

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM PLACAS DE TITÂNIO APLICADA À CIRURGIA DE BUCO MAXILO FACIAL

**OPTIMIZATION OF MANUFACTURING PROCESS IN TITANIUM PLATES OF
APPLIED TO MAXILOFACIAL SURGERY**

Ricardo Luiz CIUCCIO¹, Danilo ARRUDA², Rafael LIRA³, Rubens
QUADRELLI⁴, Michel Mello de OLIVIERA⁵, Daniel ANDRADE⁶

Endereço para correspondência:

Ricardo Luiz Ciuccio
Rua Soldado Antônio Martins de Oliveira, 82
Ponte Grande – Guarulhos
07031-010 – São Paulo – São Paulo – Brasil
E-mail: rciuccio@hotmail.com

1 – Engenheiro de Processo. Coordenador de Engenharia, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

2 – Tecnólogo em Mecatrônica Industrial. Técnico de Processos, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

3 – Tecnólogo em Processo de Produção. Técnico de Processos, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

4 – Graduando em Engenharia de Produção Mecânica. Técnico de Processos, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

5 – Graduando em Engenharia de Produção. Técnico de Processos, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

6 – Tecnólogo em Mecatrônica Industrial. Técnico de Processos, SIN – Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

Resumo

Neste trabalho é apresentado um estudo de otimização do processo de fabricação de placas de titânio aplicada à cirurgia de buco maxilo facial. O conhecimento dos tempos de fabricação é de fundamental importância quando o objetivo é a racionalização das operações, redução dos custos de produção e aumento de produtividade. O objetivo principal deste estudo é aumentar a produtividade e otimizar o tempo de processo das placas de buco maxilo facial. O resultado obtido foi uma redução significativa no tempo de produção do produto.

Palavra-Chave: Produtividade, Micro Usinagem, Titânio, Buco Maxilo Facial.

Abstract

This paper presents a study on the optimization of the manufacturing process of titanium plates applied to facial oral maxillofacial surgery. Knowledge of manufacturing time is crucial when the objective is to rationalize operations, reduce production costs and increase productivity. The main objective of this study is to increase productivity and optimize the process time of Maxilo facial plates. The result was a significant reduction in time for the product.

Key words: Productivity, Micro Machining, Titanium, Maxillofacial.

1. Introdução

A busca pela otimização nos processos de produção é considerada uma das principais preocupações dos gestores de produção, pois, se a produção é otimizada, seus custos são reduzidos e, conseqüentemente, seu resultado é maximizado.

De todos os desafios da micro usinagem, a fabricação de produtos para a área odontológica, representa o ponto mais alto dessa arte do processo de fabricação. Uma das principais características de peças na implantodontia é a sua qualidade de superfície.

Para organizar e coordenar os trabalhos de fabricação no chão de fábrica é necessário que o Planejamento e Controle da Produção (PCP) faça um gerenciamento do planejamento de todas as suas ações ^[1]. Para gerenciar adequadamente a produção é necessário o desenvolvimento de um conjunto de processos ^[2].

A cirurgia de buco maxilo facial é um procedimento que pode vir a ser tornar complexo e caro, sendo que parte deste custo existe devido ao preço dos materiais utilizados, que devem atender aos requisitos necessários para esta aplicação ^[3-4]. As placas de buco maxilo facial em especial devem estar em níveis altamente aceitáveis de qualidade de superfície, uma vez que cantos vivos ou acabamentos ruins na peça prejudicarão a recuperação do paciente implantado.

O objetivo principal deste estudo é aumentar a produtividade e otimizar o tempo de processo das placas de buco maxilo facial. O resultado obtido foi uma redução significativa no tempo de produção do produto.

2. Materiais e Métodos

A metodologia empregada nesta pesquisa científica de caráter exploratório foi desenvolvida, a partir de testes experimentais e referências bibliográficas.

2.1 Material

Na tabela 1 é mostrada a composição química do titânio grau IV, material empregado na fabricação das placas de buco maxilo facial.

Tabela 1 – Composição química do titânio ^[5].

Limites máximos de Composição %				
N	C	H	Fe	O
0,05	0,08	0,0015	0,50	0,40

2.2 Máquinas e equipamentos

O equipamento utilizado é um centro de usinagem CNC (Comando Numérico Computadorizado), da marca Haas modelo Super Mini, com comando de programação Fanuc, isto é, uma máquina-ferramenta comandada por computador, que realiza as operações de usinagem interna e externa das peças fabricadas, conforme figura 2.



Figura 2 – Centro de usinagem Haas.

Os parâmetros de corte para fabricação dos implantes dentários são representados na tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de corte.

RPM [rot/min]	Avanço [m/min]
3000 a 15000	50 a 1600

3. Resultados

Na micro usinagem de precisão, é imprescindível desenvolver dispositivos que garantam a precisão e a estabilidade do processo, visando testes práticos para confirmar e identificar o melhor método.

A tabela 3 mostra as etapas do processo de fabricação das placas de titânio, porém foi possível eliminar etapas do processo ou até mesmo adicionar etapas. Com isso foi possível minimizar a quantidade de material (sobre-metal), para aumentar o avanço de corte das ferramentas.

Tabela 3 – Resumo das operações de fabricação.

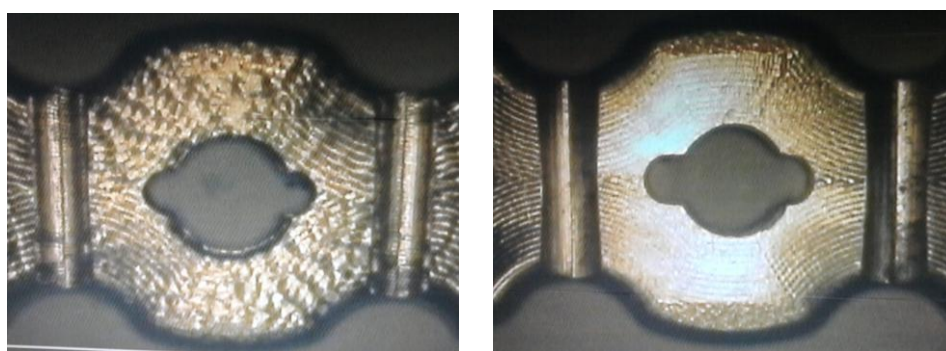
<i>N° Operação – 1° lado</i>	<i>Atual</i>	<i>Proposto</i>
Furo de Centro	Broca de centro	Furo Ø2,8mm
Furo	Furo de Ø2,5mm	
Obilongo	Fresa topo reto Ø1,0mm	Fresa topo reto Ø1,0mm
Superfície	Fresa esférica Ø2,0mm	Fresa topo reto Ø2,0mm
		Fresa esférica Ø2,0mm desbaste
		Fresa esférica Ø2,0mm acabamento
Turbilhonar desbaste	Turbilhonar	Macho laminador M3x0,5
Turbilhonar acabamento	Turbilhonar	
Canal acabamento	Fresa esférica Ø2,0mm	Fresa esférica Ø2,0mm desbaste
		Fresa esférica Ø2,0mm desbaste
<i>N° Operação – 2° lado</i>	<i>Atual</i>	<i>Proposto</i>
Superfície desbaste	Fresa topo reto Ø5,0mm	Fresa topo reto Ø12,0mm
Superfície acabamento	Fresa esférica Ø2,0mm	Fresa esférica Ø2,0mm
Escareado desbaste	Fresa topo reto Ø2,0mm	Broca Ø4,1mm
Escareado acabamento	Fresa esférica Ø2,0mm	Broca Ø3,1mm
Chanfro		Topo reto Ø3,0mm
Contorno	Fresa topo reto Ø2,0mm	Fresa topo reto Ø2,0mm

Com a otimização do processo de fabricação conseguimos eliminar o furo de centro, utilizando uma broca com ângulo especial que proporcionou a furação direta.

Outro fator importante na otimização foi à troca da ferramenta de turbilhonar pelo macho laminador, o que garantiu a estabilidade e diminuição dos ruídos de usinagem, proporcionando calibração igual, na rosca do primeiro ao último furo.

O acréscimo de novas operações teve como objetivo abrir caminho para as ferramentas seguintes, diminuindo assim o sobre-metal.

A figura 3a mostra a placa de titânio com o processo atual de fabricação e a figura 3b mostra a placa de titânio com o processo proposto.



(a) Processo atual

(b) Processo proposto

Figura 3 – Placas de titânio após usinagem.

A tabela 4 mostra o comparativo entre o custo de fabricação por peça do modelo atual para o modelo proposto. Com a otimização do processo de fabricação das placas de titânio conseguimos reduzir em 68% o custo total do produto.

Tabela 4 – Análise de custo por peça.

	Atual	Proposto
Custo da máquina	R\$157,37	R\$67,92
Custo da ferramenta	R\$56,40	R\$84,32
Indexação/custo de substituição	R\$13,33	R\$3,50
Custo de troca de ferramenta	R\$0,48	R\$0,57
Custo total	R\$227,58	R\$156,31

A tabela 5 mostra o ganho de produtividade e a economia que conseguimos alcançar com a otimização do processo de fabricação em placas de titânio.

Tabela 5 – Análise de produtividade e custo.

Aumento de produtividade para ferramentas propostas	139%
Aumento de produtividade para o tempo de ciclo completo	139%
Economia no tempo de produção por ano	5361 (horas)
Economia por peça	R\$71,26
Economia por unidade (mês)	R\$ 25.654,39
Economia por ano	R\$308.852,70

Nos tempos atuais buscar precisão, bom acabamento em peças de titânio por tempos recordes, tem sido um desafio, principalmente para empresas na área da implantodontia. Logo as experiências com novos métodos ainda que mais caros (ferramentas e aumento de operações adequadas) podem resultar em ganhos de tempo e aumento de produção, diferentes de muitos sofismas. Neste estudo, por exemplo, pode ser notado que o preço da ferramenta é o dobro do que era utilizado no processo atual.

A figura 4 mostra um comparativo entre o custo atual e o custo proposto após a otimização do processo de fabricação de placas de titânio.

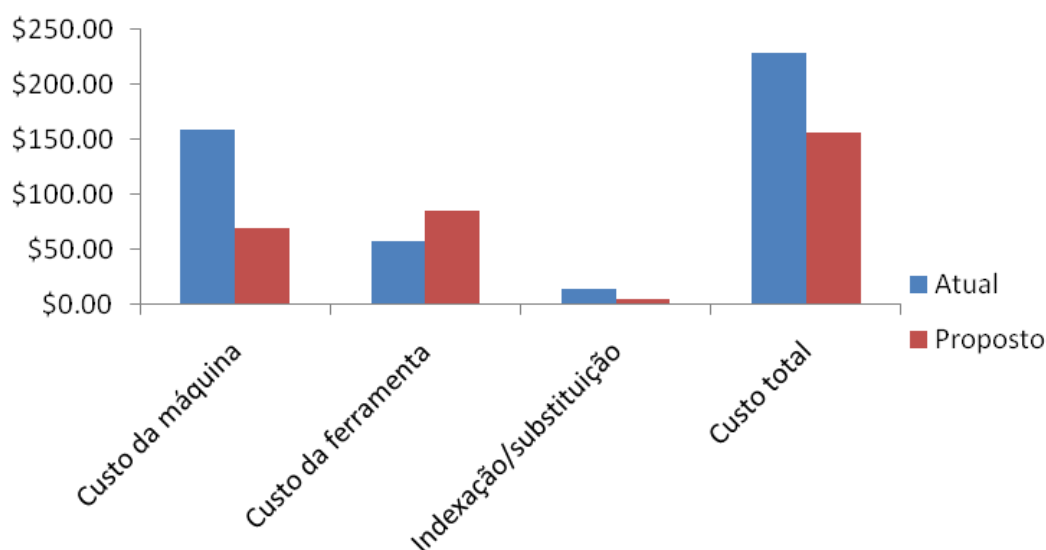


Figura 4 – Custo atual x custo proposto.

4. Conclusão

Dentro da metodologia empregada neste estudo e com base na análise dos dados é possível concluir que com a otimização do processo de fabricação em placas de titânio apresentou um aumento de produtividade para ferramentas de 139%.

Com a redução alcançada foi possível uma economia no tempo de produção 5300 horas por ano.

Com a otimização do processo de fabricação das placas de titânio conseguimos reduzir em 68% o custo de fabricação do produto.

Os resultados obtidos mostram que a otimização do processo de fabricação, aumenta ainda mais a capacidade produtiva da fábrica.

O estudo dos tempos de fabricação foi motivado pelo desconhecimento da improdutividade real em operações de micro usinagem, pela necessidade de conhecer e estratificar os tempos improdutivos do processo e pela necessidade de se obter dados que justificassem os investimentos necessários em ações de redução de preparação e custos operacionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Sandvik – Silvio por ter fornecido suporte técnico, a Directa Ferramentas – Fernando por ter fornecido suporte técnico e a SIN – Sistema de Implantes, por ter fornecido as amostras, as instalações e equipamentos necessários à realização deste trabalho.

Referência Bibliográfica

- [1] KREMER, C. D.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. Verificação da capacidade produtiva obtida através da análise do plano-mestre da produção: um estudo de caso. (2006) XIII SIMPEP.
- [2] KOPAK, S. C. Modelo conceitual de sistema de gestão da produção baseado na Teoria das Restrições. (2006).
- [3] Shinkai RS, Lazzari FL, Canabarro SA, Gomes M, Grossi ML, Hirakata LM, Mota EG. Maximum occlusal force and medial mandibular flexure in relation to vertical facial pattern: a cross-sectional study. *Head & Face Medicine*. 2007; 3(18):1-16.
- [4] Trivellato AE, Mazzoneto R, Passeri LA, Consani S. Estudo químico, macroscópico e da resistência à flexão de placas e parafusos de titânio usados na fixação interna rígida. *Pesqui. Odontol. Bras*. 2000; 14(4): 392-398.
- [5] ASTM F67-06 Standard Specification for Unalloyed Titanium, for Surgical Implant Applications.