

MODELOS PRODUZIDOS POR INJEÇÃO E A PRECISÃO NA PRODUÇÃO DE JOIAS

Luciana dos Santos Duarte, lucianjung@gmail.com¹

Juan Carlos Campos Rubio, juan@ufmg.br²

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG - Brasil. CEP 31.270-901

²Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Mecânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG - Brasil. CEP 31.270-901

Introdução

Dentre as distintas etapas de processo produtivo de joias, a injeção de cera destaca-se para estudo da Engenharia de Precisão por apresentar diversos problemas a serem minimizados ou solucionados. Schuster (2009) descreve os problemas mais comuns, a saber: enchimento curto, linhas de molde, quebra de cera, bolhas de ar, rebarbas, cortes de ventilação, padrão deformado, peso inconsistente, dentre outros defeitos de superfície.

Objetivos

O objetivo geral é relacionar a precisão da injeção de cera com a quantidade de material nobre em anéis. São objetivos específicos: delinear o processo de injeção de cera; identificar parâmetros de injeção de precisão, cera e molde; relacionar pressão de injeção e peso da peça injetada; compreender a sequência produtiva de anéis na empresa estudo de caso.

Contribuição do Trabalho

O uso de materiais nobres sempre foi recorrente na história da joalheria. Com o atual paradigma ambiental de esgotamento de metais de alto valor não só econômico, como também cultural, como ouro e prata, juntamente ao nivelamento técnico da indústria – em que se compete principalmente reduzindo custos de produção e/ou somando valor à joia por meio do design – garantir a correta especificação de quantidade desses materiais no processo produtivo de joias, é de suma importância. Este trabalho justifica-se por investigar como uma das etapas do processo produtivo joalheiro, a injeção de cera, pode, por meio de competências da Engenharia de Precisão, contribuir para a minimização deste problema.

Metodologia

Foi realizada visita técnica a empresa BQZ, situada no município de Lagoa Santa – MG, para analisar o processo de injeção de cera em moldes de borracha para a manufatura de joias. De acordo com Alves *et al*, o processo produtivo em joalheria, pode ser compreendido conforme a FIG. 1.

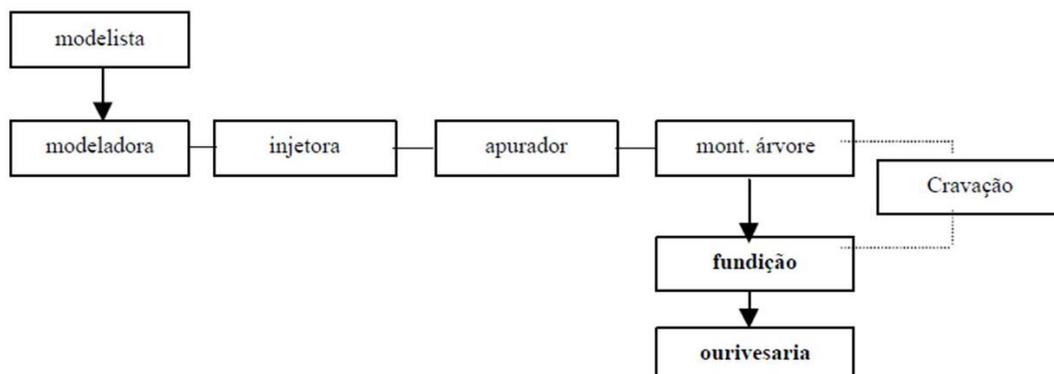


Figura 1 – Fluxograma da produção de peças.

Como a empresa produz as próprias máquinas, toda a produção é automatizada, exceto a etapa de cravação, que deve ser feita manualmente, encaixando-se as gemas nas peças injetadas em cera ou borracha, com o objetivo de verificar seus encaixes e ajustá-los consoante as especificações do projeto. Foram realizados quatro experimentos no processo de injeção de cera, referente a um anel cuja geometria não necessitava da etapa de cravação. Para tanto, foi utilizada a injetora de cera “RiaceWax”, com características que permitem a variação dos parâmetros de injeção, o que permite maior produtividade com menores índices de perdas. Quatro experimentos (FIG. 2) se deram de acordo com os seguintes parâmetros: temperatura de trabalho de 75° C; fechamento de molde de 15 Kg; vácuo ligado máximo acionamento a 900 KPa; tempo de injeção de 02 segundos. Parâmetros como pressão de esmagamento (força de fechamento do molde) e tempo de abertura do molde não foram considerados relevantes na configuração do sistema. Somente o parâmetro da pressão de injeção foi alterado, consoante cada anel injetado, aqui identificado por letras: A) 0,20 bar; B) 0,40 bar; C) 0,60 bar; D) 0,80 bar.

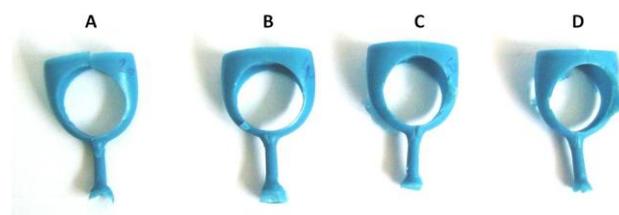


Figura 2 – Anéis injetados em cera com diferentes pressões de injeção.

Com a finalidade de investigar a relação da pressão de injeção de cera com a quantidade de material nobre na peça já fundida, foram retiradas (manualmente, com auxílio de lâmina cortante) as rebarbas das amostras injetadas e as mesmas foram pesadas em balança analítica de precisão convencional. Com base nos dados obtidos do peso das amostras, foi elaborada a tabela (TAB. 1) a seguir correlacionando os resultados e demonstrando aumento do peso da peça conforme o aumento da pressão de injeção. Isto pode ser atribuído à maior deformação do molde quando do aumento da pressão de injeção.

Amostra	Pressão (bar)	Peso (g)
A	0,20	0,5105
B	0,40	0,5687
C	0,60	0,5732
D	0,80	0,5765

Tabela 01 – Dados de pressão e peso das amostras.

Análises dos Resultados

De acordo com a empresa, a injeção em borracha, embora mais onerosa, permite maior precisão e, portanto, é indicada para joias com cravação; já a injeção de cera, menos precisa e de menor custo, é ideal para o setor de bijuterias, em que é comum competir por preço em detrimento de outros aspectos, como o melhor acabamento das peças. Destaca-se quanto à etapa de cravação que, caso as gemas não se encaixem, por meio de conferência manual, nas tolerâncias previamente dimensionadas na modelagem tridimensional, através do software Rhinoceros, as peças são redimensionadas no computador. Este procedimento de “tentativa e erro” é necessário para realizar os ajustes de montagem. Quanto ao processo de injeção em cera, observa-se que, devido à contração da cera após injetada e resfriada, os desenhos tridimensionais devem ser previamente ajustados com um aumento de 1% sobre a dimensão real especificada. Embora essa porcentagem de ajuste seja convencional no processo produtivo da empresa, a mesma realiza testes com 1%, 2% e 3% de aumento proporcional na modelagem 3D em função dos dois tipos de materiais que utilizam – a saber: 1) silicone, transparente, vulcanizada a frio (com ou sem vácuo) e em geral 30% mais cara

que a borracha vulcanizada a altas temperaturas: demanda 1% de aumento na modelagem sobre a dimensão real especificada no projeto; 2) borracha, de cores sólidas, vulcanizada a 90° C e a 150° C: demanda 2% e 3% respectivamente de aumento na modelagem 3D. Ainda de acordo com a empresa, peças com geometria excepcionalmente complexas demandam maior pressão na injetora. Destaca-se uma diferença de acabamento de peças injetadas em borracha em molde de silicone e de borracha. O molde de borracha é menos preciso e confere aspecto de micro ranhuras no acabamento da peça. Foram pesados dois anéis (FIG. 3) em balança de precisão, obtendo-se os dados abaixo (TAB. 2), demonstrando que a qualidade do material do molde pode alterar o peso da peça injetada em borracha.



Figura 3 – Anel injetado em borracha para cravação de gemas.

Amostra	Tipo de molde	Micro ranhuras na superfície	Peso (g)
E	Borracha	Sim	0,4966
F	Silicone	Não	0,4940

Tabela 2 – Dados de amostras de anéis injetados em borracha.

Considerações finais

O estudo destaca a relevância da precisão na etapa de injeção de cera e de injeção de borracha no processo produtivo de joias, de modo a dimensionar as peças conforme especificação do projeto e de modo a diminuir custos com quantidade de matéria-prima empregada na manufatura das peças. Observa-se que constitui uma oportunidade para a área de Engenharia de Precisão o processo de injeção de borracha cuja geometria das peças determina a cravação de gemas. Futuros trabalhos podem contemplar testes feitos com injeção de cera em moldes de materiais distintos (silicone e borracha), mantendo a mesma geometria da peça. Igualmente pode-se analisar a influencia da variação dos parâmetros de injeção, a fim de comparar com os resultados da injeção em borracha e silicone. Também, podem ser feitos estudos comparativos do processo de injeção de precisão automatizado com injeção de precisão manual (CODINA, 2004), em que são montados sistemas com moldes de silicone e injeção a vácuo por meio de seringa comum.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à FAPEMIG (PPM-00393-09) e CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- BQZ. Disponível em: <<http://www.bqz.com.br>> Acesso em: 25 jun. 2011.
- CODINA, C. **The new jewelry: contemporary materials and techniques**. New York: Lark Books, 2004. 160 p.
- RHINOCEROS. Disponível em: <<http://www.rhino3d.com>> Acesso em: 27 jun. 2011.
- SCHUSTER, H. **Innovative mold preparation and cutting for very thin and high precision itens**. In: Proceedings of the XXIII Santa Fe Symposium in Albuquerque, 2009, p. 359 – 377.
- VOLPATO, N. *et al.* **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 272 p.