

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM MATERIAIS DENTÁRIOS

LAURA SMIDT NUNES

**EFEITO DA USINAGEM E DE PROCEDIMENTOS PÓS-
USINAGEM NA SUPERFÍCIE DE MATERIAIS
ODONTOLÓGICOS PARA CAD/CAM**

PORTO ALEGRE

2016

LAURA SMIDT NUNES

**EFEITO DA USINAGEM E DE PROCEDIMENTOS PÓS-USINAGEM
NA SUPERFÍCIE DE MATERIAIS ODONTOLÓGICOS PARA
CAD/CAM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da PUCRS como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Materiais Dentários, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Porto Alegre

2016

**DADOS INTERNACIONAIS DE
CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

N972e Nunes, Laura Smidt

Efeito da usinagem e de procedimentos pós-usinagem na superfície de materiais odontológicos para CAD/CAM / Laura Smidt Nunes. — 2016.

67 f.

Diss. (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Concentração em Materiais Dentários, PUCRS, Porto Alegre, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota.

1. Odontologia. 2. Materiais Dentários. 3. Projeto Auxiliado por Computador. 4. Microscopia Eletrônica de Varredura. 5. Rugosidade Superficial. 6. Microscopia de Força Atômica. I. Mota, Eduardo Gonçalves. II. Título.

CDD: 617.695

Alessandra Pinto Fagundes
Bibliotecária
CRB10/1244

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a rugosidade superficial e analisar a topografia de superfície de cinco diferentes cerâmicas, um compósito resinoso e dois acrílicos para CAD/CAM após usinagem e procedimentos pós-usinagem. Blocos de Mark II, IPS Empress CAD, IPS e.max CAD, Enamic, Lava Ultimate, Suprinity, CAD-Temp e CAD-Waxx foram usinados no sistema CEREC MCXL. A rugosidade superficial (R_a ; μm) foi aferida antes e após os procedimentos de usinagem, polimento e glaze (quando indicado) seguidos de análises em MEV e MFA. Os resultados foram submetidos a testes estatísticos (teste one-way ANOVA para medidas repetidas e Tukey HSD e ANOVA one-way também com Post-Hoc Tukey, respectivamente) com nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). A etapa de fresagem aumentou significativamente a rugosidade superficial em todos os materiais testados ($p<0,05$). O polimento foi capaz de reduzir a rugosidade gerada pela usinagem, sendo necessária a etapa de glazeamento apenas para cerâmicas parcialmente cristalizadas (IPS e.max CAD e Suprinity). Nos demais materiais (Mark II, IPS Empress CAD, Lava Ultimate, Enamic, CAD-Temp e CAD-Waxx) o polimento mecânico foi suficiente para atingir valores de rugosidade superficial similares a lisura dos blocos provenientes diretamente dos fabricantes. O estudo sugere que a etapa de glaze pode ser suprimida nos materiais já provenientes do fabricante completamente cristalizados e/ou polimerizados, nestes não possuindo diferença estatisticamente significativa quando apenas é realizado polimento mecânico.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the surface roughness and analyze the surface topography of five different ceramics, a resin composite and two polymers for CAD/CAM after milling and post milling procedures. Blocks of Mark II, IPS Empress CAD, IPS e.max CAD, Enamic, Lava Ultimate, Suprinity, CAD-Temp and CAD-Waxx were milled in CEREC MCXL system. The surface roughness (R_a ; μm) was measured before and after milling procedures, polishing and glaze (when indicated) followed by analysis by SEM and AFM. The results were subjected to statistical tests (one-way ANOVA for repeated measures and Tukey HSD and one-way ANOVA also with Post-Hoc Tukey, respectively) with a significance level of 5% ($\alpha=0.05$). The milling step significantly increased surface roughness in all tested materials ($p<0.05$). Mechanical polishing was able to reduce the roughness generated by grinding, requiring the glazing step only in partially crystallized ceramic (IPS e.max CAD and Suprinity). In other materials (Mark II, IPS Empress CAD, Lava Ultimate, Enamic, CAD-Temp and CAD-Waxx) mechanical polishing was enough to achieve similar surface roughness values of the smoothness of the blocks directly from manufacturers. The study suggests that the glaze step can be suppressed in materials completely crystallized and/or polymerized by the manufacturer, these having no statistically significant difference when it's just done mechanical polishing.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
PRIMEIRO CAPÍTULO.....	17
*Introduction	20
*Methods and Materials.....	22
*Results	27
*Discussion	34
*Conclusions.....	38
*Acknowledgements.....	38
*References.....	38
SEGUNDO CAPÍTULO	42
*Introdução	45
*Materiais e Métodos	47
*Resultados	50
*Discussão	54
*Conclusão.....	56
*Agradecimentos.....	57
*Referências.....	57
DISCUSSÃO GERAL	59
CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS GERAIS	62
ANEXOS.....	65
*Carta de Aprovação da CCE-FOPUCRS protocolo #5957	65
*Carta de Aprovação da CCE-FOPUCRS protocolo #5894	66
*Carta de Submissão do Artigo	67

INTRODUÇÃO GERAL

A partir do desenvolvimento rápido e progressivo, nos anos 1970, das tecnologias assistidas por computador em diversas áreas, as pesquisas para o desenvolvimento de um sistema confiável e seguro para uso odontológico se iniciaram próximo a 1980¹. O objetivo era permitir que dentistas tivessem possibilidade de realizar o desenho das restaurações e próteses, além de admitir a confecção da peça criada, no próprio consultório odontológico, de forma fácil e eficiente². O conceito variava sobre três premissas: reconstruções estéticas cerâmicas, única visita dos pacientes às clínicas dentárias e mínimo preparo adicional da estrutura dental³.

Com essas ideias, em 1988, uma grande empresa desenvolveu tecnologia suficiente para lançar até então o sistema mais promissor em questão odontológica² baseado no desenho e confecção de reabilitações dentárias (Cerec System – Siemens, agora então Sirona Dental Systems). Neste sistema, e como também base de todos os outros, uma impressão digital é realizada através de um leitor óptico e essas informações são transmitidas para um sistema de computador. Desde então, tanto dentistas como pacientes têm se beneficiado das vantagens dos sistemas de fresagem como a rapidez de confecção e o alto desempenho estético de diversos materiais³.

Os componentes do sistema CAD/CAM são basicamente três: o leitor (óptico ou mecânico), um *software* de *design* (especial de cada

marca comercial) e o dispositivo de processamento (fresadora com 3 à 5 eixos de rotação) para confecção das restaurações. CAD é abreviação de *-computer-aided design* (desenho assistido por computador), enquanto CAM significa *-computer-aided manufacturing* (manufatura assistida por computador), portanto os procedimentos de escaneamento e desenho virtual são componentes do CAD e a usinagem da peça na fresadora o CAM do processo³.

A ADA, American Dental Association, especifica que uma restauração indireta deve ter adaptação de, no mínimo, 50µm. Este requisito exige uma captura óptica apurada, uma aquisição de dados avançada e um sistema de fresagem preciso⁴. Com isso, nas últimas duas décadas, novos desenvolvimentos em câmeras e aquisições dos modelos digitais através das imagens e melhorias no sistema de usinagem, com novas pontas diamantadas em substituição aos antigos discos, vêm sendo realizados para aperfeiçoar e disseminar o uso previsível e confiável do sistema³.

Hoje, há mais de 25 anos, já é real a possibilidade do dentista realizar restaurações de resina indireta, cerâmicas e outros materiais de forma rápida¹ dentro do seu próprio consultório. Segundo Reiss, em Mörmann 2006, restaurações em dentes vitais realizadas com sistema CEREC e acompanhamento de 18 anos têm 84,4% de taxa de sobrevivência, representando a segurança das reabilitações⁵. A maioria dos desenhos protéticos utilizados pode ser planejada

virtualmente em menos de 5 minutos e usinados em menos de 10 minutos¹. Com essa possibilidade, a alternativa mais utilizada e, possivelmente a mais atrativa para os profissionais, é a produção —ao lado da cadeirall – *chairside*. Assim, todas as fases de confecção da restauração são feitas dentro do consultório odontológico. Porém, esta não é a única alternativa. Também é possível realizar reabilitação com produção laboratorial – principalmente o processo CAM – e através de um centro de produção – onde os dados são avaliados e é confeccionada a peça protética⁶.

Uma limitação da técnica *chairside* é a dificuldade de realização do escaneamento digital intraoral de preparos com margens subgingivais^{1,7}. A câmera pode ter dificuldades em capturar os limites do preparo quando não estão claramente visíveis (o preparado deve ser supragengival ou bem afastado por fios retratores). Este é um desafio principalmente em casos de reabilitações de dentes com fraturas subgingivais⁸. Além disso, uma desvantagem do sistema é o alto custo de investimento inicial.

Devido às particularidades do sistema, há materiais fabricados especificamente para uso com CAD/CAM. São utilizados blocos que podem ser de diferentes composições e são acoplados às fresadoras para usinagem das peças através de redução seletiva com brocas ou pontas diamantadas. Os blocos devem permitir a usinagem de forma rápida, ou em tempo viável para o uso clínico no consultório

odontológico, e também suportar os efeitos da fresagem. São fabricados sob condições ideais, de composição homogênea, de material único e de forma densa³, resultando em materiais biocompatíveis, duráveis, com baixa taxa de fraturas⁹ e de alta qualidade³ por se tratar de materiais sem porosidades e imperfeições internas. Atualmente, estes blocos podem ser compostos de metais, cerâmicas, resina composta⁶, híbridos e até acrílicos (PMMA).

Além destas características, os blocos devem possibilitar um polimento adequado para que o profissional possa entregar a peça protética para o paciente e para que seu uso em boca aconteça dentro das melhores possibilidades mecânicas e biológicas do material³. Mas, um desafio para atingir a lisura superficial é o processo de fresagem. Uma superfície lisa maximiza a resistência da restauração, minimiza riscos de trincas e fraturas da peça, evita desgastes excessivos dos antagonistas, limita a aderência de biofilme, requisito para a biocompatibilidade da reabilitação¹⁰, e gera conforto ao paciente¹¹. Além disso, auxilia no comportamento estético do trabalho gerando uma superfície brilhosa com características de reflexão e refração similares ao dos dentes naturais, evita a pigmentação das margens^{11,12} e possibilita longevidade ao tratamento restaurador^{10,11}. Também é descrito na literatura que a rugosidade superficial pode influenciar na resistência mecânica dos materiais¹³. Portanto, é indispensável que o material seja adequadamente polido para que este preserve suas propriedades de superfície. O polimento

mecânico, nos diversos materiais, deve ser realizado sempre de forma com que o composto abrasivo reduza de tamanho durante suas etapas. Esse processo promove uma remoção dos riscos superficiais gerados pelo abrasivo de maior tamanho utilizado nas etapas anteriores do polimento¹⁴.

Como mencionado, atualmente há diversas opções de materiais para uso em sistemas de CAD/CAM e, de acordo com sua composição, requerem abrasivos e técnicas diferentes para seus procedimentos de acabamento e polimento. Após esta etapa, e de acordo com a indicação do fabricante, pode ser realizada uma etapa de encobrimento da superfície da peça com uma camada vítrea adicional (glazeamento) que lhe confere brilho. Este glaze pode ser realizado no próprio consultório odontológico em um forno específico ou em laboratórios protéticos. Em ambos devem ser respeitadas as condições referidas pelos fabricantes, principalmente quanto à temperatura e aos tempos de aquecimento e resfriamento dos materiais cerâmicos. Devido à fabricação de blocos densos e sem porosidades internas, não há a exigência da realização da etapa de glaze¹⁵ para cerâmicas vítreas (feldspática) e vítreas carregadas (leucita). Um dos grandes benefícios deste procedimento é a sua realização em cerâmicas pó/líquido ou por injeção, técnicas estas em que o molhamento da superfície do modelo ou do refratário de inclusão é crucial para o desempenho do trabalho. Nesses dois métodos convencionais de confecção protética, há uma possível

propagação de trincas na estrutura interna da restauração¹⁵ sendo o glaze imperativo a fim de reduzir estes acontecimento e, possivelmente, melhorar o uso clínico do material.

Porém, os materiais poliméricos não podem ser submetidos a etapas semelhantes a estas. Em razão de sua composição orgânica, não suportam temperaturas elevadas como as indicadas para o glazeamento. Nestes materiais, apenas o procedimento de polimento mecânico é o indicado, mantendo as propriedades dos polímeros (PMMA).

Devido à escassez de estudos com alguns materiais e a falta de concordância na literatura, este trabalho se propôs a avaliar os efeitos da usinagem e dos procedimentos de acabamento e polimento nos materiais odontológicos para o sistema CAD/CAM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que a usinagem possui efeito na superfície de todos os materiais testados, aumentando os valores de rugosidade superficial e alterando as características da topografia de superfície das amostras. O polimento mecânico foi capaz de reduzir esta rugosidade provinda da fresagem em todos os materiais, sendo suficiente para restabelecer a lisura de superfície dos materiais provenientes dos fabricantes nos blocos completamente cristalizados e/ou polimerizados durante a fresagem (Mark II, IPS Empress CAD, Lava Ultimate, Enamic, CAD-Temp, CAD-Waxx). Já, os materiais parcialmente cristalizados foram os mais sensíveis à usinagem e, após o polimento, é imperativo a realização do glazeamento (IPS e.max CAD e Suprinity). O polimento mecânico se mostrou suficiente para reduzir a rugosidade dos materiais poliméricos em que não é indicada a etapa de glaze (Lava Ultimate, Enamic, CAD-Temp, CAD-Waxx).