

## MATRIZ METÁLICA PARA FABRICAÇÃO DA ÍRIS PARA PRÓTESE OCULAR

011025057

**Resumo:** Este trabalho descreve procedimentos de usinagem convencionais empregados na fabricação de matriz metálica construída em aço inoxidável, desde os estudos iniciais do projeto até os testes finais de confiabilidade. A matriz é utilizada para confecção de botões de íris de resina acrílica para prótese ocular. Foi escolhido o aço inoxidável devido a sua alta resistência mecânica e à corrosão, pouca interação com a polimerização da resina acrílica e sua facilidade de polimento. Inicialmente foi feita uma pesquisa para o levantamento do número de pacientes que necessitam de prótese ocular e como este benefício poderia modificar suas chances de inserção social. A técnica de confecção aliada ao método de polimerização da resina possibilitou resultados mais rápidos na finalização da prótese ocular. É válido ressaltar que este foi um trabalho multidisciplinar, onde atuaram profissionais da área de odontologia e mecânica.

**Palavras-chave:** Prótese ocular, Íris protética, Matriz, Usinagem

### 1. INTRODUÇÃO:

Graziani (1982) afirmou que a Prótese Maxilo Facial é uma especialidade da Odontologia que reabilita proteticamente o paciente com perda de substância da boca e da face. Dentre as próteses fabricadas estão a prótese nasal, prótese de orelha e prótese ocular. Para a realização da prótese ocular é necessário a confecção da íris protética. Sendo assim, se faz necessário a confecção de uma matriz metálica para a obtenção do botão da íris (Alfenas & Silva, 1998).

Ao iniciar o projeto da matriz, deve-se fazer um estudo aprofundado na escolha do material, que seja compatível com sua utilização, possuindo boa resistência mecânica, resistência à corrosão, facilidade de aquisição no mercado e custo relativamente baixo. Para esta matriz, o material escolhido foi o aço inoxidável austenítico SAE 304 L devido a sua elevada resistência à corrosão e manutenção de suas propriedades em situações críticas, como variação excessiva de temperatura e pressão (Callister, 2002).

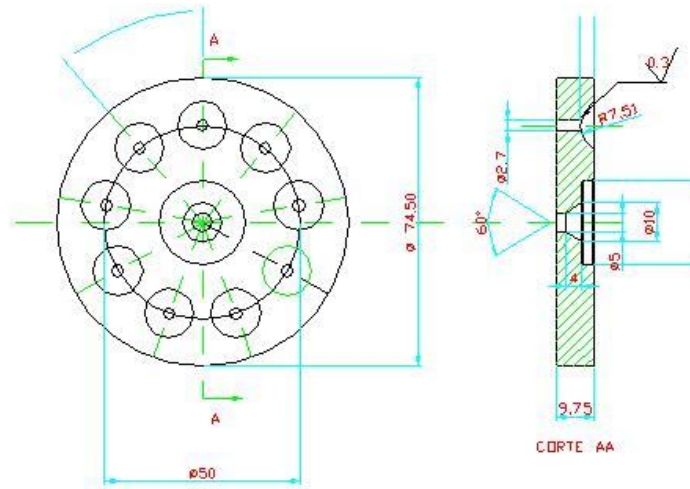
Outro fator importante para esta escolha foi a sua boa usinabilidade, se comparada aos aços inoxidáveis ferríticos e martensíticos. Alguns problemas como: aderência na ferramenta de corte, tendência de endurecimento à temperaturas elevadas, devido a formação de carbonetos de Níquel e Cromo, cavacos com configurações de emaranhado, com difícil remoção, foram observados e avaliados durante o processo de usinagem, mas não comprometendo a sua eficácia.

Além das máquinas e equipamentos disponíveis, ferramentas de corte, instrumentos de medição e controle, tolerâncias dimensionais e de forma, acabamento superficial, consumo de energia e mão de obra, outro estudo que se deve fazer é em relação ao processo de fabricação utilizado. Neste caso específico, o processo escolhido foi o de usinagem, que significa a transformação da matéria-prima em peça útil, através do corte e remoção de material na forma de cavaco (Sales e Santos, 2007).

Na usinagem tradicional ou convencional o material é removido por cisalhamento devido a ação de uma ferramenta de corte. As máquinas empregadas para a confecção da matriz são do tipo universais, possuindo grande versatilidade nas operações típicas de usinagem, lembrando que uma matriz é uma construção mecânica singular (de produção não seriada), com uma complexidade bastante considerável.

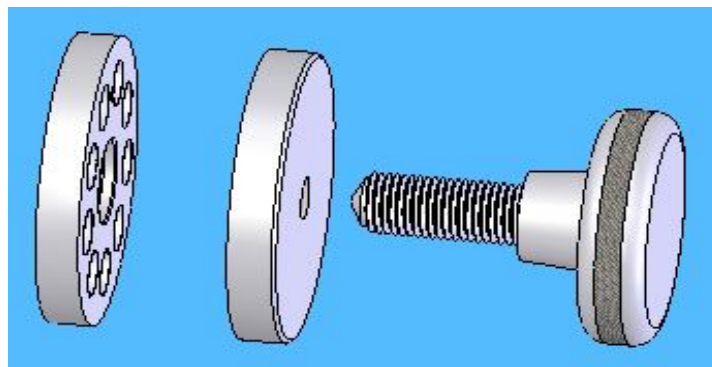
Além da durabilidade, outras preocupações foram com as dimensões, representadas no projeto da Fig. (1), para que se aproximassem ao máximo das medidas da anatomia do globo ocular (Graziani, 1982) e com o acabamento superficial, ou seja, a rugosidade para facilitar a desmoldagem final (Momose et al., 2003) e evitar trabalhos de

polimentos futuros da íris (Alfenas&Silva, 1998; Goiato et al., 2005). A Figura (1) mostra o projeto da matriz com suas dimensões e os detalhes das cavidades.



**Figura 1. Projeto da Matriz.**

A Figura (2) representa o conjunto de peças que compõe a matriz, indicando o posicionamento para montagem.



**Figura 2. Vista explodida do conjunto de peças da matriz.**

A Figura (3) mostra um exemplo do botão da íris já com a pintura definida, com tamanho aproximado do tamanho real.



**Figura 3. Íris pintada sendo comparada à íris do paciente.**

## **2. DESENVOLVIMENTO:**

O material é adquirido no mercado na forma de partes de barras circulares cortadas com sobremetal de 1,0 mm, com aproximação das medidas do projeto, juntamente com o certificado de aprovação que fornece a composição química do aço SAE 304 L.

As primeiras operações de usinagem, como faceamento mostrado na Fig. (4), furação, mostrada na Fig. (5), perfilamento, broqueamento e roscamento foram executadas em um torno mecânico marca Nardini 500 II Micro. Nestas operações foram utilizadas ferramentas de corte intercambiáveis (pastilhas de carboneto metálico com revestimento) e ferramentas de aço rápido com 10% de Cobalto com os ângulos fundamentais de corte afiados manualmente.

Também foram usadas brocas de aço rápido para as furações e machos para abertura de rosca. Parâmetros de usinagem como velocidade de corte, avanço e profundidade são obtidos em tabelas de usinagem (Ferraresi, 1969). O controle dimensional foi obtido com instrumentos de medição como paquímetro, micrômetro e relógio comparador e para a avaliação da rugosidade foi empregado um rugosímetro de contato.

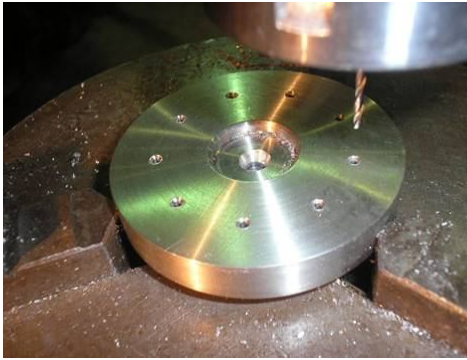


**Figura 4. Faceamento em um torno mecânico marca Nardini 500 II Micro.**



**Figura 5. Furação em um torno mecânico marca Nardini 500 II Micro.**

A próxima etapa consiste em fixar a matriz na placa universal do aparelho divisor de uma fresadora vertical marca TOS FA 3A-U para que sejam feitos os furos passantes mostrado na Fig. (6), observando nestas operações a centralização e o espaçamento entre os furos.



**Figura 6. Furação fresadora vertical marca TOS FA 3A-U.**

A abertura das cavidades côncavas é feita com uma fresa de topo de aço rápido com a ponta semi-esférica com raio de ponta de 7,5 mm mostrado na Fig. (7). A conicidade dos furos de menor diâmetro (pino de fixação da íris) é conseguido com o uso de um alargador cônico para máquina, sendo esta operação também é realizada na mesma fresadora.



**Figura 7. Abertura das concavidades.**

Para o polimento da cavidade da matriz foi fabricada uma ferramenta conformadora, que consiste na fixação de uma esfera padronizada de aço na ponta de uma haste cilíndrica também em aço, pelo processo de soldagem ao arco elétrico com eletrodo revestido. Esta ferramenta é então revestida com feltro industrial de pouca espessura, mostrados na Fig. (8) e montada em uma furadeira de coluna para se conseguir movimentos rotativos. No processo de polimento as rotações devem ser entre 250 e 300 rpm, Em cada cavidade é aplicado pasta diamantada e lubrificante apropriado sob a ação da rotação e pressão da ferramenta conformadora até se conseguir a rugosidade média de  $R_a = 0,7 \mu\text{m}$ . É importante observar o tempo de polimento, a pressão e o controle da temperatura para um trabalho de qualidade (Nussbaum, 1988).



**Figura 8. Pasta de diamante e ferramenta conformadora para polimento.**

Também foi fabricado no torno mecânico um parafuso extrator para a desmoldagem da matriz, mostrado na Fig. (9). Esta peça é composta de um manípulo de alumínio, de formato cilíndrico, com a superfície recartilhada para dar mais aderência no manuseio. A parte roscada do parafuso também é fabricada em aço SAE 304 L, tendo a ponta cônica. É feita a união da parte roscada com o manípulo por meio de encaixe e cravação.



**Figura 9. Parafuso extrator para abertura da matriz**

Todas estas peças devem ter bons acabamentos superficiais e isentas de rebarbas, com quinas arredondadas ou chanfradas para evitar concentrações de tensões e ferimentos ao serem manipuladas.

O teste de desempenho da matriz é feito com a alimentação das cavidades com uma mistura homogênea de resina acrílica líquida, na quantidade certa e fechamento posterior. A matriz é então colocada em uma prensa (autoclave) alimentada com água, na temperatura de 90°C e pressão de 60 Kgf/cm<sup>2</sup> durante o tempo de 10 minutos. É preciso esperar pelo resfriamento para a desmoldagem da matriz e nesta fase é usado o parafuso extrator. A remoção da íris da cavidade é feita com pequenos golpes de martelo sobre saca-pinos, com a matriz apoiada em suporte tubular. Os resultados positivos obtidos dos parâmetros como rugosidade, transparência, integridade da íris e ausência de bolhas de ar foram devidos ao método de usinagem e aplicação de pressão na polimerização da resina, os quais foram satisfatórios para a aprovação do trabalho, ilustrados na Fig. (9).



**Figura 9. Botões de íris removidos da matriz após a polimerização.**

### 3. CONCLUSÃO:

- O planejamento do trabalho proporcionou modificações que evitassem perdas de tempo e de materiais.
- Grandes chances de projetos multidisciplinares atingirem objetivos maiores.
- Racionalização do tempo em função de sugestões e discussões em todas as fases do projeto.
- Máquinas aparentemente obsoletas podem produzir peças com qualidade.
- Estudos aprofundados apontam para novos materiais de engenharia, tanto para a fabricação de matrizes como para as ferramentas de corte.
- Outros processos de fabricação poderiam ser usados para a confecção desta matriz. Por exemplo, a usinagem com máquinas de comando numérico computadorizado CNC como tornos e centros de usinagem. Estas alternativas devem ser bem avaliadas considerando principalmente a complexidade das formas da matriz, suas propriedades mecânicas e tolerâncias dimensionais mais severas.
- Os valores da rugosidade  $R_a$  obtidos através do polimento da matriz, proporcionaram maior facilidade na desmoldagem e botões de íris com acabamento superficial satisfatórios.



#### 4. AGRADECIMENTOS

Coordenação do Curso Técnico de Mecânica do CEFET-MG.  
FUNDEP- Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa da UFMG.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Alfenas, E. R., Silva, A. F. Pintura da Iris em prótese ocular. Correio ABO-Informativo da Associação Brasileira de Odontologia, n.151, p.10, 1998.
- Callister, W. D. Jr., 2002, "Ciência e engenharia de materiais: Uma introdução". Ed. LTC, São Paulo.
- Ferraresi, D., 1969, "Fundamento de usinagem dos metais". Ed. Edgar Blücher, São Paulo.
- Goiato, M.C., Mancuso D.N; Sundefeld, M.L.M.M; Gabriel, M.B.M; Murakawa, A.C; Guiotti, A.M., 2005, "Aesthetic and funcional ocular rehabilitation". Oral Oncology, v. 41, p. 162-164,.
- Graziani, M., 1982, "Prótese maxilo-facial". 3ª ed. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p.195-218.
- Macedo, T.F.F; Macedo, F.A.F.F; Alfenas, E.R.; Sette Dias, A. C; Diniz, O.B., 2007, "Levantamento das necessidades e perfil dos pacientes da Prótese Maxilofacial". IX Encontro de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais.
- Momose, D.R.; Neves, A.C.C.; Rode, S.M., 2003, "Mufla para confecção de íris protética". PCL Revista Brasileira de Prótese Clínica e Laboratorial. v.5, n.24, p. 170-174.
- Nussbaum, G., 1988, "Rebolos e Abrasivos: Tecnologia básica". Ed. Ícone, São Paulo.
- Sales, W. F., Santos, S.C., 2007, "Aspectos tribológicos da usinagem dos metais". Ed. Artliber, São Paulo.

#### 6. DIREITOS AUTORAIS:

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

### **METALLIC DIE FOR IRIS TO OCULAR PROSTHESES FABRICATION**

***Abstract.** Present work aimed at investigating the conventional process of metallic die machining fabricated on stainless steel, since of preliminary studies until final tests of confiability. It was used for build prosthetic iris using acrylic resin. Stainless steel was choose because your high mechanic and corrosion resistance, low interaction at acrylic resin polymerization and good polishing. It was made a investigation to know how many patients need artificial eyes and how like this die could change your social insertion. The polymerization of resin linked to machining process show low times to end the ocular prosthesis. This work was made for a multidisciplinary team, with dentistry and mechanics.*

***Keywords:** Machining, ocular prosthesis, artificial iris, die.*