

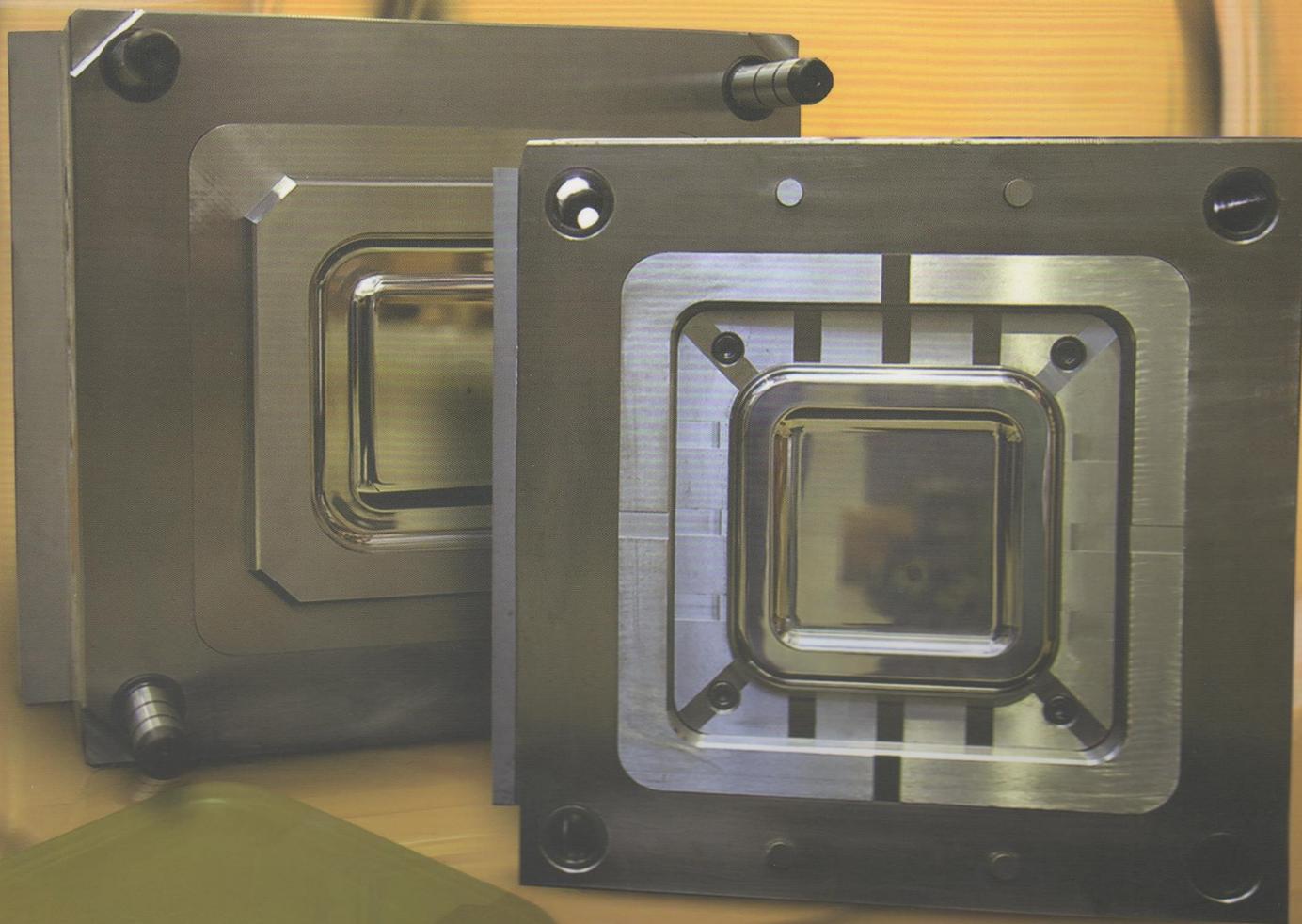


MOLDE

ANO 24
06.2013
Nº98
€4,50

//////
ESPECIAL

TOOLING NA INDÚSTRIA DE EMBALAGEM



//////
PEÇAS POLIMÉRICAS
COM ASPETO METÁLICO

//////
ANO 2013:
COMPARÁVEL A 2012?

//////
TURQUIA: OPORTUNIDADES
DE NEGÓCIO NO MERCADO

PEÇAS POLIMÉRICAS COM ASPETO METÁLICO

CARLA I. MARTINS, ISABEL O. SANTOS, ANTÓNIO J. PONTES

IPC / Instituto de Polímeros e Compósitos, I3N/ Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação, Departamento de Engenharia de Polímeros, Universidade do Minho

RESUMO

A substituição do metal pelo plástico em várias aplicações de engenharia ou de uso quotidiano deve-se, fundamentalmente, à melhoria das propriedades dos plásticos, à facilidade em processar os mesmos, à necessidade de reduzir o peso dos produtos e finalmente, à redução do seu custo. No entanto, os plásticos não conseguem substituí-los integralmente, no que toca à sua aparência ou ao seu toque. A produção de peças plásticas com efeito metálico é um desafio para a Indústria. Estas podem ser obtidas por moldação por injeção com a incorporação de partículas metálicas, por pintura ou por metalização. As vantagens do primeiro processo são a eliminação de técnicas de pós processamento, redução de custos e tempo de produção, pelo que se reveste de um grande interesse industrial. Contudo, a utilização de partículas metálicas na moldação por injeção resulta em defeitos indesejáveis nas peças, como por exemplo, tornando visível as linhas de fluxo e de soldadura, caso estas existam. O controlo das condições de processamento e seleção adequada das partículas metálicas utilizadas para conferir o aspeto metálico ao produto são duas das soluções possíveis para o sucesso e otimização da estética do produto final. Outras soluções passam pela utilização de processos de moldação não convencionais, como o SCORIM ou o uso de sistemas de controlo da temperatura do molde, como os sistemas Variotherm. O presente estudo aborda a produção de peças injetadas por moldação por injeção convencional, utilizando pigmentos metálicos com características distintas, que confirmam a cor metálica ao produto.

INTRODUÇÃO

A utilização de pigmentos metálicos nos plásticos veio revolucionar a indústria automóvel, da embalagem e eletrodomésticos. Estes permitiram a substituição de materiais metálicos por polímeros pigmentados, mantendo o aspeto metálico e atribuindo a qualidade e o prestígio do metal [1].

A substituição do metal utilizando plástico com pigmentos metálicos aumentou relativamente aos processos típicos de metalização e pintura de peças no final da década de 90 [2]. A principal vantagem é a eliminação de operações pós-processamento. No entanto, o uso de pigmentos metálicos tem como consequência o aparecimento de linhas de fluxo e linhas de soldadura que podem ser nefastas para a aparência da peça [2, 3]. A orientação e anisotropia das partículas metálicas são a causa do aparecimento destes defeitos [2, 4, 5]. Estes podem ser minimizados através do ajuste das condições de processamento e pela alteração do tamanho e distribuição das partículas metálicas [2, 5, 6].

O efeito metálico das peças depende de vários fatores, como sejam: o tipo de pigmento, a sua percentagem de incorporação na matriz, o tamanho e distribuição de tamanhos das partículas metálicas e a sua orientação na matriz polimérica [5, 7]. A textura da superfície da peça e o tipo de polímero utilizado também influenciam o aspeto metálico da peça [7].

A percentagem necessária para obter um efeito metálico adequado é relativamente baixa, estando entre 1.5-2wt% para pigmentos de alumínio e 0.5-2wt% para pigmentos de bronze [8].

Relativamente ao tamanho das partículas, verifica-se que partículas de maiores dimensões (60-330µm) reduzem a aparência das linhas de fluxo e de soldadura [5], assim como tornam a peça mais brilhante devido à sua maior refletividade. No entanto, no caso de se pretender opacidade no produto, a solução passa por usar partículas de menor dimensão [9].

Relativamente às condições de processamento, verifica-se que a temperatura do molde é aquela que tem maior influência no aparecimento de linhas de soldadura [4]. Assim, temperaturas do molde mais elevadas, favorecem a reorientação das partículas paralelamente ao plano da superfície, minimizando a linha de soldadura [4].

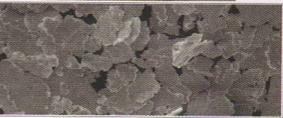
O aparecimento de linhas de fluxo e de soldadura em plásticos pigmentados com partículas metálicas é descrito pela indústria transformadora de plásticos como um dos seus principais problemas [1]. Estas linhas não são causadas pelo uso de pigmentos. No entanto, na eventualidade de haver formação de linhas de soldadura, o uso de partículas metálicas torna estes defeitos visíveis.

Muitas vezes, a geometria da peça e o processo de injeção convencional não permitem a eliminação das linhas de fluxo/soldadura. As soluções possíveis podem ser alterações nos pontos de injeção, permitindo colocar os defeitos em locais da peça pouco visíveis, ou então, usar o processo BSM+SCORIM pois já revelou ter sucesso na eliminação das linhas de soldadura

2. ESTUDO REALIZADO SOBRE MOLDAÇÃO POR INJEÇÃO DE PEÇAS COM ASPETO METÁLICO

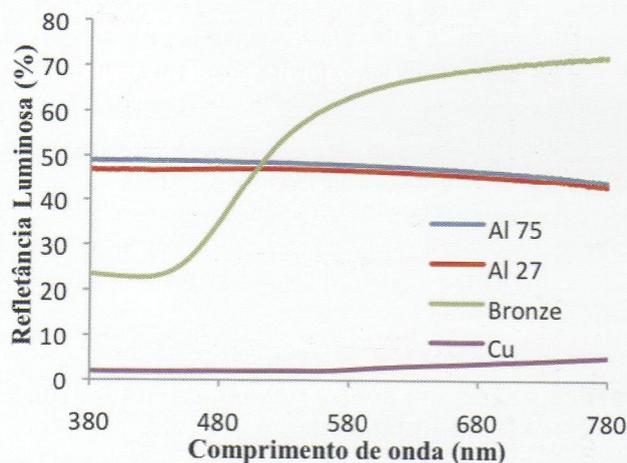
O estudo realizado consiste na produção de peças com aparência metálica, moldadas por injeção. Para tal, foi utilizada como peça de estudo uma caixa injetada em dois pontos, cujas dimensões são: 152 mm de comprimento, 73 mm de largura, 16 mm de altura e 1,5 mm de espessura. Esta geometria é usada com o intuito de originar uma linha de soldadura, no centro da peça, permitindo assim estudar a influência do tamanho e percentagem dos pigmentos, bem

TABELA 1 – Propriedades gerais dos pigmentos metálicos.

Propriedades	Pigmentos metálicos	Pigmentos metálicos	Pigmentos metálicos	Pigmentos metálicos
Designação	A175	A127	Bronze	Cobre
Nome comercial	21075 Aluminium particles	Sparkle silvet 880-30	Bronze powder 7600 rich pale gold	n.a.
Fabricante	Siberline	Siberline	Eckart	n.a.
Fornecedor	Poliversal	Poliversal	Poliversal	DEM-UC
Fornecimento em	Grânulos	Grânulos	Pó	Pó
Aspeto Visual				
SEM				
Tamanho das partículas	75µm	27µm	15µm	15µm
Composição	70% de flocos de alumínio e 30% de poleolefina	70% de flocos de alumínio e 30% de poleolefina	85% cobre e 15% zinco	n.a.

como, das condições de processamento no aparecimento das linhas de soldadura. O material utilizado foi o polipropileno, PP ICORENE CO14RM, da ICO polymers, cuja densidade é 0,9 g/cm³ e o índice de fluidez é 13 g/10min (190°C, 2.16Kg). Como pigmentos metálicos, foram utilizados dois tipos de pigmentos de alumínio, um de bronze e um de cobre. As propriedades gerais dos mesmos e fornecedores encontram-se descritos na tabela I.

As curvas de refletância luminosa dos pigmentos metálicos são apresentadas na Figura 1, para posterior comparação com as curvas de refletância das peças.



F1 – Curvas de refletância luminosa dos pigmentos metálicos.

Os pigmentos metálicos foram misturados com a matriz polimérica através de um tambor rotativo, nas percentagens de 0,5 - 1 - 1,5 - 2,0 em peso. Posteriormente foram produzidas moldações numa máquina de injeção de 85 ton. Ferromatik-Milacron K85, sendo as condições de processamento utilizadas descritas na tabela II.

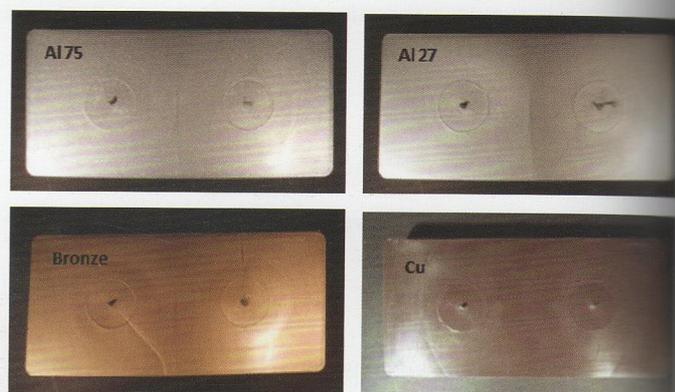
TABELA 2 – Condições de processamento

Temperatura de injeção [°C]	190 - 220 - 250
Temperatura do molde [°C]	25 - 40 - 55 - 70
Velocidade de injeção (mm/s)	30 - 60

2.1. ASPETO METÁLICO DAS MOLDAÇÕES

Na Figura 2 observa-se o aspeto das moldações produzidas com vários pigmentos.

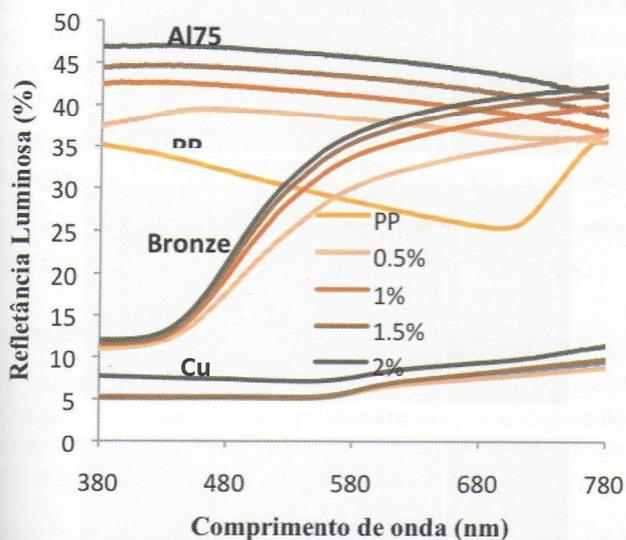
As moldações de PP/Al27 e PP/Al75 apresentam uma cor prateada, o PP/Bronze uma cor dourada e o PP/Cu uma cor castanha escura. O PP/Cu apresenta a cor atribuída pelas partículas originalmente fornecidas, sendo o único que não confere um aspeto metálico às moldações.



F2 – Aspeto das moldações.

As moldações de PP/Al27 e PP/Al75 possuem algumas diferenças em termos visuais associadas ao diferente tamanho de partículas metálicas. O PP/Al75 tem o efeito metálico tradicional conferido aos plásticos por técnicas de pintura ou metalização, enquanto o PP/Al27 tem um efeito metálico que produz a aparência do metal puro, como o alumínio escovado ou o aço polido.

Na Figura 3 estão representadas as curvas de refletância luminosa das moldações.



F3 – Refletância das moldações em PP com pigmentos metálicos.

As curvas de refletância dos compósitos de PP/Al27 e PP/Al75 são semelhantes, pelo que apenas o PP/Al75 está representado no gráfico. Há apenas um ligeiro aumento da refletância luminosa, quando se usam partículas de maior dimensão [PP/Al75] [3]. Estes compósitos seguem a escala dos cinzentos devido a apresentarem uma refletância próxima dos 50% em toda a gama de comprimento de onda da luz visível. Verifica-se ainda que há um aumento de refletância com o aumento da percentagem de pigmentos utilizados, aproximando-se assim, da curva de refletância dos pigmentos originais (50% de refletância).

O PP/Bronze apresenta também um aumento de refletância com o aumento do teor de pigmento. Neste caso, a curva de refletância é próxima do comprimento de onda da cor amarela, 500nm. No entanto, no caso de PP/bronze há uma diminuição da refletância luminosa em relação aos pigmentos originais.

O PP/Cu segue a curva típica da cor castanha, apresenta uma refletância de apenas 5% a 8%.

2.2. PRINCIPAIS DEFEITOS OCORRIDOS NAS PEÇAS

Os principais defeitos encontrados nas moldações estão representados na Figura 4, sendo estes o aparecimento de linhas de soldadura, linhas de fluxo e um ligeiro empeno.

Nas moldações de PP/Al os defeitos mais frequentes são linhas de soldadura e um ligeiro empeno, enquanto nas peças de PP/Bronze pode acrescentar-se o aparecimento de linhas de fluxo. No caso particular de PP/Cu apenas se observa algum empeno. A inexistência de linhas de soldadura leva a considerar que a forma esférica destes pigmentos evite a visibilidade das mesmas.

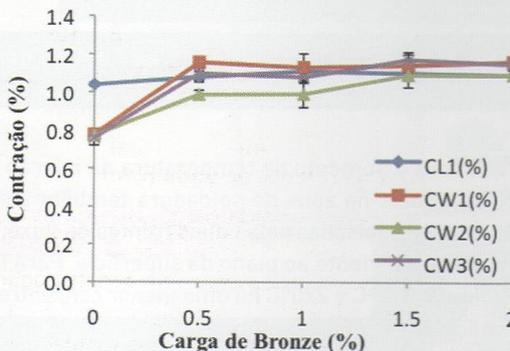
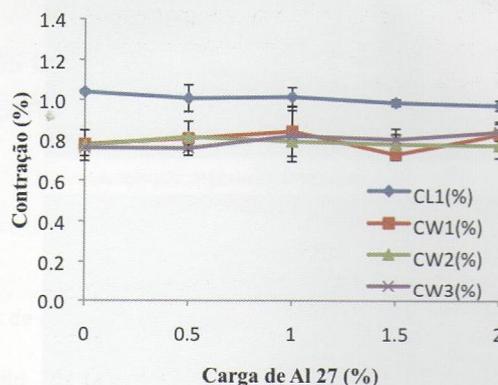
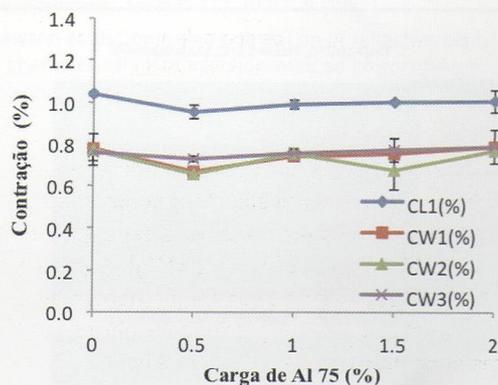
O PP/Cu não será incluído nos restantes estudos, visto não apresentar um aspeto metálico.



F4 – Defeitos presentes nas peças (1) e (2) linha de soldadura, (3) empeno e (4) linha de fluxo.

2.3. CONTRAÇÃO

As moldações não contraem da mesma forma ao longo do caminho do fluxo. A contração na direção do fluxo (CL) e na direção transversal (CW) são distintas. Na Figura 5 apresenta-se a contração das moldações em PP/Al75, PP/Al27 e PP/Bronze.



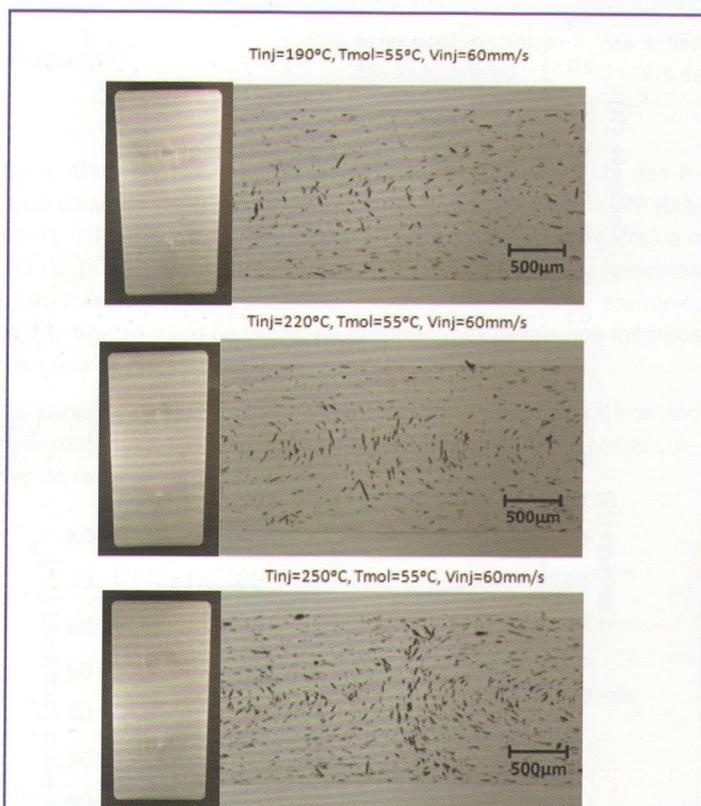
F5 – Refletância das moldações em PP com pigmentos metálicos.

Nas moldações em PP/Al a contração transversal (CW1, CW2, CW3) é cerca de 0.8% e a contração longitudinal (CL1) é superior, sendo de aproximadamente 1%. Os mesmos valores foram obtidos para as moldações em PP puro. Esta diferença deve-se muito provavelmente às diferentes condições termomecânicas (pressão e temperatura) que se verificam na zona de soldadura. Assim, na zona de soldadura há uma menor pressão na cavidade e uma menor temperatura na frente de fluxo, o que conduz a uma menor compactação da peça e por conseguinte uma maior contração.

Em relação ao PP/Bronze, a contração tende a ser isotrópica com o aumento da percentagem de pigmentos, apresentando valores de contração longitudinal e transversal semelhantes e próximo de 1.1%.

2.4. EFEITO DAS CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO

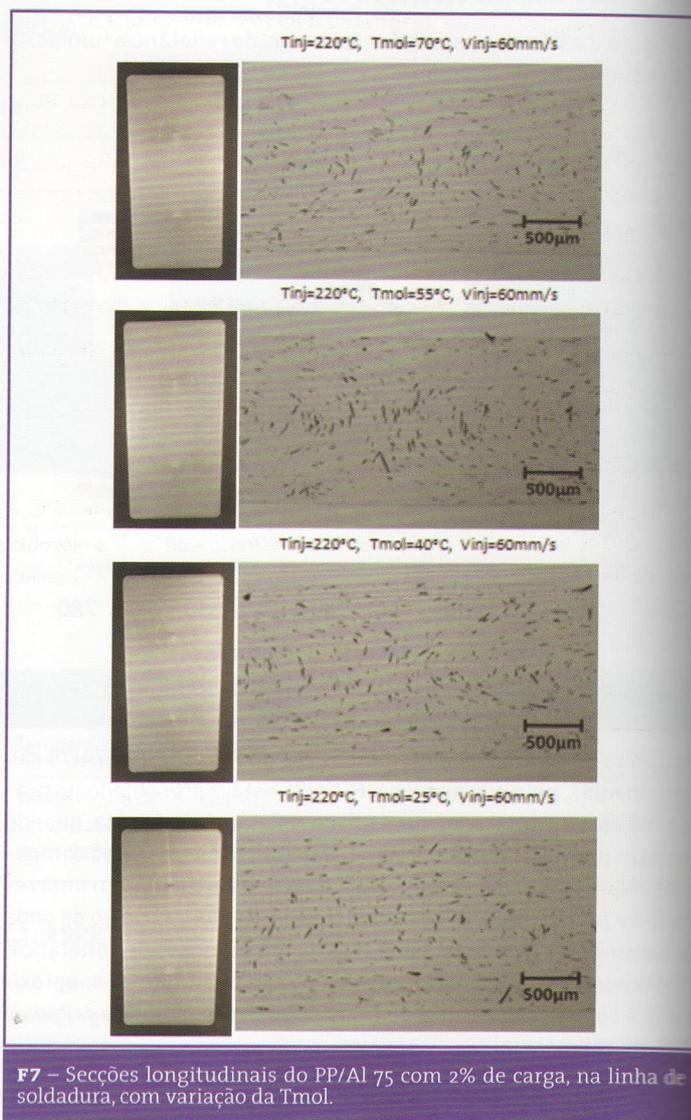
Na figura 6 apresenta-se uma imagem da moldação e correspondente secção longitudinal. As imagens apresentadas referem-se a um PP/Al75 com 2% de carga, na zona de soldadura, para as diferentes Tinj (190 - 220 - 250°C), mantendo-se constante a Tmol (55°C) e Vinj (60mm/s).



F6 – Secções longitudinais do PP/Al 75 com 2% de carga, na linha de soldadura, com variação da Tinj.

Verifica-se que com o aumento da temperatura de injeção a concentração de partículas na zona de soldadura também aumenta. As partículas são transportadas pelas duas frentes de fluxo, orientando-se perpendicularmente ao plano da superfície. Para temperaturas mais baixas, 190°C e 220°C há uma menor concentração de partículas, sendo que estas se encontram distribuídas de uma forma aleatória. Os defeitos visuais que ocorrem a partir da junção de duas frentes de fluxo surgem, então, devido à maior concentração de partículas metálicas nesta região. Devido ao carácter anisotrópico

das partículas metálicas com forma de floco, que refletem a luz em diferentes direções dependendo da posição da partícula, resulta o aparecimento de uma linha escura na zona de soldadura. Na figura 7 estão apresentados os resultados para diferentes Tmol (25 - 40 - 55 - 70°C), mantendo-se constante a Tinj (220°C).



F7 – Secções longitudinais do PP/Al 75 com 2% de carga, na linha de soldadura, com variação da Tmol.

Contrariamente ao que é referido na literatura [4, 6, 10], que indica que o aumento da temperatura do molde permite a minimização da linha de soldadura, verifica-se no presente caso que à Tmol de 25°C as moldações apresentam menos partículas orientadas perpendicularmente ao fluxo, refletindo-se numa menor visualização da linha de soldadura. No entanto, é de salientar que estas moldações apresentam linhas de fluxo bem demarcadas, ou seja, há uma minimização da linha de soldadura, mas por outro lado surge um outro tipo de defeito. Neste estudo não foi a Tmol mais elevada ou menor que proporcionou uma minimização dos defeitos presentes na moldação, havendo assim um compromisso que conduziu à seleção da Tmol de 55°C (temperatura intermédia) para a otimização do aspeto final da moldação.

3. CONCLUSÕES

A adição de partículas metálicas de Al, bronze e Cu têm influência na estética, propriedades óticas e morfológicas das moldações. O

feito metálico é facilmente obtido quando estas partículas são usadas, mesmo com baixo teor de partículas. Todos os compósitos possuem cor metálica correspondente ao pigmento usado. Contudo, surgem vários tipos de defeitos indesejáveis, como linhas de soldadura e de fluxo que são dependentes do tipo, tamanho e teor das partículas metálicas. No PP/Cu não são visíveis as linhas de soldadura e de fluxo, devido possivelmente à forma esférica das partículas de Cu.

A refletância dos compósitos é influenciada pelo tamanho e teor das partículas. Para tamanho e teor de partículas maiores a refletância aumenta, melhorando o efeito metálico. Não se verificou variações da refletância dos compósitos em comparação com a refletância dos pigmentos.

Na análise morfológica conclui-se que a temperatura de injeção do molde que atenuam os defeitos são a $T_{inj}=220^{\circ}C$ e a $T_{mol}=55^{\circ}C$.

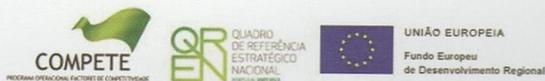
A eliminação da linha de soldadura não foi conseguida totalmente, apenas se obteve uma redução deste defeito.

AGRADECIMENTOS

Este Trabalho foi executado no âmbito do Projeto ToolingEDGE – Produção Sustentável de Elevado Desempenho, financiado pelo Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (SI DT). ■

5. BIBLIOGRAFIA

1. I. Wheeler, Metallic Pigments in Polymers. Rapra Technology Limited, UK. ISSN 1-85957-166-2 (1999).
2. H. Bunge, Metallic looking plastics with new silver and colored aluminum pigments. SPE ANTEC Tech. Papers, 3, 2586-2588 (1998).
3. C.I. Martins, I. Santos and A.J. Pontes, On the effect of metallic particles on the performance of injection moulded PP plastic parts. Conference on Polymer and Mold Innovations, 375-382 (2012).
4. M. J. Park, J. S. Jeong and J. S. Park, Flake orientation in injection molding of pigmented thermoplastics. Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME, 134 (1), (2012).
5. I. O. Santos, A. J. Pontes, C. I. Martins, Morphological aspects of injection molded polypropylene with metallic pigments. ANTEC 2013 - Proceedings of the 71st Annual Technical Conference & Exhibition, Cincinnati, Ohio, USA, (2013).
6. R. M. Harris, Coloring Technology for Plastics. Plastics Design Librar, New York. ISSN 1-884207-78-2 (1999).
7. R. A. Charvat, Coloring of Plastics – Fundamentals. 2ªed. John Wiley & Sons, New Jersey. ISSN 0-471-13906-8 (2004).
8. Gülsoy, H. Ö. and Taşdemir, Physical and mechanical properties of polypropylene reinforced with Fe particles. International Journal of Polymeric Materials, 55:8, p. 619-626. ISSN 0091-4037 (2006).
9. Ahmed, M., Coloring of Plastics: theory and practice. Van Nostrand Reinhold Company, New York. ISSN 0-442-20267-9 (1979).
10. K. Rawson et al. Controlled orientation of reflective pigment and optical property characterization of injection-molded polypropylene. Journal of Polymer Engineering and Science 39(1):177-189 (1999).



SIG.Moldes

Consegue controlar toda a informação relativa aos clientes, aos fornecedores e à produção do molde a partir de um único ecrã?

Com o SIG.Moldes, SIM!

Baseado na plataforma PHC Enterprise e integrado com o OrganiMold, o SIG.Moldes é uma completa solução para a gestão automatizada dos moldes que lhe permite obter:

- Controlo de custos de produção detalhado vs orçamentado
- Controlo de toda a informação das encomendas de clientes, produção e pedidos de orçamento para encomendas a fornecedores
- Geração automática de consumos e respetivos custos integrada com o OrganiMold
- Gestão da conta corrente dos clientes

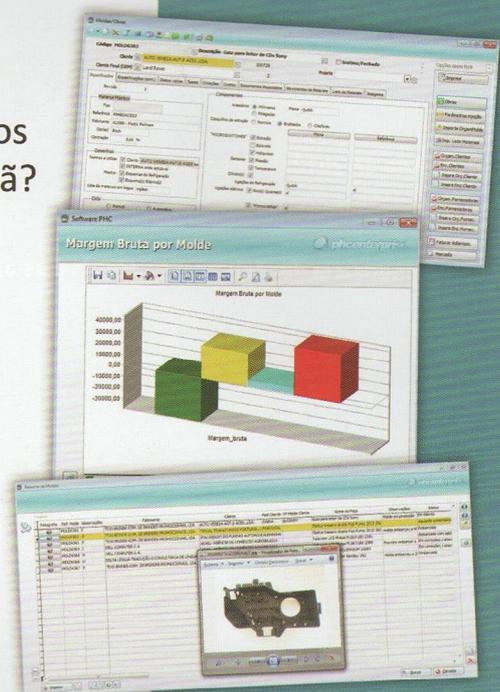
Ver para crer?

Confie no parceiro PHC mais especializado no setor industrial, com provas dadas em inúmeras empresas como a sua!

Solicite mais informação ou uma demonstração personalizada:

Lisboa: +351 218 299 150 | Porto: +351 224 100 000 | geral@winsig.pt | www.winsig.pt

Descubra as soluções Winsig para a indústria:



SIG.Moldes



SIG.Têxtil



SIG.Componentes Automóvel



SIG.Plásticos



PORTUGAL - ANGOLA

