

# Produção de peças biodegradáveis de parede fina por injeção

by C. SANTOS, A. MENDES, P. CARREIRA, A. MATEUS & N. ALVES

Centre for Rapid and Sustainable Product Development  
Polytechnic Institute of Leiria, Marinha Grande, Portugal

**Resumo:** Actualmente, a indústria dos moldes para responder às exigências do mercado procura diversificar os seus mercados, apostando em produtos diferenciados e de valor acrescentado. Foi neste sentido que se desenvolveu o projecto de concepção e fabrico de vasos biodegradáveis para germinação de plantas.

O objectivo deste artigo de investigação passa pela concepção e desenvolvimento de um vaso para germinação de plantas produzido em material biodegradável. A validação do projecto desenvolvido para uma peça de paredes finas em material biodegradável, foi realizada através da fabricação da ferramenta (molde) e o processamento de peças (vasos biodegradáveis).

Este estudo demonstrou-se promissor como pilar de apoio para o desenvolvimento de futuros produtos em materiais biodegradáveis de paredes finas, obtidos pelo processo de injeção de termoplásticos. Os resultados alcançados permitiram validar o processo desenvolvido, bem como o produto obtido de paredes finas em material biodegradável, que neste caso foi um vaso biodegradável para germinação de plantas.

**Palavras-chave:** Polímeros biodegradáveis, vasos de plantas, injeção de termoplásticos, paredes finas.

## 1 Introdução

O processo de injeção de termoplásticos, por imposição do mercado, tem sido alvo nas últimas décadas de avanços tecnológicos no desenvolvimento de moldes para peças cada vez mais complexas com um rigor dimensional cada vez mais apertado, no entanto, estudos direccionados na área do desenvolvimento de peças de paredes finas obtidos em polímeros biodegradáveis, não são muito correntes.

Embora seja um tema da actualidade, a acessibilidade a uma correcta selecção de polímeros biodegradáveis não é comum, não existindo ainda uma produção em grande escala deste género de formulações (que nalguns casos têm que ser adequadas a cada caso e ambiente biológico). Estas formulações geralmente são constituídas por um polímero sintético (como um poliéster) e um polímero natural como o amido. Este trabalho de investigação visa resolver o problema da utilização de vasos de plantas tradicionalmente utilizados, através do desenvolvimento de uma estratégia envolvendo a injeção de um polímero biodegradável.

### 1.1 Estudo do mercado

O aumento do preço do petróleo, tem conduzido nos últimos anos à intensificação de projectos de investigação, visando a obtenção de produtos alternativos aos plásticos convencionais. Ultimamente, os plásticos biodegradáveis, começam a ser produzidos para uso industrial e comercial, deixando de ser apenas utilizados para fins de investigação [1]. As perspectivas mais optimistas apontam

para um aumento da capacidade mundial de produção de bioplásticos de 0,36 milhões de toneladas (em 2007), para 4,40 milhões de toneladas (em 2020) tal como se indica na Figura 1. Mesmo num cenário mais pessimista, a produção mundial será em 2020 de 1,47 milhões de toneladas.

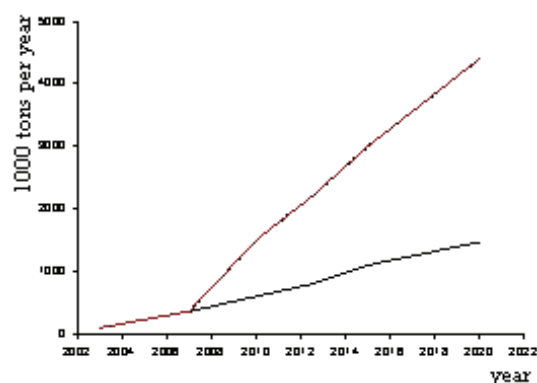


Figura 1 – Projecção da capacidade de produção mundial de bioplásticos até 2020 [1].

Os produtos mais importantes em termos dos volumes de produção em 2007, foram os plásticos de amido (0,15 milhões de toneladas) e o ácido poliláctico (PLA) (0,15 milhões de toneladas). Prevê-se que os bioplásticos mais importantes em 2020 sejam: Plásticos de Amido (1,3 milhões de toneladas); PLA (0,8 milhões de toneladas); PE bio-base (0,6 milhões de toneladas) e PHA (0,4 milhões de toneladas) [1]. O preço de venda dos bioplásticos, constitui ainda o principal obstáculo à penetração destes materiais no mercado, sendo que em média o granulado

de plástico biodegradável apresenta um preço 50% superior ao plástico convencional (PP, PE, PET). No entanto, entre 1990 e 2002 houve um grande aumento da procura de bioplásticos, tal como se indica na Figura 2. Tal deve-se em parte ao aumento do preço do petróleo, diminuição dos custos de produção e implementação de políticas ambientais [2].

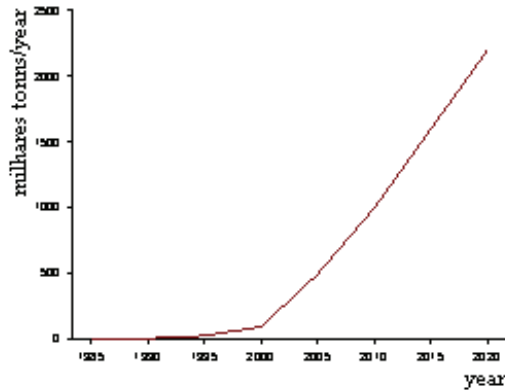


Figura 2 – Previsão da evolução do consumo de bioplásticos [2].

## 2 Materiais e métodos

### 2.1 Materiais

Para a moldação por injeção dos recipientes biodegradáveis, foi seleccionado um composto comercial biodegradável. Para tal, foram efectuadas diversas pesquisas sobre os materiais existentes no mercado. Da pequena gama de materiais termoplásticos biodegradáveis encontrados a escolha recaiu sobre o Bioplast GS 2189 da BIOTEC. Comercialmente disponível, e particularmente adaptado à fabricação de produtos injetados alimentares, não alimentares e totalmente biodegradáveis.

### 2.2 Propriedades do material

O material é apropriado para obtenção de peças pelo processo de moldação por injeção, sendo esta, a técnica de processamento utilizada. Para além desta importante característica, este material é um substituto para o PP (polipropileno), que é o material usualmente utilizado para a produção dos actuais vasos.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as principais propriedades físicas e mecânicas do material seleccionado.

Tabela 1 – Propriedades mecânicas do material.

Propriedades mecânicas	Valor
Alongamento [%]	10–30
Resistência à tracção [MPa]	30–45

Tabela 2 – Propriedades físicas do material.

Propriedades físicas	Valor
Dimensão do granulado [mm]	2.0 – 3.0
Densidade [g/cm <sup>3</sup> ]	1.2 – 1.4
Densidade do fundido [g/cm <sup>3</sup> ]	1.1 – 1.3
Índice de fluidez (190 °C, 2.16 kg)[g/10 min.]	15 – 40
Quantidade de água [%]	< 0.2

### 2.3 Técnica de Processamento - Injecção de Termoplásticos

Os vasos foram obtidos através do processo de injeção de termoplásticos, sendo de destacar a exigência tecnológica ao nível da moldação de peças plásticas em material biodegradável de paredes finas, que caracteriza o presente estudo. Os testes de injeção foram efectuados nos laboratórios de Engenharia Mecânica do Instituto Politécnico de Leiria. A máquina de injeção utilizada para o processamento dos vasos biodegradáveis foi uma INAUTOM Euro Inj D-80 horizontal (Figura 3).

Tabela 4 – Principais características de máquina de injeção (EURO IN J Série D-80).

	Propriedades físicas	Valor
Sistema de injeção	Diâmetro do fuso [mm]	36
	Relação L/D	20
	Volume injeção [cm <sup>3</sup> ]	183
	Peso injeção [g]	164
	Pressão [bar]	1722
Sistema de fecho	Força de fecho max. [ton]	80
	Max. curso abertura [mm]	320
	Expes. Molde min. [mm]	130
	Expes. Molde Max. [mm]	400
	Abertura Max. [mm]	720
	Espaço entre colunas [mm]	360×360
	Diâmetro de colunas [mm]	60
	Max. Força extractor [ton]	2.74
Max. Curso extractor [mm]	90	

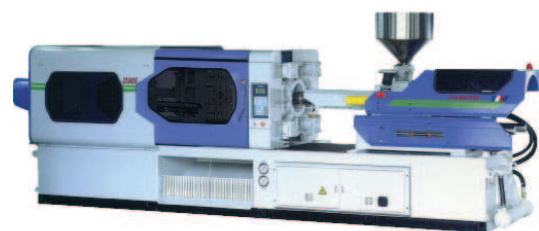


Figure 3 – Thermoplastic injection machine EURO D-80 Inj.

## 2.4 Projecto e Fabrico do Molde

O bom desempenho de um molde de injeção está directamente associado ao cuidado com o projecto e fabrico de molde. No projecto de molde foram tidas em conta as características da máquina de injeção, designadamente a distância entre colunas, a força de fecho, abertura do molde bem como a capacidade de injeção. A estrutura do molde deve ser suficientemente resistente de modo a suportar os esforços originados durante a injeção. Apesar da peça (vaso biodegradável), ser simples em termos de geometria, é necessário ter em atenção as paredes finas, que caracterizam o produto nos materiais biodegradáveis.

## 2.5 Modelo CAD do vaso

O modelo CAD do vaso (Figura 4), foi obtido após diversos estudos de mercado e levantamento de patentes, que permitiu a definição das suas funcionalidades. A espessura da peça foi um factor importante, havendo a necessidade da peça ser o mais fino possível (por questões de custo e taxa de degradação), mantendo as suas propriedades estruturais.



Figura 4 – Modelo CAD da peça.

O uso de espessuras de parede uniformes em toda a peça irá minimizar, deformações, tensões residuais e melhorar o enchimento do molde. Minimizando a espessura da parede da peça, garante-se um melhor arrefecimento e tempos de ciclo. Tudo isto, minimiza o custo final da peça.

## 2.6 Projecto do molde

A simulação computacional do enchimento da peça foi efectuada no software Moldflow Insight. A simulação serviu de apoio ao desenho, fabrico do molde e de apoio na fase de parametrização da máquina de injeção para processamento dos vasos.

O molde projectado para injeção dos vasos biodegradáveis é um molde de injeção convencional, ou seja

um molde de canais frio de cavidade única e foi desenhado no software de modelação TopSolid.

A estrutura do molde é constituída por dois conjuntos principais de placas e calços. O conjunto da bucha (Figura 5) define a parte interior da peça. Por outro lado, o conjunto da cavidade (Figura 6) define a forma exterior da peça.

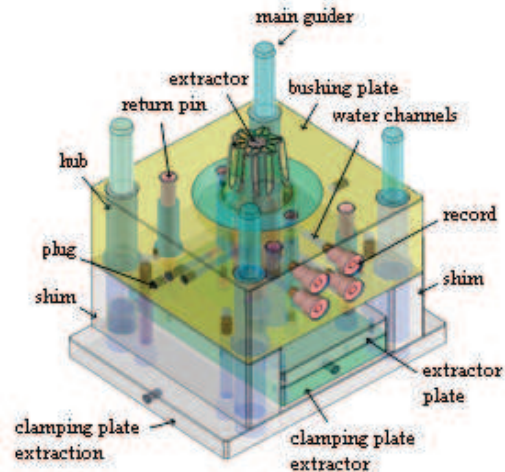


Figura 5 – Parte móvel do molde (bucha).

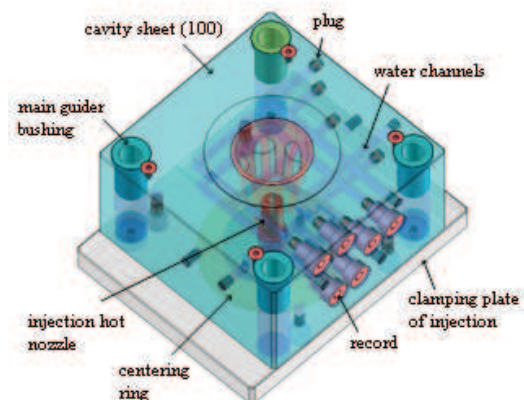


Figura 6 – Parte fixa do molde (cavidade).

O bico de injeção seleccionado, foi um bico quente da THERMOPLAY de referência DN 18046-A-1-1. A opção de se utilizar um bico quente resultou do facto da peça injectada ser de paredes finas em material biodegradável. Uma das vantagens da utilização deste tipo de bico, reside na eliminação do canal de injeção, permitindo a injeção directa sobre a peça. A eliminação do canal de injeção, é importante quando se injecta material de fácil degradação, como é o caso do material considerado neste trabalho de investigação.

### 3 Resultados

Posteriormente, ao teste do molde, e efectuadas pequenas alterações no polimento de algumas faces e outros pequenos ajustes no molde, iniciou-se a produção dos vasos biodegradáveis. Previamente ao início da injeção do material, ainda se testou o funcionamento correcto da extracção, abertura e fecho do molde. Com material pré-processado (em granulado), na tremonha, e material no estado fundido no fuso, deu-se início a primeiras injeções de material no interior do molde. Para os parâmetros iniciais tiveram-se em conta as simulações reológicas. Cada ciclo de injeção teve aproximadamente 10 segundos.

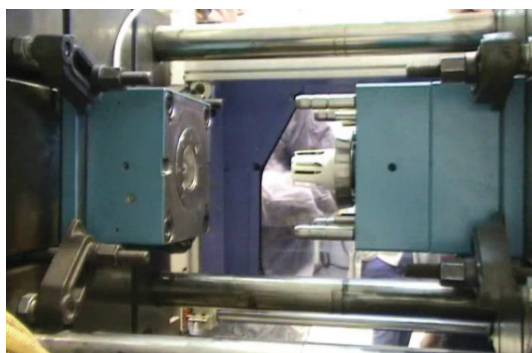


Figura 7 – Injecção dos vasos.



Figura 8 – Molde e vasos biodegradáveis.

### 4 Conclusão

Num próximo artigo apresentar-se-á sob forma mais detalhada a caracterização do polímero biodegradável, a influência do processamento sobre este bem como o processo de biodegradação do vaso em diferentes solos. O invento em causa encontra-se em fase de conversão a pedido definitivo de Patente Nacional nº 104476.



Figura 9 – Conceito desenvolvido.

### Agradecimentos

Os Autores agradecem ao Sr. Paulo Ribeirinho e ao Sr. José Metelo pelo enorme contributo no desenvolvimento deste projecto de investigação.

### References

- [1] Shen, Li, Haufe, Juliane e Patel, Martin K. 2009. Product overview and market projection of emerging bio-based plastics . PRO - BIP . 2009.
- [2] Pradella, José Geraldo da Cruz. 2006. Biopolímeros e Intermediários químicos. Brasil : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2006. Relatório Técnico nº 84 396-205.
- [3] Falcone, Daniele M. B., Agnelli, José Augusto M. e Faria, Leandro I. L. 2007. Panorama Setorial e Perspectiva na Área de Polímeros Biodegradáveis. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 2007, Vols. 17, nº 1, pp. 5 - 9.