

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **CERÂMICAS x RESINAS INDIRETAS NA CONFEÇÃO DE RESTAURAÇÕES CAD/CAM EM DENTES POSTERIORES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**Marlon de Oliveira Frangiotti**



**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Curso de Graduação em Odontologia**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Marlon de Oliveira Frangiotti

**CERÂMICAS x RESINAS INDIRETAS NA CONFEÇÃO  
DE RESTAURAÇÕES CAD/CAM EM DENTES  
POSTERIORES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Leonildo Boff

Florianópolis

2017



Marlon de Oliveira Frangiotti

**CERÂMICAS x RESINAS INDIRETAS NA CONFEÇÃO  
DE RESTAURAÇÕES CAD/CAM EM DENTES  
POSTERIORES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de outubro de 2017.

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Luís Leonildo Boff  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina Mayumi Cavalcanti Taguchi  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Shizuma Shibata  
Suplente  
Universidade Federal de Santa Catarina



*Dedico este trabalho aos meus pais  
Marcos e Marcia, meu irmão Matheus  
e minha família. Vocês são a base de tudo.*





## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Marcos Rogério Scalco Frangiotti** e **Marcia Carvalho de Oliveira Frangiotti**, por todo o amor, carinho, apoio e dedicação que vocês tiveram e tem a mim. Sem vocês, nada disso estaria acontecendo. Sou e serei eternamente grato por tudo o que vocês fazem por mim. Amo vocês incondicionalmente.

Ao meu irmão **Matheus de Oliveira Frangiotti**, por esses recém 2 anos e meio revirando meus dias em meio de alegrias e puxões de orelha. O tato te ama.

Aos meus avós **Celina Carvalho, Lia Scalco** e **Antônio Frangiotti**, por me darem carinho, amor e apoio mesmo à distância.

Ao meu avô **Gerson de Oliveira** (*in memorian*), meu espelho, você sempre será minha inspiração.

Minha tia **Érica de Oliveira**, por sempre estar do meu lado, e sermos tão parecidos de diferentes formas.

A toda minha família. Vocês são a base de tudo.

Ao meu orientador **Luís Leonildo Boff**, pelos seus conhecimentos passados a mim e pela sua dedicação e paciência comigo, que permitiram este trabalho ser realizado.

A doutoranda **Maynara Schlickmann de Freitas** pelos materiais disponibilizados a mim. Foram de grande importância para o trabalho e para o meu conhecimento.

Aos professores do curso de Odontologia da UFSC por todos os ensinamentos passados durante a graduação.

A todos os amigos que fiz durante o curso, e permitiram tornar a rotina mais leve e menos estressante. Em especial: **Carolina Bruns, Dayana Damázio, Mauricio Kosmann, Natália Trentin, Taynnara Liceski** e **Thais Pereira**.

A todos meus amigos, especialmente **Ana Paula Torri, Dhemyson Carlos, Everton Santos, Sarah Caus** e **Thaiane Silveira**, pelos ótimos momentos que sempre passamos juntos.

Aos pacientes que atendi durante a caminhada, por me ajudarem a crescer como pessoa e um futuro profissional. Em especial ao pequeno **Samuel Vieira** (*in memorian*), sua breve passagem me concedeu inúmeros sorrisos.

Muito obrigado!



*“A felicidade às vezes é uma bênção, mas  
geralmente é uma conquista.”*

*Paulo Coelho*



## RESUMO

Com a evolução tecnológica, os sistemas CAD/CAM (*Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing*) tornaram-se uma excelente opção para procedimentos restauradores indiretos, apresentando precisão e praticidade em relação aos realizados por protéticos. O presente trabalho tem como objetivo revisar a literatura por meio de artigos e outras publicações científicas em bases de dados na internet, bibliotecas e sites oficiais credenciados do sistema, sobre o comportamento de resinas e cerâmicas em restaurações posteriores indiretas sob carga e o desgaste gerado pelas mesmas. A partir da presente revisão, foi observado que, após submetidas à carga, as resinas apresentaram melhor resistência à fadiga em relação às cerâmicas quando em espessuras finas, especialmente em laminados oclusais. Entretanto, quando em coroas de espessuras maiores, os resultados foram semelhantes, com tendência para melhores resultados para as cerâmicas quando submetidas à fadiga. Além disso, as resinas geraram menor desgaste dos seus antagonistas, porém se desgastaram mais em relação às cerâmicas.

**Palavras chave:** cad/cam; cerâmicas; resinas compostas.



## ABSTRACT

By the evolution of technology, the systems CAD/CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing) are nowadays an excellent option to indirect restorer procedures. It presents a better precision and practicality considering the ones performed by prosthetists. This work has as objective to review the literature through articles and other scientific publications as data bases on internet, libraries and official websites which are accredited by the system, about “resin and ceramic behavior in indirect posterior restorations on load” and “the wear generated on their own”. It was noticed by this review that after the resin was exposed to the load, it presented a better resistance to fatigue in relation to ceramic, considering thin thickness, especially on occlusal veneers. However, when in crowns of greater thickness the results were similar with tendency for better results for the ceramics when submitted to the fatigue. Moreover, the resin produced a less wear of its antagonists, but wore out itself more in relation to ceramics.

**Key words:** cad/cam; ceramics; composite resins.





## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<b>CAD/CAM:</b>	<i>Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing</i>
<b>CEREC:</b>	Ceramic Reconstructions
<b>SDI:</b>	Selamento Dentinário Imediato
<b>%:</b>	porcentagem
<b>MPa:</b>	megapascal
<b>N:</b>	newtons
<b>min:</b>	minutos
<b>cm:</b>	centímetros
<b>mm:</b>	milímetros



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1	Objetivo Geral.....	23
2.2	Objetivos Específicos.....	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>27</b>
4.1	Materiais utilizados em restaurações CAD/CAM CEREC .....	27
4.2	Adesão.....	28
4.3	Materiais Restauradores.....	30
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes amplamente destruídos na região posterior é um desafio. As restaurações diretas, geralmente realizadas em resina composta, apresentam uma série de vantagens como agilidade, estética e baixo custo. No entanto, possuem uma grande limitação na sua utilização: a tensão de contração de polimerização. Em cavidades amplas, essa tensão de contração é potencialmente capaz de gerar trincas na estrutura dental remanescente, podendo comprometer o procedimento restaurador, gerando diversas complicações como a infiltração marginal e a recidiva de cárie (LEINFELDER *et al.* 1980).

Dessa maneira, as restaurações indiretas ganham espaço. Visto que as peças são produzidas e polimerizadas fora do ambiente bucal, há maior facilidade em produzir uma correta anatomia, além de eliminar os efeitos decorrentes da contração de polimerização. Assim, as mesmas se tornaram ideais para restaurações médias e amplas, principalmente em regiões de difícil acesso e em dentes com estrutura enfraquecida (SCHEIBENBOGEN-FUCHSBRUNNER *et al.* 1999; PEUMANS *et al.* 2000).

Até meados da década de 80, as restaurações indiretas eram realizadas artesanalmente com o uso de cerâmicas ou materiais poliméricos em laboratórios por técnicos em prótese dentária. Porém, com o desenvolvimento do sistema de tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing), a tecnologia digital passou a ser utilizada diretamente na clínica odontológica por Werner Mormann, que deu origem ao sistema CEREC® (MÖRMANN, 2004; MÖRMANN, 2006), que hoje é um modelo CAD/CAM odontológico conhecido mundialmente.

O sistema CEREC® (CEramic REConstructions) permite a construção de restaurações indiretas em uma mesma sessão diretamente no consultório odontológico. Após ser construída com o auxílio de um computador, a restauração pode ser fresada em polímeros como as resinas compostas indiretas (MZ100 e Lava Ultimate; 3M/ESPE) ou ainda cerâmicas reforçadas por leucita, dissilicato de lítio, entre outras (MÖRMANN, 2006; SILVA *et al.* 2013). As diversas composições de blocos cerâmicos são oferecidas por diferentes empresas, como VITA,

SIRONA, 3M/ESPE e IVOCLAR VIVADENT (HILGERT *et al.* 2009).

Apesar da grande variedade de materiais restauradores existentes no mercado ser um fator positivo, ela acaba gerando dúvidas no profissional quanto à escolha do melhor material para cada caso clínico. Por apresentar estabilidade de cor, resistência à deformação e abrasão, biocompatibilidade, entre outras vantagens, principalmente estéticas (PEUMANS *et al.* 2000), as cerâmicas acabam sendo o material de escolha principalmente quando o assunto são restaurações indiretas em dentes anteriores.

No entanto, para restaurações posteriores, não existe um consenso. Devido aos dentes posteriores serem os principais receptores da força mastigatória, há uma sobrecarga acentuada sobre os mesmos, requerendo maior resistência dos materiais restauradores (AVINASH *et al.* 2014) que, somada às limitações de cada material, estabelece a necessidade de se avaliar com cautela cada caso clínico. As resinas são consideradas uma opção restauradora para a região posterior, devido à capacidade de absorção de carga mastigatória. A resiliência apresentada pelas mesmas, associada à outras características como a baixa abrasividade e o fácil reparo, confere às mesmas algumas vantagens sobre as cerâmicas (AUSIELLO *et al.* 2004; ROCCA *et al.* 2010). \*

Em virtude destes questionamentos, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura comparando os materiais restauradores cerâmicos e poliméricos, oferecidos para restaurações em dentes posteriores produzidas pelo sistema CEREC®.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Por meio de uma revisão da literatura, comparar materiais cerâmicos e poliméricos utilizados em restaurações CAD/CAM em dentes posteriores pelo sistema CEREC®.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Comparar o comportamento mecânico, sob carga, de cerâmicas e polímeros em dentes posteriores.

- Comparar a abrasividade das restaurações cerâmicas e poliméricas em dentes posteriores.





### **3 METODOLOGIA**

O presente estudo se baseou em uma revisão bibliográfica, através de um levantamento de artigos científicos encontrados nas bases de dados PubMed e SciELO. Para a pesquisa, foram utilizadas as palavras chaves: cad/cam; ceramics; composite resins.

Os artigos selecionados foram redigidos em língua portuguesa e inglesa, abrangendo o período entre 2010 e 2017. Publicações clássicas na literatura, anteriores a esse período, foram utilizadas como fundamentação teórica à essa pesquisa. Fontes oficiais dos fabricantes foram acessadas para conhecimento das características dos materiais.



## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS EM RESTAURAÇÕES CAD/CAM – CEREC

O sistema CAD/CAM CEREC® abrange um leque de materiais cerâmicos e resinosos para utilização em restaurações indiretas.

Entre os diversos materiais cerâmicos (quadro abaixo) existentes para restaurações CAD/CAM, encontram-se as cerâmicas feldspática, cerâmica vítrea reforçada por leucita, cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio, cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçada por dióxido de zircônio, cerâmica híbrida reforçada por cadeia polimérica (BEUER; SCHWEIGER; EDELHOFF, 2008; GOMES et al. 2008; VITA Zahnfabrik, 2017).

<b>CERÂMICA</b>	<b>FABRICANTE</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
CEREC Blocks	SIRONA	Cerâmica feldspática
VITA Mark II	VITAZahnfabrik	Cerâmica feldspática
IPS Empress CAD	IvoclarVivadent	Cerâmica vítrea reforçada por leucita
Paradigm C	3M/ESPE	Cerâmica vítrea reforçada por leucita
IPS e.max CAD	IvoclarVivadent	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio
IPS e.maxZirCAD	IvoclarVivadent	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçada por dióxido de zircônio
VITA Suprinity	VITA Zahnfabrik	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçada por dióxido de zircônio
VITA Enamic	VITA Zahnfabrik	Cerâmica híbrida reforçada por cadeia polimérica

A resina composta Paradigm MZ100 (3M/ESPE), composta por matriz resinosa com partículas de sílica e zircônia (85%) de 0,6 µm, e a resina nanocerâmica Lava Ultimate (3M/ESPE), composta por matriz resinosa com partículas de sílica e zircônia (80%) de 4 a 20nm, são exemplos de polímeros utilizados na fresagem de restaurações no sistema CEREC para dentes posteriores. Atualmente, a resina Lava Ultimate tem sido amplamente utilizada por apresentar uma composição combinada de resina com partículas de cerâmica, que confere vantagens sobre os demais polímeros. Apesar disso, o fabricante não recomenda o uso deste material para restaurações com recobrimento total (coroas) devido aos resultados insatisfatórios observados clinicamente (3M ORAL CARE, 2015).

## **4.2 ADESÃO**

A era adesiva na Odontologia iniciou-se em 1955, quando Buonocore, a fim de descobrir um material preenchedor com melhor adesão à estrutura dentária, realizou uma pesquisa testando e comparando o tratamento com ácido fosfomolibdato oxálico e ácido fosfórico a 85%. Assim foi descoberto o forte potencial do ácido fosfórico, que apresentou resistência e durabilidade significativamente superior em tratamentos adesivos, quando comparado ao outro condicionador (BUONOCORE, 1955).

Com o passar do tempo, o sistema adesivo proporcionou um grande avanço qualitativo para as restaurações odontológicas. Seu uso ainda apresentava diversas falhas devido à dificuldade em manter a força de adesão maior que a força de contração da resina. Recidiva de cárie, sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal e dano à polpa, são exemplos de consequências geradas por uma adesão insatisfatória (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984).

Sabe-se que no esmalte, a criação de microporosidades em sua superfície por meio de um condicionamento ácido já é suficiente para uma adesão de qualidade, visto que sua composição é de 97% mineral e 3% de matéria orgânica e água. Porém, na dentina ainda encontra-se dificuldade em se obter uma perfeita adesão. Sua composição é heterogênea, sendo composta

70% por minerais, 18% de matéria orgânica e 12% de água, que associada à sua complexa morfologia, dificulta o processo adesivo (PRAKKI; CARVALHO, 2001).

O Selamento Dentinário Imediato (SDI) se tornou uma ótima opção para garantir melhor adesão entre o sistema adesivo e a dentina. Por gerar o fechamento dos túbulos dentinários logo após o preparo dental, não há contaminação do substrato dentinário com fluídos orais, materiais restauradores e/ou de moldagem. Logo, ela se mantém pura, permitindo uma melhor eficiência do sistema adesivo, além de gerar um melhor pós-operatório para o paciente e uma máxima preservação de estrutura dentária (MAGNE, 2005).

Em 2017, Van den Breemer e colaboradores compararam se o SDI promove resistência à fratura em restaurações indiretas de cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e em polímero(Lava Ultimate; 3M ESPE). Foram feitas amostras de cada material com e sem o selamento dentinário. Após realizados os preparos, foi utilizado um simulador mastigatório acompanhado de um teste de fadiga termo-mecânico. Não foram encontradas alterações na integridade marginal após a simulação, porém houve mais facetas oclusais de desgaste nos grupos restaurados com polímero. As cerâmicas sem SDI apresentaram resistência significativamente inferior aos outros grupos, porém a aplicação do SDI aumentou consideravelmente sua resistência. Enquanto isso, no grupo dos polímeros a presença de SDI não gerou valores significantes sobre o grupo sem SDI. Com a aplicação do selamento, não houve diferença significativa entre ambos os materiais.

A adesão final da restauração ao dente é garantida por um agente cimentante. Classificam-se os cimentos em dois tipos: cimentos convencionais, como o cimento de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro; e os cimentos adesivos, que possuem em sua composição base o monômero Bis-GMA (Bisfenol-A metacrilato de glicidila). Atualmente, esse último é o mais utilizado, principalmente os chamados ‘duais’, que são assim conhecidos por apresentarem uma dupla ativação. Como há a ativação tanto por reação química como por luz, permitem uma polimerização mais completa e segura (PRAKKI; CARVALHO, 2001).

### 4.3 MATERIAIS RESTAURADORES

Magne *et al.*, em 2010, buscaram saber se a escolha do material poderia afetar a longevidade da restauração. Para isto, 30 dentes humanos foram preparados, simulando uma erosão na face oclusal, com posterior realização do selamento dentinário imediato (SDI). Utilizando o sistema CAD/CAM, foram feitos laminados com uma espessura de 1.2mm no centro do sulco principal (moderada), no qual 10 eram de cerâmica reforçada por leucita (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent), 10 de cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e 10 de resina composta (Paradigm MZ100; 3M/ESPE). Após o teste de fadiga, foi observado que houve diferença estatisticamente significativa entre a resina e as cerâmicas, no qual a resina obteve resultados superiores. Também se observou que uma maior resistência à flexão não resulta necessariamente em maior tolerância à carga, visto que a porcelana reforçada por dissilicato de lítio possui uma resistência à flexão superior à resina e mesmo assim obteve uma taxa de sucesso menor. Nenhuma amostra sofreu falha catastrófica, porém foram observadas trincas nas cerâmicas, enquanto todos os espécimes de resina permaneceram intactos.

Em 2011, Schlichting *et al.* buscaram comparar laminados de resina composta e cerâmica CAD/CAM, com espessura de 0,6mm no centro do sulco principal (ultra-fina), para o tratamento de erosão dental severa. Foram realizados preparos em 40 dentes humanos simulando erosão e realizado o selamento dentinário imediato. Dez dentes foram restaurados com cerâmica reforçada por leucita (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent), 10 com cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent), 10 com resina nanocerâmica (Paradigm MZ100; 3M/ESPE) e 10 com resina nanocerâmica reforçada com fibras de polietileno (Kerr). Após o teste de fadiga ser realizado, observou-se que as resinas compostas obtiveram resistência superior em relação às cerâmicas, e que essa diferença foi estatisticamente significativa. Porém, quando comparada entre as próprias resinas, a nanocerâmica reforçada com fibras de polietileno obteve melhores resultados, mas estes não sendo significantes. Trincas foram observadas nos grupos IPS Empress CAD e IPS e.max CAD, no qual três amostras reforçadas por

leucita demonstraram falhas na restauração, essas não catastróficas.

Em 2011, Oderich avaliou a resistência à fadiga e o modo de fratura de onlays e coroas implantossuportadas de cerâmica (Paradigm C; 3M/ESPE) e resina (Paradigm MZ100; 3M/ESPE). Foram preparadas 60 restaurações CAD/CAM por meio do CEREC. Após realizados os espécimes e os testes, constatou-se que a resina composta resistiu ao teste de fadiga em 100% das amostras, tanto em coroas como em onlays, enquanto a cerâmica apenas em 33% da amostra. A diferença entre os dois materiais foi estatisticamente significativa. Já na avaliação do tipo de fratura, todos os grupos apresentaram modos de fratura semelhantes, como falhas coesivas na restauração e falhas adesivas entre a restauração e o pilar. Falhas adesivas totais foram observadas na maioria das restaurações cerâmicas tipo coroa (66%), enquanto nos onlays de cerâmica foi observado principalmente falhas adesivas parciais (62,5%).

Em 2012, Kassem, Atta e El-Mowafy avaliaram a resistência à fadiga e a micro-infiltração de coroas produzidas pelo sistema CAD/CAM em resina (Paradigm MZ100; 3M/ESPE) e cerâmica (VITAblocks Mark II; VITA Zahnfabrik), quando cimentadas por dois diferentes cimentos resinosos duais Panavia F2.0 (Kuraray America Inc.) e RelyX Unicem Clicker (3M/ESPE). Foram preparados para receber coroas 32 dentes humanos, divididos em 4 grupos com 8 amostras cada. Após o preparo dos espécimes e os testes serem realizados, notou-se que todas as coroas restauradas com resina resistiram à fadiga sem alguma fratura ou trinca, enquanto as restauradas com material cerâmico apresentaram trincas em 18,75%, sendo todas essas cimentadas com Relyx Unicem Clicker. Quanto à micro-infiltração, as resinas obtiveram taxas inferiores às porcelanas. As coroas cerâmicas cimentadas com Panavia F2.0 apresentaram resultados superiores e estatisticamente significantes em relação aos outros três grupos.

Carvalho *et al.*, em 2014, compararam restaurações CAD/CAM a fim de avaliar a resistência à fadiga, resistência até a falha e o desgaste do dente antagonista. Foram preparados 45 dentes humanos para receberem as coroas de 1.5mm de espessura no centro do sulco principal e um máximo de 2mm nas cúspides, que foram divididos em 3 grupos de 15 amostras cada: cerâmica feldspática (VITAblocks Mark II; VITA Zahnfabrik), cerâmica

reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e resina composta (Lava Ultimate; 3M/ESPE). Após o teste de fadiga ser realizado, notou-se que a resina nanocerâmica e a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio obtiveram uma diferença estatisticamente significativa sobre a cerâmica feldspática, no qual apenas uma amostra da mesma resistiu ao teste simulatório de 185.000 ciclos. Apesar de não haver falhas catastróficas, pequenas fraturas e trincas foram encontradas subgingivalmente, principalmente na cerâmica feldspática. As amostras de resina e dissilicato de lítio que resistiram ao teste foram induzidas até a falha, não obtendo diferença estatisticamente significativa entre elas. Quanto ao dente antagonista, a resina demonstrou produzir um desgaste menor que as cerâmicas.

Chen *et al.* avaliaram, em 2014, a influência da espessura com a presença de fraturas em restaurações CAD/CAM de resina (Lava Ultimate; 3M/ESPE) polidas ou jateadas com óxido de alumínio e cerâmica (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent). Os espécimes de resina jateados em sua superfície foram cimentados em um disco de resina epóxi também jateado por óxido de alumínio em sua superfície. Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos com 8 amostras cada, representando as espessuras de 0,5mm, 1mm, 1,5mm, 2mm e 3mm, totalizando 120 espécimes avaliados na pesquisa. Após realizado o teste de fadiga, observou-se que a resina com polimento apresentou resultados inferiores aos outros dois materiais em todas espessuras. Entre as espessuras de 1mm e 2mm, não houve diferença significativa entre a resina jateada e a cerâmica. Na menor espessura, a Lava Ultimate jateada apresentou resultado superior em relação aos outros dois materiais, enquanto com 3mm a cerâmica foi superior, ambas diferenças estatisticamente significantes. De acordo com o método de análise de elementos finitos, observou-se que a resina jateada gerou menor tensão nos discos utilizados pelo teste de fadiga, enquanto a cerâmica causou uma maior tensão. Também foi avaliada a deformação na espessura de 0,5mm, no qual ambas resinas apresentaram uma maior deformação elástica e uma menor deformação permanente que a cerâmica.

Johnson *et al.* (2014) realizaram uma pesquisa a fim de avaliar se a espessura da restauração e o tipo de material fazem diferença em laminados CAD/CAM para dentes posteriores.



Sessenta molares humanos foram preparados, no qual 30 foram restaurados com resina composta (Paradigm MZ100; 3M/ESPE) e 30 com resina nanocerâmica (Lava Ultimate; 3M/ESPE). Os espécimes possuíam 1mm, 0,6mm e 0,3mm de espessura. Após serem submetidos ao teste de fadiga, observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre as espessuras do material, e sim em relação ao tipo dele. O grupo Lava Ultimate apresentou resistência superior à Paradigm MZ100 em todas as espessuras, principalmente nas restaurações mais finas. Não houve relação entre a resistência à fratura e o modo de falha.

Em 2015, Stawarczyk *et al.* compararam as propriedades mecânicas de resinas compostas (Lava Ultimate; 3M/ESPE e Cerasmart; GC Dental Products) com cerâmicas reforçadas por leucita (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent) e dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent), e uma cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik). Avaliou-se a resistência à flexão em 3 pontos e o desgaste à fadiga, com uma quantidade diferente de amostras para cada método.

Após realizados os testes, constatou-se que a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio foi estatisticamente superior na resistência à flexão, seguida pela Lava Ultimate e Cerasmart. No teste de fadiga com 120.000 ciclos mastigatórios, as resinas sofreram maior desgaste do que as cerâmicas. No desgaste dos antagonistas, as resinas apresentaram uma menor perda, principalmente a Cerasmart, porém não significativo em relação aos outros materiais. O maior valor de desgaste do antagonista apresentado foi o da VITA Enamic.

Com o máximo de 1.200.000 ciclos, a Lava Ultimate apresentou valor de desgaste inferior do material, estes significantes quando comparados às cerâmicas e a VITA Enamic. Já os valores de desgaste antagonista das cerâmicas foram inferiores e significantes em relação aos compósitos, principalmente o grupo da cerâmica híbrida.

El-Damanhoury, Haj-Ali e Platt, em 2015, avaliaram a resistência à fratura e a micro-infiltração marginal da cerâmica feldspática (CEREC Blocks; Sirona Dental Systems), cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e resina nanocerâmica (Lava Ultimate; 3M/ESPE) em restaurações *endocrown*. Foram utilizadas 10 amostras para cada grupo. Após os preparos, notou-se que no teste de resistência à fratura, a Lava Ultimate apresentou valores superiores e

significantes quando comparada aos outros dois materiais, sendo que estes dois não possuíram diferença significativa entre si. Em relação ao teste de micro-infiltração, a Lava Ultimate foi inferior aos outros grupos, seguida pelo dissilicato de lítio, que apresentou uma infiltração inferior à feldspática, resultados esses significantes. Quando submetidos à falha, os compósitos apresentaram as melhores taxas de fraturas favoráveis, enquanto o dissilicato de lítio apresentou as taxas mais catastróficas.

Awada e Nathanson (2015) compararam as propriedades mecânicas de diversos materiais, como as resinas (Paradigm MZ 100 e Lava Ultimate; 3M/ESPE e Cerasmart; GC Dental Products), cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik), cerâmica reforçada por leucita (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent) e cerâmica feldspática (VITAblocks Mark II; VITA Zahnfabrik). Foi testada a resistência à flexão, o módulo de elasticidade e o módulo de resiliência, em um teste de 3 pontos de flexão. Foram utilizadas 25 amostras de cada material. Após a confecção dos espécimes e os testes serem realizados, foi observado que as resinas Cerasmart e Lava Ultimate possuem resistência à flexão e módulo de resiliência superiores às cerâmicas e menor módulo de elasticidade.

Magne *et al.*, em 2015, compararam a resistência à fadiga entre a resina composta (Lava Ultimate; 3M/ESPE), a cerâmica feldspática (VITAblocks; VITA Zahnfabrik) e a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) quando em coroas ultrafinas completas de molares (0,7mm no centro do sulco principal e 1mm na ponta de cúspide) cimentadas adesivamente com cimento resinoso de dupla polimerização (RelyX Unicem 2 Automix Cement; 3M/ESPE). Foram utilizados 45 molares humanos recém extraídos, sendo 15 para cada grupo. Após o preparo da amostra e a realização do teste de fadiga, notou-se que a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio apresentou resistência à fadiga superior e a feldspática resistência inferior. Porém, a diferença entre os três materiais não foi significativa. Não foram encontradas trincas e, quando carregas até a falha, foram observadas falhas adesivas não catastróficas principalmente nas resinas.

Lawson, Bansal e Burgess, em 2016, testaram as propriedades mecânicas de diversos materiais CAD/CAM, entre eles a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e três resinas (Paradigm MZ100 e Lava

Ultimate; 3M/ESPE e Cerasmart; GC America). Foram realizados diferentes testes, com quantidades de amostras variadas para cada um deles. A cerâmica apresentou resistência à flexão e dureza superiores as resinas, assim como um maior módulo de elasticidade, sendo essas diferenças significantes. Quanto ao desgaste do material e do antagonista, IPS e.max CAD obteve maior desgaste em ambos os testes de maneira significativa.

Em 2016, Belli *et al.* mediram as constantes elásticas e a caracterização micro estrutural de diversos materiais. Entre eles, a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent), cerâmica feldspática (VITAblocks Mark II; VITA Zahnfabrik); cerâmica reforçada por leucita (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent); resina composta (Lava Ultimate; 3M/ESPE) e cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik). Foram utilizados os testes de Espectroscopia de Ressonância de Ultrassom e Técnica do Feixe Ressonante, sendo avaliadas duas amostras de cada material para cada teste. Após todos os preparos necessários, foi observado que os menores valores encontrados no módulo de elasticidade e teste de cisalhamento foram das resinas.

Em 2016, Ankyu *et al.* analisaram e compararam a resistência à fadiga de uma resina composta (Lava Ultimate; 3M/ESPE) e de uma cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent). Foram realizados testes sem tratamento, com ciclagem térmica, ciclagem mecânica e ciclagem termo-mecânica, no qual 20 amostras de cada material foram submetidas para cada teste, totalizando 160 amostras produzidas por CAD/CAM. Após avaliação, observou-se que a resina apresentou redução significativa na resistência à flexão após a ciclagem termo-mecânica e a cerâmica o mesmo após a ciclagem térmica, sendo essa redução crítica. Também, foi observado que a resina apresentou módulo de Weibull superior ao da cerâmica e aparente menor suscetibilidade à fadiga.

Naumova *et al.*, em 2017, avaliaram o desgaste de coroas CAD/CAM feitas em resina (Lava Ultimate; 3M/ESPE), cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik) e cerâmica de dissilicato de lítio enriquecida com zircônia (VITA Suprinity; VITA Zahnfabrik), além do desgaste de seus antagonistas. Foi utilizado um método de simulação da mastigação com saliva artificial, reproduzindo a umidade da cavidade oral.

Após o preparo da amostra e os testes serem realizados, diversas propriedades foram avaliadas. No desgaste de cúspides do próprio material, as coroas de resina obtiveram maior desgaste, seguida pela VITA Suprinity e pela VITA Enamic, todas estatisticamente significantes entre si. Quanto ao antagonista, observou-se que a VITA Enamic gerou maior desgaste das cúspides, seguido pela VITA Suprinity e Lava Ultimate, porém a diferença não foi significativa entre os materiais. Já no volume de desgaste oclusal, a resina apresentou uma perda inferior e significativa quando comparado aos outros dois materiais. Enquanto no volume perdido do dente antagonista a mesma garantiu valores superiores, esses significativos quando comparados somente ao grupo VITA Enamic.

Goujat *et al.*, em 2017, realizaram uma pesquisa comparando as propriedades mecânicas de restaurações indiretas de resina (Lava Ultimate; 3M/ESPE e Cerasmart, GC Dental Products), cerâmica (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik). Foram testadas a resistência à flexão, à fratura e o módulo de elasticidade, sendo 15 espécimes para cada material e teste. Após o preparo da amostra e os testes serem realizados, foi observado que o IPS e.max CAD possui valores de resistência à flexão superiores e significantes em relação aos outros materiais, com exceção quando comparada à resina Cerasmart, além de um maior módulo de elasticidade. IPS e.max CAD e Lava Ultimate obtiveram resultados superiores na resistência à fratura, estatisticamente significantes em relação aos outros dois materiais.

Em 2017, Dogan *et al.* avaliaram a resistência à fratura de coroas de cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent), cerâmica feldspática (VITABlocks Mark II; VITA Zahnfabrik) e resina (Lava Ultimate; 3M/ESPE) em molares implantossuportados. Foram avaliados 12 espécimes para cada material. Após o preparo da amostra e a simulação da mastigação, notou-se que no início do teste o dissilicato de lítio apresentou resistência à fratura superior e significativa em relação aos outros dois materiais, seguido pela cerâmica feldspática e pela resina. Na carga final, IPS e.max CAD ainda apresentou uma resistência superior, porém não mais significativa quando comparada à resina Lava Ultimate. Ambas obtiveram valores superiores em relação à cerâmica feldspática.

Foi considerado que o grupo de dissilicato de lítio apresentou alta resistência às trincas e fraturas. A resina apresentou baixa resistência às trincas e alta às fraturas e a cerâmica feldspática evidenciou baixa resistência para ambas.

Sen e Us, em 2017, compararam a resistência flexural biaxial e o módulo de Weibull de diversos materiais restauradores utilizados pelo sistema CAD/CAM, entre eles uma resina composta (Lava Ultimate; 3M/ESPE), uma cerâmica feldspática (VITAblocks Mark II; VITA Zahnfabrik), uma cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent) e uma cerâmica híbrida (VITA Enamic; VITA Zahnfabrik). Foram utilizados 30 espécimes para cada material. Após realizados os espécimes, um teste de flexão biaxial foi aplicado na amostra. O grupo restaurado com IPS e.max CAD obteve resistência à flexão superior, seguido pelo grupo restaurado com Lava Ultimate, VITA Enamic e VITAblocks Mark II, todos estatisticamente significantes entre si. Quanto ao módulo de Weibull, o maior valor obtido foi no grupo da cerâmica feldspática, seguido pela cerâmica reforçada por dissilicato de lítio, cerâmica híbrida e resina nanocerâmica. Também observou que as propriedades ópticas e mecânicas parecem sofrer alterações quando em diferentes composições químicas e estruturais entre os materiais.



## 5 DISCUSSÃO

Com o avanço tecnológico e a introdução dos sistemas CAD/CAM na área odontológica, os conceitos restauradores tem sido questionados e diversos estudos realizados a fim de se buscar o melhor material restaurador para tais procedimentos. Logo, o presente estudo buscou compreender melhor as diferenças apresentadas entre os principais materiais de escolha para restaurações indiretas, produzidas por esse sistema.

As restaurações diretas fazem parte dos métodos restauradores mais utilizados no mundo. Sua rapidez e capacidade estética, associada a um baixo custo, as tornam a primeira opção de tratamento pelos pacientes. Porém, a contração de polimerização, que é o resultado da aproximação dos monômeros entre si durante a formação da cadeia polimérica, acaba gerando tensões na interface dente-resina que, quando elevadas, levam à micro-infiltração, assim induzindo as restaurações ao insucesso (LEINFELDER *et al.* 1980; FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1988; VENHOVEN *et al.* 1993; FEILZER *et al.* 1995).

Deste modo, as restaurações indiretas tornaram-se um método restaurador que pode reduzir significativamente as falhas causadas pela contração de polimerização, especialmente em cavidades médias e amplas, onde as tensões geradas pela polimerização da resina são mais danosas. Confeccionadas extra-oralmente, facilitam a criação de uma melhor anatomia, além de garantirem melhor distribuição de tensões ao dente remanescente, geralmente restrita ao pequeno volume de cimento utilizado para a fixação da peça (SCHEIBENBOGEN-FUCHSBRUNNER *et al.* 1999; PEU-MANS *et al.* 2000; KRIFKA *et al.* 2009).

Segundo Beuer, Schweiger e Edelhoff (2008), devido a atual e crescente utilização dos sistemas CAD/CAM no mercado, os procedimentos restauradores indiretos se tornam mais práticos e precisos, podendo ser construídos em laboratórios ou diretamente no consultório durante a mesma consulta.

Apesar das cerâmicas dominarem o mercado das restaurações indiretas devido às suas propriedades mecânicas e estéticas e muitos profissionais acreditarem na sua superioridade sobre os outros materiais, pesquisas atuais relataram resultados contraditórios para tal informação. Magne *et al.* (2010),

Schlichting *et al.* (2011), Kassem, Atta e El-Mowafy (2012) e El-Damanhoury, Haj-Ali e Platt (2015), observaram que as cerâmicas obtiveram resultados inferiores às resinas CAD/CAM quando restaurações foram submetidas a testes de fadiga, com maior propensão a formação de trincas e fraturas. Em teste com *endocrows*, El-Damanhoury, Haj-Ali e Platt (2015), concordam com os autores acima e afirmaram que as cerâmicas apresentaram mais fraturas catastróficas que os compósitos. Já Carvalho *et al.* (2014) e Goujat *et al.* (2017), relataram que não houve diferença significante entre a IPS e.max CAD com a Lava Ultimate após o teste de fadiga e a indução à falha.

Em trabalhos avaliando laminados oclusais com diferentes espessuras, Magne *et al.* (2010) observaram que a resistência à fadiga da resina MZ100 foi superior à cerâmica IPS e.max em restaurações de 1,2mm, assim como observado no estudo Schlichting *et al.*, em 2011, quando testaram laminados oclusais ultrafinos com 0,6mm de espessura. Foram observadas trincas nas cerâmicas, enquanto as resinas permaneceram intactas. Com o surgimento de uma nova resina no mercado, Lava Ultimate, Johnson *et al.* (2014) quiseram compará-la com o compósito Paradigm MZ100 em espessuras de 0,3mm, 0,6mm e 1,0mm, a fim de se observar se existem diferenças mecânicas em diferentes espessuras entre as duas resinas. Após as amostras serem induzidas à fadiga, relataram que a Lava Ultimate apresentou resistência à fadiga superior e significativa em todas as espessuras quando comparada à Paradigm MZ100, com maior destaque para 0,3mm, embora a diferença da espessura no mesmo material não tenha sido significativa. Nestes trabalhos ficou evidenciada a superioridade das resinas sobre as cerâmicas para laminados finos e em especial a Lava Ultimate, que apresentou valores superiores à MZ100.

Em trabalhos avaliando coroas com diferentes espessuras, Chen *et al.* (2014) observaram que a resistência à fadiga da cerâmica IPS e.max foi superior à resina em espessuras de 3,0mm. Porém em espessuras médias de 1,0mm, 1,5mm e 2,0mm, não houve diferenças, e em coroas com espessuras ultrafinas de 0,5mm, a Lava Ultimate foi superior. Já Carvalho *et al.* (2014) e Magne *et al.* (2015) não encontraram diferença significativa entre os dois materiais para coroas de 1,5mm e 0,7mm de espessura, respectivamente, após realizar o teste de fadiga, apesar das coroas



reforçadas por dissilicato de lítio apresentarem maior sobrevivência. Apenas a cerâmica feldspática apresentou valores inferiores na pesquisa de Carvalho *et al.* (2014). Kassem, Atta e El Mowafy (2012) observaram superioridade da resina sobre as cerâmicas em amostras de 1,5mm de espessura, quando submetidas ao teste de fadiga. A diferença dos resultados obtidos pode estar relacionada aos tipos de materiais utilizados nos estudos, visto que Kassem, Atta e El Mowafy (2012) utilizaram a resina Paradigm MZI100 e uma cerâmica feldspática, enquanto Carvalho *et al.* (2014) e Magne *et al.* (2015) utilizaram resina Lava Ultimate e cerâmica reforçada por dissilicato de lítio. Com esses trabalhos, nota-se que a Lava Ultimate possui uma tendência para melhores resultados quando em coroas mais finas, e que a porcelana reforçada por dissilicato de lítio é superior para coroas de maior espessura.

Quando resina e cerâmica foram aplicadas em coroas implanto suportadas, Oderich (2011) relatou uma resistência à fadiga inferior por parte das cerâmicas em relação aos compósitos. Entretanto, Dogan *et al.* (2017) abordaram que no início do seu teste, a resistência à fratura inicial das coroas de cerâmica de dissilicato de lítio foram superiores às de compósito. Quanto à resistência à fratura final, a Lava Ultimate e dissilicato de lítio demonstraram a mesma performance e foram superiores à cerâmica feldspática. Essa diferença entre as pesquisas pode ter ocorrido devido à utilização de diferentes materiais na cimentação e diferentes blocos de resina, além de diferentes metodologias nos testes, visto que de acordo com Sen e Us (2017), diferentes composições químicas e estruturais podem afetar propriedades mecânicas

Apesar das qualidades da cerâmica, sabe-se que as resinas oferecem diversas vantagens para as restaurações indiretas, pois possuem boa absorção de cargas, facilidade de reparo e menor desgaste do antagonista (AUSIELLO *et al.* 2004; BORTOLOTTI; ONISOR; KREJCI, 2007; ROCCA *et al.* 2010). O seu menor módulo de elasticidade em relação às cerâmicas, confirmado nas pesquisas de Awada e Nathanson (2015), Lawson, Bansal e Burgess (2016), Goujat *et al.* (2017) e Belli *et al.* (2016), demonstra ser a resina um material de baixa rigidez. Associada ao seu maior módulo de resiliência, como mostra o estudo de Awada e Nathanson em 2016, e a sua alta deformação elástica e baixa deformação permanente, como relata Chen *et al.*

em 2014, leva-nos a induzir que os compósitos são materiais resilientes e menos friáveis que as cerâmicas. Essa capacidade de absorção de cargas apresentada pelas resinas parece ser um componente importante para justificar os bons resultados obtidos quando restaurações posteriores foram submetidas aos testes de fadiga.

Carvalho *et al.* (2014), Stawarczyk *et al.* (2015) e Naumova *et al.* (2017), após submeterem as amostras ao teste de fadiga, observaram que os espécimes de resina se desgastaram mais do que os de cerâmica, porém produziram menor desgaste do antagonista. Entretanto, Lawson, Bansal e Burgess relataram, em 2016, que as restaurações de resina desgastaram menos a si próprias e aos antagonistas de maneira estatisticamente significativa quando comparadas às amostras de cerâmicas. Isso ocorreu, possivelmente, devido à maioria das pesquisas utilizarem como antagonista um material cerâmico, e não um dente natural como no seu estudo. Chen *et al.* (2014) também relataram que os espécimes de resina geraram menor tensão na hemi-esfera de aço utilizada para o teste de fadiga, enquanto as amostras de cerâmica geraram uma maior tensão, o que se pode correlacionar ao maior desgaste gerado pelas porcelanas.

Apesar de todas essas propriedades analisadas serem incontestáveis para o sucesso das restaurações indiretas (MCCABE; CARRICK, 1986; QUINN; QUINN, 2009), há outro aspecto de grande relevância para o êxito desse procedimento restaurador: a cimentação. Por ainda não existir um cimento totalmente adequado para todos os procedimentos (LAD *et al.* 2014; MANSO; CARVALHO *et al.* 2017), frequentemente há falhas nas restaurações, quando associadas à técnicas incorretas. Como consequência, pode ocorrer micro-infiltração, descolamento da própria peça ou até mesmo trincas no elemento dental (PRATI *et al.* 1990; WALTON, 1992; LAD *et al.* 2014; SOARES *et al.* 2017).

Em 2012, Kassem, Atta e El-Mowafy, avaliaram a micro-infiltração de cerâmicas e resinas após submetê-las a um teste de fadiga e posterior infiltração por corantes, relatando superioridade das cerâmicas, quando essas cimentadas com Panavia-F-2. Em outro estudo, El-Damanhoury, Haj-Ali e Platt (2015) também avaliaram a micro-infiltração após induzir as amostras à falha, observando uma inferioridade dos compósitos

sobre as porcelanas. Assim, pode-se constatar uma tendência das cerâmicas apresentarem melhor adesão que os polímeros.

Quando o procedimento adesivo não é eficiente, a restauração falha. Acredita-se que as falhas, principalmente adesivas, possam ser minimizadas com a utilização de selamento dentinário imediato (MAGNE *et al.* 2005; MAGNE, 2005). Quando não há a utilização do mesmo, os túbulos dentinários se contaminam com materiais restauradores e de moldagem, dificultando a sua posterior desmineralização e remoção do *smear layer* pelo condicionamento ácido (PRAKKI; CARVALHO, 2001; MAGNE *et al.* 2005; MAGNE, 2005).

Magne *et al.* (2010), aplicando SDI em suas amostras, observaram superioridade das restaurações de resina à cerâmica após o teste de fadiga, concordando com a posterior pesquisa de Schliching *et al.* (2011) onde também não foram encontradas falhas adesivas. Em outro estudo, Magne *et al.* (2015) modificaram o procedimento adesivo, utilizando um cimento autoadesivo sem o uso de SDI e constataram somente falhas adesivas, principalmente nas resinas. Van den Breemer *et al.*, em 2017, observaram que após o teste de fadiga, as cerâmicas sem selamento dentinário imediato apresentaram uma resistência à fadiga inferior às resinas. Após a aplicação do SDI se tornaram superiores à elas, mas não significativamente. No estudo dele, a aplicação de SDI nos polímeros não gerou mudança significativa.

Ainda não há um material restaurador indireto produzido pelo sistema CAD/CAM com total superioridade para os procedimentos restauradores. Tanto as cerâmicas como as resinas possuem vantagens e desvantagens quando submetidas aos testes de carga.

Novos trabalhos buscando aprimorar os procedimentos adesivos e o desenvolvimento de novos materiais são necessários para que a restauração de dentes posteriores consiga reproduzir os tecidos perdidos segundo suas características mecânicas e estéticas originais.



## 6 CONCLUSÃO

Apesar das limitações deste estudo, conclui-se, a partir da revisão da literatura, que:

- As restaurações posteriores CAD/CAM produzidas em cerâmica e polímeros apresentaram comportamentos distintos quando submetidas ao teste de fadiga;

- As restaurações de resinas demonstraram melhores resultados quando aplicadas em restaurações de espessuras finas, principalmente em laminados oclusais;

- As restaurações de cerâmicas apresentaram resultados semelhantes às resinas em espessuras médias, com tendência a melhores resultados quando em maior espessura, especialmente coroas.

- Os polímeros foram menos abrasivos, preservando mais a superfície antagonista, mas perdendo mais estrutura que a cerâmica.



## REFERÊNCIAS

- ANKYU, S. *et al.* **Fatigue analysis of computer-aided design/computer-aided manufacturing resin-based composite vs. lithium disilicate glass-ceramic.** Eur J Oral Sci. 2016 Aug;124(4):387-95.
- AUSIELLO, P. *et al.* **Stress distributions in adhesively cemented ceramic and resin-composite Class II inlay restorations: a 3D-FEA study.** Dent Mater. 2004 Nov; 20(9):862-72.
- AVINASH, A.C. K. *et al.* **Restoring the lost functional harmony in a mutilated dentition using hobo's twin stage concept of full mouth rehabilitation.** Journal of Clinical and Diagnostic Research, v. 8, n. 9, p. 21-23, Sep. 2014.
- AWADA, A; NATHANSON, D. **Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials.** J Prosthet Dent. 2015 Oct;114(4):587-93.
- BELLI, R. *et al.* **Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization.** Dent Mater. 2017 Jan;33(1):84-98.
- BEUER, F; SCHWEIGER, J; EDELHOFF, D. **Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations.** Br Dent J. 2008 May 10;204(9):505-11.
- BORTOLOTTI, T; ONISOR, I; KREJCI, I. **Proximal direct composite restorations and chairside CAD/CAM inlays: marginal adaptation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel conditioning.** Clin Oral Investig. 2007 Mar;11(1):35-43. Epub 2006 Oct 10.
- BUONOCORE, M. **A simple method of increasing the cohesion of acrylic filling materials to enamel surface.** J. Dent. Res., v.34, p.849-53, 1955.
- CARVALHO, A.O. *et al.* **Fatigue resistance of CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process.** J Prosthet Dent. 2014 Apr; 111(4):310-7.

CHEN, C. et al. **The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses.** Dent Mater. 2014 Sep;30(9):954-62.

DAVIDSON, C.L; DE GEE, A.J; FEILZER, A. **The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress.** J Dent Res. 1984 Dec;63(12):1396-9.

DOGAN, D.O. *et al.* **Fracture Resistance of Molar Crowns Fabricated with Monolithic All-Ceramic CAD/CAM Materials Cemented on Titanium Abutments: An In Vitro Study.** J Prosthodont. 2017 Jun;26(4):309-314.

EL-DAMANHOURY, H.M; HAJ-ALI, R.N; PLATT, J.A. **Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks.** Oper Dent. 2015 Mar-Apr;40(2):201-10.

FEILZER, A.J; DE GEE, A.J; DAVIDSON, C.L. **Curing contraction of composites and glass-ionomer cements.** J Prosthet Dent 1988; 59: 297-300.

FEILZER, A.J. *et al.* **Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface.** Eur J Oral Sci. 1995 Oct;103(5):322-6.

GOMES E.A. *et al.* **Ceramic in dentistry: current situation,** Cerâmica vol.54 no.331 São Paulo July/Sept. 2008

GOIJAT, A. *et al.* **Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials.** J Prosthet Dent. 2017 May 26.

HILGERT, L.A. *et al.* **CAD/CAM restorative dentistry: the present state-of-the-art. Part 2 - Restorative Possibilities and CAD/CAM Systems.** International Journal of Brazilian Dentistry 2009;5(4):424-435.

JOHNSON, A.C. *et al.* **Fracture strength of CAD/CAM composite and composite-ceramic occlusal veneers.** J Prosthodont Res. 2014 Apr; 58(2):107-14.



KASSEM, A.S; ATTA, O; EL-MOWAFY, O. **Fatigue resistance and microleakage of CAD/CAM ceramic and composite molar crowns.** J Prosthodont. 2012 Jan;21(1):28-32.

KREJCI, I; DAHER, R. **Stress distribution difference between Lava Ultimate full crowns and IPS e.max CAD full crowns on a natural tooth and on tooth-shaped implant abutments.** Odontology. 2017 Apr;105(2):254-256.

KRIFKA, S. *et al.* **Ceramic inlays and partial ceramic crowns: influence of remaining cusp wall thickness on the marginal integrity and enamel crack formation in vitro.** Oper Dent. 2009 Jan-Feb;34(1):32-42.

LAD, P.P. *et al.* **Practical clinical considerations of luting cements: A review.** J Int Oral Health. 2014 Feb; 6(1): 116–120.

LAWSON, N.C; BANSAL, R; BURGESS, J.O. **Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials.** Dent Mater. 2016 Nov; 32(11):e275-e283.

LEINFELDER, K.F. *et al.* **Five-year clinical evaluation of anterior and posterior composite resin.** Oper Dent 1980; 5(2):57-65.

MAGNE, P; DOUGLAS, W.H. **Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown.** Int J Prosthodont. 1999 Mar-Apr;12(2):111-21.

MAGNE, P. **Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations.** J Esthet Restor Dent. 2005;17(3):144-54.

MAGNE, P. *et al.* **Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations.** J Prosthet Dent. 2005 Dec; 94(6):511-9.

MAGNE, P. *et al.* **In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers.** J Prosthet Dent. 2010 Sep; 104(3):149-57.

MAGNE, P. *et al.* **Fatigue resistance of ultrathin CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process.** J Prosthet Dent. 2015 Oct;114(4):574-9.

**MANSO, A.P; CARVALHO, R.M. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements.** Dent Clin North Am. 2017 Oct;61(4):821-834.

**MCCABE, J.F; CARRICK, T.E. A statistical approach to the mechanical testing of dental materials.** Dent Mater. 1986 Aug;2(4):139-42.

**MÖRMANN, W. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years.** International Journal of Computerized Dentistry, v. 7, n. 1, p. 11-24, 2004.

**MÖRMANN, W. The evolution of the CEREC system.** Journal of the American Dental Association, v. 137, n. 9, p. 7-13, 2006.

**NAUMOVA, E.A. et al. Wear Behavior of Ceramic CAD/CAM Crowns and Natural Antagonists.** Materials (Basel). 2017 Feb 28;10(3).

**ODERICH, E. Avaliação da resistência à fadiga e do modo de fratura de Restaurações adesivas implantossuportadas em cerâmica e Resina composta sobre pilares personalizados de zircônia para Região de pré-molares.** 2011. 142p. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

**PEUMANS, M. et al. Porcelain veneers: a review of the literature.** J Dent., v. 28, p.163–177, 2000.

**PICK, B. et al. A critical view on biaxial and short-beam uniaxial flexural strength tests applied to resin composites using Weibull, fractographic and finite element analyses.** Dent Mater. 2010 Jan;26(1):83-90.

**PRAKKI, A; CARVALHO, R.M. Dual cure resin cements: characteristics and clinical considerations.** Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos, v. 4, n.1, p. 22-7, jan./abr., 2001.

**PRATI, C. et al. Early marginal leakage and shear bond strength of adhesive restorative systems.** Dent Mater. 1990 Jul;6(3):195-200.

QUINN, J.B; QUINN, G.D. **A practical and systematic review of Weibull statistics for reporting strengths of dental materials.** Dent Mater. 2010 Feb;26(2):135-47

ROCCA, G.T. *et al.* **A technique to improve the esthetic aspects of CAD/CAM composite resin restorations.** J Prosthet Dent. 2010 Oct;104(4):273-5.

SCHEIBENBOGEN-FUCHSBRUNNER, A. *et al.* **Two-year clinical evaluation of direct and indirect composite restorations in posterior teeth.** J Prosthet Dent. 1999 Oct;82(4):391-7.

SCHLICHTING, L.H. *et al.* **Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion.** J Prosthet Dent. 2011 Apr; 105(4):217-26.

SEN, N; US, Y.O. **Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials.** J Prosthet Dent. 2017 Aug 4.

SILVA, J.P.L. *et al.* **Materiais Utilizados nos Sistemas CAD/CAM.** In: KAYATT, Fernando E. NEVES, Flávio D. Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 235-253.

SOARES, C.J. *et al.* **Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know?** Braz Oral Res. 2017 Aug 28;31(suppl 1):e62.

STAWARCZYK, B. *et al.* **Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites.** J Mech Behav Biomed Mater. 2015 Mar;55:1-11.

VAN DEN BREEMER, C.R.G. *et al.* **Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations.** J Mech Behav Biomed Mater. 2017 Aug;72:102-109.

VENHOVEN, B.A; DE GEE, A.J; DAVIDSON, C.L. **Polymerization contraction and conversion of light-curing BisGMA-**

**based methacrylate resins.** Biomaterials. 1993 Sep;14(11):871-5.

VITA Zahnfabrik. **VITA CAD/CAM Materials Guide.** Disponível em: <<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/CAD/CADCAM-Materials-23955,27568,95445.html>>. Acesso em 18set. 2017.

WALTON, J.N. **Esthetic alternatives for posterior teeth: porcelain and laboratory-processed composite resins.** J Can Dent Assoc. 1992 Oct;58(10):820-3.

3M ORAL CARE. **Notice: Change in Indication — Lava™ Ultimate Restorative.** 2015. Disponível em: <<http://multimedia.3m.com/mws/media/1198023O/lava-ultimate-restorative-change-of-indication-notice.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

## ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE ODONTOLOGIA  
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

**ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 17 dias do mês de OUTUBRO de 2017, às 8:10 horas,  
em sessão pública no (a) SALA 910 desta Universidade, na presença da  
Banca Examinadora presidida pelo Professor

LUIZ LEONILDO BOFF

e pelos examinadores:

1- LUIS HENRIQUE MAYKOS PRATES

2- CAROLINA MAYUMI CASALCINI TABUCHI

o aluno MARLON DE OLIVEIRA FRANCIOSI

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

CERAMICAS X RESINA INDIRETA NA COFREÇÃO  
DE RESTAURAÇÃO CAD/CAM EM DENTIS POSIÇÕES: UMA REVISÃO DE  
LITERATURA.

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Presidente da Banca Examinadora

Examinador 1

Examinador 2

Aluno