

FABRICAÇÃO DE IMPLANTES ORTODÔNTICOS MOLDAGEM DE PÓS POR INJEÇÃO

FABRICACIÓN DE IMPLANTES ORTODÓNTICOS POR INYECCIÓN DE POLVOS DE TITANIO

Marcos Mallqui Espinoza*, * Eduardo Cristiano Milke**, Fidel Romel Mallqui***

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a fabricação de implantes ortodônticos através de um novo processo de conformação mecânica: *Moldagem de Pós Metálicos por Injeção*.

Estas peças são frequentemente fabricadas pelo processo de usinagem, processo de elevado custo e baixa produtividade, devido ao desperdício de matéria-prima e as várias etapas empregadas neste processo. O novo processo gera também uma superfície rugosa e porosa que permite uma melhor integração com o osso (osseointegração), isto se deve a maior área de contato gerada. O titânio e suas ligas podem facilmente ser empregados por este processo (materiais biocompatíveis).

Foi observado que na etapa da extração de aglutinantes (etapa com maior índice de problemas), várias técnicas foram desenvolvidas, utilizando-se normalmente o emprego de diferentes solventes ou calor (extração química e extração térmica).

O formato dos implantes assim como o tamanho destes dificultam a extração por solventes. A partir destes experimentos preliminares é possível traçar curvas de extração e assim determinarmos os parâmetros para que se obtenha uma melhor relação tempo, perda de massa, temperatura e conservação da forma.

Palavras chave: metalurgia do pó, moldagem de pós por injeção, implantes ortodônticos.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el proceso de fabricación de implantes ortodónticos por inyección de polvos de titanio mezclados con polímeros. Estas piezas son frecuentemente fabricadas por el proceso de mecanizado, proceso de elevado costo y de baja productividad, debido al desperdicio de la materia-prima y a las varias etapas empleadas en este proceso.

El nuevo proceso genera también una superficie rugosa y porosa que permite una mejor osseointegración con el hueso, esto es debido a la mayor área de contacto generada por el proceso.

Fue observado que en la etapa de extracción de aglutinantes (etapa con mayor índice de problemas), varias técnicas fueron desarrolladas, utilizándose solventes o calor (extracción química o extracción térmica).

La forma y el tamaño de los implantes dificulta el proceso de extracción. Van a ser realizados varios ensayos, y comparados los resultados mediante curvas de extracción, determinando los parámetros de tiempo, temperatura, pérdida de masa y conservación de la forma.

Palabras clave: Metalurgia de los polvos, inyección de polvos (PIM), implantes ortodónticos.

* Eng. Metalúrgico e Materiais (UNMSM), Doutor em Transformação Mecânica (UFRGS).

** Eng. Mecânico (PUCRS), Doutor em Transformação Mecânica (UFRGS).

*** Eng. Metalúrgico e Materiais (UNMSM), Doutor em Transformação Mecânica (UFRGS).

I. INTRODUÇÃO

Os implantes ortodônticos são raízes metálicas artificiais fabricadas com materiais biocompatíveis. Têm a forma aproximada de uma raiz dentária, sendo colocados dentro dos ossos maxilares (figura 1). Após algumas semanas, o osso da pessoa se une ao implante, formando uma estrutura única, sendo por isto chamados Implantes osteointegrados /1/. Após esta integração, a nova raiz já tem condições de suportar um dente (uma coroa artificial) ou servir de base para uma ponte fixa.

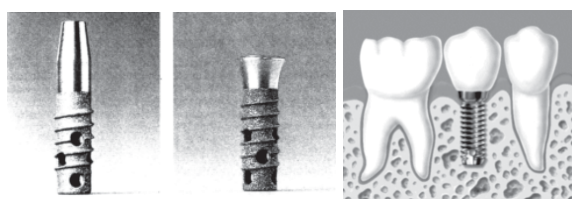


Figura 1. Implantes Ortodônticos de titânio /2/.

O material deve obedecer aos conceitos de biocompatibilidade e bioadesão (osseointegração) e excelente resistência à corrosão. O material deverá possuir também baixa densidade, alta resistência mecânica, pois os esforços na mastigação podem chegar a 800 N, e alta resistência à fadiga (os implantes são também submetidos a esforços cíclicos), além de módulo de elasticidade relativamente baixo. Observados todos os conceitos acima, ainda deve-se obedecer às características do desenho e da superfície da peça, estado do leito hospedeiro (osso) e a técnica cirúrgica de implantação e a técnica laboratorial e protética. O material mais adequado para este propósito é o TITÂNIO /2/.

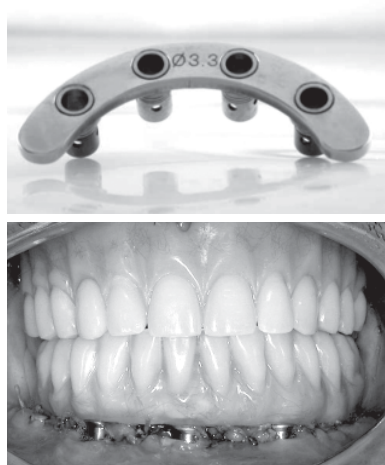


Figura 2. Ponte fixa e barra protética.

Atualmente os implantes dentários são uma opção mais disponível e podem ser usados de muitas formas, como um único implante dentário para substituir um dente ou vários implantes dentários para substituir vários dentes. Também podem reter ou apoiar dentaduras, de dois a quatro destes podem manter uma dentadura no lugar e seis ou mais implantes dentários podem manter uma ponte em lugar onde antes não havia nenhum dente. Na figura 2 pode observar-se a ponte e a barra protética /3/.

A manufatura de implantes de titânio é realizada preferencialmente pelo processo de usinagem. Peças complexas, entretanto, são obtidas pela rota da microfusão. O processo de moldagem por injeção é uma tecnologia moderna de processamento de pós-metálicos que combina a tecnologia tradicional de injeção de plásticos para moldar peças com geometria desejada, com a metalurgia do pó convencional, para sinterizar as peças moldadas /4/.

Este processo é uma alternativa competitiva quando comparada com os processos convencionais de usinagem, microfusão e forjamento.

O titânio e suas ligas são empregados nas indústrias aeroespaciais, médicas, química, alimentícia, petróleo e outras aplicações industriais, porque possuem baixa densidade, excelente resistência à corrosão e boas propriedades mecânicas à temperatura ambiente e à temperatura moderadamente elevadas /2/.

A produção e o processamento do titânio ainda possuem custos elevados, conseqüentemente, muitos esforços têm sido despendidos para reduzir o custo de peças de titânio. Uma alternativa de redução de custo foi produzir peças pela técnica de metalurgia do pó, sem a necessidade de operações secundárias. Atualmente os métodos usados para produzir pós de titânio são os processos de eletrodo rotatório a plasma e hidratação-dehidratação /5/.

As vantagens da extração química, utilizada neste trabalho, são: componentes se mantêm rígidos sem reações químicas, abertura de poros para subsequente e fácil degradação do sistema aglutinante. As desvantagens são: manuseio arriscado de solventes e necessidade de secagem antes da extração térmica ou da sinterização /6/.

II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi executado utilizando-se uma carga injetável de titânio confeccionada no

laboratório de transformação mecânica da universidade federal do rio grande do sul.

A carga de injeção foi preparada em um misturador tipo duplo planetário, durante aproximadamente 4h, apresentando a seguinte composição citada nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Composição da mistura.

Pó de titânio	72,2%
Aglutinantes	27,8%

Tabela 2. Composição do sistema aglutinante.

Parafina	11,60%
Ácido Esteárico	0,17%
PB818	3,23%
EVA	3,08%
PMMA	1,70%
Cera de carnaúba	8,00%

Tabela 3. Composição química do pó.

Oxigênio	0,24%
Carbono	0,02%
Hidrogênio	0,03%
Nitrogênio	0,03%
Silício	0,02%
Ferro	0,08%
Cloro	0,08%
Titânio	99,5%

Moldagem. Para a obtenção dos corpos de prova, foi utilizada uma máquina injetora de alta pressão, marca ARBURG modelo 220S. Foram injetados corpos de prova com três diferentes geometrias: corpo de prova para ensaio de tração, corpo de prova para ensaio de impacto e corpo de prova em forma de tira com espessura única utili-

zando-se um molde fabricado em aço AISI H13. A matriz para injeção dos corpos de prova pode ser vista na figura 3.

A temperatura de injeção, temperatura do molde, a pressão de injeção e o volume de injeção utilizadas podem ser vistas na tabela 4.

Extração. A remoção do sistema aglutinante foi realizada em duas etapas. A primeira etapa é a extração química das ceras via solvente e a segunda etapa é a extração térmica do polímero realizada em uma atmosfera modificada (Argônio).

Neste trabalho o objetivo é analisar o comportamento da extração da cera em solventes condensados em distintas temperaturas.

As imersões foram realizadas em um banho termostático onde as peças foram imersas em um copo becker contendo o solvente previamente aquecido nas temperaturas em estudo, conforme pode ser visto na figura 4. Em intervalos de tempos pré determinados, as peças foram retiradas e secas a temperatura ambiente para depois se determinar a perda de massa. Realizaram-se sete ciclos de *debinding* para cada temperatura e solvente.

Tabela 4. Parâmetros de máquina utilizados na moldagem dos corpos de prova.

Matéria-prima	Temperatura do molde	Temperatura de injeção	Pressão de injeção	Volume de Injeção
Titânio	30 °C	160-175°C	1400 bar	23cm ³

As peças ficam com uma superfície rugosa e porosa como pode observar-se na figura 5, neste caso já não precisa uma jateada de alumina ou areia, para deixar a superfície rugosa, na figura 6 se mostra a comparação de ambas superfícies.

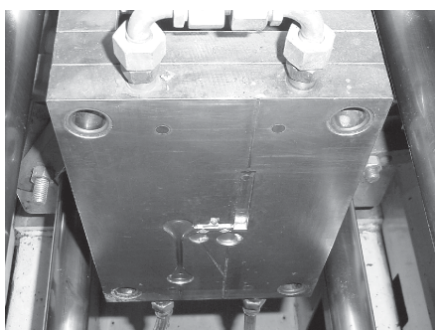


Figura 3. Matriz para obtenção de corpos de prova.



Figura 4. Corpo de prova imerso em solvente.

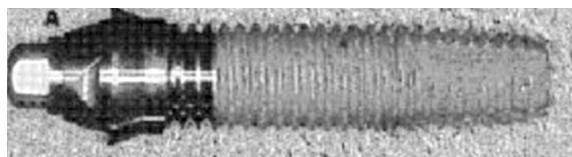


Figura 5. Implante dentário.

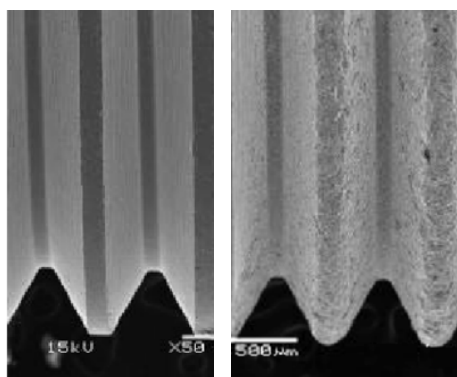


Figura 6. Comparação entre as superfícies usinada e injetada.

III. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Utilizando o procedimento descrito obteve-se através das médias de perda de massa as seguintes curvas:

IV. DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

O gráfico da figura 7, mostra a extração por imersão em hexano na temperatura de 60 °C, apresenta um aumento constante na taxa de perda de massa durante todo o experimento. O gráfico da figura 8, que trata da extração de aglutinantes por imersão em heptano a temperatura de 60 °C mostra um crescimento da remoção com a temperatura, observando-se também uma estabilização na perda de massa, a partir da 4ª hora. Analisando ambos os solventes nesta temperatura, apesar de não apresentar uma estabilização na taxa de perda, os corpos de prova extraídos com hexano, apresentaram uma melhor conservação de forma. Os corpos de prova extraídos em heptano apresentaram deformações superficiais (bolhas) e empenamento.

Os gráficos das figuras 9 e 10, mostram remoções em hexano e heptano na temperatura de 50 °C. Ao analisarmos a figura 9 (extração em hexano a 50 °C), notamos um aumento perda de massa mais homogêneo. Os corpos de prova nessa temperatura apresentaram também uma boa conservação de forma. Os corpos de prova extraí-

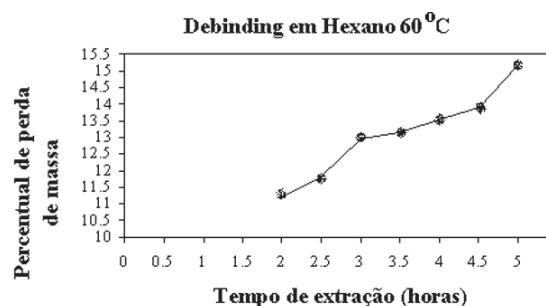


Figura 7. Curva de remoção de aglutinantes de peças verdes debindadas em Hexano a 60 oC.

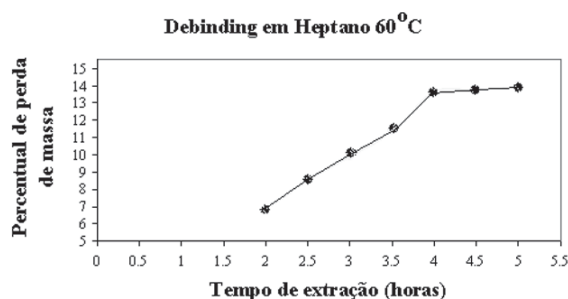


Figura 8. Curva de remoção de aglutinantes de peças verdes debindadas em Heptano a 60 oC.

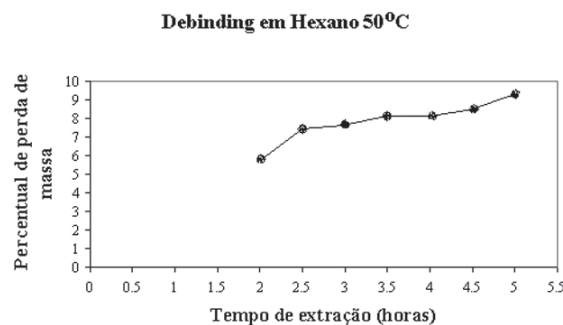


Figura 10. Curva de remoção de aglutinantes de peças verdes debindadas em Heptano a 50 oC.

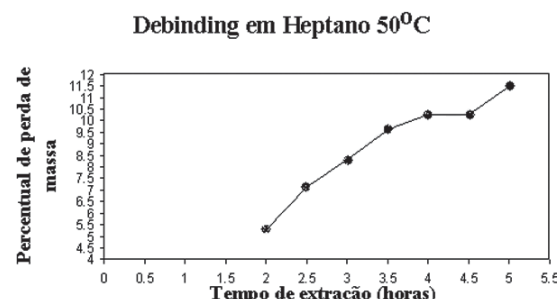


Figura 9. Curva de remoção de aglutinantes de peças verdes debindadas em Hexano a 50 oC.

dos com heptano apresentaram um alto grau de fragilidade, apesar de, nesta temperatura, apresentarem um bom índice de perda de massa.

Embora esses trabalhos preliminares estejam ainda em andamento, e, ainda não se possa eluci-

dar tudo o que está ligado ao uso de solventes líquidos em peças metálicas moldadas por injeção, há um forte indicativo de favorecimento da utilização de hexano a 50 °C. Há que se ter cuidado, porém, com o tempo de imersão, que, segundo alguns trabalhos, varia inversamente com o quadrado da espessura da peça.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SERRE CM, BOIVIN G, OBRANT and LINDER L. (1994). *Osseointegration of Titanium implants in the tibia*. Electronmicroscopy of biopsies from 4patients. Acta Orthop. Scand, 65: 323-327.
- [2] KORYAGIN; N. I. (1992). *New Trends in Titanium Application*, in ASM Handbook, V. 2, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, pp. 589.
- [3] SCHROEDER, A.; Sutter, F.; Krekeler, G. (1994). *Implantologia Dental*, São Paulo, Ed. Médica Panamericana.

- [4] GERMAN, R.M.; BOSE, A. (1997). *Injection Molding of Metals and Ceramics*. 1. ed. Princeton: Metal Powder Industries Federation, 413 p.
- [5] SCHWANKE, C.M. (2000). *Obtenção de Titânio Particulado pelo Processo Hidratação-Dehidratação*. Porto Alegre: UFRGS, 104 p.
- [6] E.C. MILKE; G. ROSA e L. SCHAEFFER (2003). «*Obtenção de Peças de Titânio Moldadas por Injeção a partir de Pó HDH*». 58º Congresso Anual da ABM - Rio de Janeiro/RJ - Tec-Art Editora Ltda- São Paulo - pp. 1835-1841.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a FAPERGS-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pelo apoio financeiro para a pesquisa.