

MANUTENÇÃO E CONTROLO DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE INJEÇÃO DE PLÁSTICO

JOÃO CATALÃO

Professor Auxiliar

Departamento de Engenharia Electromecânica (UBI)

catalao@ubi.pt

PAULO ESTEVES

Mestre em Engenharia Electromecânica (UBI)

Engenheiro da Empresa *Tupperware*

paulo5775@hotmail.com

JOÃO MATIAS

Professor Auxiliar

Departamento de Engenharia Electromecânica (UBI)

matias@ubi.pt

CARLOS CABRITA

Professor Catedrático

Departamento de Engenharia Electromecânica (UBI)

cabrita@ubi.pt

Universidade da Beira Interior

Departamento de Engenharia Electromecânica

Edifício 1 das Engenharias

6201 – 001 Covilhã

RESUMO

Este artigo descreve os aspectos gerais de manutenção preventiva, manutenção curativa, e manutenção produtiva total, numa empresa do sector dos plásticos. Nomeadamente, é abordada a manutenção das máquinas de injeção de plástico horizontais utilizadas nesta empresa, em particular o modelo de 550 toneladas. É igualmente abordada a área da qualidade, sendo descrito o sistema de controlo utilizado durante o processo de fabrico das peças.

1. INTRODUÇÃO

Devido às exigências de produção nos dias que correm, é cada vez mais importante trabalhar com elevados níveis de fiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos. Para que essa filosofia seja possível, a manutenção industrial tem um papel preponderante (Catalão, 2010). Como é sabido, a manutenção desempenha um papel crítico no que diz respeito ao cumprimento dos objectivos previamente especificados de fiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (Cabrita, 2006; Assis, 2004).

Este artigo tem por base o trabalho desenvolvido na empresa *Tupperware*, que se situa em Montalvo, concelho de Constância, e incide sobre as máquinas de injeção de plástico horizontais utilizadas nesta empresa, em particular o modelo de 550 toneladas (ENGEL ES 4550/550K). Desta máquina fazem parte a unidade de injeção, unidade de fecho (*clamping*) e, finalmente, um periférico muito importante, o robot (ERC 63/3-C).

A *Tupperware* Portugal tem como princípio fundamental desenvolver e garantir a manutenção de todas as suas máquinas e equipamentos. Desta forma, sempre que qualquer máquina e/ou equipamento avarie ou demonstre qualquer indício de avaria, esta é parada de imediato, procedendo-se de seguida à respectiva análise da causa e posterior reparação. Por outro lado, existe também um plano de manutenção preventiva para todos os equipamentos existentes, e que tem como objectivo garantir o correcto funcionamento.

Assim, relativamente à manutenção industrial, irá ser abordada a manutenção preventiva e a manutenção curativa. Ainda, será abordada a Manutenção Produtiva Total (*TPM – Total Productive Maintenance*), que começa a ser aplicada nesta unidade fabril.

Este modelo de manutenção industrial caracteriza-se pelo envolvimento e participação de todos os recursos humanos nos objectivos e actividades produtivas da empresa, obrigando ao estabelecimento de programas de manutenção preventiva que cubram o ciclo de vida dos equipamentos, e a promoção da execução de operações de manutenção por parte dos operadores dos próprios equipamentos, sendo o objectivo fundamental a maximização da disponibilidade dos equipamentos de produção, através da meta “zero falhas” (Varela, 2002; Wireman, 2004; Cabrita, 2004).

2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa objecto deste estudo, a *Tupperware*, é uma empresa de injeção de plástico que se dedica ao fabrico e exportação de artigos para uso doméstico. Iniciou a sua laboração em 1980 com 8 máquinas de injeção, tendo sofrido algumas fases de expansão, tanto ao nível do número de máquinas instaladas, como ao nível de área coberta. A empresa faz parte de um grupo de 14 fábricas espalhadas por todo o mundo, sendo que se encontram 4 na Europa: Portugal, França, Bélgica e Grécia.

A fábrica *Tupperware* Portugal situa-se na localidade de Montalvo, no concelho de Constância, distrito de Santarém (ver figura 1). Como acessos, a fábrica situa-se junto ao km 33 da auto-estrada A23 e também da estrada nacional n.º 3. No que diz respeito à implantação, a área total ocupada é de 42000 m², sendo que a área coberta é de 12000 m².



Figura 1 – Fábrica *Tupperware* Portugal.

Relativamente à dimensão, é classificada como grande empresa, dado que o número de operadores oscila entre 350 a 420 trabalhadores¹, em função da época e/ou estação do ano. No que diz respeito ao período de laboração, a fábrica opera 24 horas por dia, 7 dias por semana, sendo que apenas pára a sua laboração durante 1 semana por ano, no mês de Agosto, para manutenção geral, e entre o Natal e Fim de Ano.

¹ de acordo com o Decreto-Lei n.º 372/2007, de 6 de Novembro.

No que consiste à organização, a fábrica está dividida em vários sectores/departamentos: Direcção, Recursos Humanos, Contabilidade, Manutenção, Qualidade, Produção, Manutenção, Controlo de Produção e Armazéns ou Logística.

A empresa possui actualmente 32 máquinas de injeção que variam entre as 275 e 650 Tons (capacidade de fecho), sendo que 31 máquinas possuem robot (acoplado). A capacidade de transformação anual é de 6400 toneladas de matéria-prima.

Para além do referido, existe ainda uma panóplia de equipamentos periféricos que trabalham acoplados à máquina de injeção. Como exemplo, podemos descrever os controladores de temperatura dos moldes, secadores de matéria, arrefecedores do molde (*chillers*), túneis de calor, moinhos de gito, tapetes transportadores, pequenas automatizações de montagem, entre outros.

Quanto aos produtos produzidos, estes são essencialmente de Polipropileno (PP) e Polietileno (PE). No entanto, existem algumas matérias, designadas técnicas, que também são transformadas com frequência, como por exemplo: Policarbonato (PC), Polibutileno Tereftalato (PBT), Poliéster (PS), entre outras. No que diz respeito aos horários de trabalho, a empresa labora em 3 turnos de 8 horas que funcionam durante a semana, e 2 turnos de 12 horas que funcionam durante o fim-de-semana.

Independentemente do turno, as equipas são compostas da mesma forma, variando apenas o número de elementos, particularmente os operadores, ou seja, o número de operadores que trabalham na fábrica varia em função do número de máquinas que estão previstas trabalhar e da complexidade dos produtos a embalar.

Assim, e para que a equipa possa funcionar, deverá existir pelo menos um elemento do departamento de produção (chefe de turno), um elemento do departamento da qualidade (inspector), e um elemento da manutenção do departamento de manutenção (electromecânico).

3. MÁQUINA DE INJECCÃO

A máquina de injeção (Figura 2), sendo um equipamento electromecânico, necessita de ser alimentada directamente por electricidade e ar comprimido.

Para além do referido, a máquina necessita de ter duas alimentações de água de refrigeração: uma para arrefecimento do óleo hidráulico, e outra para arrefecimento dos moldes (Esteves, 2010).



Figura 2 – Máquina de Injecção.

De seguida, referem-se os valores de alimentação com os quais a máquina deve operar.

- Electricidade 3x400V+N+T;
- Ar comprimido 6 Bar;
- Água industrial para dois circuitos de refrigeração distintos: arrefecimento do óleo hidráulico (temperatura de serviço entre 10 e 13°C); arrefecimento dos moldes (20°C).

No que diz respeito ao factor de potência, esta máquina apresenta um valor médio de 0,90. Uma vez que este valor é inferior ao permitido pela entidade fornecedora de energia eléctrica (EDP Corporate), torna-se assim obrigatório proceder à respectiva correcção do factor de potência.

A correcção do factor de potência na empresa *Tupperware* é feita através de uma bateria de condensadores, marca *ABB*, que se encontra junto aos quadros eléctricos principais.

De forma a trabalhar com segurança, a máquina de injeção possui vários mecanismos de segurança, sendo uns do tipo activo, outros passivos e que têm como função proteger o operador, o molde e finalmente a própria máquina. Convém referir que todas estas máquinas cumprem o Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho, que estabelece as regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respectivos acessórios, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2006/42/CE, de 17 de Maio, relativa às máquinas e que altera a Directiva n.º 95/16/CE. Assim sendo, a máquina possui protecções eléctricas, mecânicas e hidráulicas que garantem o seu normal funcionamento. Estes mecanismos de segurança não funcionam de uma forma isolada, i.e., poderão ou não ser accionados em simultâneo.

4. MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO

Sendo que a manutenção é um pilar dentro da organização *Tupperware*, irá ser de seguida explanada exhaustivamente. Assim, serão abordados os três tipos de manutenção existentes na empresa (Esteves, 2010).

4.1 Manutenção Curativa

Tal como o próprio nome indica, a manutenção curativa é aquela que é feita quando existe uma paragem (máquina/equipamento) não programada. Assim sendo, sempre que uma máquina pára ou aparenta indícios de avaria, procede-se de imediato à reparação e/ou correcção da anomalia.

De salientar que é feito o levantamento da avaria, a identificação da causa, a reparação, e finalmente o registo de todos os dados: avaria propriamente dita e também da reparação.

Para se proceder ao registo de todos os dados, a empresa suporta-se numa aplicação existente “UNILÓGICA” que poderá ser posteriormente consultada. Da consulta de dados destaque-se: material utilizado na reparação, tempo levado para proceder à reparação, n.º de horas de produção da máquina e robot, etc.

Estes dados têm como principal objectivo facilitar a consulta por qualquer técnico ou responsável. Por outro lado, facilitam a criação de uma lista de peças de substituição (*Spare Parts*), permitem definir graus de criticidade, ajudam à criação de stocks, e finalmente proporcionam a previsão de custos inerentes a cada tipo de avaria. Toda esta informação é crucial para assim se poder definir e elaborar o plano de manutenção preventiva.

4.2 Manutenção Preventiva

A empresa *Tupperware* tem 32 máquinas de injeção como parque de máquinas. Para além destas máquinas, existem também diversos equipamentos que operam em simultâneo e que devem funcionar em boas condições.

No que diz respeito às máquinas de injeção, estas têm uma média de idade de 21 anos, variando entre os 7 e 32 anos.

Assim sendo, é de extrema importância que a empresa siga uma política de manutenção de forma a garantir a estabilidade do processo, e também a longevidade do seu equipamento.

De forma a garantir este processo, todos os colaboradores do departamento de Manutenção possuem formação adequada para colocarem em prática a manutenção preventiva.

No plano de manutenção preventiva estão incluídas todas as operações definidas como importantes para assegurar o normal funcionamento das máquinas de injeção e robots.

Como exemplos de tarefas têm-se: verificações diárias, semanais, mensais, verificação de níveis, verificações de fugas de óleo, fugas de ar, medição de ruído, análise de óleos, substituição de órgãos de desgaste, substituição de filtros, e também verificação de todas as seguranças (hidráulicas, mecânicas e eléctricas). A listagem de verificações mensais a efectuar por periférico é apresentada na Figura 3.

TUPPERWARE-PORTUGAL

SAFTY CHECK-LIST
Inspeção mensal a equipamentos de apoio à produção

Equipamento: Epote Mac. A9

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rub.	11	11	11	11	11	11						
Data	21/1	21/2	21/3	21/4	21/5	21/6						
Secionador geral	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Botoneira de emergência	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Botoneira start/stop	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Quadro electrico fechado	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Codições da cablogem	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Fugas de água	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Fugas de ar	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Protações mecánicas	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Candições dos tubos	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Sinalizações	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
Segurança do sem-fim do mainho	N/A											
	OK	✓	✓	✓	✓	✓						
	NOK											
	N/A											
	OK											
	NOK											
	N/A											
	OK											
	NOK											
observações:												

Figura 3 – Listagem de verificações mensais a efectuar por periférico.

Outro aspecto importante é a medição termográfica. Esta medição é realizada pelo menos uma vez por ano a todas as máquinas, posto de transformação e grupo de condensadores.

Para além do referido, é política da empresa proceder à paragem de todas as máquinas pelo menos uma vez por ano para proceder a uma manutenção preventiva profunda.

Como pontos a observar e/ou corrigir tem-se: medição do paralelismo dos pratos, verificação e medição do cilindro de injeção, verificação e medição do sem fim, e finalmente a verificação do pistão de *Clamping* (máquinas mais antigas).

No final de cada inspecção e/ou intervenção procede-se ao respectivo registo na aplicação existente tendo por objectivos não só permitir a consulta por parte de qualquer interessado, mas também servir para prever eventuais avarias uma vez que se pode definir a frequência de substituição.

Na Figura 4 e para a máquina A12, pode ver-se quais as tarefas a cumprir para esse dia.

TUPPERWARE --- MAQUINA A12

LISTAGEM DE REVISORES A EFECTUAR HORAS ACTUAIS: 65245 DATA 12/02/2010

CODIGO	DESCR	DATA	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	Unid	%	Horas Tot / Data / Ass.
		ULT. REV.	ULT. REV.	DESD. REV. T	DESD. UL. REV.				
A12001	PREMAT-VER. TUBAGENS/ELECTROV	19/11/2009	63625	65125	AG 1580	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12002	PREMAT-REPARAR DE NECESSARIO	19/11/2009	63625	65125	AG 1580	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12003	VELOC. CIRCUITO FRENADA MET	18/11/2009	63625	65125	AG 1580	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12004	INTERM. DIMAL-VER. FIMO/ALUMINIO	28/11/2009	64601	67941	AJ 1645	154	6	13%	65245 12/02/2010
A12005	FIMO CTRM-VER. CARDA/CONTACTO	19/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	3	55%	65245 12/02/2010
A12006	LAMPADAS-VERIFICAR ALUMINIO	15/12/2009	64116	65616	AG 1580	1120	6	75%	65245 12/02/2010
A12007	LAMPADAS-REMPORCA/L. VERGE	15/12/2009	64116	65616	AG 1580	1120	3	75%	65245 12/02/2010
A12008	LAMPADAS-FACEL COMARCOS	15/12/2009	64116	65616	AG 1580	1120	3	75%	65245 12/02/2010
A12009	CACTUS-VER. CARTAS/FIPOS/VALORES	01/08/2007	49419	49419	MO 20000	18606	6	75%	65245 12/02/2010
A12010	CONTACTORES-VER. CONT. MOTOR	18/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	6	55%	65245 12/02/2010
A12011	CONTACTORES-VER. CONT. COMARCOS	18/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	6	55%	65245 12/02/2010
A12012	VELOCIDADE-VER. PONTAMENTO	01/01/2010	64168	67348	AJ 1600	877	2	25%	65245 12/02/2010
A12013	VELOCIDADE-VERIFICAR FILTROS	01/01/2010	64168	67348	AC 750	877	2	134%	65245 12/02/2010
A12014	MOTOR-VER. EXISTENCIA RUÍDOS	17/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	6	55%	65245 12/02/2010
A12015	MOTOR-VER. ACELERAMENTO COMARCOS	17/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	6	55%	65245 12/02/2010
A12016	MOTOR-VERIFICAR SILÊNCIO COMARCOS	17/08/2009	61940	67941	RD 6000	3105	6	55%	65245 12/02/2010
A12017	AGUIÇAMENTO-VERIF. REGISTROS	19/11/2009	63625	65225	AG 1500	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12018	AGUIÇAMENTO-VERIFIC. TERMOPARES	19/11/2009	63625	65225	AG 1500	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12019	AGUIÇAMENTO-VER. RELES ESTACO 6	19/08/2009	61940	64940	AJ 1600	8006	3	110%	65245 12/02/2010
A12020	AGUIÇAMENTO-VER. FIMAS LIGADO	19/11/2009	63625	64125	MO 1800	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12021	PREMAT-VER. PREMAT-REPARAR	19/11/2009	63625	64125	AG 1500	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12022	RE-VER. SENS. MODICA VERGE	19/11/2009	63625	64125	AJ 1600	1620	3	100%	65245 12/02/2010
A12023	RE-VER. FIMO CIGRO SENSIL-REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12024	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12025	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12026	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12027	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12028	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12029	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12030	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12031	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12032	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12033	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12034	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12035	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12036	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12037	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12038	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12039	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12040	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12041	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12042	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12043	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12044	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12045	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12046	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12047	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12048	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12049	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010
A12050	RE-VER. FIMOS-SENS. FIMO REB	21/01/2010	64724	67724	AJ 1600	921	1	13%	65245 12/02/2010

Figura 4 – Lista de Manutenção Preventiva a efectuar por máquina.

4.2.1 Termografia

Dado que a temperatura é a principal variável detectável no processo e sendo o principal modo de falha de uma instalação eléctrica, torna-se assim importante proceder à sua medição e monitorização.

Uma inspecção/medição termográfica periódica nas instalações eléctricas irá detectar antecipadamente problemas causados pela relação corrente/resistência, normalmente provocados por mau aperto nos contactos (Figura 5), ligações corroídas, oxidadas ou por falhas dos próprios componentes. Além disto, erros de projecto e concepção, falhas de montagem e até ausência de manutenção preventiva pode provocar sobreaquecimento nos sistemas eléctricos.

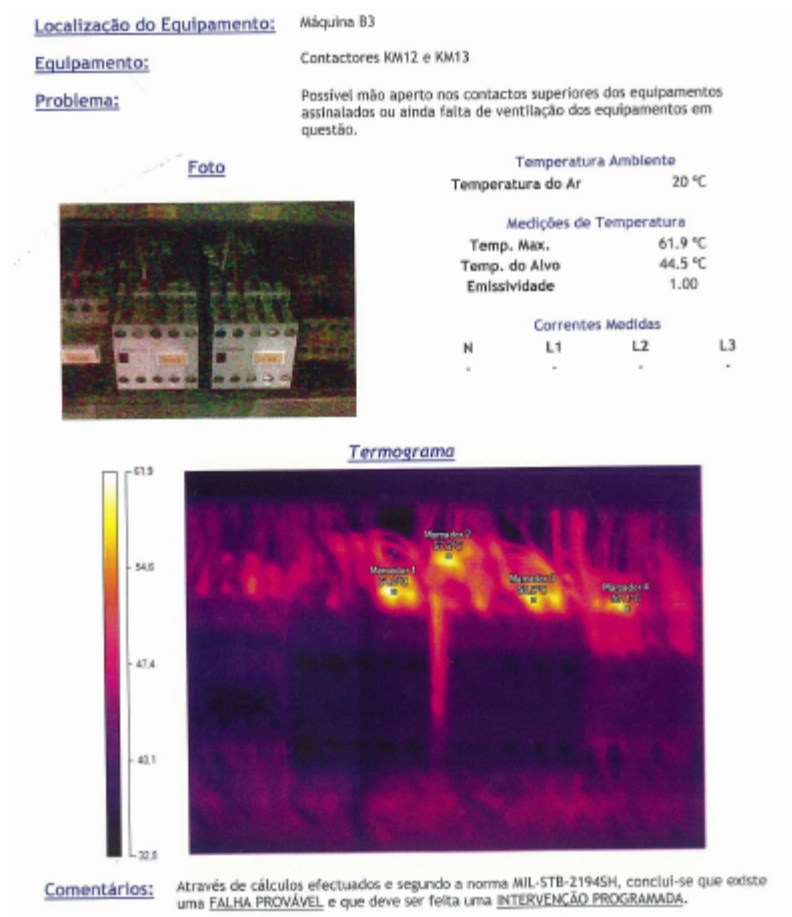


Figura 5 – Termografia.

Termografia por infravermelhos ou *Infra Red Thermography* é a técnica ou método que permite representar graficamente um perfil térmico. Este método poderá ser com ou sem contacto (infravermelho).

A termografia por contacto resulta de reacções químicas sobre a superfície, através de tintas, substância fosforescente, papéis, cristais líquidos e outras substâncias especiais sensíveis á temperatura.

A termografia sem contacto é a técnica que capta a radiação térmica emitida naturalmente pelos corpos, permitindo a formação de imagens térmicas (termogramas) e a medição da temperatura do alvo em tempo real.

A medição por Termografia poderá ser aplicada em vários equipamentos de processo, tais como: sistemas eléctricos, armários eléctricos, fornos, permutadores de calor, conversores, reactores, caldeiras, condutas, chaminés, equipamentos mecânicos, quadros eléctricos, quadros de comando, etc.

Através da obtenção de imagens térmicas, o planeamento da manutenção poderá agir nos pontos com aquecimento e corrigir o problema evitando maiores danos ao sistema eléctrico ou equipamento mecânico.

Essa técnica é uma óptima ferramenta para o planeamento de manutenção uma vez que pode detectar antecipadamente problemas, reduzindo assim custos de manutenção e sobretudo diminuir custos de não produção.

A utilização desta técnica proporciona ainda as seguintes vantagens:

- Ausência de contacto físico com o equipamento inspeccionado;
- Não interfere com a operação normal do equipamento inspeccionado;
- Análise de grandes áreas em tempo reduzido;
- Grande sensibilidade a pequenas alterações térmicas;
- Sistema de medição/análise portátil e autónomo;
- Possibilidade de registo visual da distribuição de temperaturas.

4.2.2 Limpeza de cilindro e sem-fins

Sendo os cilindros e os sem-fins órgãos importantes da máquina (Figura 6), estes deverão merecer um cuidado especial uma vez que têm uma grande influência no desempenho da máquina e também na qualidade do produto.

Assim sendo, estes componentes fazem parte do programa de manutenção preventiva e deverão ser inspeccionados periodicamente no que refere a desgaste, alinhamento, estado geral, etc.

Por outro lado, durante o funcionamento normal e uma vez que se trabalha com diferentes tipos de matéria prima e corantes diferentes, torna-se assim necessário proceder à sua limpeza sempre que se troca de matéria-prima (caso sejam incompatível) e/ou quando se troca de corante (exemplo: produção n em cor preto e produção n+1 cor branco).



Figura 6 – Limpeza de Sem-fins.

4.2.3 Outros equipamentos

Para além das máquinas e robots, existem uma série de equipamentos que deverão estar sujeitos a manutenção preventiva. Como exemplo tem-se:

- Chillers e toda a rede de refrigeração;
- Caldeira;
- Sistema AVAC;
- Pontes rolantes;
- Sistema de detecção de incêndio;
- Sistema de combate a incêndio (sprinklers);
- ETAR;
- Linha transportadora de cartões;
- Linha de impressão de cartões.

4.3 Manutenção Produtiva Total

A primeira definição completa do conceito de TPM está associada a Seiichi Nakajima, colaborador do Instituto de Manutenção Industrial do Japão. Livros e artigos sobre o modelo TPM, de autores japoneses, assim como, de autores americanos, começaram a aparecer no final dos anos oitenta. A primeira conferência sobre TPM, nos Estados Unidos, ocorreu em 1990.

O modelo TPM tem como envolvente o conceito do ciclo de vida dos equipamentos (LCC–*Life Cycle Cost*) que considera os custos de aquisição, utilização, manutenção e abate, e estabelece como objectivo a maximização da disponibilidade dos equipamentos para a produção, através da meta «zero avarias», com a conseqüente eliminação das perdas de produção. Este modelo caracteriza-se basicamente pelos seguintes princípios:

- Envolvimento e participação nos objectivos, de todo o pessoal da empresa, desde o topo da hierarquia até à base;
- Envolvimento de toda a estrutura da empresa no processo, particularmente dos departamentos que têm maior participação no ciclo de vida dos equipamentos, como seja os de novas instalações, de produção, de estudos e de manutenção;
- Estabelecimento de programas de manutenção preventiva, cobrindo o ciclo de vida dos equipamentos;
- Promoção do estudo e análise das avarias e procura das soluções para as evitar, através de grupos de actividade autónomos;
- Promoção da execução de operações de manutenção, pelos operadores dos equipamentos.

Através deste modelo, a maior disponibilidade dos equipamentos é alcançada pela eliminação das perdas originadas por avarias, por mudanças e ajustamentos nas linhas de produção para alteração do produto, pela redução da cadência dos equipamentos em relação ao seu valor nominal, bem como pelas perdas resultantes dos períodos de arranque, até à estabilização.

O TPM está actualmente a ser implementado na *Tupperware* e que tem como principal objectivo aumentar o rendimento do equipamento (eficiência e eficácia). Este método implica o envolvimento não só dos técnicos da manutenção, mas sobretudo o envolvimento dos técnicos da produção.

4.4 Metodologia 5'S

A empresa *Tupperware* avançou no início do ano de 2008 com o projecto 5'S, sendo que não só aplicou esta metodologia à área do “*Moulding*”, mas também posteriormente em toda a fábrica.

A metodologia 5'S foi criada no início dos anos 50 no Japão pela mão de Kaoru Ishikawa. O nome 5'S provém de 5 palavras da língua japonesa todas elas iniciadas pela letra S e que designam cada um dos princípios a ser adoptados e que iremos desenvolver de seguida. Desta forma, temos: Seiri, Seiton Seisso, Seiketsu e Shitsuke que significam nada mais do que Separar, Arrumar, Limpar, Padronizar/Normalizar, e por fim Disciplinar, Figura 7.

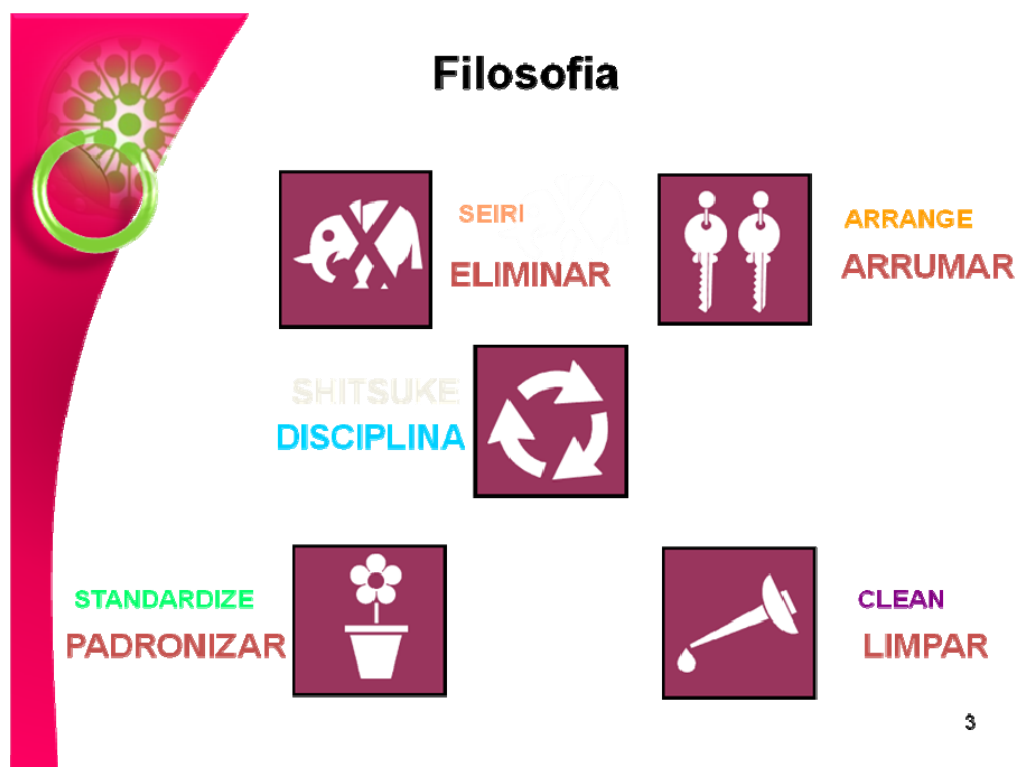


Figura 7 – Etapas da metodologia.

Como principais objectivos por parte da *Tupperware* definiu-se o ganho de espaço em toda a fábrica, uma vez que, essencialmente na área do “*molding*”, o espaço existente é bastante reduzido, e melhoria significativa no “*housekeeping*”.

Para além do referido, podem-se enumerar outros benefícios tais como:

- Em cada posto de trabalho deverá estar apenas o que é útil para as tarefas diárias e/ou de rotina.
- Garantir que está tudo devidamente organizado no posto de trabalho (objectos de frequente utilização devem estar o mais próximo possível do operador enquanto que os menos utilizados deverão ficar mais afastados), desta forma garante-se que tudo está acessível ao operador (cada coisa no seu lugar / um lugar para cada coisa!).
- Hábito de limpeza – a limpeza tem dois benefícios: a limpeza propriamente dita do objecto, local ou máquinas mas principalmente a inspecção aquando da limpeza e posterior reparação e/ou modificação.
- Normalização/Padronização – deve ser criado um padrão para cada coisa ou tarefa (a normalização permite que qualquer pessoa possa executar a tarefa e procedimento mas também permite a que as tarefas possam ser feitas da mesma forma independentemente de quem a executa – processo de reprodutibilidade).
- Disciplina – garantir que todos os colaboradores estão a realizar as suas tarefas de forma correcta e estabelecida. Para além do referido atrás, a metodologia pode e deve ser aplicada por todos nós não só dentro da empresa mas também no dia-a-dia de cada um.
- Por último, esta metodologia (de senso comum) permite melhorar consideravelmente o posto de trabalho e conseqüentemente tudo o que o rodeia, contagiando assim todos os outros. De notar que esta metodologia poderá ser aplicada em qualquer lugar, como por exemplo: em casa, na garagem, num armazém, na rua, etc. Ponto forte desta metodologia é o facto de não ser necessário realizar um grande investimento e o retorno da aplicação da metodologia 5'S ser imediato, bastante significativo e compensatório.

Na Figura 8 são apresentadas as ajudas visuais existentes na *Tupperware* referentes ao 5'S, e na Figura 9 são apresentados o posto de trabalho e fluxo de peças após os 5'S.

Ajudas Visuais



- KPI indicators
- Auditors team
- Matrix audit table
- Layout with lightning results
- Monthly best team



Departmental Board

11

Figura 8 – Ajudas visuais existentes na *Tupperware* referentes ao 5'S.

Posto de Trabalho e fluxo de peças



Figura 9 – Posto de trabalho e fluxo de peças após os 5'S.

5. CONTROLO DE QUALIDADE

A empresa *Tupperware* tem como principal objectivo fornecer produtos de máxima qualidade e design inovador a um preço competitivo.

Para que tal seja possível, a empresa implementou algumas práticas, ferramentas e metodologias de trabalho que têm como principal objectivo reduzir o n.º de peças não conformes (*Scrap*), bem como garantir também que qualquer peça não conforme seja de imediato detectada e segregada à saída da máquina (designação de rejeição à primeira passagem). Por último, garantir que nenhuma peça ou produto saia da fábrica com defeito.

Actualmente a empresa tem implantado um sistema de qualidade certificado pela norma ISO 9001:2008 e que será desenvolvido mais à frente. Note-se que, por si só, esta certificação não é garantia da qualidade do produto, mas é uma garantia da existência de procedimentos internos que têm como objectivo melhorar a eficiência dos processos, de modo a motivar a melhoria da eficácia externa da organização.

No departamento de produção é utilizado o CEP (Controlo Estatístico do Processo) para acompanhar o processo de fabrico. Por outro lado, no armazém de produto acabado são feitas inspecções frequentes e aleatórias ao produto acabado. Tomando por base o tamanho do lote de produção é determinado o número de peças a ser inspeccionadas. Com base no n.º de peças encontradas com defeitos e na respectiva criticidade é então determinado se o lote está conforme e/ou suspeito, e em caso de suspeição deverá ser segregado para posterior verificação.

O fluxograma do processo produtivo é apresentado na Figura 10. De notar que será dada mais atenção ao processo de produção, uma vez que pela sua complexidade e interdependência com todos os outros processos existentes na fábrica nos merece mais atenção (Esteves, 2010).

5.1 Início de Produção

Aquando o início de produção do molde, o técnico que procede ao arranque deverá fornecer as primeiras peças consideradas boas ao departamento de qualidade para que possa proceder à validação.

O processo de validação do arranque e qualidade das peças tem como função garantir que existem todas as condições para que o processo entre em produção de uma forma estável e obedecendo aos requisitos e especificações. Aspectos como lote da matéria-prima utilizada, o lote do corante, logótipos e simbologia que deverá constar na peça, periféricos a utilizar, o layout, a necessidade ou não de retrabalho, rastreabilidade, entre outros, deverão ser acautelados antes do lançamento de fabrico de milhares de peças.

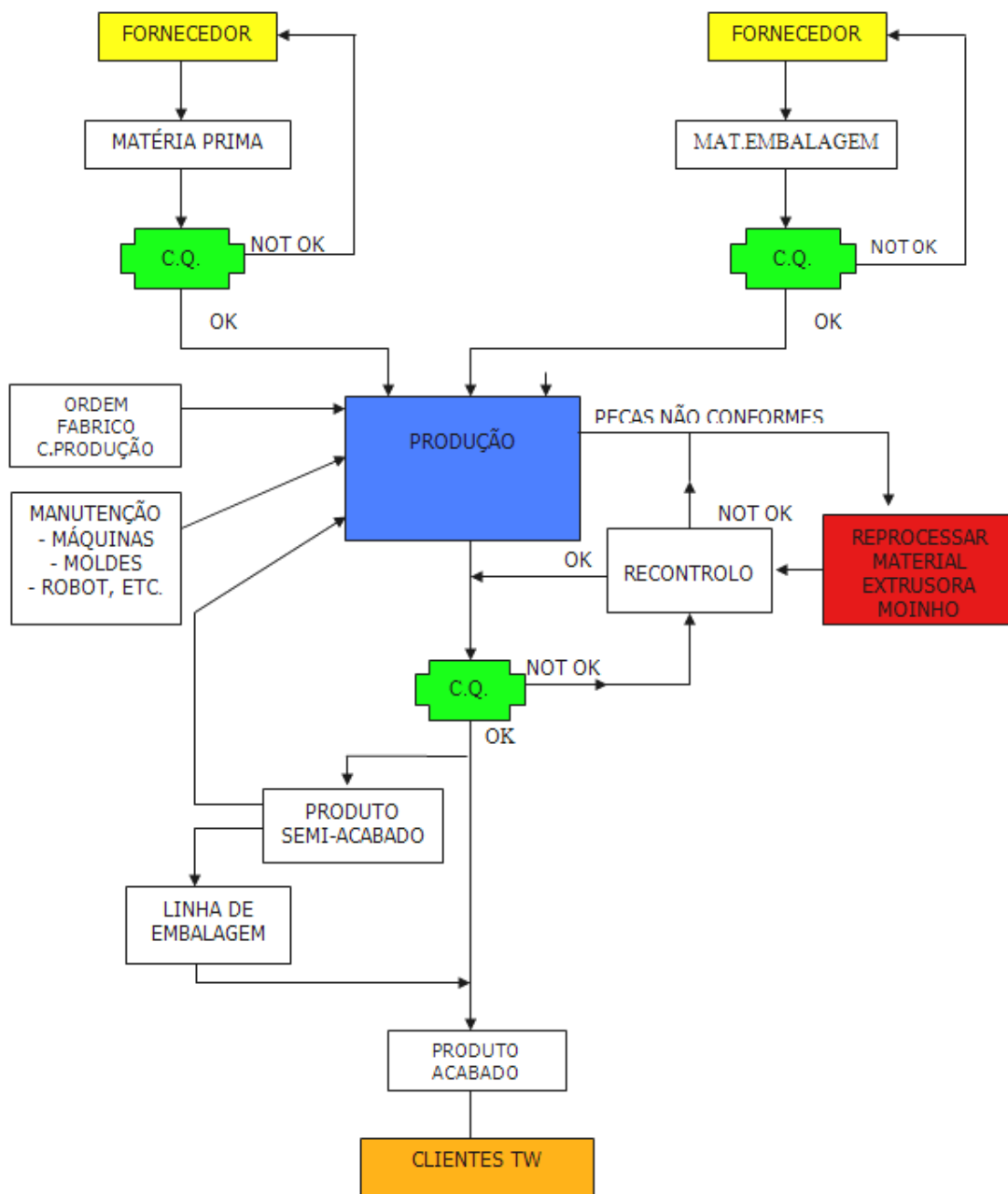


Figura 10 – Fluxograma do processo produtivo.

5.2 Defeitos Visuais

Defeitos visuais são todos os defeitos que são passíveis de serem detectados a olho nú por qualquer operador, técnico (produção, manutenção e qualidade) e finalmente o consumidor final, sem a ajuda de qualquer equipamento de medida, Figura 11.

TAMPAS EM LLDPE					
NR.	DEFEITOS	MENOR	MAIOR	CRÍTICOS	
1	SHORTS (Vazios)	- Na orelha e menor que 0,5mm - No caso de uma superfície texturada	- Na orelha e maior que 0,5 mm - No bordo externo da tampa - No bordo interior de fecho não vertendo	- Funcional: No bordo interior de fecho de tampas redondas, havendo fuga de água - Visual: Quando facilmente visíveis	
2	PINCHING (Trilhados)	- Visível como uma linha no exterior ou no interior do bordo de fecho e não causando fuga de água (Só em tampas redondas)	- No exterior ou no interior do bordo de fecho e não causando fuga de água (só em tampas redondas) e visíveis como mais do que uma linha	- Funcional: No bordo interior de fecho de tampas redondas, causando fuga de água - Visual: Deformação facilmente visível	
3	PEELING (Descamamento)	- Visível como fibras em volta da zona de injeção não causando descamamento na peça	- Nenhum	- Funcional: Em todos os outros casos	
4	FLASH (Barbas)	- Nos bordos e inferior a 0,1mm - À volta dos poppets, spruebushing, ejectores e escapes de ar e inferior a 0,1mm	- Nos bordos e superior a 0,1mm - Nos poppets, spruebushing, ejectores e escapes de ar e superior a 0,1mm	- Visual: Maior que 0,3mm ou facilmente visíveis	
5	DEFORMATION (Deformação) dimensão < 20 dimensão > 20	d or l < 20cm	- No caso da deformação ser menor que 2 mm	- No caso da deformação estar compreendida entre 2 e 5 mm	- Quando a deformação exceder 5 mm
		d or l > 20 cm	- No caso da deformação ser menor que 3 mm	- No caso da deformação estar compreendida entre 3 e 6 mm	- Quando a deformação exceder 6 mm
6	HOLES IN PINPOINT	- No caso do buraco não exceder	- No caso do buraco ser superior às	- Funcional: No caso de uma ruptura quando	

Figura 11 – Tipo de defeitos visuais.

Para ajudar a esta tarefa de detecção, avaliação e decisão, todos os colaboradores dos departamentos de produção e qualidade têm forçosamente acções de formação no que diz respeito à qualidade do produto.

Desta forma, e com a ajuda de tabelas de defeitos tipo, utilizadas em todas as fábricas (em função do tipo de produto, matéria prima ou função), é definida para cada tipo de defeito os limites de aceitação (menor, maior ou crítico) e em função do grau de criticidade é tomada a decisão de aceitar ou rejeitar a peça.

Dependendo do grau de criticidade do defeito, deverá ser tomada uma decisão e medida:

- Em caso de defeito menor, a peça deverá ser aceite.
- Caso o defeito seja maior, a peça não poderá ser aceite e o técnico afinador deverá de imediato proceder à correcção do problema.
- Caso o defeito seja crítico, a máquina deverá ser parada de imediato e o problema deverá ser resolvido.

5.3 Defeitos Funcionais

Defeitos funcionais são todos os defeitos que impossibilitam um bom funcionamento, desempenho e utilização da peça, isto é, a peça não cumpre a função a qual foi concebida.

Como exemplos de defeitos visuais temos: planicidade, dimensão interior e exterior, conjugação entre peças (*fitting*), estanqueidade, entre outros.

5.4 Sistema de Controlo

De forma a seguir a qualidade das peças durante o processo de fabrico implementou-se o sistema de controlo CEP (Controlo Estatístico do Processo). Este sistema permite acompanhar e monitorizar hora a hora a qualidade das peças que cada máquina de injeção produz. Para que tal aconteça, o analista (operador do departamento de produção) retira as peças de cada máquina, procedendo de seguida à inspecção visual das mesmas registando o tipo e número de defeito numa aplicação existente.

A aplicação tem como output a monitorização do processo dando informação ao analista sobre o seu estado (máquina sob ou fora de controlo). O equipamento de monitorização é apresentado na Figura 12. O detalhe da evolução da máquina é apresentado na Figura 13.



Figura 12 – Equipamento de monitorização.



Figura 13 – Detalhe da evolução da máquina (barra azul, máquina sob controlo; barra vermelha, máquina fora de controlo).

Em função do output duas coisas poderão acontecer:

- Máquina sob controlo – operador/embalador deverá apenas embalar e acondicionar as peças;
- Máquina fora de controlo – o operador/embalador deverá inspeccionar as peças a 100 % relativamente ao defeito identificado. De igual modo o técnico/afinador da máquina deverá de imediato detectar a causa do defeito e corrigi-lo de imediato!

Somente após processo sob controlo o operador/embalador deixará de inspeccionar as peças a 100 %.

5.5 Tratamento Estatístico

Num processo de injeção de plástico a quantidade de matéria-prima que é injectada no molde é muito importante. Assim, durante o processo de arranque do molde são pesadas 30 injeções consecutivas permitindo o cálculo do valor de C_p (capabilidade da máquina). O valor determinado deverá ser sempre superior a 1,3. Caso este valor seja inferior a 1,3 o processo e a máquina deverão ser analisados para que se detecte a causa e se reponha a condição.

Como já foi referido anteriormente, o sistema de controlo implementado na empresa é o CEP.

Para que tal seja possível, durante o processo normal de produção, procede-se à inspecção da qualidade das peças, utilizando para tal uma aplicação informática existente na empresa e que tem como princípio uma tabela AQL (*Acceptable Quality Level*) 105D (*Military Standard*), relacionada com o Nível de Qualidade Aceitável.

Este método tem por base o seguinte princípio:

- Definição do tamanho do lote (input);
- Nível de inspecção pretendida (input);
- Tamanho da amostra (output);
- Nível de aceitação da qualidade (output), sendo os defeitos maiores e crítico (<2,5 % e <0,4 % respectivamente).

Uma vez que no processo de injeção de plástico os ciclos são bastantes rápidos e o número de cavidades depende de cada molde (tipo de molde e tamanho da peça a injectar), os inspectores utilizam a aplicação existente “BARCO” como meio de registo e tomada de decisão.

Com base no tempo de produção do molde, a aplicação informa o analista da quantidade de peças que deverá observar e, por sua vez, com base na quantidade de defeitos encontrados e registados na aplicação, poderão existir 2 outputs: máquina sob controlo, ou máquina fora de controlo (>0,4 % defeitos críticos ou >2,5 % defeitos maiores). Neste caso, o afinador da máquina deverá solucionar de imediato a causa do defeito ou parar a máquina. Considera-se que a máquina está sob controlo quando os valores estão abaixo do referido (operador apenas embala e acondiciona as peças) e máquina fora de controlo quando os valores estão acima (operador terá de inspecionar as peças a 100 %).

Este método somente poderá ser aplicado após arranque e validação da máquina, isto é, quando a máquina se encontra numa situação estável.

Por outro lado, é também feita uma inspecção aleatória ao produto acabado, sendo que neste caso também se recorre à tabela AQL 105D, ou seja, neste caso sem qualquer apoio informático.

5.6 Testes Funcionais

Existe também a necessidade de realizar ensaios funcionais a todas as peças produzidas na fábrica. Desta forma, sempre que se realiza um arranque de fabrico, e também durante o processo de produção, são realizados testes funcionais no laboratório da qualidade, tendo como objectivo garantir a conformidade de alguns parâmetros críticos tais como: dimensões (diâmetros internos e externos) com a ajuda de calibres passa/não passa, contracção da peça após 24 e 48 horas de arrefecimento, conjugação entre diferentes peças, ensaios de estanquecidade, resistência ao choque (Drop teste), adesão entre camadas e/ou materiais, entre outros.

Nas Figuras 14 a 18 são apresentados alguns tipos de testes funcionais.

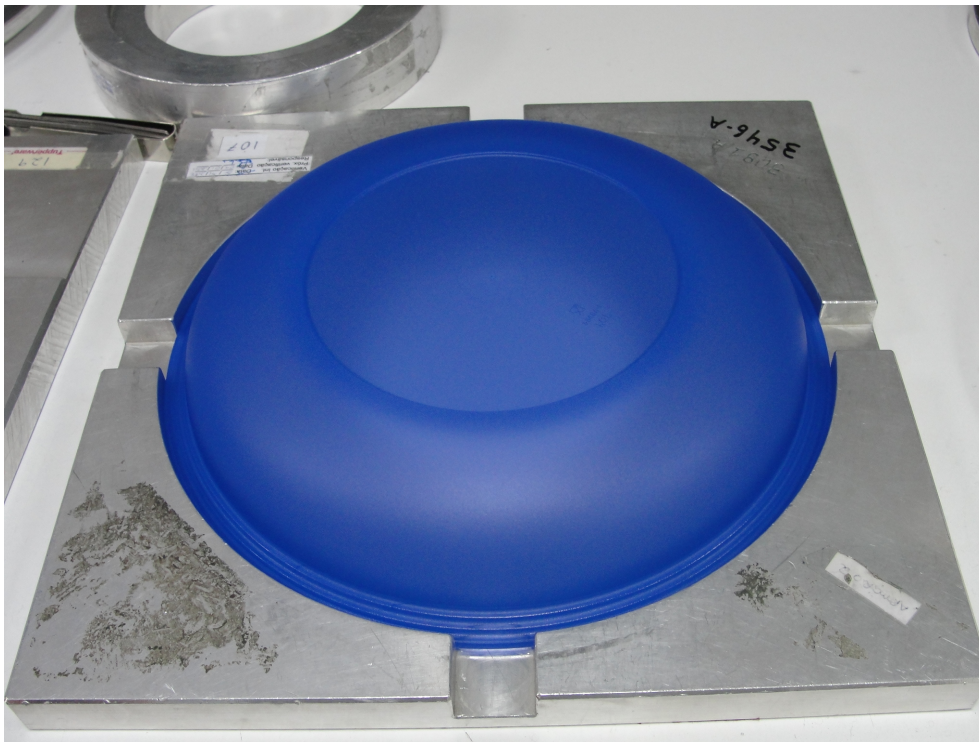


Figura 14 – Teste com calibre passa – não passa.



Figura 15 – Ensaio de estanqueidade.



Figura 16 – Drop Test (rebentamento).



Figura 17 – Teste de adesão entre duas camadas da mesma peça.



Figura 18 – Teste de cromacímetro.

Outro aspecto importante tem a ver com a opacidade e tonalidade da peça que deverá ser mantida entre todas as produções/lotes. Estes testes, à semelhança dos anteriores, também deverão ser executados a cada 4 horas, devendo ser sempre realizados nos reinícios de produção (Esteves, 2010).

Para além dos testes mencionados, existem outros mais específicos que têm como objectivo comprovar a eficácia de tratamentos superficiais (PLASMA) e adesão de tinta (processo de impressão por Tampografia).

5.7 Fim de Produção

Todos os fins de produção (paragens) são tratados de uma forma bastante cuidada, uma vez que têm uma grande influência na produção seguinte, mas também na próxima produção do molde.

Assim, existe um procedimento definido para a paragem do molde e também da máquina, que é conhecido e seguido por todos os técnicos do departamento de produção.

No que diz respeito à qualidade, no final de cada produção são retiradas da máquina três injeções completas e o canal (caso de moldes de gito frio), que serão o reflexo de toda a produção e que servirão para análise e comparação com outras produções.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo tem por base uma máquina de injeção de plástico, no âmbito da empresa *Tupperware*. Foram abordados os diversos tipos de manutenção existentes na empresa, sendo referido o TPM como ferramenta de melhoria ao processo de manutenção, bem como de melhoria à condição e desempenho das próprias máquinas, e, finalmente, à forma como estas se desenvolvem e interligam. Ainda, foi dada uma especial atenção ao aspecto Qualidade (do produto, do processo e do serviço). Efectivamente, numa cultura empresarial cada vez mais competitiva e agressiva, a Qualidade é um pilar de extrema importância.

Pertencendo a *Tupperware* Portugal a um grupo de 4 fábricas que existem na Europa, poder-se-á afirmar que terá forçosamente de competir com as restantes a nível interno.

Para fazer face a esta ameaça, o grupo *Tupperware* continua a apostar fortemente na qualidade do produto, mas também na sua inovação. Para tal, possui um centro de desenvolvimento e design na Europa (situado na Fábrica da Bélgica) e que tem como função conceber e desenvolver novos produtos, utilizar novas matérias-primas, matérias degradáveis, desenvolver novas cores, assim como projectar os respectivos moldes para produzir finalmente os produtos. Uma vez desenhados os moldes, estes irão ser fabricados maioritariamente numa empresa do grupo (Diecraft) e a restante parte noutras empresas que não fazem parte do grupo. Como exemplo, temos algumas empresas da Marinha Grande.

Por fim, poder-se-á afirmar que departamentos como a Manutenção, Produção, Qualidade, Logística e Recursos Humanos desempenham um papel importantíssimo na organização *Tupperware*, sendo que deverão ser vistos como um todo e não apenas como a soma de vários departamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

J. Catalão, N. Pinto, C. Cabrita, "Manutenção de conversores de frequência: um caso na indústria eléctrica e automação industrial", Revista *Kéramica*, Vol. 302, pp. 19-28, Maio/Junho 2010.

C. Pereira Cabrita, "Manutenção Industrial. Novas Filosofias e Práticas". Edição do autor, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2006.

Rui Assis, "Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção. Fiabilidade e Manutenibilidade". Edições Técnicas Lidel, Lisboa, 2004.

C. Varela Pinto, "Organização e Gestão da Manutenção". Edições Monitor, Lisboa, 2002.

Tery Wireman, "Total Productive Maintenance". Industrial Press, New York, 2004.

C. Pereira Cabrita, "TPM – Manutenção Produtiva Total. Teoria, Métodos, Indicadores de Desempenho". Edição do autor, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2004.

Paulo Esteves, "Máquinas de injeção de plástico: instalação, protecções e controlo da qualidade". Dissertação de Mestrado em Engenharia Electromecânica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.