

apêndice - c

Chamada Pública de PD&I 01.2022

ETEC 3

**PROJETOS DE DEMONSTRADOR
DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE
PEÇAS PLÁSTICAS DE
BAIXO VOLUME**

Apoio

CONFIES

Coord. Técnica Linha IV

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

Coordenadora Linhas IV, V e VI

fundep fundação de
apoio da UFMG

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

1. PROJETOS DE DEMONSTRADOR DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS DE BAIXO VOLUME

1.1. Problema a ser resolvido

O processo de injeção de termoplásticos é comumente visto como eficaz na produção para peças de altos volumes e aplicado a projetos duradouros, sendo comum descartarem-se peças com baixos volumes.

No entanto, para produtos com exigências de engenharia como estanqueidade, coeficiente dielétrico entre outros, o único processo conhecido para atender tais características continua sendo a injeção, que acaba competindo com limitações de custo, tempo de entrega e disponibilidade de ferramental.

Este projeto a ser financiado visa à consolidação, harmonização e difusão dos atuais conhecimentos, competências e boas práticas já existentes no setor ferramenteiro e de plásticos, praticados internacionalmente, buscando nacionalização das tecnologias e sua consequente retenção e difusão, geração de emprego, renda e melhoria na balança comercial, sendo inclusive viável extrapolar para exportação de componentes termoplásticos de baixo volume.

Espera-se, com a viabilização do custo de ferramental, criar um aumento de competitividade para os fabricantes de componentes plásticos injetados em baixo volume, propiciando ao processo redução de custos, redução de tempos produtivos e de setup, manutenção de qualidade etc.

Na fabricação de componentes injetados de geometria complexa ou não, tem-se como objetivo a produção de peças com acabamento superficial estético, compactação e cristalinidade molecular para atingir comportamento físico mecânico de resistência ao impacto, flexão, atrito, dielétrico e estanqueidade, entre outros. Novas tecnologias de fabricação para peças de baixo volume tem sido estudadas, como a impressão 3D desses componentes, porém tornam-se excessivamente caras e/ou improdutivas para viabilidade da produção, além de não conferirem as mesmas características de uma peça plástica injetada. Sendo assim, faz-se necessária a busca por aprimorar o processo de injeção para peças de formas complexas que tenham baixo volume de produção.

A manufatura aditiva metálica para produção de ferramentais em metais, polímeros e resinas rígidas já é uma realidade comum na Europa e China, alterando drasticamente o processo de fabricação atual dos moldes e barateando os custos de usinagem.

É desejável a criação de um grupo empresarial participativo, realizando a aquisição e introdução da nova tecnologia, bem como pode ser facilitado a uma única

empresa assumir os custos iniciais de implementação da sistemática, realizando o rateio deste investimento em uma gama de produtos diversos.

A interface com tecnologias e processos atuais demanda estudo e criação de uma metodologia para disseminação do conhecimento e viabilidade entre as empresas brasileiras.

Nesse sentido é importante solucionar as seguintes perguntas:

- Como tornar economicamente viável a fabricação de moldes para peças injetadas de baixo volume?
- Como produzir peças injetadas com restrita tolerância dimensional, reduzindo custos de usinagem e retrabalhos?
- Como projetar e produzir um ferramental que permita reduzir o tempo total para produção de um componente injetado com alta complexidade de forma e exigência de propriedades mecânicas?
- Como integrar ao ferramental características que viabilizem eliminar ou reduzir os desperdícios de tempo na troca de produtos ou das ferramentas (redução de setup)?
- Como comunicar diferentes peças/produtos utilizando um mesmo molde e processo?
- Como agrupar produtos e moldes diversos em uma mesma máquina e empresa?
- Como integrar as necessidades das montadoras às realidades dos fabricantes?
- Como programar e comunicar métodos e processos robustos para produtos de alta qualidade atendendo normas ISO 9001, CQI23 e IATF, de forma financeiramente competitiva, desonerando produtos de baixo volume?

1.2. Objetivos específicos

1. Tornar capaz a produção nacional de ferramentas para injeção de peças plásticas em baixo volume, atendendo às montadoras nacionais, reduzindo os custos e riscos de importações.
2. Reproduzir as etapas de planejamento, projeto, construção, testes e acabamento de um molde para injeção de peças em baixo volume, descrevendo e detalhando todos os procedimentos adotados, a fim de revelar gargalos e instruir futuras tentativas de replicação dos resultados obtidos.
2. Otimizar a produção de, no mínimo, dois componentes de baixo volume, não produzidos pelos métodos tradicionais, viabilizando o processo de injeção em molde fabricado por manufatura aditiva e/ou usinagem em materiais metálicos ou alternativos, garantindo estabilidade dimensional e redução de custos.

3. Comunicar diversos produtos em um único ferramental, com a substituição simplificada de ferramentais, para troca de produtos de diferentes formas geométricas.
4. Tornar o setup dos produtos rápido e barato, garantindo o menor tempo ocioso possível durante as trocas de produto.
5. Apresentar matriz de possibilidades de automação do ferramental, via sensoriamento ou robotização, com vistas a viabilizar a conectividade e o controle preciso do processo de injeção.
6. Elaborar um plano de transferência do conhecimento para as principais instituições de formação de mão-de-obra específicas para o setor de transformação de termoplásticos, visando permear o conhecimento de forma ampla e acelerada.

1.3. Detalhamento das frentes de trabalho

A fim de facilitar o planejamento, execução e gestão do projeto, esta demanda foi dividida em cinco frentes de trabalho. Cada frente de trabalho poderá ser responsabilidade de uma ou mais ICTs, sendo que a ICT proponente exercerá obrigatoriamente o papel de Coordenadora do projeto.

1.3.1. Frente 1. Planejamento

A etapa de planejamento deve ter como **meta** elaborar uma prospecção da tecnologia de técnicas de manufatura de moldes existentes nacionalmente, a busca por tecnologias internacionais e a ousadia de ser disruptiva, trazendo novos conceitos e condições para fabricação de moldes para injeção de peças em baixos volumes, rompendo as barreiras de processos atualmente utilizadas no Brasil quanto a:

- Materiais utilizados em moldes;
- Tempo de produção e usinagem;
- Custos com porta moldes, projetos, sistemas de extração etc.;
- Dificuldades técnicas de setup em injetoras, variação de matéria prima injetável;
- Fornecedores de serviços, como projeto, usinagem e injeção.
- Análise logística;
- Ensaios laboratoriais e atendimento a normas e especificações.

1.3.2. Frente 2. Projeto

O projeto de uma peça de baixo volume a ser injetada deve prever os requisitos mínimos, assim como uma peça de alto volume, no que diz respeito à estabilidade dimensional e qualidade estrutural. Sendo assim, os canais de refrigeração e canais de injeção devem atender às exigências técnicas de cada polímero.

Com o uso de ferramentas computacionais, a realização de simulação do processo de injeção em ambiente virtual promove grande agilidade ao estágio de desenvolvimento do produto e facilita alterações na geometria dos ferramentais para produzi-lo.

A **meta** desta etapa é realizar, criteriosamente, o projeto de um conjunto de moldes para injeção de, **no mínimo, duas geometrias de peças plásticas de baixo volume**, avaliando comportamentos do molde e do material injetado, como dilatações e contrações, linhas de junção fria, efeito diesel, entre outras falhas comuns ao processo. Deve ser avaliada a utilização de um mesmo porta-moldes compartilhando diversos ferramentais para redução de custos na fabricação dos itens de baixo volume.

Nesta etapa, deverão ser entregues:

- a. Desenhos 2D e 3D dos componentes, dos moldes e todos os sistemas de canais, extratores, placas etc.;
- b. Otimização do produto para o novo processo;
- c. Estudo de interface entre o novo processo e o processo tradicional;
- d. Estudo de limitações e potenciais do processo;
- e. Relatórios de simulação;
- f. Arquivos de saída dos modelos, contendo cálculos de temperaturas, fluxos, geometria e outros dados a serem utilizados pelas empresas de fundição quando se utilizar de material fundido para a manufatura do molde;
- g. Parâmetros de processo;
- h. Possibilidades de sensoriamento do ferramental para controle preciso do processo;
- i. Plano de comunização do conhecimento.

O conjunto de moldes a ser produzido deverá demonstrar flexibilidade para produção de variações geométricas de peças plásticas, com o mínimo de intervenções e de forma rápida, assegurando a qualidade dos componentes produzidos. Deverá ser avaliada a utilização de um mesmo porta-moldes compartilhando diversos ferramentais para redução de custos na fabricação dos itens de baixo volume.

1.3.3. Frente 3. Matéria prima

Para que seja possível flexibilizar o conjunto de moldes para variadas geometrias de peças injetadas, faz-se necessário identificar os diversos itens disponíveis para produção, de forma a agrupá-los por famílias de produtos em um mesmo conjunto de moldes. Por exemplo, um molde projetado em Poliamida 66 (nylon 66 ou PA66) deve possuir diversos itens que compreendem esse material e, caso utilize outro material nas

demais variações a que estiver sujeito, que eles sejam de comportamento próximo, para evitar falhas como rechupes, afloramentos de fibra etc.

A utilização de manufatura aditiva, como sinterização de pó metálico, impressão 3D de polímeros rígidos, resina rígida fundida, entre outras, já é uma realidade comum na Europa e Ásia, porém desconhecida no Brasil. Outra forma construtiva é a utilização de materiais metálicos como alumínio aeronáutico ou sinterizado.

A **meta** desta etapa é selecionar, adquirir e/ou fabricar matéria prima para fabricação do conjunto de moldes por manufatura aditiva aliada à usinagem tradicional, utilizando quaisquer técnicas de MA já consolidadas e disponíveis no mercado, tais como Modelagem por Fusão e Deposição (FDM), Estereolitografia (SLA) ou Sinterização Seletiva a Laser (SLS).

1.3.4. Frente 4. Construção

Após o recebimento do material, inicia-se o processo de manufatura da ferramenta. A fabricação deverá ainda integrar os achados da fase de planejamento referentes a materiais e processos na fabricação de todos os componentes especificados.

A fim de aproveitar-se das melhores técnicas de manufatura para reduzir custos e tempos de produção de ferramental, é desejável que sejam integrados diferentes processos de manufatura, sempre que representarem ganhos mensuráveis para a cadeia de ferramentarias e de fabricantes de componentes plásticos de baixo volume. Esta etapa deverá gerar conhecimento sobre a possibilidade de interface entre processo por manufatura aditiva e processos tradicionais para melhor uso das capacidades de cada um, assim como ajudar no processo de seleção de processo ideal por complexidade e volume de produção.

Deseja-se responder às seguintes perguntas:

- Como otimizar a programação de fabricação por manufatura aditiva aliada à manufatura subtrativa de partes específicas?
- Como otimizar o tempo de produção dos componentes?
- Quais os processos essenciais para garantir a fabricação precisa do ferramental?
- Como otimizar os processos de montagem e acabamento do ferramental?

Esta fase tem como **objetivos**:

1. Programação da fabricação de um conjunto de moldes para injeção de, no mínimo, duas variações de geometria de peças plásticas de baixo volume, de maneira otimizada.

2. Fabricação de conjunto de porta-moldes, moldes e todos os componentes relevantes, levando em consideração otimização de processos de fabricação, adoção de novas ferramentas e tecnologias.
3. Estudo do processo de montagem para otimização de tempo e layout.

Após detalhamento das etapas de planejamento, projeto e construção do molde piloto, realizados nas etapas anteriores, a **meta** desta etapa é realizar a repetição, em cadência normal de produção industrial, das etapas de construção de um conjunto de moldes e a sua utilização para injeção de um lote de peças demonstradoras para cada geometria produzida.

O escopo deverá abordar em detalhes as etapas de programação CAM, impressão 3D, usinagem, tratamentos térmicos e montagem. Deverão ser entregues:

- a. Estudos sobre viabilidade econômica;
- b. Análise da integração do processo em ambiente produtivo;
- c. Análise de interface entre os processos de produção;
- d. Material aplicado para replicação do processo pelas indústrias brasileiras;
- e. Conjunto de moldes intercambiáveis;
- f. Instruções de montagem e setup para injeção das geometrias de componente plástico selecionadas.

Deverão ser contabilizados os custos e tempos envolvidos no processo de fabricação, identificando os gargalos tecnológicos, metodológicos e organizacionais dos processos. As peças dos lotes-protótipo deverão ser entregues com certificado de qualidade, atestando a qualidade das peças, geometria e as demais exigências para utilização do componente reproduzido.

1.3.5. Frente 5. Testes e ensaios

Os requisitos de metrologia, com recursos como tridimensional, espessímetro entre outros, devem ser considerados básicos para o atendimento de peças automotivas.

Requisitos laboratoriais como, plastômetro, determinador de umidade, DSC etc. devem ser considerados básicos para a qualidade de qualquer peça plástica, seja qual for o meio de processamento. Sendo assim, os usos de tais equipamentos deverão ser oferecidos como contrapartida econômica dos parceiros industriais do projeto.

Deseja-se responder às seguintes perguntas:

- Além da ausência de modelo, quais outras etapas podem ser eliminadas?
- Existem etapas que precisam ser adicionadas?
- Quais os limites do processo?

- Quais os desenvolvimentos necessários?
- Quais os parâmetros para garantir a qualidade do produto?
- Quais materiais (aços, resinas etc.) resultam nos melhores ferramentais para cada produto e volume de produção?

O processo especificado deverá ser reprodutível por empresas de injeção e ferramentarias do ramo, seja com o uso do equipamento compartilhado ou com a instalação de equipamento próprio.