

# Integração de software de simulação de fluxo e modelação estrutural para optimização de moldes de alumínio

Ricardo Simões\*, António Brito\* e António Cunha\*

## Síntese

As diversas ferramentas de Engenharia Assistida por Computador (CAE) são utilizadas pela indústria de moldes como um recurso importante durante o projecto e o fabrico de moldes. Utilizando CAE é possível otimizar os moldes de modo a garantir o necessário desempenho sem recorrer ao sobredimensionamento. Isto é ainda mais vital quando os moldes são feitos de materiais não convencionais, como ligas de alumínio. A falta de experiência dos fabricantes de moldes em lidar com estes materiais, associada a propriedades mecânicas diferentes dos aços, resulta normalmente em moldes sobredimensionados e um maior custo das ferramentas.

O apelo à criação de meios mais eficientes para otimizar o desenvolvimento de moldes de alumínio resulta das necessidades e pressões da indústria automóvel Europeia de reduzir custos e melhorar os processos de fabrico de diversos componentes. Embora haja várias vantagens intrínsecas na substituição de aço por ligas de alumínio no fabrico de moldes, é necessário garantir o correcto desempenho das ferramentas de alumínio.

Foi neste enquadramento que uma metodologia foi desenvolvida para integrar dados de simulações de fluxo (enchimento) com software de modelação estrutural. A abordagem tradicional considera apenas a pressão máxima na superfície da zona moldante ao dimensionar as chapas do molde, acrescida de um coeficiente de segurança confortável. A metodologia desenvolvida considera a distribuição real de pressões em toda a zona moldante em função do tempo durante o enchimento. Esta informação é então transferida para modelos sólidos da chapa das buchas e da chapa das cavidades. Da análise estrutural desses modelos sólidos é possível obter as tensões e deformações resultantes ao longo do enchimento. Uma das vantagens da metodologia desenvolvida é a possibilidade de utilizar ficheiros padrão, os quais podem ser lidos e escritos pelos vários programas de simulação relevantes para estas análises.

## 1. Introdução

A utilização de moldes de alumínio para a produção de séries grandes de componentes em plástico para a indústria automóvel tem vindo a crescer devido a vários factores, nomeadamente a pressão sobre a indústria Europeia para reduzir custos de produção e para otimizar os processos de produção de modo a manter competitividade com mercados da Ásia

# Integration of flow simulation and solid modelling software for aluminium mould optimization

## Abstract

Computer Aided Engineering (CAE) tools are widely used in the mould-making industry as a valuable resource during the mould development and fabrication stages. Using CAE it is possible to optimize the mould design in order to meet the required performance without over-engineering. This is even more critical when dealing with non-conventional mould materials, such as aluminium alloys. The lack of experience from mould-makers in dealing with these materials, associated with lower strength than steel, typically results in considerable over-engineering of the moulds and, consequentially, higher tool cost.

The urge for more effective ways to optimize the design of aluminium moulds results from the need and pressure of the European Automotive Industry to reduce production costs and improve the production processes of dif-

ferent components. Although there are several inherent advantages of replacing steel with aluminium alloys in mould manufacturing, the reliability of the aluminium moulding tools must be assured.

It was in this framework that a methodology was created to integrate data from flow (filling) simulations with solid modelling software. Traditional approaches consider only the maximum pressure on the moulding surface for design of the mould plates, with the addition of a comfortable safety factor. The developed methodology considers the pressure distribution on the entire moulding surface as a function of time during mould filling. This data is then transferred to solid models of the core and cavity plates. The structural analysis of the solid models provides the stress development and deformation arising during the mould filling stage. One of the advantages of the developed methodology is that it can be employed with standard format model files, which relevant simulation software packages can import and export.

## 1. Introduction

The use of aluminium moulds for the production of

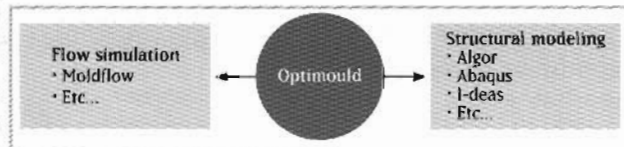


Fig. 1: Objectivo da Ferramenta de Integração Optimould  
Fig. 1: Objective of the Optimould Integration Tool.

large series of plastic components for the automotive industry has been growing due to several factors, namely the increasing need of the European industry to reduce production costs and optimize the involved production processes of different components in order to maintain competitiveness with markets from Asia and North America. The process optimization must result from the integrated contribution of human, organizational, and technical factors, including the solutions in terms of materials. In fact, innovation at this level can result in significant increase of productivity and reduction on the final tool cost. The use of aluminium moulds for the production of large series is a solution of tremendous potential, including moulding of high temperature thermoplastics and reinforced polymers.

Although aluminium alloys are still used by most industry with some suspicion, they can offer several advantages compared to traditional tool steels, namely:

- the faster machining of aluminium alloys (up to 40% faster) leads to lower mould manufacturing costs;
- their improved thermal diffusivity allows more efficient heat exchanges, leading to a decrease in the start-up and cooling times, as well as a decrease of the thermal amplitudes on the moulding surfaces during the moulding cycle.

The reference cost of aluminium alloys and tool steels is similar, when compared in volumetric terms. However, the lower mechanical properties of aluminium alloys typically lead to over-engineering of the aluminium mould plates with consequential negative effects on the cost. In this framework, and due to the relative lack of experience on aluminium alloys by industry, its use should be supported by judicious engineering solutions based on the combined use of several CAE tools.

The Optimould project proposed to solve this problem by integrating data from flow simulations of a part and structural modelling of the respective mould. As shown in Figure 1, the time-dependent pressure field data during filling of the part is obtained from one of several commercial flow simulation software packages. That data is then integrated with a solid mesh of a mould plate (core plate, cavity plate, or both). The resulting output file contains the solid model, but now with a set of applied forces that resulted from the pressure applied by the plastic material on the moulding surface. A file can be created for a specific instant during filling (e.g. maximum injection pressure time), or instead, a set of model files can be automatically created for all instants of the flow simulation. The developed methodology allows a more accurate structural analysis of the mould behaviour during part filling, a valuable resource for optimizing mould design.

e da América do Norte. A otimização de processos deverá resultar da contribuição integrada de factores humanos, organizacionais e técnicos, incluindo as soluções ao nível dos materiais utilizados. De facto, inovações a este nível poderão induzir significativos aumentos de produtividade e reduções no custo final da ferramenta. A utilização de moldes de alumínio em produções de grande série apresenta-se como uma solução de grande potencial, incluindo para a moldação de termoplásticos de altas temperaturas de fusão e para polímeros reforçados.

Embora as ligas de alumínio ainda sejam usadas pela generalidade da indústria com alguma desconfiança, podem oferecer diversas vantagens comparativas em relação aos aços tradicionais, nomeadamente:

- podem ser mais rapidamente maquinadas (até 40% mais rápido), levando a custos de produção do molde mais baixos;
- a sua superior difusividade térmica permite uma melhoria das trocas de calor, levando a reduções nos tempos de arrefecimento e de arranque do processo, bem com a uma diminuição das amplitudes térmicas nas superfícies moldantes durante o ciclo de moldação.

Os custos de referência das ligas de alumínio e de aços de ferramenta são semelhantes, quando comparados numa base volumétrica. No entanto, a inferior resistência e rigidez mecânica das ligas de alumínio leva ao frequente sobredimensionamento das chapas de alumínio utilizadas com consequentes efeitos negativos sobre os custos. Neste contexto, e porque a experiência de trabalho com ligas de alumínio pela indústria é relativamente reduzida, a sua utilização deverá suportada por soluções de dimensionamento criteriosas e baseadas na

utilização combinada de diversas ferramentas de CAE.

utilização combinada de diversas ferramentas de CAE.

O projecto Optimould teve por objectivo resolver este problema integrando dados de simulação de fluxo de uma peça com a modelação estrutural do respectivo molde. Como representado na Figura 1, a informação do campo de pressões em função do tempo, ao longo do enchimento da peça, é obtida de um dos vários programas de simulação de fluxo disponíveis no mercado. Esta informação é de seguida integrada com a malha sólida de uma chapa do molde (chapa das buchas, chapa das cavidades, ou ambas). O resultado é um ficheiro de saída contendo o modelo sólido, mas agora acrescido de um conjunto de forças que resultam da pressão exercida pelo material plástico na superfície moldante. Pode ser criado um ficheiro para um instante específico durante o enchimento (p.ex. no instante de pressão máxima de injeção), ou alternativamente, uma série de ficheiros podem ser criados automaticamente para todos os instantes da simulação de enchimento. A metodologia desenvolvida permite efectuar análises estruturais mais detalhadas do comportamento do molde durante o enchimento da peça, o que constitui informação valiosa para a optimização do molde.

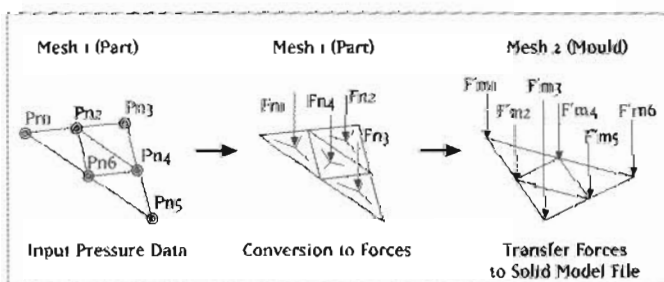


Fig 2: Esquema simplificado da metodologia utilizada.  
Fig 2 Schematic representation of the employed methodology.

## 2. Estado da arte

A maior parte dos programas comerciais de análise estrutural não permitem qualquer interacção com programas de simulação de fluxo. A excepção é o Abaqus que estabeleceu um esforço cooperativo com a Moldflow, resultando este esforço numa interface específica no Abaqus para dados do Moldflow. Esta interface transfere informação da simulação Moldflow para um modelo sólido da peça, incluindo o cálculo de propriedades do material e tensões residuais. No entanto, isto não permite a transferência de dados de pressão da simulação de enchimento da peça para um modelo sólido das chapas do molde. Assim, esta abordagem está limitada ao estudo da peça.

Outros programas comerciais foram desenvolvidos por pequenas companhias para transferir alguma informação específica entre o Moldflow e o Abaqus. Um exemplo é o "immersive Fiber", que lida com informação sobre orientação e distribuição de fibras para a simulação de materiais anisotrópicos reforçados com fibras curtas. No entanto, esta abordagem está novamente limitada ao estudo da peça.

## 3. Metodologia

O princípio básico da metodologia desenvolvida está representado esquematicamente na Figura 2. Os dados de pressão obtidos da simulação de fluxo da peça são convertidos em forças aplicadas na superfície do molde e de seguida transferidos para o modelo sólido da chapa do molde.

A informação sobre a pressão durante o enchimento pode ser obtida, por exemplo, a partir de simulações de Moldflow. Este programa permite a exportação da malha e do campo de pressões para ficheiros de texto que podem ser lidos facilmente. A malha da simulação de fluxo utilizada no estudo de caso descrito na Secção 5 está representada na Figura 3. É importante realçar que os dados de pressão são obtidos para cada nó da malha. No entanto, os carregamentos no ficheiro de saída contendo o modelo sólido têm de ser escritos como forças aplicadas em nós. Assim, antes de transferir a informação para a malha sólida, os valores de pressão necessitam ser convertidos em forças equivalentes. Esta operação resulta num mapeamento tridimensional (3D) de forças ao longo de toda a superfície da peça em contacto com a chapa do molde.

O modelo sólido da chapa do molde é então lido e as forças convertidas a partir dos dados de pressão da simulação de fluxo são transferidos para este modelo. A malha sólida pode ser criada em vários formatos padrão, como por exemplo Ansys (\*.ans), Abaqus (\*.inp), e I-deas (\*.unv). Uma vez que a malha da simulação de fluxo e a malha sólida da chapa do molde são distintas, os nós em que as forças têm de ser colocadas não coincidem com as coordenadas onde as forças foram previamente calculadas. Assim, é necessário calcular a

## 2. State of the art

Most of the structural analysis software packages do not allow any type of interaction with flow simulation software. The exception to this rule is Abaqus which established a cooperative effort with Moldflow, resulting in a specific Abaqus interface for Moldflow data. This interface transfers information from the Moldflow simulation to a solid model of the part, including the calculation of material properties and residual stresses. However, this does not allow the transfer of pressure data from the filling simulation of the part to a solid model of the mould plates. Thus, it is limited to the study of the plastic part itself.

Other commercial software packages were developed by small companies for transferring specific data from Moldflow to Abaqus. An example is "immersive Fiber", which handles fibre orientation and distribution data for simulations of short fibre reinforced components with anisotropic material properties. But again, this is limited to the study of the plastic part.

## 3. Methodology

The fundamental principle of the developed methodology is schematically represented in Figure 2. Pressure

data obtained from flow simulations of the part is converted into forces applied on the mould surface and then transferred to the solid model of a mould plate.

The filling pressure input data can be obtained, for example, from Moldflow simulations. This software allows exporting the mesh and the pressure field data to text files that can be easily read. The flow simulation mesh used for the case study discussed in Section 5 is shown in Figure 3. It is important to point out that pressure data is obtained for each node of the mesh. However, the load data in the output solid model file will need to consist of forces applied on nodes. Before transferring the data to the solid mesh, the pressure data is converted to equivalent forces. This operation results in a three-dimensional (3D) force mapping throughout the surface of the part in contact with the mould plate.

The input solid model of the mould plate is then read and the forces converted from the flow simulation pressure data are transferred to this model. The solid mesh can be created in several standard formats, such as Ansys (\*.ans), Abaqus (\*.inp), and I-deas (\*.unv). Since the flow simulation mesh of the part and the solid mesh of the mould plate are different, the nodes where the forces have to be applied do not coincide with the position where the forces have been calculated. Thus, for each node on the moulding surface of the solid model, both the magni-

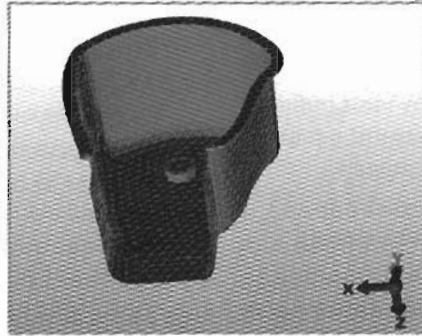


Fig. 3. Malha de simulação de fluxo utilizada no estudo de caso  
Fig. 3: Flow simulation mesh used as a case study.

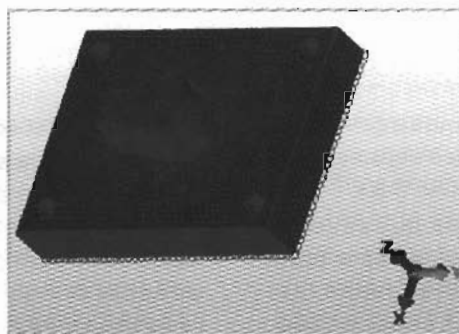


Fig. 4. Malha sólida da chapa do molde utilizada no estudo de caso  
Fig. 4: Solid mesh of the mould core plate used as a case study.

tude and direction of the force must be calculated:

- a) the magnitude of the force vector is determined from 3D interpolation of the forces in its vicinity;
- b) the direction of the force vector must take into account the topography of the mould surface. For this, the normal vector is determined for all surface elements. The force vector direction at a particular node is the average of the normal vectors of all elements to which that node belongs (neighbouring surface elements).

Naturally, forces are only applied on surface nodes of the mould plate. The solid mesh of the mould core plate used for the case study discussed in Section 5 is shown in Figure 4.

Aside from the main data transfer procedure, additional algorithms were implemented to allow more flexibility to the Optimould software. As an example, the user can specify a safety factor to be applied to the flow simulation pressure data. The flow simulation mesh can also be scaled to different units to correct mismatched units between the two input meshes, which would have created problems during data transfer. If necessary, the flow simulation mesh can also be rotated with respect to the coordinate system axes to ensure that the flow simulation and solid meshes match.

#### 4. Model requirements

Aside from the obvious fact that the two models should be correctly located in 3D space with respect to one another, there are some other conditions of this methodology that must be met by the models:

- the flow simulation mesh should be of the "mid-plane" or "Fusion" type. Full 3D filling simulations are yet unsupported.
- the major problem found when attempting to transfer the force data between two different meshes is ensuring that forces will only be applied to the moulding surface and not the entire mould plate. This can happen for example if the flow simulation mesh contains more elements besides the part itself. In order to bypass that possible obstacle, the solid model file must have information of which nodes belong to the moulding surface and are therefore nodes where the forces should be applied. For this, the solid model file must contain a 2D mesh of the moulding surface coinciding with the 3D solid mesh of the plate. Since typically the original surface used to create the 3D mesh is still available to the designer, creating this additional 2D surface mesh is not a problem. Note that the only function of this 2D mesh is to define the moulding surface.

magnitude e a direcção do vector força para cada nó na zona moldante do modelo sólido:

- a) a magnitude do vector força é determinada por interpolação 3D das forças na sua vizinhança;
- b) a direcção do vector força deve ter em conta a topografia da superfície do molde. Para isto, o vector normal é calculado para todos os elementos na superfície. A direcção do vector força num nó específico é a média dos vectores normais de todos os elementos a que esse nó pertence (elementos superficiais adjacentes).

Obviamente, as forças apenas são aplicadas em nós da superfície da chapa do molde. A malha sólida da chapa do molde utilizado para o estudo de caso descrito na Secção 5 está representada na Figura 4.

Para complementar a função principal de integração de dados, foram implementadas rotinas que permitem uma maior flexibilidade do software Optimould. Exemplos incluem a especificação de um coeficiente de segurança a ser aplicado aos valores de pressão. A escala da malha da simulação de fluxo também pode ser corrigida caso as duas malhas de entrada tenham sido criadas em sistemas de unidades distintos, o que causaria problemas durante a transferência de dados. Caso necessário, também se pode aplicar à malha da simulação de fluxo uma rotação em relação ao sistema de eixos para garantir correcto posicionamento das duas malhas.

#### 4. Requisitos dos modelos

Para além da óbvia necessidade que as duas malhas estejam correctamente posicionadas uma em relação à outra no espaço 3D, alguns requisitos adicionais devem ser preenchidos pelos modelos:

- a malha para simulação de fluxo deve ser do tipo "mid-plane" ou "Fusion" (no caso do Moldflow). Simulações de enchimento em 3D ainda não são suportadas;
- a maior restrição encontrada no desenvolvimento de rotinas para transferir a força entre as duas malhas distintas foi garantir que a força seja aplicada apenas na zona moldante e não em toda a superfície da chapa moldante. Isto poderia acontecer por exemplo no caso da malha da simulação de fluxo conter mais elementos para além da própria peça. Para evitar este possível obstáculo, o ficheiro do modelo sólido também deverá ter informação identificando os nós da malha que pertencem à zona moldante (ou seja nós em que as forças devem ser aplicadas). Para isto, o ficheiro do modelo sólido deve conter uma malha superficial (2D) apenas da zona moldante. Esta malha deve coincidir com a malha sólida 3D da chapa. Uma vez que tipicamente o projectista tem acesso às superfícies originais utilizadas para criar a malha 3D, criar esta malha superficial adicional não constitui um problema. Note-se que a única função desta malha 2D é definir a zona moldante.

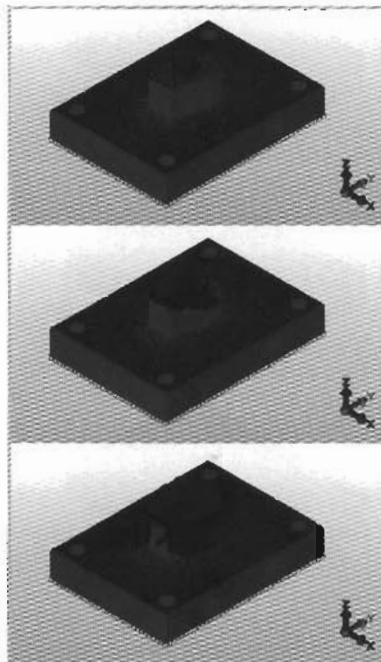


Fig. 5: Distribuição de forças na chapa do molde em diferentes instantes durante o enchimento (esquerda: t=2; centro: t=4; direita: t=11).  
 Fig. 5: Force distribution on the mould plate at different instants during filling (left: t=2; centre: t=4; right: t=11)

## 5. Estudo de caso

De modo a testar a metodologia desenvolvida, um estudo de caso foi realizado para a peça representada na Figura 3 e na sua chapa de molde representada na Figura 4. Os resultados da simulação de fluxo contêm dados de pressão para 19 instantes durante as fases de enchimento e compactação da peça. O software Optimould foi utilizado para integrar estes resultados no modelo sólido da chapa do molde. Isto resultou em 19 ficheiros individuais do modelo sólido, os quais foram utilizados para simulações estruturais. Alguns resultados seleccionados são mostrados nesta Secção.

As forças na chapa do molde resultantes da pressão durante o enchimento da peça são mostradas na Figura 5 para diferentes instantes. Pode-se facilmente visualizar a partir destas imagens como a frente de fundido avançou desde o início até ao final do enchimento.

A distribuição de tensões segundo o critério de Von Mises na chapa do molde em diferentes instantes durante o enchimento está representada na Figura 6. Cada distribuição de tensões foi obtida de uma simulação estrutural individual.

As simulações da chapa do molde também contêm informação sobre a deformação associada com a distribuição de tensões acima referida. A deformação local da chapa do molde está representada na Figura 7. Uma vez que a geometria da peça utilizada para este estudo de caso é relativamente trivial, seria expectável que a deformação exibisse um padrão bastante simples. Em peças mais complexas, pinos e paredes finas podem ser sujeitos a carregamentos elevados apenas em fases intermédias do enchimento, e a análise apenas da fase final do enchimento não será representativa das condições termomecânicas a que esse elemento foi sujeito. Assim, esta análise em função do tempo apresenta consideráveis vantagens em relação ao dimensionamento assumindo uma distribuição uniforme da pressão.

## 6. Comentários finais

Embora esta metodologia tenha sido desenvolvida para permitir compatibilidade com os principais programas comerciais na área relevante e tenha sido testada com sucesso em vários estudos de caso, o facto é que não existe qualquer formato de ficheiro padrão universalmente utilizado para trocar dados entre diferentes programas de modelação sólida. Isto cria naturalmente alguns problemas:

- novas versões de programas comerciais contêm erros nos seus tradutores internos de modelos padrão; p.ex. o Algor V15 tem alguns problemas na representação de modelos importados em formato Ansys (\*.ans).
- uma grande parte destes programas comerciais requerem a compra de módulos adicionais para os seus tradutores internos de modo a importar/exportar modelos em formatos não-nativos.
- os tradutores internos por vezes apenas lidam com a geometria (nós e elementos) da malha, ignorando outros campos nos ficheiros; p.ex. o Algor V12 ignora campos contendo forças e condições fronteira quando importa dados de ficheiros I-deas Universal (\*.unv).

Infelizmente, mesmo alguns dos programas comerciais muito

## 5. Case study

In order to test the developed methodology, a case study was conducted on the part shown in Figure 3 and its mould plate shown in Figure 4. The flow simulation provided pressure data for 19 instants during filling and packing of the part. The Optimould software was used to integrate those results into the solid model of the mould plate. This resulted in 19 different solid model files, on which structural simulations were performed. Some selected results are shown in this Section.

The force distribution on the mould plate resulting from the pressure during filling of the part is shown in Figure 5 at different instants. From these images it is easy to visualize how the flow front advances from the start to the end of filling.

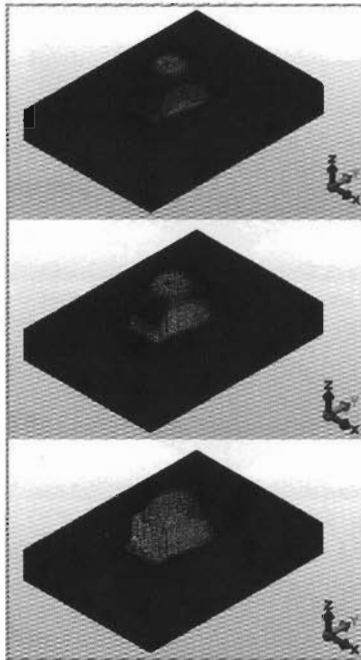


Fig. 6: Tensões de Von Mises na chapa do molde em diferentes instantes durante o enchimento da peça (esquerda: t=2, centro: t=4; direita: t=11).

Fig. 6: Von Mises stress in the mould plate at different instants during filling of the part (left: t=2; centre: t=4; right: t=11).

The resulting Von Mises stress distribution on the mould plate at several instants during filling is shown in Figure 6. Each stress distribution was extracted from an individual structural modelling simulation.

The last piece of information extracted from the simulations of the mould plates was the deformation associated with the previously shown stress distributions. The local deformation of the mould plate is shown in Figure 7. Since the part used for this case study is fairly simple, the deformation could be expected to exhibit a relatively smooth pattern. In more complex parts, thin walls and pins may be subjected to high loads only at intermediate filling stages, and the final stages of filling are not representative of the imposed thermomechanical conditions. Therefore, this time-dependent analysis presents considerable advantages compared to dimensioning assuming a uniform pressure distribution.

## 6. Concluding remarks

Although this methodology was designed to allow compatibility to the main software packages in the relevant field and

was successfully tested in several case studies, the fact remains that there is no universal standard model file for interfacing between different solid modelling software. This naturally creates some problems:

- new releases of commercial software packages sometimes have bugs in their internal translators for standard model files; e.g. Algor V15 has some glitches representing models imported in Ansys (\*.ans) format.
- many solid modelling software packages require purchase of additional modules for their internal translators in order to import/export models in non-native file formats.
- the internal translators sometimes only focus on the geometry (nodes and elements) of the mesh, disregarding other content fields in the files; e.g. Algor v12 ignores fields containing force data and boundary conditions data when importing I-deas Universal (\*.unv) files.

Unfortunately, many software packages continue to

lack adequate documentation about the file structure of their model files, making it more difficult (if not impossible) to adequately interact with those.

Nevertheless, the proposed methodology has been successfully implemented and allows a more accurate optimization of injection moulds. The benefits include lower costs and predicting the performance of specific troublesome geometries, such as bending of pins or thin walls during filling. Although the focus was on aluminium moulds, the same methodology is equally advantageous for the design of steel moulds. A natural future expansion for the software developed in this project would be the creation of model files for dynamic analysis using the time-dependent pressure data evolution.

#### Acknowledgements

This work was conducted within the Optimould project, financed by the "Programa Operacional da Sociedade de Informação" (POSI), and co-financed by FEDER (European Union) and by National Funds of the Portuguese Government. We acknowledge the help from Billy Araújo (Centimfe) in the creation of models for testing the software.

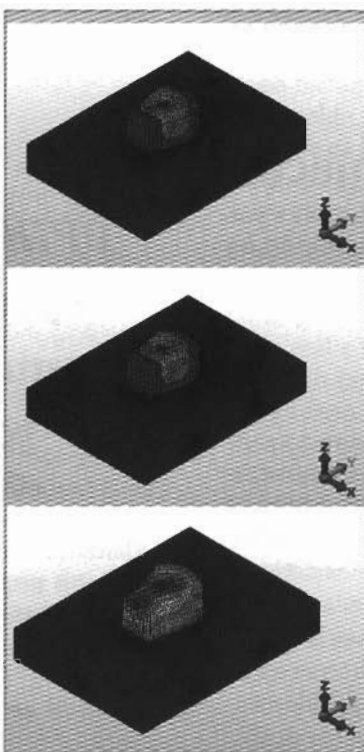


Fig. 7. Deformação da chapa do molde devido à pressão de enchimento em diferentes instantes (esquerda: t=2; centro: t=4; direita: t=11).

Fig. 7. Deformation of the mould plate due to the filling pressure at different instants (left: t=2; centre: t=4; right: t=11).

utilizados continuam a ter documentação deficiente sobre a estrutura de ficheiro dos seus modelos, tornando mais difícil (por vezes impossível) interagir adequadamente com estes.

Mesmo assim, a metodologia proposta foi implementada com sucesso e permite uma optimização mais detalhada de moldes de injeção. As vantagens incluem custos mais baixos e a possibilidade de prever o desempenho de geometrias específicas problemáticas, como a flexão de pinos ou paredes finas durante o enchimento. Embora o foco tenha sido em moldes de alumínio, a mesma metodologia é igualmente vantajosa para o dimensionamento de moldes em aço. Uma possível expansão futura para o software desenvolvido neste projecto seria a criação de modelos para análise dinâmica utilizando a evolução temporal da pressão.

#### Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto Optimould, financiado pelo "Programa Operacional da Sociedade de Informação" (POSI), e co-financiado por fundos FEDER da União Europeia e Fundos Nacionais do Governo da República Portuguesa. Agradecemos a colaboração de Billy Araújo (Centimfe) na criação de modelos para teste do software.

\* Universidade do Minho - IPC

## GABINETE de APOIO JURÍDICO

Os serviços da Associação Nacional da Indústria de Moldes, possuem um Gabinete de Apoio Jurídico, ao qual os associados podem aceder, colocando questões desse âmbito. Para o efeito, poderão contactar directamente a Associação por telefone ou colocando as questões por fax ou e-mail, as quais lhe serão respondidas prontamente.

Associação Nacional da Indústria de Moldes

Av. D. Dinis, 17 • 2430-263 Marinha Grande  
Tel. 244 575 150 - Fax 244 575 159  
E-mail: cefamol@mail.telepac.pt