

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE PINÇAS PARA BIÓPSIA UTILIZANDO O PROCESSO DE MOLDAGEM DE PÓS POR INJEÇÃO¹.

Eduardo Cristiano Milke², Samanta Bianchi Vearick³, Lirio Schaeffer⁴.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi à utilização do processo de moldagem de pós por injeção para obter diferentes micropeças em aço inoxidável 316-L. Estas diferentes micropeças formam um conjunto (pinça para biópsia) e são utilizadas em procedimentos de endoscopia flexível para retirada de material com o intuito de realizar biópsias. Para avaliar as propriedades atingidas após a sinterização, foram avaliados os teores de carbono de diferentes amostras, além de ensaios de microdureza e obtenção de micrografias em microscópio ótico para verificação de microestrutura formada e porosidade resultante. Os resultados iniciais mostram que a extração química em heptano a 45° C e sinterização em 1100°C/1h são adequadas. Temperaturas maiores levam as micropeças à fase líquida.

Palavras-chave: pinças para biópsia, aço inoxidável 316-L, moldagem de pós por injeção.

1 - 61º Congresso Anual da ABM, 24 a 27 de julho de 2006 - Rio de Janeiro – RJ.

2 – Dr. Eng. Pesquisador CNPq - Laboratório de Transformação Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3 – M. Sc. Eng, Laboratório de Transformação Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4 - Dr. Ing. Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Introdução

O processo μ MIM – Moldagem de Pós Metálicos por Injeção de micropeças surgiu da necessidade do continuo desenvolvimento de diversas tecnologias como comunicações, informática, medicina e biotecnologia, exigindo dispositivos como sensores, atuadores, motores, bombas, válvulas e *switches* cada vez menores [1].

De acordo com Williams, microengrenagens utilizadas em relógios já são fabricadas por μ MIM.

Tay et al utilizaram o μ MIM para injetar corpos de prova cilíndricos em aço inoxidável 316-L com dimensões \varnothing 100 X 200 μ m (altura) e estudar as propriedades atingidas [2].

Para adquirir as características desejadas em peças moldadas por injeção, como resistência mecânica, ductilidade e resistência à corrosão, as mudanças na microestrutura durante a sinterização são muito importantes e a densificação do aço inoxidável 316-L ocorre por difusão [3].

De acordo com White [4], pequenas peças complexas, para uso cirúrgico, fabricadas por moldagem de pós por injeção podem ter custos de fabricação 90% menor em comparação as mesmas peças fabricadas por usinagem CNC a partir de material maciço.

Material e métodos

Para a fabricação das pinças de biópsia foi utilizado um processo de produção ainda pouco utilizado no Brasil, a Moldagem de Pós por Injeção. Inicialmente foi confeccionada uma carga injetável a partir de varias misturas de pó de aço inoxidável 316-L e de um sistema aglutinante composto por ceras e polipropileno. A figura 1 mostra o misturador utilizado para confeccionar as cargas injetáveis. Após a otimização da carga injetável foram confeccionados corpos de prova para ensaio de tração e para ensaios de resistência a corrosão conforme a norma *Metal Powder Industries Federation Standard 35*. Também foram injetados os conjuntos de peças para a fabricação das pinças de biópsia. A extração do sistema aglutinante foi realizada através da imersão em solvente heptano e através de degradação térmica. A sinterização foi realizada em forno tubular com atmosfera protetora de hidrogênio. Para a caracterização do pó, foram realizados ensaios de densidade picnométrica, teor de carbono, distribuição de tamanho de partícula e microscopia eletrônica de varredura.

A tabela 1 mostra a caracterização do pó utilizado nos experimentos. Esta caracterização foi realizada em diferentes laboratórios do Centro de Tecnologia da UFRGS.

Tabela 1 – Características do pó de aço inoxidável AISI 316-L.

<i>Tamanho de partícula</i>	6,49 μ m (médio) / 90% < 10,35 μ m
<i>Densidade picnométrica</i>	8,02g/cm ³
<i>Teor de carbono</i>	0,03%



Figura 1 – Misturador utilizado no Laboratório de Transformação Mecânica.

A tabela 2 mostra as diferentes composições das cargas injetáveis testadas e utilizadas para a confecção dos corpos de prova e das pinças de biópsia.

Tabela 2 – Cargas produzidas no LdTM.

<i>Carga injetável</i>	Percentual em massa	Percentual em massa	Percentual em massa
Pó de aço inoxidável 316-L D90 :10µm	88%	90%	90%
Polipropileno	3,6%	3,0%	5,0%
Parafina	6,0%	5,0%	3,0%
Cera de abelha	1,8%	1,5%	1,5%
Acido Esteárico	0,6%	0,5%	0,5%
Resultado	Carga muito fluida. Carga descartada.	Carga muito fluida. Carga descartada.	Carga utilizada.

Resultados

As figuras 2, 3, 4 e 5 mostram as fotos das peças injetadas com uma pressão de 1500bar. Nas figuras 3 e 4 pode ser visto rebarba de carga injetável, o que define que a cavidade foi totalmente preenchida.



Fig. 2 – Peça 1 vista em uma lupa.



Fig. 3 – Peça 2 vista em uma lupa.

A figura 5 mostra a outra peça do conjunto da pinça de biópsia. A peça 4 apresenta problemas de falta de preenchimento da cavidade. Esta cavidade deve ser reusinada para obtenção da peça com as dimensões corretas.

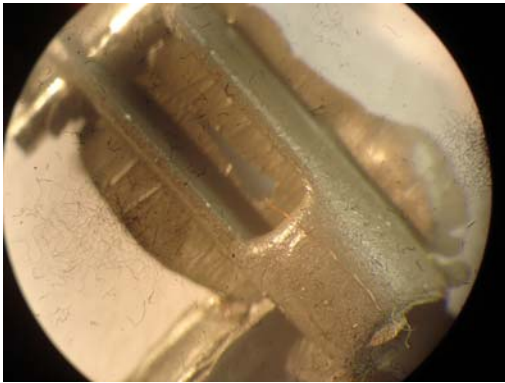


Fig. 4 – Peça 3 vista em uma lupa.

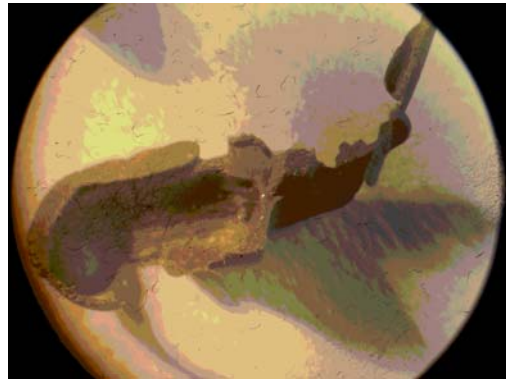


Fig. 5 – Peça 4 vista em uma lupa.

A figura 6 mostra algumas peças sinterizadas.



Fig. 6 – Peças sinterizadas.

Discussão

De acordo com Koseski, pós-metálicos de aço inoxidável 316-L atomizados em água podem adquirir até 97% da densidade picnométrica (teórica) após a etapa de sinterização. German e Bose [5] afirmam que peças de aço inoxidável 316-L fabricadas por MPI atingem densidade de 96%, resistência à tração de 510MPa e dureza de 75HRB. Neste trabalho foram atingidas as seguintes propriedades mecânicas após a sinterização em 1100°C:

A tabela 3 mostra os valores médios de dureza medidos em diversas amostras das peças 1, 2, 3 e 4 após a etapa de sinterização.

Tabela 3: valores medidos de microdureza.

	Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4
Microdureza média	230HV	220HV	225HV	231HV
Carga	50g	50g	50g	50g

A figura 8 e a figura 9 mostram a microestrutura da peça 3 sinterizada. Pode ser visto que o tamanho de grão formado é em torno de 5 μ m e que há uma porosidade residual aproximada de 3% após a sinterização na temperatura de 1100°C.

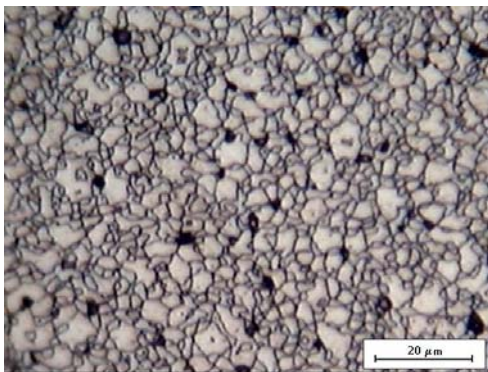


Fig. 8: Microestrutura da peça 3.
Aumento: 500X

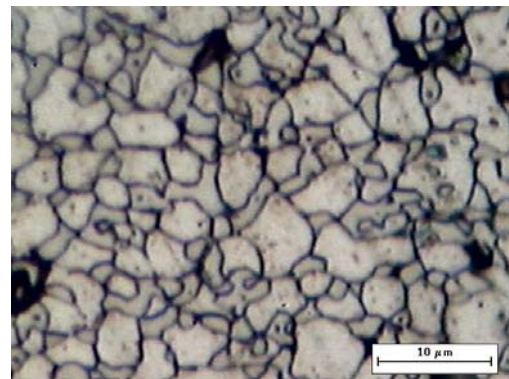


Fig. 9: Microestrutura da peça 3.
Aumento: 1000X.

Conclusão

Peças e corpos de prova com dimensões em micrometros exigem maior pressão de injeção, bem como maior velocidade de injeção e maior temperatura do molde. Espessuras realmente pequenas podem ser produzidas pelo processo MPI. Para tanto é necessária uma otimização dos parâmetros de injeção, pois este processo possibilita que falhas ou propriedades não desejadas sejam incorporadas durante todas as etapas. Sendo assim, a injeção de peças com a melhor qualidade possível, torna-se extremamente importante.

Para a produção de uma peça em série deve-se observar também que este processo torna-se viável quando utilizados para a produção de um grande número de peças, já que os custos de produção e implementação do processo são relativamente elevados.

Outros experimentos ainda devem ser realizados para melhor caracterização das micropeças sinterizadas como: ensaios de corrosão conforme a norma *Metal Powder Industries Federation Standard 35*, ensaios de teor de carbono após a sinterização e controle dimensional.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro ao projeto. Ao Téc. Éder Ortiz Hammermüller do LdTM/UFRGS pelo apoio nos experimentos.

Referências bibliográficas

- [1] KAMEO, K., NISHIYABU, K., FRIEDRICH, K., TANAKA, S., TANIMOTO, T. Sliding wear behavior of stainless steel parts made by metal injection molding (MIM). **Wear**, v. 260, n. 6, p. 674-686, mar. 2006.
- [2] TAY, B.Y., LIU, L., LOH, N.H., TOR, S.B., MURAKOSHI, Y., MAEDA, R. Surface roughness of microstructured component fabricated by μ MIM. **Materials Science & Engineering A**, v.396, n. 1-2, p. 311-319, abr. 2005.
- [3] KOSESKI, R.Y., SURI, P., EARHARDT, N.B., GERMAN, R.M., KWON, Y.S. Microstructural evolution of injection molded gas-and water-atomized 316L stainless steel powder during sintering, **Materials Science & Engineering A**, v.390, n. 1-2, p. 171-177, mai. 2005.
- [4] WHITE, D.G; State-of-the North American P/M Industry - 2002, **The International Journal of Powder Metallurgy**, v.38, n. 5, p.31-37, jul/ago, 2002.
- [5] GERMAN, R.M., BOSE, A. **Injection Molding of Metals and Ceramics**. Princeton: Metal powder Industries Federation, 1997.