

ESTUDOS DE MICROCOMPONENTES EM SOLICITAÇÕES DINÂMICAS E ELETROQUÍMICAS OBTIDOS ATRAVÉS DA MPI

Autor(a): Paula R. Caumo

Laboratório de Transformação Mecânica
Centro de Tecnologia – UFRGS
Avenida Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre/RS



1 INTRODUÇÃO

Uma das tecnologias mais inovadoras na obtenção de microcomponentes é através da metalurgia do pó (MP), mais especificamente a moldagem de pós por injeção (MPI). Atendendo às exigências das normativas técnicas de diversas áreas, vindo a ser, um meio de fabricação altamente atrativo para obtenção de micro peças^[1]. A metalurgia do pó tem como uma de suas características comercialmente interessantes, a sua propriedade de produtividade de componentes. A moldagem de pós por injeção é um processo de conformação que tem como característica a elevada estabilidade dimensional e a possibilidade de moldagem de peças complexas^[2]. O objetivo deste projeto é estudar o comportamento mecânico e químico de tubos de paredes finas, 0,3mm, obtidos através da moldagem de pós por injeção, com o intuito de determinar a aplicação desse material em microcomponentes. Neste trabalho serão empregados micro tubos para caracterizar os efeitos de ambientes corrosivos e de solicitações dinâmicas sobre o material.

2 METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios dos efeitos corrosivos e de solicitações dinâmicas sobre o material, foram obtidos corpos de prova injetados de ferro puro. Conforme^[4], um percentual de 62% de pó, sinterizado à temperatura de 1120°C otimiza as propriedades mecânicas e químicas, pois ocorre minimização da porosidade do material. A injetora utilizada foi a Mini-Jet (Figura 1), a qual permite o controle das temperaturas do cilindro de injeção e do molde, das pressões de injeção e recalque e dos tempos de aplicação das respectivas pressões. Esses parâmetros são ajustados conforme o tipo de material. A tabela 1 apresenta os parâmetros utilizados para injeção dos micro tubos. Após a retirada das peças do molde, estes passam por uma extração térmica para retirada do ligante, seguida de uma etapa de sinterização para diminuir a porosidade e aumentar a resistência.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados para injeção

| | |
|-------------------------|---------|
| Pressão de Injeção | 600 bar |
| Pressão de recalque | 300bar |
| Temperatura do cilindro | 120°C |
| Temperatura do molde | 175°C |
| Tempo de injeção | 8s |
| Tempo de recalque | 10s |



Figura 1 – Injetora Mini-Jet utilizada.

2.1 Extração térmica

Extração do ligante é a etapa chave do processamento de peças moldadas por injeção^[1], pois remover o aglutinante sem afetar a forma final da peça é um processo muito delicado, sendo uma grande fonte de defeitos. Já que o aglutinante sustenta a união das partículas de pó, determinando o sucesso. A extração térmica consiste na degradação térmica do ligante. No processo estão envolvidos os mecanismos de extração controlada por difusão, por permeação e extração térmica de aglomerantes no estado líquido. O aquecimento do forno é realizado à taxa de 0,2°C/min até atingir a temperatura de 600°C. Nesta temperatura o forno permanece por 60 minutos.

2.2 Sinterização

A etapa de sinterização contempla a densificação dos corpos de prova, o que garante ganho nas propriedades mecânicas. Este processo consiste no transporte ativado pela temperatura de matéria, por uma massa de pós ou compacto poroso, resultando na diminuição da superfície específica livre pelo aumento do contato entre as partículas, redução do volume e alteração da geometria dos poros. A sinterização foi realizada em um forno à 1120°C, o qual é mantido a esta temperatura por 60 minutos seguido de resfriamento.

2.3 Ensaios de corrosão

Corrosão, por definição, é a degradação de um determinado material por ação de agentes químicos ou eletroquímicos presentes no meio em que este componente esteja exposto, podendo estar associado ou não a esforços físicos. Assim como realizado por P. Mariot^[4], os ensaios de corrosão com amostras de ferro puro injetado foram realizados em uma solução de Hank, fluido de manutenção celular, o qual simula um ambiente biológico. As amostras foram imersas na solução à 37 ° C durante 5, 10, 15 e 20 dias. Em seguida, as amostras foram tomadas para fora da solução de Hank, delicadamente enxaguadas com água destilada e álcool, e secadas a temperatura ambiente. Os pesos da amostra, antes e depois da imersão foram medidos usando uma balança com precisão de 0,1 mg. As morfologias microestruturais das amostras foram determinadas por microscopia eletrônica de varredura.

2.4 Ensaios de achatamento de tubos

Este ensaio consiste na aplicação vertical de carga sobre uma amostra de seção tubular, orientada longitudinalmente sobre placas de apoio (Figura 2) até a ocorrência de achatamento da amostra^[3]. Este ensaio permite avaliar a ductilidade do material, do tubo e do cordão de solda do mesmo, pois quanto mais o tubo se deformar sem trincas, mais dúctil será o material. O ensaio foi realizado em uma máquina de compressão disponível no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense.

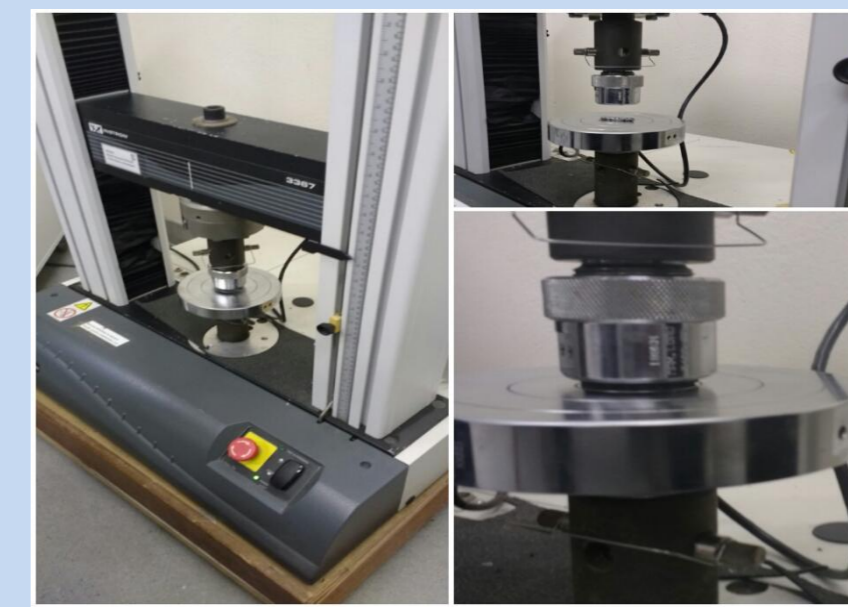


Figura 2 – Ensaio de achatamento de tubos.

3 RESULTADOS

A seguir estão apresentados os resultados obtidos pelo ensaio de corrosão em solução de hanks, realizado por P. Mariot^[4], mestrando do Laboratório de Transformação Mecânica da UFRGS, e os resultados do ensaio de achatamento, realizado no IFSUL, campus Sapucaia do Sul.

3.1 Ensaios de corrosão

A porosidade apresenta grande influência sobre a degradação do material^[4], pois corresponde a um aumento da área superficial. A amostra analisada apresentou uma baixa taxa de degradação, este resultado está associado com o efeito da porosidade dos materiais. Após 10 dias de imersão se detectou uma tendência de diminuição da taxa de degradação (Figura 3). A figura 4 é representativa da morfologia da amostra corroída 62% / 1120 °C. A superfície parece ter recebido um ataque uniforme pela imersão na solução de Hank.

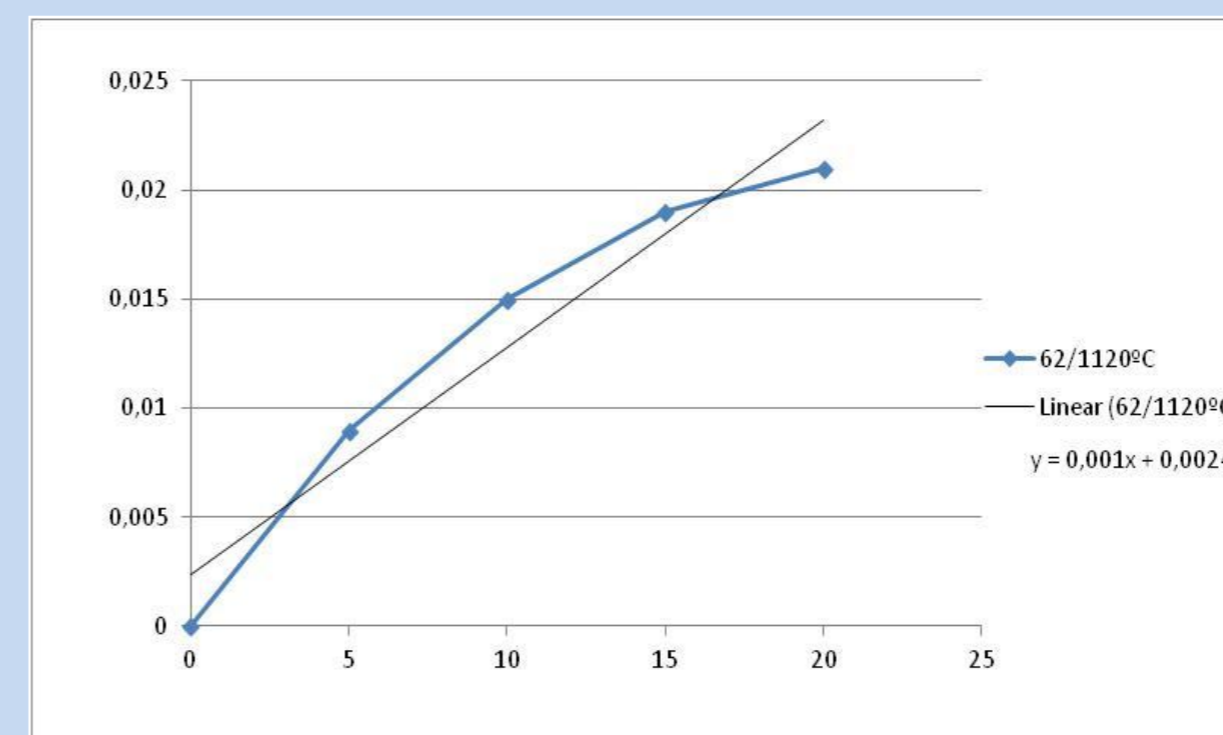


Figura 3- Perdas de peso entre 0 a 20 dias em solução de Hank.

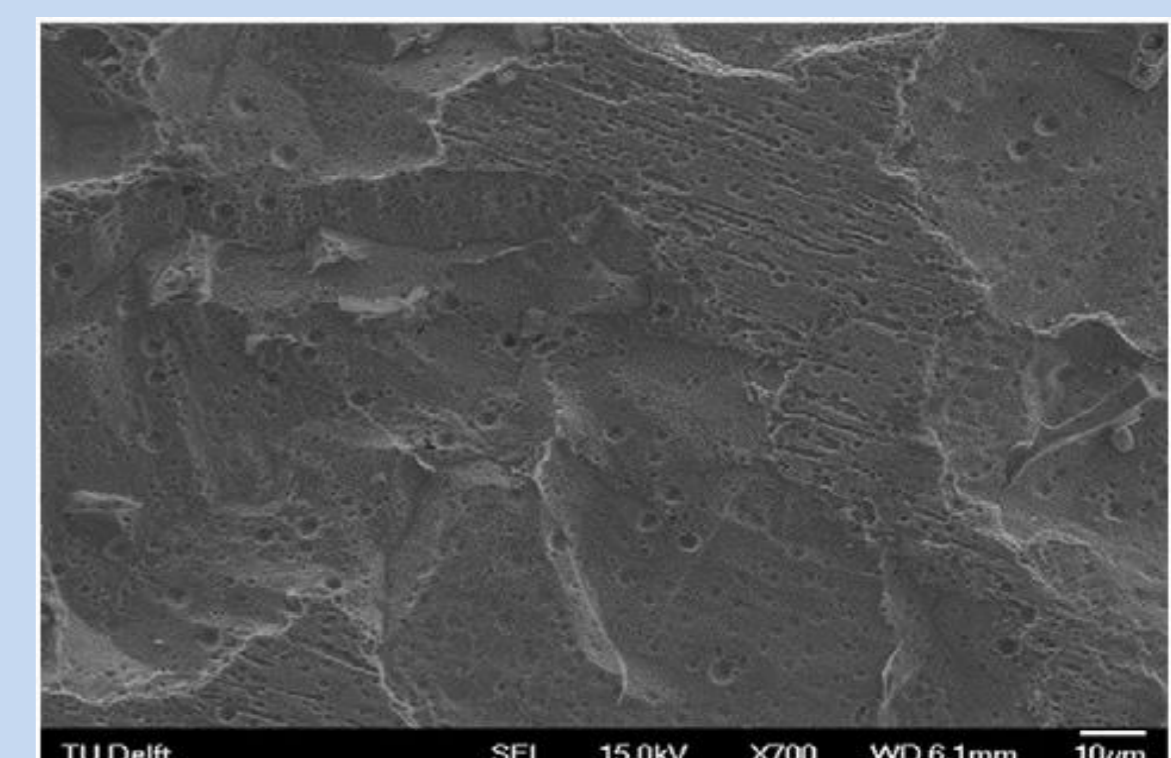


Figura 4 - superfície corroída da amostra sinterizada 62% / 1120°C.

3.2 Ensaios de achatamento de tubos

Conforme previsto na literatura, os resultados obtidos (Tabela 2) no ensaio de achatamento (Figura 5) do tubo foram satisfatórios, pois são similares aos encontrados em^[5].

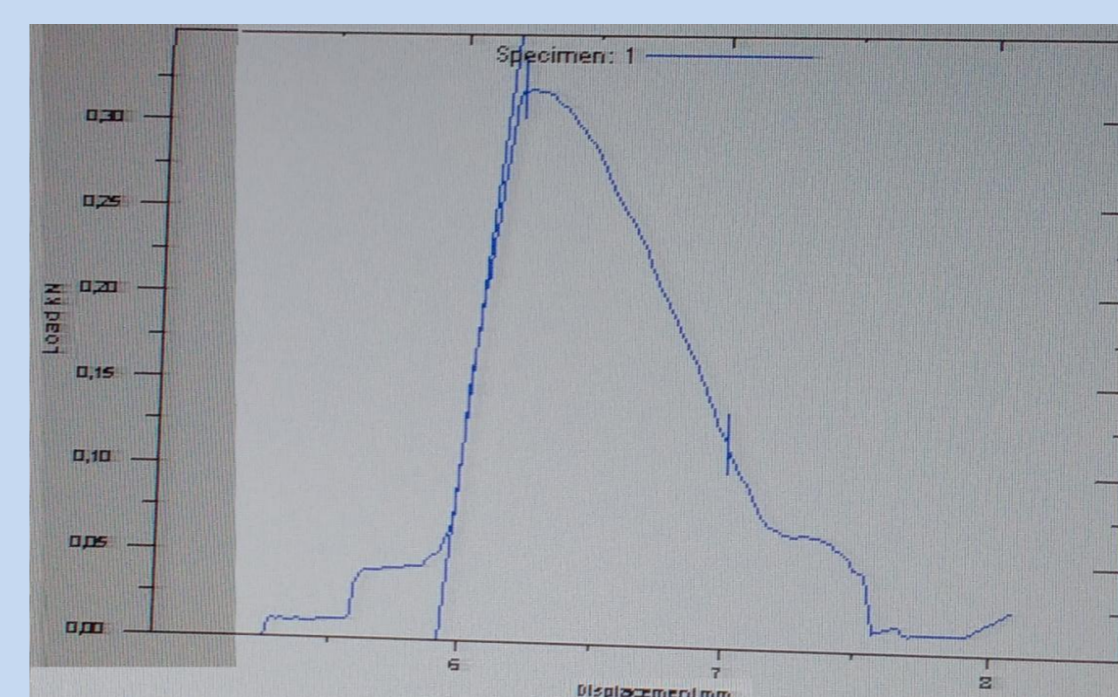


Figura 5 – Curva Força x Deslocamento.

Tabela 2 – Resultados obtidos do ensaio.

| | |
|------------------|-----------|
| Max Load | 0,315 kN |
| Max Displacement | 0,2932 mm |
| Max Stress | 19,29 MPa |
| Max Strain | 0,747 % |
| Breaking Stress | 7,031 MPa |
| Breaking Strain | 2,785 % |

4 CONCLUSÃO

O processo MIM é atualmente utilizado na fabricação de peças com pequenas dimensões e geometrias complexas, como, ortodontia, instrumentos médicos, e outros. Que possui vantagens sobre outros processos de fabricação de micropeças. Com o presente trabalho desenvolvido e pesquisado foi concluído que o processo MIM apresenta adequadas propriedades mecânicas e químicas, como degradação adequada em meio corrosivo e resistência mecânica similar aos produtos já existentes. Os resultados obtidos nos ensaios de corrosão e achatamento foram satisfatórios, atendendo às exigências das normativas técnicas de diversas áreas.

5 REFERÊNCIAS

- [1] Klein, A.N. - Materiais Sinterizados: técnica, produtos e aplicações. Apostila de aula.
- [2] Calister, William - Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5ª Ed. LTC, Rio de Janeiro (RJ), 2002.
- [3] Ensaios de achatamento. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/alexleal3720/aula-3-ensaios-mecnicos-e-end-ensaio-de-compresso>. Acesso em 06 de maio de 2016.
- [4] P. Mariot a, M.A. Leeftang b, L. Schaeffer a, J. Zhou b. An investigation on the properties of injection-molded pure iron potentially for biodegradable stent application.
- [5] Timur P. Sarac, MD, Kevin Carnevale, et. Al. In vivo and mechanical properties of peritoneum/fascia as a novel arterial substitute. Midwestern Vascular Surgical Society.