



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PRÓTESE DENTÁRIA

MARINA MURIEL TOSIN

SINTERIZAÇÃO SELETIVA A LASER EM REABILITAÇÃO ORAL PROTÉTICA

CURITIBA
2011

MARINA MURIEL TOSIN

SINTERIZAÇÃO SELETIVA A LASER EM REABILITAÇÃO ORAL PROTÉTICA

Monografia apresentada à Universidade Federal do Paraná, curso de Odontologia, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Hércules J. Almilhatti.

CURITIBA
2011

RESUMO

Copins de coroas metalo-cerâmicas têm sido convencionalmente produzidas a partir do uso de técnicas de fundição. Atualmente, porém, a odontologia está passando por uma mudança radical. Hoje, o uso de tecnologias digitais está em alta e os processos de fabricação estão sendo automatizados. A sinterização seletiva a laser (SSL) é um sistema completamente automatizado e pode produzir coroas e pontes fixas em aproximadamente três minutos por unidade, tornando-a um verdadeiro processo industrial, garantindo alta produtividade a um custo reduzido. Ao digitalizar as etapas de trabalho, é possível eliminar fontes de erro, garantindo uma qualidade elevada. Isso reduz o risco de preparação incorreta dos modelos, de imprecisões no ajuste, bem como durante o acabamento, e diminuição das repetições do trabalho. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi descrever a técnica de sinterização a laser como mais uma alternativa para fabricação de estruturas metálicas utilizadas em reabilitações orais protéticas. Concluiu-se que a nova técnica de sinterização seletiva a laser de ligas metálicas para confecção de copings e pontes fixas é promissora na fabricação de prótese fixa.

Palavras-chave: Sinterização seletiva a laser. Liga metálica. Prótese fixa.

ABSTRACT

Dental restorations have long been conventionally produced primarily from metal through the use of casting techniques. Currently, though, dental technology is undergoing a radical shift. Today, the use of digital dental technology is on the rise and manufacturing processes are being automated. Laser-sintering is a fully automated system can produce approximately dental crowns and bridges of approximately three minutes per unit on an average, making laser-sintering a true industrial process ensuring high productivity at a reduced cost. Therefore, the aim of this study is to inform dentists about the technique of selective laser sintering for fabrication of metal copings. By digitalizing the work steps, it is possible to weed out error sources to guarantee consistent high quality. This reduces the risk of incorrect preparation of the models, errors in setting as well as during finishing, and repetition of work. Therefore, the aim of this study is to describe the technique of laser sintering as an alternative for the manufacture of steel structures used in prosthetic oral rehabilitation. It was concluded that the new technique of selective laser sintering of metal alloys for confection of copings and bridges is promising for application in dental prostheses,

Key Words: Selective laser sintering. Metal alloy. Fixed dental prostheses.

INTRODUÇÃO

A Odontologia, na área de prótese, teve um avanço significativo nos últimos anos quanto ao desenvolvimento de novos materiais e técnicas que permitam otimizar diversos requisitos estéticos e funcionais nas reabilitações protéticas⁹⁾. As restaurações metalo-cerâmicas são as mais populares na odontologia restauradora, e são caracterizadas por possuírem uma estrutura metálica recoberta por porcelana, devolvendo características estéticas e funcionais ao paciente²⁾.

Para garantir a integridade e a longevidade das coroas metalo-cerâmicas um requisito importante é a adaptação marginal destas estruturas, entretanto este é um procedimento difícil devido ao grande número de passos e manobras que a técnica exige para confecção de uma prótese fixa⁶⁾.

Para a fabricação da estrutura metálica a técnica da cera perdida é a mais utilizada, mas apresenta algumas desvantagens, pois é necessário domínio de todas as etapas clínicas e laboratoriais (moldagem, confecção de modelos, enceramento, inclusão, fundição e adaptação da fundição)⁴⁾. Sendo assim, para melhorar as qualidades físicas destas estruturas, surgiram novas técnicas de fabricação.

Nos últimos anos, o uso do processo de sinterização seletiva a laser (SSL) vem sendo ampliado dentro da odontologia, sendo possível construir componentes odontológicos a partir de estruturas tridimensionais com maior rapidez e economia¹²⁾. Atualmente é uma tecnologia promissora que pode substituir a fundição dos diferentes tipos de ligas metálicas. Sendo um dos meios pelo qual é possível gerar objetos físicos

No processo de sinterização seletiva um laser de alta potência (como o laser de dióxido de carbono) pode-se rapidamente fundir pequenas partículas de pó de uma liga de metal na superfície de uma base metálica, seguindo um caminho pré determinado, camada por camada. Este caminho é criado a partir de um arquivo CAD (computer-aided design), que por sua vez foi criado por dados digitalizados⁴⁾.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo descrever a técnica de sinterização a laser como mais uma alternativa para fabricação de estruturas metálicas utilizadas em reabilitações orais protéticas.

REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

A utilização de coroas protéticas metalo-cerâmicas apresentou acentuado crescimento nos últimos 50 anos, sendo atualmente um dos tipos de restauração indireta mais utilizada em Odontologia restauradora^{2,8)}. Elas combinam estética através do uso da porcelana com a durabilidade e adaptação marginal de uma estrutura metálica, possibilitando a restauração de elementos dentais de maneira altamente satisfatória²⁾.

A longevidade da restauração metalo-cerâmica encontra-se vinculada a fatores, tais como: correto planejamento da infra-estrutura metálica; qualidade da liga metálica; compatibilidade entre a cerâmica e a liga metálica escolhida; integridade estrutural e estado biológico dos dentes pilares e tecidos periodontais; grau de carga funcional e/ou parafuncional exercida sobre as restaurações; manutenção apropriada; controle de placa realizado pelo paciente, bem como a precisão com a qual o técnico e o profissional trabalham em todos os passos de sua confecção⁸⁾. Segundo Eduardo Galera da Silva (2003), um fator de grande importância, que determina o sucesso das coroas totais, é a adaptação do limite cervical dos copings metálicos, que deveria ser somente uma linha sem solução de continuidade.

A adaptação marginal talvez seja o maior desafio a ser vencido pela odontologia, isto porque vários estágios da técnica de tratamento, tais como o preparo dental, a moldagem, o vazamento em gesso, a reprodução do troquel e as alterações dimensionais que o material restaurador pode sofrer podem contribuir para a ocorrência de uma fenda marginal indesejável, o que pode levar a complicações como cáries secundárias, problemas periodontais, pulpites e fraturas da margem da restauração^{3,6)}.

Sendo assim, a melhor justaposição dente/restauração e a menor linha de cimentação, pode aumentar a resistência e durabilidade das coroas metalo-cerâmicas⁹⁾.

Dentre os métodos conhecidos para confecção da estrutura metálica das próteses fixas, a técnica da cera perdida, que foi introduzida por Taggard em 1907, é a mais difundida e amplamente utilizada nos laboratórios¹³⁾.

Várias técnicas para confecção de copings metálicos estão disponíveis atualmente para minimizar a desadaptação marginal das próteses metalo-cerâmicas, e após a técnica convencional da cera perdida, CAD/CAM (computer aided design/computer aide manufacturing) foi introduzida. Dois métodos de fabricação são utilizados principalmente com essa nova técnica digitalizada, ou por usinagem das estruturas em um bloco de metal ou usando a sinterização seletiva a laser direta do metal (SSL) (FIGURA 1). Ao contrário da técnica da usinagem, a SLS sinteriza em camadas um metal na forma de pó, que é então fundido por uma solda a laser.

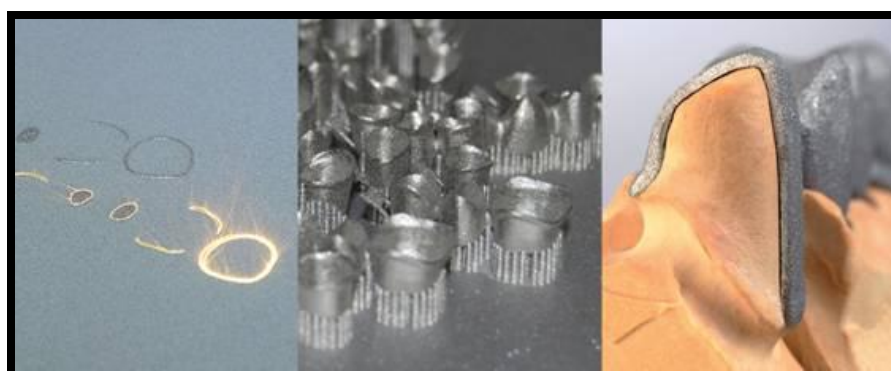


Fig 1 – Técnica de sinterização seletiva a laser.
Fonte: <http://www.eos.info>

Temos como vantagens da técnica de CAD CAM a simplicidade, redução de custos e tempo de confecção⁶⁾. Sendo assim, técnico em prótese não precisa mais gastar tempo de montagem, incorporação, fundição e limpeza de um molde, mas pode concentrar-se em competências essenciais, como o revestimento de cerâmica da estrutura metálica⁵⁾.

A sinterização seletiva a laser foi primeiramente descrita por Deckard e Beaman, sendo no princípio utilizado como um método rápido para fabricação de protótipos¹²⁾.

Após a preparação do dente, tomada de impressão e confecção do modelo, cada preparo é escaneado e digitalizado usando um feixe de luz (FIGURA 2). A construção digital de um coping de metal ocorre com o uso de um software de computador¹¹⁾ (FIGURA 3).

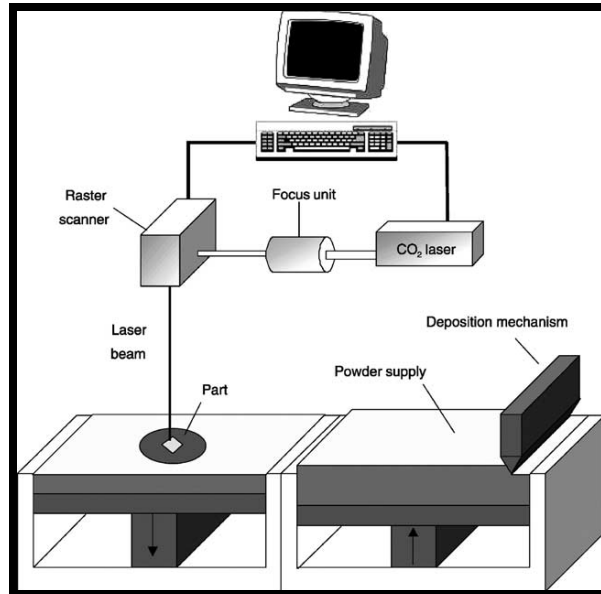


Fig 2 – Desenho esquemático da máquina de SSL.
Fonte: SIMCHI (2003)

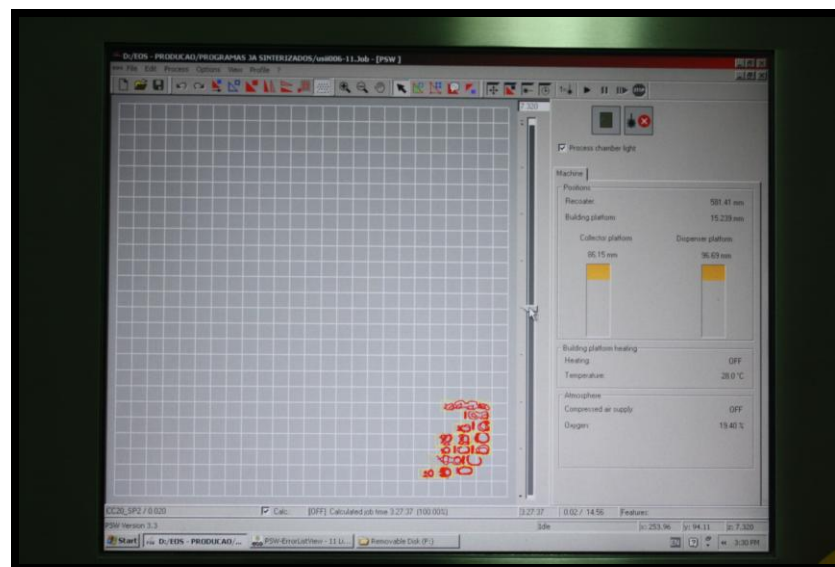


Fig 3 - Construção digital das estruturas metálicas.

A etapa de preparação de dados digitalizados é seguido pelo processo de sinterização a laser. Em primeiro lugar, uma placa base de aço é colocada na plataforma de construção (FIGURA 4). Então, uma camada de pó (cerca de 50 μm de espessura) é espalhado na placa de base usando um limpador de movimento. O

computador verifica o feixe de laser na superfície do pó, e a energia do laser faz com que as partículas de pó se unam¹⁰⁾ (FIGURA 5).



Fig 4 - Máquina e plataforma de construção SSL.



Fig 5 - Estrutura de emissão do feixe de laser.

Após a digitalização a laser, a plataforma de construção é abaixada em 50 μm , e uma camada de pó novo é espalhado em cima das camadas anteriores. O processo é repetido, e alterando a forma de cada camada, uma parte da estrutura é produzida¹⁰⁾. Copings e estruturas metálicas são retirados da máquina, jateados, polidos, inspecionados e ultrasonicamente limpos (FIGURA 6 e 7).

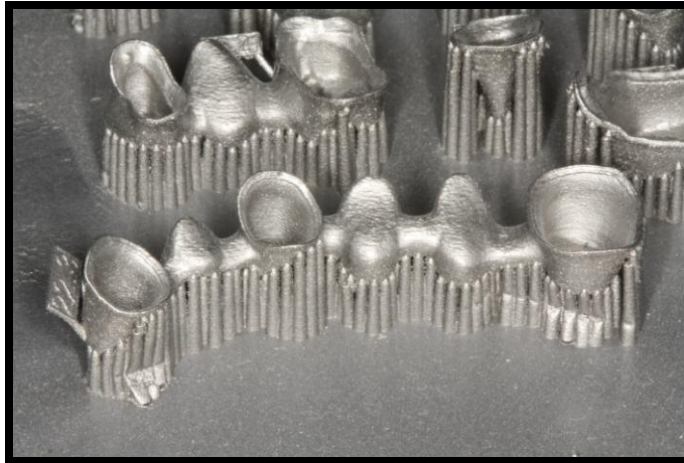


Fig 6 – resultado final do ciclo da SSL.



Fig 7 – E estrutura metálica obtida pela SSL após polimento.

Como a máquina pode criar centenas de unidades em um momento o custo de cada um é relativamente baixo (FIGURA 8). O pó não utilizado que permanece é filtrado e utilizado no próximo ciclo⁴⁾ (FIGURA 9).



Fig 8 – Estruturas na plataforma metálica após o ciclo.

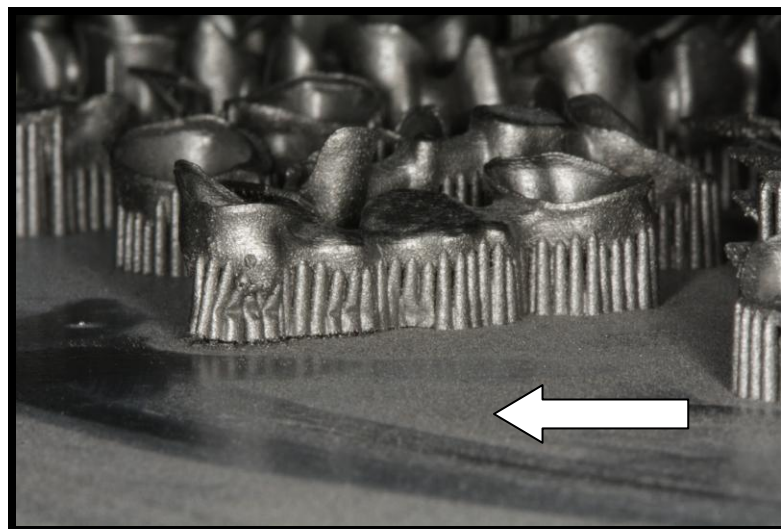


Fig 9 - Camada de pó residual (seta).

A execução do processo de sinterização seletiva a laser depende de alguns fatores, que incluem a dimensão do feixe de laser no foco, a potência do laser,

velocidade de digitalização, o tamanho médio das partículas do pó, espessura da camada, faixa de sobreposição e as condições do processo atmosférico¹²⁾.

Como utiliza pó metálico como matéria prima, a sinterização se distingue dos processos convencionais, pois tem ausência de fase líquida ou presença apenas parcial durante o processo de fabricação; produção de componentes com características estruturais e físicas impossíveis de se obter por qualquer outro processo metalúrgico; peças com formas definidas ou praticamente definidas, dentro de tolerâncias muito estreitas; relação custo benefício ótima quando comparada a outros processos como usinagem, forjamento, estampagem e fundição^{11, 9)}.

Segundo Tara *et al.*, esta técnica combina um baixo custo somado aos benefícios do CAD CAM, ajuste de precisão, redução nas desadaptações marginais, materiais certificados, estruturas consistentes sem inclusões ou defeitos de fundição, todos apoiados por uma verificação eletrônica de forças.

Ainda, segundo Akova *et al.* a redução do custo em comparação ao da cera perdida ocorre pois em apenas uma operação pode haver a fabricação de até 90 unidades por ciclo, com, aproximadamente, três minutos por coroa, produzindo pontes de vários elementos.

De acordo com Quante *et al.* coroas fabricadas com a tecnologia de fusão a laser possuem uma adaptação clínica dentro do aceitável, e os tipos de ligas utilizados não influenciam significativamente esta adaptação.

Ortorp *at al.* em seu estudo comparando quatro tipos de técnicas de fabricação de copings em cobalto-cromo, concluiu que o melhor ajuste ocorreu no grupo da sinterização seletiva a laser.

Em estudo conduzido por Akova *et al.*, foi comparado a resistência de união na fundição de ligas de níquel-cromo e de cobalto-cromo e sinterização a laser da liga de cobalto-cromo como base de metal para dentes em porcelana. Os autores concluíram que a resistência de união não foi estatisticamente significativa, e que a técnica da sinterização a laser das ligas de cobalto-cromo é uma alternativa promissora para substituir a técnica convencional de fabricação de copings. Corroborando com este estudo Ucar *et al.* também concluiu que mais estudos devem ser conduzidos para confirmar os benefícios desta técnica.

Entretanto, existem poucos estudos publicados sobre as propriedades, como biocompatibilidade, efeitos a longo prazo e área de ajuste das próteses dentais fixas confeccionadas com a tecnologia de sinterização a laser.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo podemos concluir que o processo de SSL é uma tecnologia viável e promissora no sentido de eliminar o fator humano e seus possíveis erros na fabricação de estruturas metálicas de próteses odontológicas. Porém devido à falta de informações disponíveis na literatura e de divulgação aos profissionais, a técnica ainda é pouco utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKOVA, T.; UCAR, Y.; TUKAY, A.; BALKAYA, M.C.; BRANTLEY, W.A. Comparison of the bond strength of laser-sintered and cast base metal dental alloys to porcelain. *Dent Mater.* 2008; 24:1400-1404.
2. BAGBY, M; MARSHALL, S.J.; NARSHALL, G.W. Metal ceramic compatibility: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 1990; 63 (1): 21-25.
3. CAMPOS, Roberto Elias. Adaptação marginal e resistência à fratura de coroas totais executadas em diferentes sistemas. Araraquara: Universidade Estadual Paulista, 2005. 137p.
4. ISERI, U.; OZKURT, Z.; KAZAZOGLU, E. Shear bond strengths of veneering porcelain to cast, machined and laser-sintered titanium. *Dent Mater J.* 2011; 30 (3): 274-280.
5. METHNER, Martina. The clean alternative. *Time-Compression Technologies magazine.* 2007.
6. ORTORP, A.; JONSSON, D.; MOUHSEN, A.; STEYERN, P.V.V. The fit of cobalt-chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. *Dent Mater.* 2011; 27 (4): 353-363.
7. QUANTE, K.; LUDWIG, K.; KERN, M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater.* 2008; 24: 1311-1315.
8. SANTOS, C.N.; KATO, M.T.; CONTI P.C.R. Assessment of clinical proceedings adopted by dental professionals regarding the employment of ceramic fused to metal crowns. *J Appl Oral Sci.* 2003; 11(4): 290-300.
9. SILVA, Eduardo Galera da. Análise Comparativa das discrepâncias de assentamento de copings metálicos obtidos pela fundição de liga de NiCr e sinterização do pó de titânio. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 86p.
10. SIMCHI, A.; PETZOLDT, F.; POHL, H. On the development of direct metal laser sintering for rapid tooling. *Journal of Materials Processing Technology.* 2003; (141): 319-328.

11. TARA, M.A.; ESCHBACH, S.; BOHLSSEN, F.; KERN, M. Clinical outcome of metal-ceramic crowns fabricated with laser-sintering technology. *Int J Prosthodont.* 2011; 24: 46-48.
12. TRAINI, T.; MANGANO, C.; SAMMONS, R.L.; MAGANO, F.; MACCHI, A.; PIATTELLI, A. Direct laser metal sintering as a new approach to fabrication of an isoelastic functionally graded material for manufacture of porous titanium dental implants. *Dent Mater.* 2008; 24: 1525-1533.
13. UCAR, Y.; AKOVA, T.; AKYIL, M.S.; BRANTLEY, W.A. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental crown fabrication technique: laser sintered Co-Cr crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2009; 102 (4): 253-259.

