1	6,7	7,6	9,6	10,8	12,4	13,8	-	-
4"	110,0	110,0	113,5	4,2	4,8	8,1	9,1	-	-	-	-	-	-
5"	135,0	135,0	139,3	5,2	5,9	10,0	11,2	-	-	-	-	-	-
6"	160,0	160,0	165,0	6,2	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Esta tabela estava a ser utilizada pela Motassis há vários anos, sendo e era desconhecida a sua origem. Em vista deste facto, solicitou-se o uso da Norma Portuguesa: NP EN 1201-1 Sistemas de tubagens em plástico para abastecimento de água Polietileno (PE) Parte 1 e Parte 2.^[9]

O cálculo da espessura ou pressão é dado pelas seguintes expressões como indica a Norma.

$$PN = \frac{10\sigma}{S} \quad (7)$$

onde PN é a Pressão Nominal em Bar, σ é a tensão de Projecto e S é a Série de tubos obtida pelas equações seguintes:

$$SDR = \frac{DN}{en} \quad (8)$$

onde SDR é a Razão Nominal Normalizada, DN é o diâmetro Nominal e en a espessura nominal

$$S = \frac{SDR - 1}{2} \quad (9)$$

$$\sigma = \frac{MRS}{c} \quad (10)$$

onde MRS é a tensão mínima requerida e c é o coeficiente global do projecto.

Tab.10- Designação de material e das tensões máximas correspondentes na Norma

Designação	Tensão mínima requerida (MRS) MPA	σ MPA
PE 100	10	8
PE 80	8	6,3
PE 63	6,3	5
PE 40	4	3,2

Na tabela 10, PE 63 corresponde a polietileno de baixa densidade e PE 80 polietileno de alta densidade, que são os polímeros utilizados pela Motassis.

Neste caso o coeficiente global de projecto (c) é de 1,25. A norma permite utilizar valores de c superiores a 1,25.

Por substituição das Equações 9 e 10 na Equação (8) e ainda através da Equação (7), é possível chegar a:

$$en = \frac{Dn}{\frac{20\sigma}{Pn} + 1} \quad (11)$$

Decidiu-se utilizar um factor c de 1,8 Então pela Equação 10, $\sigma = 3,5$ MPA. Realizou-se a experiência com um provete de 50 cm de tubo PE63 com espessura média de 4,3mm com 50mm de diâmetro (PN=4 Bar). Realizou-se um ensaio a uma pressão média de 14 bar, durante 24 horas tal como indica a figura seguinte:



Fig.16- Ensaio de pressão para tubo PE 63

Apesar do tubo ter aumentado o seu volume, não ocorreu ruptura deste, tornando assim o resultado do teste positivo.

Realizou-se o ensaio para todos os tubos produzidos e o resultado foi positivo.

Compararam-se as espessuras praticadas pela Motassis com as praticadas por algumas empresas concorrentes, tendo-se verificado que as desta são também inferiores.

As espessuras máximas obtiveram-se realizando uma regressão linear($y=ax+b$) às espessuras da Norma 1201-1. Como os valores variavam para cada classe de pressão, utilizou-se valores obtendo a média das regressões:

$$e_{max} = 1,1 \cdot e_n + 0,15 \quad (12)$$

Obteve-se assim um novo quadro de espessuras de tubo PE63:

Tab.11- Novos valores de espessura para tubo PE 63

Designação	Diâmetro Exterior Nominal [mm]	Diâmetro Exterior [mm]		Espessura da Parede [mm]									
				PN [bar]		PN [bar]		PN [bar]		PN [bar]		PN [bar]	
				2,5		4		6		8		10	
Min.	Max.	e Min	e Max	e Min	e Max	e Min	e Max	e Min	e Max	e Min	e Max		
16 mm	16,0	16,0	16,7			0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	2,0	2,0	2,4
1/2"	17,0	17,0	17,7			0,9	1,2	1,3	1,6	1,7	2,1	2,1	2,5
5/8"	20,0	20,0	20,8			1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,5	2,9
3/4"	25,0	25,0	26,0			1,4	1,6	2,0	2,3	2,6	3,0	3,1	3,6
1"	32,0	32,0	33,2	1,1	1,4	1,7	2,1	2,0	2,4	3,3	3,8	4,0	4,6
1.1/4"	42,0	42,0	43,5	1,4	1,8	2,3	2,6	3,3	3,8	4,3	4,9	5,3	5,9
1.1/2"	50,0	50,0	51,7	1,7	2,1	2,8	3,2	4,0	4,6	5,1	5,8	6,3	7,0
2"	63,0	63,0	65,1	2,2	2,6	3,5	4,0	5,0	5,6	6,5	7,3	7,9	8,8
2.1/2"	75,0	75,0	77,5	2,6	3,0	4,1	4,6	6,0	6,8	7,7	8,6		
3"	90,0	90,0	92,9	3,1	3,6	4,9	5,5	7,1	8,0	9,2	10,3		
4"	110,0	110,0	113,5	3,8	4,4	5,9	6,7						
5"	135,0	135,0	139,3	4,7	5,3	7,3	8,2						
6"	160,0	160,0	165,0	5,5	6,3								

Esta tabela está incorporada na Instrução de Trabalho PQ05 – IT01

Os valores de espessura utilizados para PE 80 são os mesmos utilizados pela norma, visto que o PE 80 é mais resistente do que PE 63.

O processo de produção de Varas PP, é muito semelhante, mas mais rigoroso. De facto, a extrusora possui um conta-gradivímetro e uma serra automática, de maneira a satisfazer as especificações dos clientes nomeadamente em termos de espessura, comprimento e diâmetro das varas.

Há então a necessidade de conhecer a espessura em função da gravimetria e do diâmetro interno, este conhecimento pode-se obter através das equações seguintes:

$$m = gvm \cdot h \cdot 0,1 \quad (13)$$

onde m é massa(g), gvm é gradivimetria(grama/metro) e multiplica-se por 0,1 para normalizar posteriormente em cm.

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (14)$$

Onde V é o volume em cm³ e ρ é a densidade do polipropileno em g/cm³.

O volume da vara em é dado por:

$$V = \pi \cdot h \cdot ((ri + e)^2 - ri^2) \quad (15)$$

Com a espessura e o raio interno expressos em cm.

Explicitando a grandeza e na Equação (15) vem:

$$e = \frac{-2ri + \sqrt{4ri^2 + \frac{4}{V \cdot \pi \cdot h}}}{2} \quad (16)$$

Pela equação 16 obtém-se o valor esperado da espessura em cm.

Os limites máximos e mínimos foram calculados considerando uma tolerância de 10% para o valor de gravimetria e considerando ainda que há variação de comprimento devido à dilatação térmica do PP.

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T \quad (17)$$

Onde ΔL é a variação de comprimento, α o coeficiente de dilatação linear e ΔT a variação de Temperatura.

A estratégia consiste em programar a serra para cortar em excesso, considerando que ocorre variação de 13°C de temperatura e um erro médio de 6mm no corte da máquina.

Os valores podem-se encontrar na IT: PQ05-IT03:

Tab.12- Parametros de vara PP admissivel para o cliente.

Cliente	Designação	Comprimento(mm)		Diâmetro Interno(mm)		Espessuras(mm)	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínima	Máxima
J Paulo	Vara 45	3370	3383	39,9	40,5	1,47	1,81
J Paulo	Vara 50	3370	3383	47,8	48,4	1,40	1,72
Pardal	Vara 15	2215	2225	12,8	13,1	1,40	1,71
Pardal	Vara 40	3100	3112	37,5	38,1	1,21	1,49
Pardal	Vara 45	3100	3112	39,9	40,5	1,51	1,86
Pardal	Vara 50	3100	3112	47,8	48,4	1,40	1,72
Rigo	Vara 45	2100	2110	39,9	40,5	1,36	1,68
Rigo	Vara 50	2100	2110	47,8	48,4	1,37	1,68
Rolpin	Vara 16	2100	2110	13	13,5	1,39	1,71
Rolpin	Vara 45	3400	3413	40,82	41,02	1,28	1,56
Rolpin	Vara 50	3400	3413	47,8	48,4	1,35	1,66
Rodapin	Vara 16	3400	3413	13	13,5	1,40	1,74
Rodapin	Vara 40	3400	3413	37,5	38,1	1,21	1,49
Rodapin	Vara 50	3400	3413	47,8	48,4	1,35	1,66

Para determinar a espessura máxima, utiliza-se a gravimetria máxima e o raio interno mínimo. Para calcular a espessura mínima, utiliza-se a gravimetria mínima e o raio interno máximo. Em ambas as situações utiliza-se o comprimento médio.

Para discutir a qualidade do produto recorre-se novamente ao Diagrama de Ishikawa:

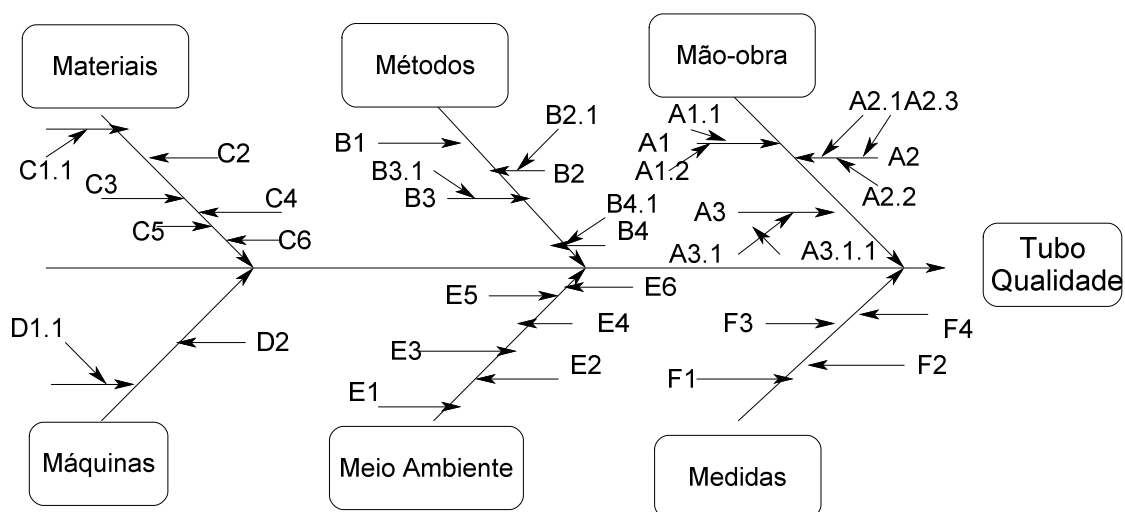


Fig.17- Diagrama de Ishikawa para extrusão de vara

LEGENDA DIAGRAMA ISHIKAWA

O diagrama representa a metodologia dos 6M e todos os factores representados interferem na qualidade global do tubo.

A.1-Director Produção

A.1.1-Afinação/Arranque do processo

A.1.2-Inspeção, manutenção e controlo do processo

A.2- Operador

A.2.1- Preparação da matéria prima

A.2.2- Controlo do processo

A.2.3- Embalagem e armazenamento do produto final

A.3-Equipa da Qualidade

A.3.1 Inspeção do Produto

A.3.1.1 Tomada de decisão acerca da rejeição do lote

B1-Extrusão

B2-Corte da vara

B2.1-Corte eléctrico

B3-Embalagem Vara

B3.1-Identificação por cores

B4-SGQ

B4.1-Plano de Amostragem Múltiplo

C1- Matéria Prima

C1.1- Polietileno Polipropileno virgem.

C2-Serra automática

C3- Calibre

C4-Fieira

C5-Punção

C6-Materias de desgaste: Parafuso, camisas etc

- D1-Extrusora
- D1.1-Extrusora Monoparafuso
- D2-Bomba
- D2.1-Bomba de alimentação
- D2.2-Bomba de água
- D3-Contagravímetro
- E1-Temperatura Ambiente
- E2-Luminosidade
- E3-Ausência de ruído
- E4-Arejamento
- E5-Higiene
- E6-Bom relacionamento entre trabalhadores
- F1-Temperatura
- F2-Velocidade do parafuso
- F3-Distancia do puxo
- F4-Características da vara

3.3- Técnico de Qualidade

Verificavam-se as peças por injeção através de um plano de inspeção simples/múltipla. No final de um turno verificava-se a quantidade produzida da peça. Sendo menos de 150 peças, utilizava-se um plano de inspeção simples, sendo mais de 150 peças, utilizava-se um plano múltiplo condicionado.

Tab.13-Classificação de nível de inspeção vs Dimensão do lote

Dimensão do lote	Níveis de inspeção especiais				Níveis de inspeção gerais		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	O
500001 e acima	D	E	H	K	N	Q	R

Utiliza-se sempre o nível I da tabela 13

Tab.14- Níveis de aceitação e rejeição


Letra código de dimensão da amostra	Dimensão da amostra	NÍVEIS DE QUALIDADE ACEITÁVEIS (INSPEÇÃO REDUZIDA)																									
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
S	3150	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Por exemplo, para 1 Lote com 130 caixas px, recolhe-se uma amostra de 8 unidades, e verifica-se a amostra e rejeita-se o lote, caso os defeitos sejam superiores a 2 (Intersecção da primeira seta vertical para baixo).

Se o lote contiver por exemplo 700 unidades verificam-se 32 unidades, e rejeita-se a amostra com mais de 2 defeitos. Caso contenha mais de 2 defeitos, retira-se outra amostra.

O Controlo de Qualidade nas peças de extrusão de tubo, é realizado com provetes hora a hora, e regista-se os parâmetros na em modelo PR05-03 que se pode verificar na tabela seguinte:

Tab.13- Registo de controlo de Qualidade PR05-03

		REGISTO DE INSPEÇÃO CONTROLO QUALIDADE											PR 05 - 03 / 0				
		- EXTRUSÃO DE TUBO -															
DATA																	
DESIGNAÇÃO																	
ORDEM FABRICO																	
MÁQUINA																	
QUANTIDADE OBSERVADA																	
TURNO / HORA																	
VERIFICAÇÕES VISUAIS	1 Frisos																
	2 Forma																
	3 Vincos																
	4 Esterias																
	5 Furos																
	6 Poros																
	7 Bolhas																
	8 Infundidos																
	9 Cor (Tubo PE)																
VERIFICAÇÕES DIMENSIONAIS	Comprimento Varas [cm]																
	Diâmetro Interno (Varas PP-calibre)																
	Diâmetro Externo (Tubo PE-calibre)																
	Espessura [mm]	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-
		2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-	2-
3-		3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	3-	
4-		4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	4-	
DECISÃO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ASSINATURA																	

4- Outras actividades

Para que a Implementação do Sistema de qualidade seja eficiente, torna-se necessário proceder a registos de máquinas e às suas limitações e planos de Manutenção, Documentar Moldes, feiras, Calibres, ecrãs de serigrafia. Foi ainda necessário realizar um plano de limpeza, e organigramas. As políticas de qualidade, organigramas e procedimentos, estão documentados no próprio manual da Qualidade.

Entre essas análises, houve participação no controlo do processo: analisava-se as entradas de matéria-prima e os registos de purgas, e introduzia-se no software ERP SIA.

Outra tarefa efectuada, foi a optimização de transporte de produtos (logística), onde necessitava de conhecer as dimensões do transporte, os seus consumos, e o volume ocupado pela carga, depois realizava-se um estudo de quantas viagens seria necessário realizar, ou se seria mais favorável, encomendar uma empresa transportadora.

Uma das ferramentas da qualidade é a análise de Pareto[8], realizou-se análise de Pareto á venda de produtos e a clientes, em relatório anual da qualidade. A regra de pareto refere que cerca de 20% das causas contribuem para 80% dos proveitos

Pode-se verificar alguns gráficos nas páginas 45 e 46:

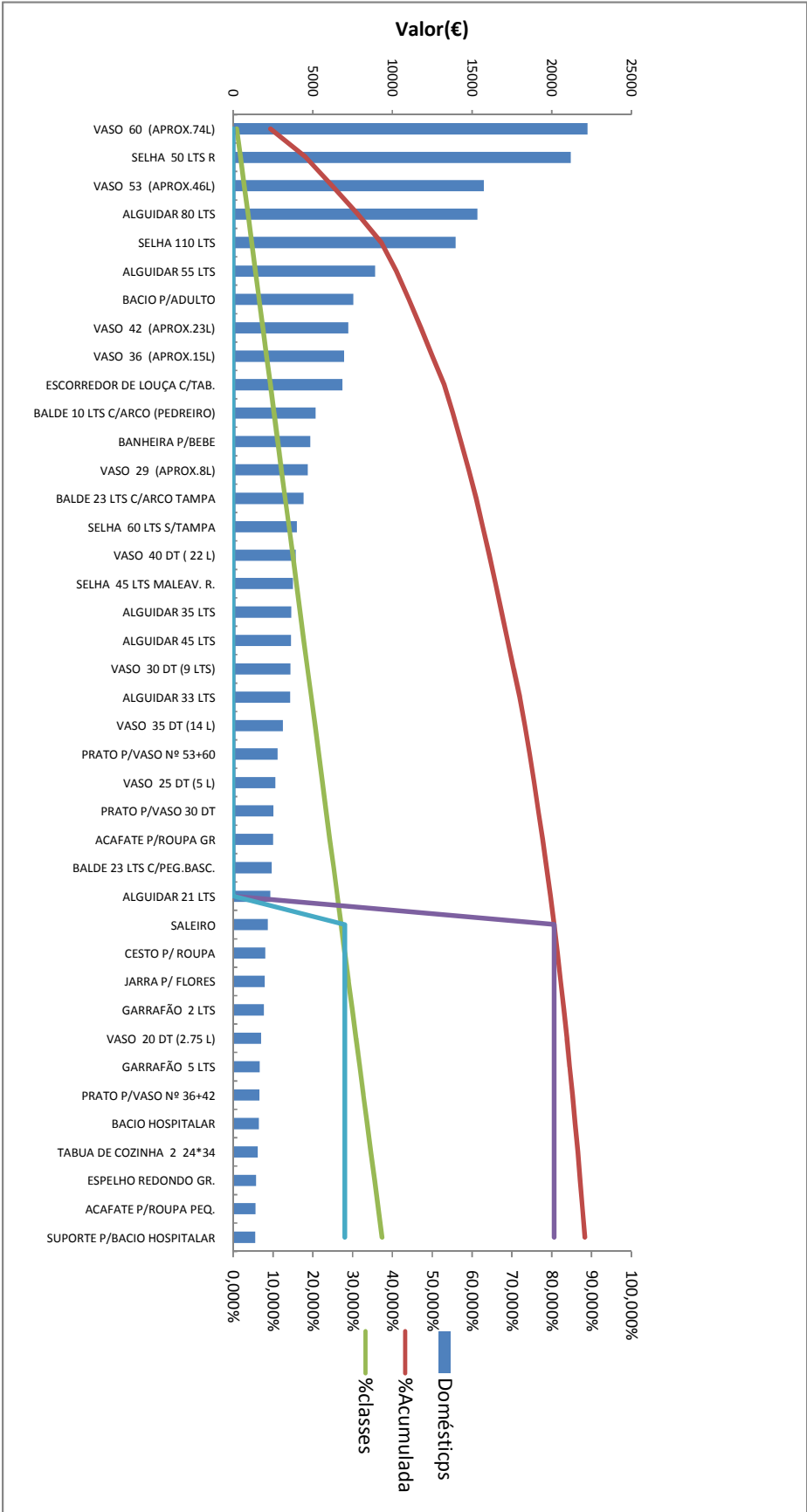
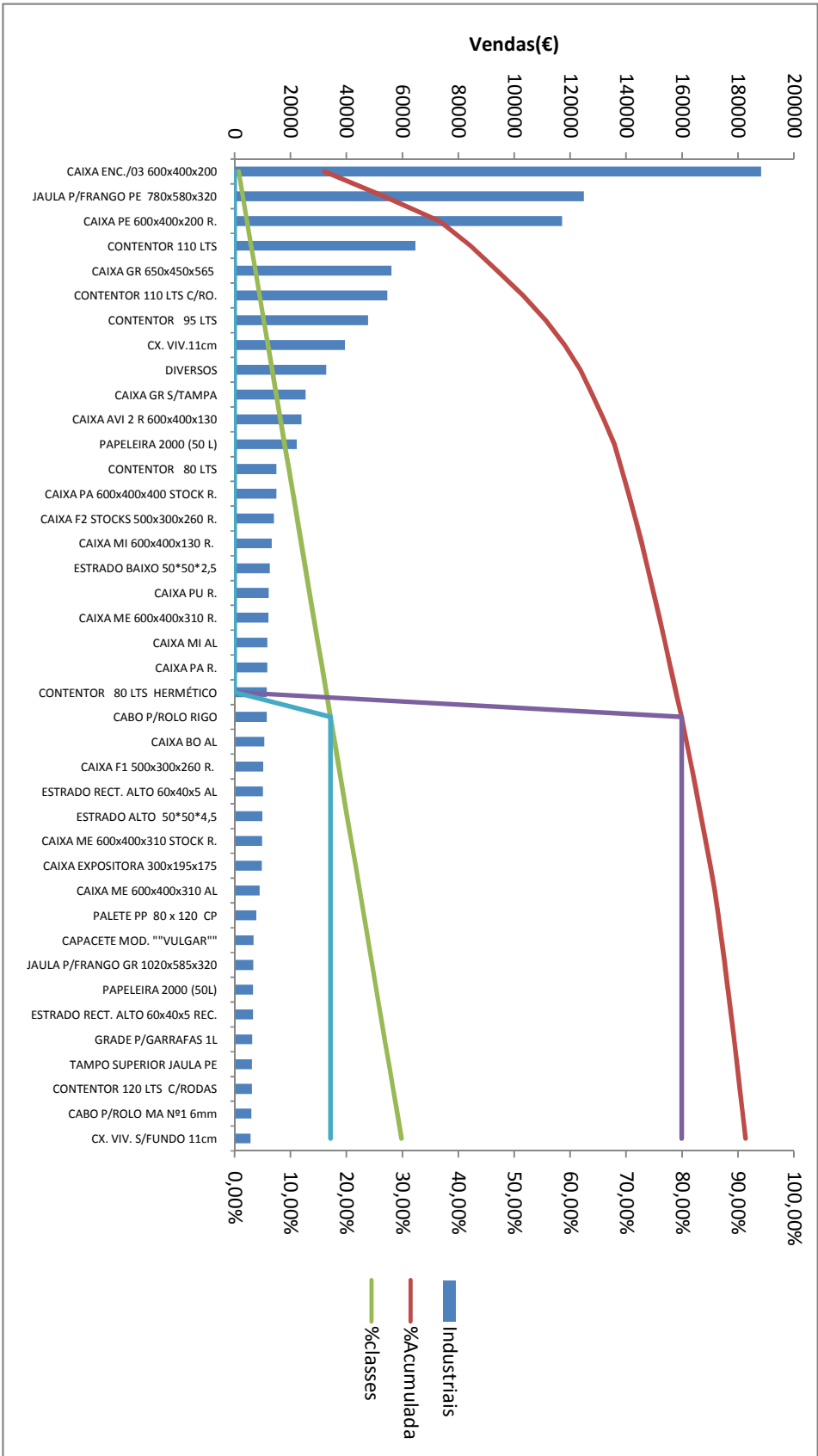


Fig. 18-Análise pareto à venda de produtos domésticos

Fig.19 - Análise pareto á venda de produtos Industriais



5- Conclusão

O trabalho aqui apresentado traduz as actividades desenvolvidas ao longo de um Estágio Curricular de seis meses na empresa Motassis, SA --- empresa transformadora de materiais plásticos.

Tendo como objectivo global contribuir para a futura implementação de um Sistema de Qualidade na fábrica, iniciou-se este Estágio com uma familiarização à empresa e aos processos que utiliza, nomeadamente injeção e extrusão. Investiu-se também um tempo considerável na aprendizagem de conceitos e na filosofia da norma ISO 9001:2000.

Tornou-se clara a necessidade --- aliás imposta pela própria norma --- de haver uma melhoria contínua, como também defendido por Kaizen[8]. Para conseguir esta almejada melhoria contínua, é absolutamente imprescindível manter um registo minucioso das variáveis processuais. Para a análise dos diversos factores que afectam a qualidade de um produto é particularmente útil recorrer ao correspondente diagrama de causa-efeito.

Por outro lado, é importante estar consciente que o grau de qualidade pretendido quando se produz determinada peça é, em última análise, imposto pelo cliente e pelo mercado. A política de qualidade está focalizada no cliente, como aduz a conhecida expressão "O cliente tem sempre razão".

Foi também possível perceber a importância que as boas relações com fornecedores têm para o bom funcionamento de uma empresa. As empresas são entidades altamente interactivas com o exterior e a qualidade dos seus processos e produtos depende obviamente da forma como ocorrem essas interacções.

Foi também possível constatar que muitas vezes a melhoria de certos métodos não requer grandes desenvolvimentos nem teorias muito elaboradas. Por exemplo, a Equação (1) permitiu tornar o método mais eficiente e económico.

Finalmente, talvez o maior ensinamento proporcionado por este Estágio seja o de que nunca se deve deixar de procurar metodologias mais adequadas, que permitam melhorar continuamente os processos.

Nomenclatura

Sigla	Designação
ΔL	Variação de comprimento
ΔT	Variação de Temperatura
c	coeficiente global do projecto
CV	Coeficiente de Variação
Dn	Diâmetro nominal
e	espessura da vara
EN	Norma Europeia
en	espessura nominal
h	comprimento da vara
IF	Índice de Fluidéz
IFa	Índice de Fluidéz do componente a
IFb	Índice de Fluidéz do componente b
ISO	International Organization for Standardisation
IT	Instrução de trabalho
L_0	Comprimento inicial da vara
m	massa
Ma	Massa do componente a
Mb	Massa do componente b
MEQ	Mestrado Engenharia Química
Mf	Massa da mistura final
MRS	Tensão mínima requerida
MV	Matéria virgem
NP	Norma Portuguesa
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno Alta Densidade
PEBD	Polietileno Baixa densidade
PN	Pressão Nominal
PP	Polipropileno
PR	Processo de Realização
ri	raio interno da vara
S	Série de tubos
SDR	Razão nominal normalizada
TNC	Taxa de produtos não conforme
V	Volume
α	Coeficiente de dilatação linear
σ	Tensão do projecto
ρ	Densidade

Bibliografia

- [1] Avelos, H.M.P.P.D (2005). Gestão da Qualidade – Ano lectivo 2004/2005, curso de Gestão da Qualidade. URL: http://www2.egi.ua.pt/cursos_2004/files/GQ/Aula12T.pdf [ultima consulta em 2009-02-08]
- [2] Leitão, J. (2007). Campanha Nacional “Certificar para Ganhar o Futuro”, Leiria 17 de Maio de 2007. URL: <http://www.apcer.pt/arq/fich/LeiriaJL.pdf> [ultima consulta em 2009-02-08]
- [3] GPEARI (2008). A Procura de Emprego dos Diplomados com Habilitação Superior. Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais – Ministério da Ciência Tecnologia, e Ensino Superior. URL: http://www.estatisticas.gpeari.mctes.pt/archive/doc/emprego_dos_diplomados_2008_iii_0.pdf [ultima consulta em 2009/02/08]
- [4] Roll, D. (2008). An Introduction to 6s
Disponível em http://www.vitalentusa.com/learn/An_Introduction_to_6S.pdf
[ultima consulta em 2008-11-20]
- [5] Ministérios da Economia, Ambiente, Ordenamento do território. Diário da República, Portaria 209/2004 3 de Março
- [6] IPQ (2001). Sistemas de gestão da qualidade. Norma ISO 9001:2000
- [7] IAP- Moldagem por injeção, Problemas causas e soluções URL:
http://www.planetaplastico.com.br/literatura/literatura/lite_injecao.htm
[ultima consulta em 2009/06/15]
- [8] Cabral, J.A (2008), Gestão da Qualidade ano lectivo 2008/2009
- [9] IPQ (2004) NP EN 1201-1 Sistemas de tubagens em plástico para abastecimento de água Polietileno (PE) Parte 1 e Parte 2.