

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Faculdade de Odontologia
Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

DESGASTE DE MATERIAIS RESTAURADORES PARA CAD/CAM

Relatório Final

Apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e para graduação no curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo

Aluna – Flávia Tumelero

Orientadora – Prof^ª. Dr^ª. Márcia Borba

Coorientadora – Prof^ª. Ma. Audrea Dallazem Nogueira

Passo Fundo, abril de 2019

Sumário

1. TÍTULO	3
2. EQUIPE EXECUTORA	3
2.1. Aluna	3
2.2. Orientadora	3
2.3. Coorientadora	3
3. RESUMO	3
4. PROBLEMA DE PESQUISA	4
5. JUSTIFICATIVA	4
6. REVISÃO DE LITERATURA	5
6.1 Desgaste de Materiais Restauradores para CAD/CAM (<i>computer aided design-computer aided manufacturing</i>)	9
7. OBJETIVOS	14
7.1. Objetivo geral	14
7.2. Objetivos específicos	14
8. MATERIAIS E MÉTODOS	14
9. RESULTADOS	22
10. DISCUSSÃO	24
11. CONCLUSÃO	27
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO	28
14. ANEXOS	29

RELATÓRIO FINAL

1. TÍTULO

Desgaste de materiais restauradores para CAD/CAM

2. EQUIPE EXECUTORA

2.1. Aluna

Nome: Flávia Tumelero

Matrícula: 149121

2.2. Orientadora

Nome: Prof^a. Dr^a. Márcia Borba

Matrícula: 8224-4

2.3. Coorientadora

Nome: Prof^a. Ma. Audrea Dallazem Nogueira

Matrícula: 12717

3. RESUMO

O desgaste dos materiais restauradores durante a função pode levar ao aumento da rugosidade superficial, acumulando biofilme e alterando a anatomia oclusal e dos pontos de contato. Esses fatores podem levar à redução da longevidade da restauração e representam uma preocupação para o desempenho clínico dos novos materiais restauradores para CAD/CAM. Este estudo teve por objetivo avaliar a resistência ao desgaste de dois materiais restauradores para CAD/CAM: uma resina nano cerâmica (Lava Ultimate, LU) e uma vitrocerâmica reforçada por leucita (IPS Empress Esthetic, VL). Blocos de CAD/CAM dos materiais foram cortados em fatias com uma cortadeira metalográfica, polidos e cimentados com cimento resinoso em um substrato análogo à dentina. Os corpos-de-prova (CP) de cada material foram divididos em três grupos, de acordo com o número de ciclos utilizado no ensaio de desgaste (n=4): 100.000, 250.000 e 500.000. Os CPs foram posicionados com inclinação de 30° e uma carga de 49 N foi

aplicada na superfície do mesmo com frequência de 2 Hz. O teste foi realizado em água destilada à 37° C. Após o teste foram obtidas imagens da superfície dos CPs para mensurar a área de desgaste (mm²). Os CPs também foram escaneados com um escâner à laser e a profundidade máxima de desgaste (mm) foi mensurada com um software específico. O comprimento da faceta de desgaste mostrou-se semelhante para VL e LU, porém, a largura da faceta de desgaste foi maior em VL. Isso ocasionou a maior área de desgaste em VL, enquanto que LU perdeu mais material em profundidade.

Palavras-Chave: cerâmicas, resinas compostas, desgaste de restauração dentária, desgaste dos dentes

4. PROBLEMA DE PESQUISA

Quando houver contato entre dois materiais, o mais duro irá perfurar o antagonista, produzir buracos ou remover material da outra superfície, também, o processo de desgaste pode produzir partículas que provocam mudanças no formato do objeto, que, por sua vez, afetam sua função (Sakaguchi *et al.*, 2012). Para Sripetchdanond (2014) e Wimmer *et al.* (2016), o desgaste do material pode aumentar a rugosidade da superfície, formando o biofilme - uma das principais implicações clínicas e alterando a anatomia oclusal e dos pontos de contato. Quando houver menor resistência ao desgaste, pode ocorrer a redução da longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal (Zhi *et al.*, 2016).

5. JUSTIFICATIVA

É notória a carência de dados disponíveis sobre o desgaste de materiais poliméricos e à base de cerâmica. As cerâmicas, conhecidas por sua alta biocompatibilidade, resistência à fratura e estética, podem imitar as características da estrutura do dente humano, entretanto, a sua abrasividade contra os antagonistas do esmalte é uma preocupação clínica. Assim, persistem questões de como seria possível diminuir ou até extinguir esse desgaste, que pode levar a redução do dente antagonista bem como ao aumento da rugosidade de superfície da cerâmica (Sripetchdanond *et al.*, 2014; Zhi *et al.*, 2016; Peng *et al.*, 2016).

Embora supõe-se que o desgaste das cerâmicas seja semelhante ao do esmalte, há resultados indicando um desgaste de contato oclusal maior do que dos compósitos.

Diferentes tipos de testes ou pacientes podem ser a razão para a variabilidade nos dados encontrados na literatura, bem como novos tipos de materiais e seus diferentes comportamentos (Wimmer *et al.*, 2016).

Já as resinas compostas, mesmo com inúmeros benefícios, têm a menor resistência ao desgaste, fazendo com que se reduza a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal e trazendo a questão de como esta poderia aproximar-se da dos materiais cerâmicos, com a preocupação clínica de não desgastar o esmalte antagonista (Zhi *et al.*, 2016).

6. REVISÃO DE LITERATURA

Quando dois ou mais materiais sólidos entram em contato, apenas os pontos mais salientes se tocam. Segundo Sakaguchi *et al.*, (2012), desgaste é uma perda de material resultante do contato entre esses componentes sólidos. Para Van Nort (2010), o desgaste é um processo no qual os materiais são deslocados ou removidos pelas forças da interface que são geradas em duas superfícies que entram em atrito, sendo, normalmente, indesejável, entretanto, no caso de acabamento e polimento o desgaste controlado torna-se muito útil.

Uma restauração pode fracassar porque fratura ou mostra um desgaste excessivo, possivelmente por causa do desenho ruim ou porque o material foi usado inadequadamente, por isso, as restaurações devem ser desenhadas para minimizarem o problema do desgaste indesejável, não devendo ser usadas em circunstâncias nas quais o material é inadequado. Também, é importante um ajuste oclusal que resulte em áreas de contato mais amplas, reduzindo tensões localizadas, podendo também polir superfícies abrasivas (Anusavice, 2005).

Um dos tipos de desgaste que ocorre na cavidade oral é o Desgaste Abrasivo. Quando houver contato entre dois materiais, o mais duro irá perfurar o antagonista, produzir buracos ou remover material da outra superfície, esse desgaste “dente com dente” é chamado de abrasão a dois corpos (atrição). Também, há abrasão a três corpos, essa ocorre quando houver um abrasivo interposto entre duas superfícies (o dentifrício age como agente abrasivo entre a escova de dentes e os dentes, por exemplo). Segundo Van Nort (2010), um dos principais mecanismos de desgaste nas áreas de contato oclusal é a abrasão a dois corpos, enquanto a abrasão a três corpos predomina nas áreas de ausência de contato. O sistema intraoral é altamente complexo e, portanto, difícil de

simular com dispositivos de teste laboratoriais. Muitas máquinas de teste *in vitro* diferentes foram propostas na literatura. A avaliação de desgaste de materiais restauradores dentários deve sempre incluir a avaliação do desgaste a dois e três corpos, sendo, o último, de extrema importância (Lauvahutanon *et al.*, 2015).

Vários fatores tornam o desgaste dos biomateriais único, podendo esses ser devido a condições mecânicas, fisiológicas ou patológicas. A principal contribuição para o processo de desgaste é a carga (C) aplicada, também, é importante conhecer como essa carga provoca dano ao material. O processo de desgaste pode produzir partículas que provocam mudanças no formato do objeto, que, por sua vez, afetam a sua função. A mastigação normal pode provocar desgaste da estrutura dentária ou dos materiais, sendo o bruxismo uma forma patológica de desgaste. Ainda, o desgaste abrasivo é provocado durante a escovação por dentifrícios muito abrasivos e escovas de cerdas duras (Sakaguchi *et al.*, 2012).

As propriedades mecânicas são importantes no projeto e fabricação de restaurações dentárias, que determinam a longevidade e as funções restaurativas. A demanda está aumentando para restaurações posteriores de cerâmica e de resina composta, entretanto, as cerâmicas são reconhecidas por sua alta abrasividade na estrutura dentária oposta (Sripetchdanond, 2014). O desgaste oclusal é influenciado por estruturas e propriedades materiais, processos de fabricação e condições de serviço. Especialmente, a qualidade da superfície das restaurações cerâmicas, a dureza dos alimentos, os valores de pH da saliva, os comportamentos de mastigação e as magnitudes das cargas mastigatórias, afetam notavelmente o desempenho de desgaste das restaurações cerâmicas no ambiente bucal (Peng *et al.*, 2016).

Seguindo as ideias de Sakaguchi *et al.*, (2012), o desgaste ocorre em função de fatores relacionados aos próprios materiais e, também, relacionados aos fatores ambientais (características das superfícies desgastadas - falta de homogeneidade, orientação cristalina, fases e inclusões existentes), o contato microscópico, a interação entre superfícies deslizantes (tensões elevadas, temperatura e fluxo nos pontos de contato, fusão e endurecimento localizados), a lubrificação e diferentes combinações de materiais. Para Passos (2013), o material restaurador ideal deve possuir resistência ao desgaste próximo ao esmalte e mínima abrasividade.

No geral, ligas metálicas e cerâmicas são muito resistente ao desgaste, por mais que o comportamento de desgaste da cerâmica seja diferente do metal ou da resina composta. Para Sripetchdanond (2014), na cerâmica, assim como no esmalte, ocorre um

mecanismo por microfratura, enquanto no metal e na resina composta ocorre por adesão. Em contraste, resina composta e polímeros sem carga não podem suportar uma perda de material mais acentuada. Embora supõe-se que o desgaste das cerâmicas seja semelhante ao do esmalte, existem resultados indicando um desgaste de contato oclusal ainda maior do que dos compósitos. Diferentes tipos de testes ou seleção de pacientes podem ser a razão para isso. No entanto, o desgaste de dentes naturais pode aumentar significativamente com um antagonista com restauração em cerâmica (Sripetchdanond, 2014, Wimmer *et al.*, 2016).

Para diminuir a abrasão do esmalte pela cerâmica, o comportamento de desgaste do material deveria ser semelhante ao do esmalte nas condições de uso clínico. As microfraturas da superfície durante o desgaste da cerâmica deveriam ser uniforme, de forma que asperezas, bem como grandes inclusões cristalinas, não se situassem superficialmente, pois, outro fator que pode vir a aumentar o desgaste da cerâmica no esmalte é a distribuição irregular/agrupamento dos cristais. Ainda, se a superfície oclusal da cerâmica passar por um acabamento periódico após ajuste oclusal ou exposição frequente a bebidas carbonatadas ou fosfato de flúor acidulado, o desgaste da estrutura do dente antagonista será ainda menor, visto que o desgaste de qualquer material provém da facilidade com que trincas podem propagam-se pela estrutura (Anusavice, 2005).

O desgaste excessivo associado ao bruxismo ocorrerá rapidamente na restauração que esteja em contato oclusal (Anusavice, 2005). Dessa forma, mesmo restaurações de bordo incisal, que não sofram elevadas taxas de desgaste, são contraindicadas, a não ser que o hábito parafuncional do paciente seja eliminado por meio de um trabalho multiprofissional. A menor resistência ao desgaste dos materiais de resina composta para CAD/CAM (*computer aided design/computer aided manufacturing*) pode reduzir a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal, mas o dano ao esmalte pode ser menor se comparado com a cerâmica (Zhi *et al.*, 2016).

Algumas das formas utilizadas para o estudo do desgaste são o teste em serviço ou clínico, a medição de serviços simulados, os sistemas com máquinas de desgaste, a medição de propriedades mecânicas e o exame da quantidade e do tipo de falha superficial. Para verificar a resistência ao desgaste dos materiais restauradores têm-se realizado ensaios de abrasão. Já testes de abrasão de três corpos vem sendo usados afim de comparar a resistência entre estrutura dentária e de dentifrícios ou materiais de profilaxia (Anusavice, 2005; Sakaguchi *et al.*, 2012).

Para Sakaguchi *et al.*, (2012) e Van Nort (2010), são poucas as vezes que testes feitos em laboratório (*in vitro*) são iguais aos desgastes observados em casos clínicos (*in vivo*). Por mais que estudos *in vitro* permitam testar em condições padronizadas, tornando possível uma avaliação comparativa de diferentes materiais, a classificação dos materiais testados é feita clinicamente. Entretanto, atualmente não se tem um teste de desgaste padronizado e método geral aceito para mensuração do desgaste *in vivo*, tendo, os resultados, de ser interpretados com bastante cautela. Segundo Wimmer *et al.*, (2016), os parâmetros de teste podem diferir significativamente de um estudo para o outro. Em geral, a perda de material em condições clínicas é menor do que nos estudos laboratoriais. Além disso, há também uma alta variabilidade dos resultados independentemente do tipo de estudo. A variação no desgaste de paciente para paciente também é uma dificuldade a mais a ser compreendida. Ainda, testes tradicionais medem volume de material perdido, porém sem especificar os mecanismos de desgaste, enquanto uma técnica de única passagem deslizante pode identificar falhas na superfície.

A dureza, que é uma propriedade relacionada com a dificuldade de corte ou risco, é por vezes utilizada para prever a resistência ao desgaste de um material em próteses (fixas ou removíveis), bem como sua capacidade de produzir abrasão no elemento dentário antagonista. Para Sripetchdanond (2014), o desgaste do esmalte causado por uma resina composta reforçada por partículas está diretamente correlacionada com o valor de dureza da resina composta, sendo, a dureza, um fator confiável para prever o desgaste. Entretanto, para Anusavice (2005) e Van Nort (2010), não se pode considerar apenas a dureza dos materiais, a menos que sejam de uma mesma categoria. Outros fatores, como: força de mordida excessiva e rugosidade superficial, variações de temperatura, propriedades físicas dos materiais, abrasividade de dieta, frequência de mastigação, presença de impurezas duras, sulcos e cristas devem ser analisados, podendo também ser responsáveis pelo desgaste.

Em relação à abrasividade do substrato cerâmico contra o esmalte humano, a mesma é influenciada pela condição superficial da cerâmica. A condição superficial - áspera, polida ou esmaltada, dureza e resistência à fratura são alguns dos fatores que determinam o desgaste do esmalte causado pela cerâmica. Nos últimos anos, muitos estudos determinaram que uma superfície cerâmica polida causa menor desgaste do esmalte do que uma superfície glazeada, devendo ser necessário o repolimento da superfície cerâmica para manter a lisura superficial e minimizar a taxa de desgaste do esmalte (Sripetchdanond, 2014; Matzinger *et al.*, 2018).

De acordo com a norma norma ISO/TS 14569-2, existem diferentes métodos para a simulação de desgaste, dentre eles ACTA, Zurique, Alabama, MTS e OHSU (Tabela 1), sendo que as investigações *in vitro* e *in vivo* são cruciais.

Tabela 1: Métodos de desgaste relatados na Norma ISO/TS 14569-2. Fonte: ISO/TS 14569-2

Metodologia	Antagonista	Meio	Movimento	Referência	Medição
DIN	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Deslizamento	Folha de Polimetil-Metacrilato	Massa ou Perfilômetro
Acta	Metal ou Mat. Dentário	Arroz, casca de sementes de milho pulverizadas	Deslizamento	-	Perfilômetro
Zürich	Esmalte Dental	H ₂ O	Impacto + Deslizamento	Último teste	Perfilômetro
Alabama	Poliacetato	Grânulos de PMMA	Impacto + Deslizamento	-	REM
Freiburg	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Deslizamento	Folha de Polimetil-Metacrilato	Massa ou Perfilômetro
Minnesota	Dente	H ₂ O	Deslizamento	-	Perfilômetro
OHSU	Esmalte Dental	Semente de Papoula	Impacto + Deslizamento	-	Perfilômetro + Vídeo Imagem
Newcastle	Metal ou Esmalte Dental	H ₂ O	Deslizamento	-	Perfilômetro

6.1 Desgaste de Materiais Restauradores para CAD/CAM (*computer aided design-computer aided manufacturing*)

O CAD/CAM permite a fresagem de diferentes materiais com precisão. Como a demanda por tratamentos sem metal na odontologia está aumentando, vários polímeros

para CAD/CAM foram introduzidos para restaurações dentárias, em alternativa à cerâmica. O interesse crescente em polímeros de alto desempenho pode ser atribuído também a melhorias na tecnologia citada, bem como processamento mais rápido e custos mais baixos, também, propriedades mecânicas melhoradas em combinação com a vantagem de usá-los em espessuras mais finas em comparação com cerâmicas (Stawarczyk *et al.*, 2013; Sripetchdanond, 2014; Wimmer *et al.*, 2016; Peng *et al.*, 2016).

Um estudo avaliou a resistência ao desgaste de cinco resinas para CAD/CAM, uma resina polimerizada manualmente e uma porcelana. Foi utilizada uma máquina de carregamento termomecânico (49 N, 1,67 Hz, 5/50 ° C) com antagonistas de esmalte humano. A resina polimerizada manualmente mostrou desgaste significativamente maior em comparação aos demais grupos testados. A porcelana apresentou valores de desgaste significativamente menores do que as resinas para CAD/CAM. A porcelana desenvolveu fissuras no antagonista de esmalte, representando o único valor considerável de desgaste do esmalte entre os grupos testados. Os blocos de resina para CAD/CAM são polimerizados a alta temperatura e pressão sob condições controladas, resultando em propriedades químicas e mecânicas consistentes e maior resistência à flexão do que os blocos polimerizados manualmente (Stawarczyk *et al.*, 2013).

Em um estudo, Sripetchdanond (2014), avaliou 24 amostras de teste com os seguintes grupos experimentais: Y-TZP – zircônia monolítica (Lava All Zirconia, 3M ESPE), DL - vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio (IPS e.max Press; Ivoclar Vivadent), RC – resina composta (Premise; Kerr Corp) e o esmalte humano como grupo-controle (n=6). Y-TZP e RC apresentam desgaste similar e menor do que DL e esmalte. A rugosidade da superfície do esmalte, após contato com Y-TZP, DL e esmalte, aumentou significativamente, porém, nenhuma diferença na rugosidade foi produzida, com exceção da resina composta, que não deixou a superfície do esmalte rugosa. O desgaste do esmalte e dos antagonistas foi avaliado qualitativamente com imagens microscópicas eletrônicas de varredura. O método de teste utilizado, segundo a norma ISO 14569-2, foi o de Freiburg (pino sobre disco) por 4.800 ciclos (25 N), tendo como antagonistas materiais antagonistas do esmalte humano.

Em 2015, um estudo avaliou o desgaste deslizante de diferentes tipos de materiais: IPS e.max Press - IPS-P (vitrocerâmica à base de dissilicato de lítio), IPS Empress Esthetic - VL (vitrocerâmica reforçada com leucita), Everest ZS - ZS (Y-TZP) e Lava Ultimate - LU (resina nano-cerâmica). As amostras foram divididas em dois grupos (n=16) e testadas com dois diferentes materiais antagonistas. Um grupo foi testado contra

esferas de esteatita e o outro contra esferas de alumina. O método utilizado foi do tipo pino sobre disco, simulando movimento deslizante e utilizando uma carga vertical de 550 N. Os testes foram realizados em água destilada em temperatura ambiente e o teste no simulador foi interrompido após 1000, 10.000, 25.000 e 50.000 ciclos de mastigação (Dupriez *et al.*, 2015).

Não foi encontrada diferença significativa de desgaste para o antagonista de esteatita. O desgaste de IPS e.max Press e Lava Ultimate contra a alumina foi duas vezes menor do que quando testados contra a esteatita. As partículas de desgaste geradas são responsáveis por um maior desgaste contra o antagonista de esteatita, mais macio em comparação com o desgaste contra o antagonista de alumina mais duro. Quando as etapas iniciais de desgaste (até 1000 ciclos) contra alumina e esteatita são comparadas, a área de contato com a alumina mostra-se menor, uma vez que seu módulo elasticidade é maior que o da esteatita, levando à alta abrasão do material (Dupriez *et al.*, 2015).

O objetivo do estudo de Lauvahutanon *et al.* (2015) foi investigar o desgaste a dois e a três corpos de materiais para CAD/CAM. Foram testadas quatro resinas compostas (BLO, CER, GRA e LU), uma cerâmica híbrida (ENA) e uma porcelana feldspática em bloco (VIT). Seis amostras foram testadas em um dispositivo de desgaste de esfera em disco equipado com uma esfera de zircônia (50 N, 1,2 Hz, 50.000 ciclos), em água para desgaste a dois corpos, e em pasta de semente de papoula para avaliar o desgaste a três corpos. Quando testados sob água, a perda de volume dos blocos de resina composta BLO, CER e GRA é consideravelmente mais baixa - maior resistência ao desgaste é supostamente relacionada à polimerização de alta pressão e alta temperatura durante o processo de fabricação. Enquanto a resina composta LU e os dois materiais de referência VIT e ENA, respectivamente, mostraram um desgaste significativamente maior. Quando expostos à pasta abrasiva de semente de papoula, todos materiais revelaram baixo desgaste.

Em contraste com a cerâmica, a principal vantagem dos polímeros é o baixo módulo de elasticidade, que permite uma melhor absorção de tensões por deformação. Outra vantagem é a baixa abrasividade dos antagonistas do esmalte. Os polímeros geram a menor quantidade de desgaste em antagonistas de esmalte, sendo que, em contraste com a cerâmica, resinas de CAD/CAM não causam trincas em esmalte (Wimmer *et al.*, 2016). Estudos recentes mostram que a resina nano cerâmica resulta em menor desgaste do esmalte se comparado com algumas cerâmicas (Dupriez *et al.*, 2015; Zhi *et al.*, 2016; Naumova *et al.*, 2017; Ludovichetti *et al.*, 2018).

Em virtude de poucos dados disponíveis sobre o desgaste de materiais poliméricos para CAD/CAM, um estudo avaliou três materiais: um PEEK (compósito termoplástico à base de *polímero com carga de cerâmica - provisório*), um COMP (compósito experimental nano-híbrido com 80% de carga) e um material à base de PMMA. Amostras planas e em forma de coroa foram preparadas a partir de cada material. Metade das amostras de cada grupo teve aplicada uma carga com movimentos deslizantes (50 N, 5/55 °C em 600.000 ciclos de mastigação) contra antagonistas de esmalte humano ou de aço inoxidável. O desgaste dos materiais e dos antagonistas foi avaliado através de um scanner e a topografia das superfícies foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). O desgaste de PEEK mostrou-se menor do que o dos demais materiais quando as forças laterais foram aplicadas, sendo que as taxas de desgaste dos antagonistas mostraram-se semelhante. Já o desgaste axial mostrou-se semelhante pra todos os grupos, menos para PEEK, que desgastou menos contra o esmalte. No geral, a carga lateral desgastou mais do que a axial, exceções disso foram coroas de PEEK carregadas com antagonistas de aço e coroas de COMP com antagonistas de esmalte (Wimmer *et al.*, 2016).

Neste estudo, amostras de coroa exibiram menor valor de desgaste do que as planas. A razão para o maior desgaste do material de amostras planas pode ser a maior distribuição de deformações em amostras planas do que em coroas. Além disso, os antagonistas de aço causaram desgaste significativamente maior dos materiais do que os de esmalte para as amostras planas, com exceção de PEEK (carregado axialmente apenas). Nenhum impacto do material antagonista foi observado quando as amostras foram configuradas como coroas, exceto para os grupos lateralmente carregados. Ainda, não há acordo sobre a influência do tipo de material antagonista nos testes de simulação de desgaste. Estudos realizados em esmalte de molares extraídos são utilizados, sendo que o aço inoxidável não é um antagonista típico na cavidade oral, sendo ele aplicado uma e outra vez para a avaliação do desgaste de dentes artificiais da resina. (Wimmer *et al.*, 2016).

Embora resinas compostas tenham muitos benefícios, a menor resistência ao desgaste pode reduzir a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal, persistindo questões de como esta poderia aproximar-se da dos materiais cerâmicos. Zhi *et al.* (2016), avaliaram a resistência ao desgaste de quatro resinas compostas e de uma cerâmica (n=10), todas utilizadas no CAD/CAM. O estudo ocorreu

por meio de um simulador de mastigação controlado por computador e as amostras foram submetidas a 200.000 ciclos mecânicos (49 N) contra cúspides de esmalte natural simultaneamente com 500 ciclos térmicos (5°C a 50°C a 5°C). A cerâmica vítrea (porcelana Vita Mark II) exibiu a melhor resistência ao desgaste, seguida por resina nano cerâmica (3M Lava Ultimate), material híbrido (Vita Enamic), resina composta (3M Paradigm MZ100) e material experimental de Kerr. A resistência ao desgaste de blocos de resina composta foi significativamente menor do que a de um bloco cerâmico, não sendo detectada diferença significativa entre os blocos de resinas compostas. Na avaliação das micrografias eletrônicas, as superfícies das resinas compostas nano cerâmica (Lava Ultimate e Kerr) eram lisas, já as superfícies das amostras da 3M Paradigm MZ100 e da Vita Enamic foram bastante ásperas em comparação com as das outras. A porcelana também tinha uma superfície lisa, embora houvesse alguma porosidade na superfície desgastada. Outros estudos também relataram que a resina nano cerâmica (LU, Lava Ultimate) resulta em menor desgaste do esmalte se comparado com algumas vitrocerâmicas (Naumova *et al.*, 2017; Ludovichetti *et al.*, 2018).

Considerações teóricas e experimentais do desgaste da resina composta nano cerâmica comparada com os materiais tradicionais de resina composta indicaram o melhor desempenho do primeiro, no entanto, os dados deste estudo mostraram que a resistência ao desgaste da resina nano-cerâmica foi semelhante ou mesmo ligeiramente inferior a de uma resina composta híbrida (3M Paradigm MZ100). Isso poderia ser explicado pelas partículas de nano-carga serem demasiadamente pequenas para oferecer suporte de carga, sendo que as mesmas seriam varridas pelas asperezas da superfície do antagonista. A resistência ao desgaste do materiais de resina pode também depender de outros aspectos, tais como as proporções de conteúdo de carga, a qualidade da ligação na interface entre as cargas e a matriz e a extensão do endurecimento da matriz de resina. A respeito disso, quando a silanização não fornece uma união forte na interface entre carga e matriz, as melhorias esperadas pela adição de nanopartículas podem não ser obtidas (Zhi *et al.*, 2016).

A porcelana foi considerada um dos materiais com melhor desempenho em termos de resistência ao desgaste. No entanto, de acordo com o estudo, embora a resina composta 3M MZ100 tenha apresentado maior desgaste, o desgaste total foi significativamente menor do que da porcelana. O material de resina composta foi considerado preferível para pacientes com alta atividade oclusal quando a restauração estava em contato com esmalte

natural, sendo que apenas a resina composta não aumentou a rugosidade da superfície do esmalte após o teste de desgaste (Zhi *et al.*, 2016).

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a resistência ao desgaste de materiais restauradores para CAD/CAM.

7.2. Objetivos específicos

Esse estudo teve por objetivo específico:

- Mensurar a área de desgaste de materiais restauradores para CAD/CAM após ensaio de desgaste;
- Verificar a profundidade máxima de desgaste de materiais restauradores para CAD/CAM após ensaio de desgaste.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa, CEP, número 2.408.275.

Foram investigados dois materiais restauradores para CAD/CAM (n=12): resina nano cerâmica (LU – Lava Ultimate, 3 M Oral Care) e vitrocerâmica reforçada por leucita (VL – Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent). O Fluxograma do estudo encontra-se na Figura 1.

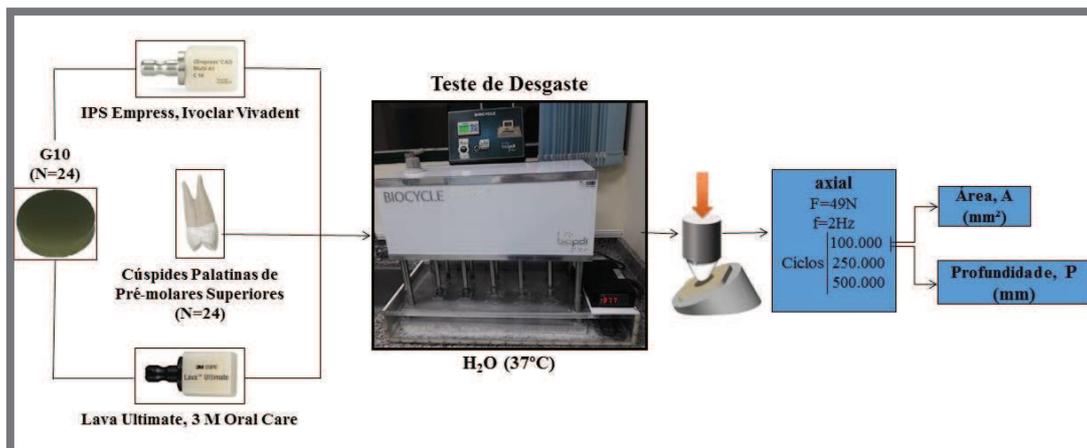


Figura 1: Fluxograma. Fonte: Próprio autor

8.1. Preparo dos corpos de prova

Os corpos-de-prova (CPs) foram preparados em forma quadrangular seguindo as dimensões dos blocos para CAD/CAM: 10 x 6 x 1,5 mm para VL e 10 x 10 x 1,5 mm para LU. Os blocos para CAD/CAM dos materiais foram cortados em lâminas com o auxílio de uma cortadeira metalográfica (Figura 2A), com disco diamantado e refrigeração com água. Na sequência, foram polidos com lixas de carbetto de silício de diferentes granulações: #400, #800, #1.000 e #1.200 para obter as dimensões finais (Figura 2B). O acabamento final de superfície dos CPs foi obtido com auxílio de uma politriz semi-automática e suspensão diamantada de 6 μ m (Figura 3B). Após o polimento, VL e LU foram imersos em acetona e álcool, respectivamente, utilizando uma cuba ultrassônica, por 3 min, para limpeza (Figura 3B).

Um material análogo à dentina, o G10, foi cortado em discos de 4 mm de espessura numa cortadeira metalográfica (Figura 5A) e polido manualmente com lixas de carbetto de silício com as mesmas granulações utilizadas para os CPs (Figura 5B).

A superfície de cimentação de G10 e VL foi condicionada com o ácido fluorídrico 10% durante 1 minuto, lavada com água por 15 segundos, e seca com jatos de ar. Já para LU, a superfície de cimentação foi jateada com partículas de óxido de alumínio (Figuras 4A e 4B). Após, foi aplicada uma camada de Single Bond Universal sobre as superfícies dos materiais por 20 segundos e aplicado leve jato de ar por 5 segundos. Os materiais restauradores foram cimentados no G10 com o cimento resinoso RelyX Ultimate (Figuras 6A e 6B), seguindo as recomendações do fabricante. O conjunto foi levado a um dispositivo de cimentação, onde uma carga de 750 g foi aplicada por 3 minutos e os excessos de cimento foram removidos. Após, o CP foi fotoativado por 20 segundos cada

lado (Figura 7A) e 1 minuto após a remoção do dispositivo (Figura 7B). Os CPs ficaram armazenados em água destilada a 37° C por 24 h até o início do teste de desgaste. Os CPs foram colocados sobre um dispositivo com angulação de 30° para posicionamento na máquina no teste de desgaste (Figuras 8 e 13).

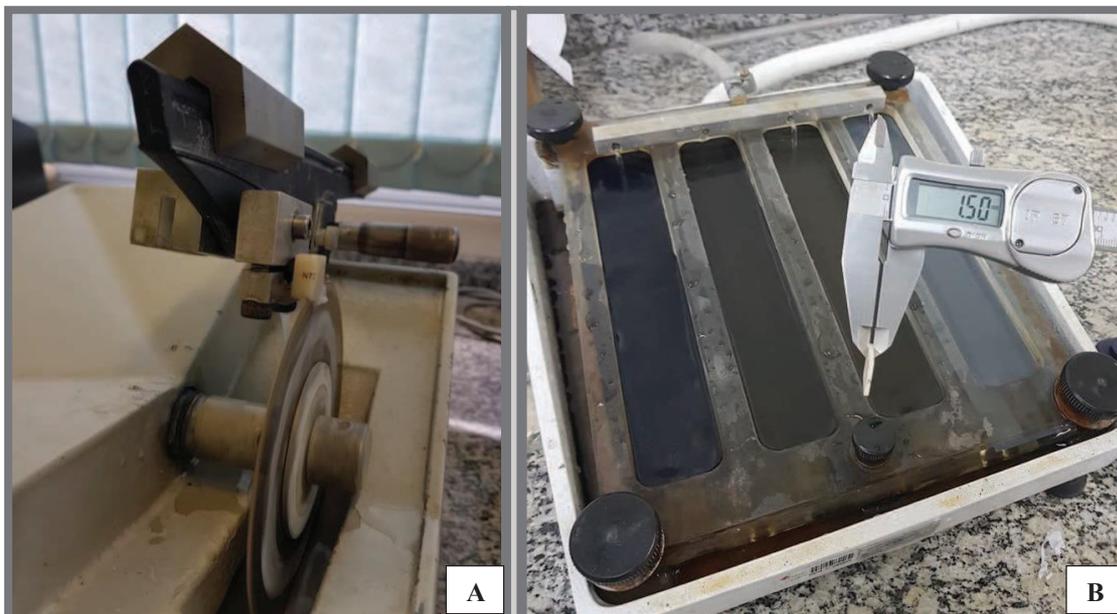


Figura 2: Blocos para CAD/CAM de LU posicionados em uma cortadeira metalográfica para corte (A) e CP durante o processo de polimento com lixas de carbeto de silício (B). Fonte: próprio autor



Figura 3: Polítriz semi-automática (A) e cuba ultrassônica (B). Fonte: próprio autor



Figura 4: jato de óxido de alumínio utilizado para jatear a LU (A) e superfície de cimentação recebendo o jateamento (B)

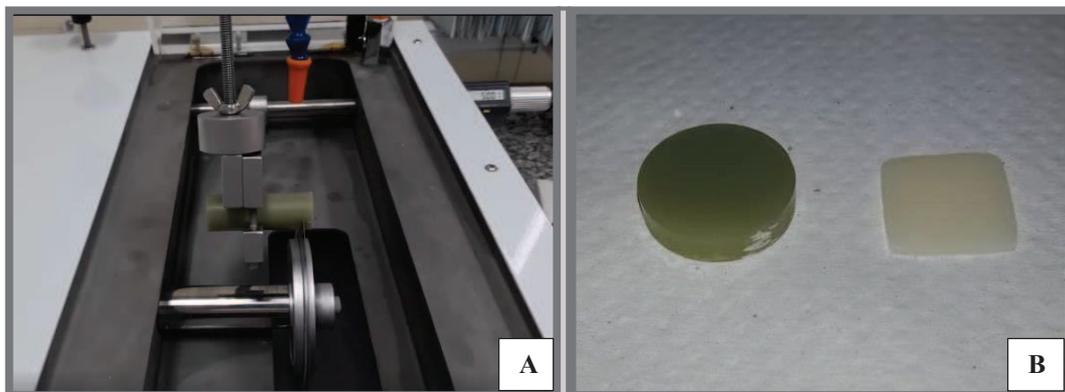


Figura 5: G10 sendo cortado em discos de 4 mm de espessura numa cortadeira metalográfica (A) e G10 e LU após polimento final (B). Fonte: próprio autor

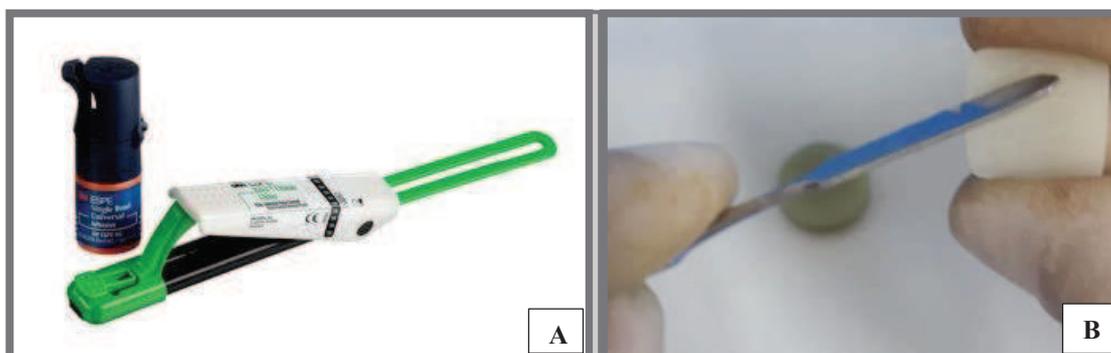


Figura 6: Adesivo Single Bond Universal e cimento resinoso RelyX Ultimate (A) utilizados para condicionar e cimentar os CPs (B). Fonte: 3m.com.br e próprio autor

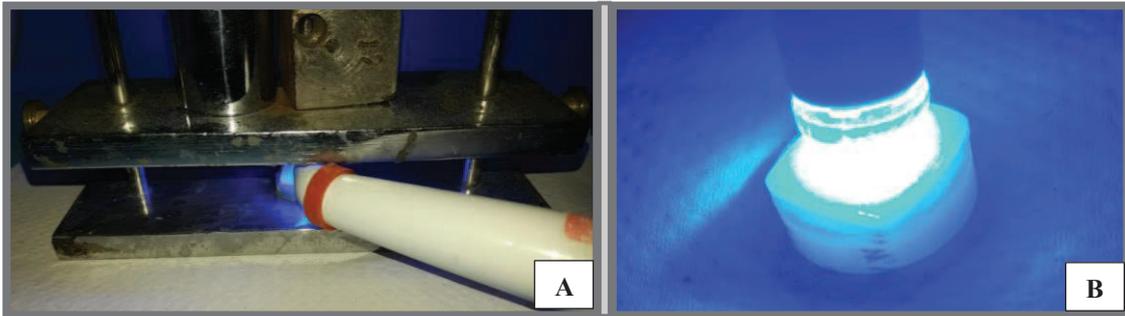


Figura 7: Dispositivo de cimentação aplicando carga de 750 g por 3 minutos e CP fotoativado por 20 segundos cada lado (A) e 1 minuto após a remoção do mesmo do equipamento (B). Fonte: próprio autor



Figura 8: CPs inseridos sobre um dispositivo para sustentação com angulação de 30° pronto para dar início ao teste de desgaste.

8.2. Preparo dos antagonistas

Foram obtidos 24 pré-molares superiores humanos hígidos e extraídos por motivos ortodônticos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. A seleção procurou semelhanças de forma e tamanhos das cúspides palatinas que devem ter as pontas arredondadas e com forma esférica. Estas foram cortadas com disco diamantado em peça de mão, deixando um raio de cerca de 1,5 a 2 mm e fixadas com resina acrílica aos suportes da máquina de ciclagem pneumática, para o teste de desgaste. A cúspide palatina foi incluída nos suportes (Figuras 10A e 10B), com auxílio de um delineador (Figura 9A) e a vertente triturante permaneceu com uma inclinação de 45° em relação ao longo eixo do suporte (Figura 9B). Para a alocação dos antagonistas nos CPs, as cúspides foram sorteadas.

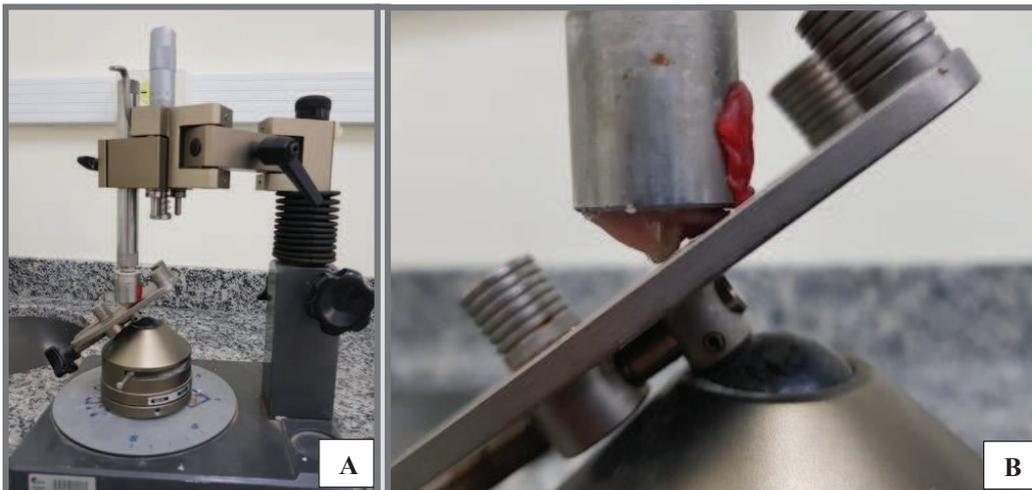


Figura 9: Delineador em inclinação de 45° (A) e cúspide palatina anexada sobre o delineador com a vertente triturante permanecendo com inclinação de 45° em relação ao longo eixo do suporte para posterior inserção no suporte da máquina que simula a mastigação (B). Fonte: próprio autor

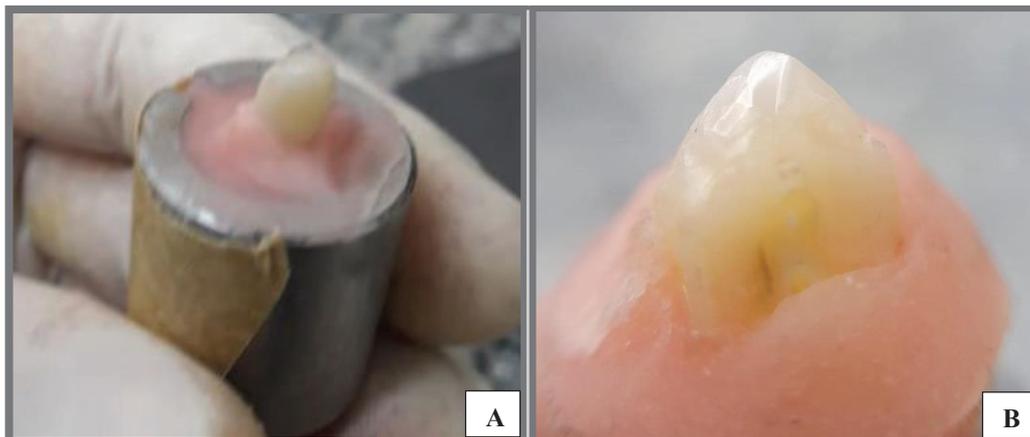


Figura 10: Cúspide incluída com resina acrílica no dispositivo da máquina de ciclagem (A) e vista aproximada da cúspide (B). Fonte: próprio autor

8.3. Ensaio de desgaste

O ensaio foi realizado em uma máquina de ciclagem mecânica pneumática (Biopid, Biocycle, São Carlos, São Paulo, Brasil), em água a 37° C, conforme pode ser observado na Figura 11. Os CPs foram fixados a suportes de inclinação de 30°. O equipamento foi regulado com força máxima de deslizamento do antagonista sobre a superfície de teste em 49 N e frequência de 2 Hz (Figuras 12A). Cada CP foi avaliado com um único dente antagonista, também posicionado na máquina de ciclagem (Figura 13). Cada material foi dividido em três grupos, de acordo com o número de ciclos utilizado no ensaio (n=4): 100.000, 250.000 e 500.000.

Todos CPs foram escaneados utilizando um escâner à laser (Laserscan) com precisão de 10 μm . As imagens capturadas foram processadas em um software específico (Wrap), para mensurar a profundidade máxima de desgaste (mm). Também foram obtidas imagens da superfície dos CPs com microscópio óptico e mensurada a largura e comprimento da faceta desgaste (mm) e a área de desgaste (mm^2) (Figuras 14 e 15).

Os dados de área e profundidade máxima de desgaste foram analisados com ANOVA de dois fatores e Tukey ($\alpha=0,05$).



Figura 11: Máquina de ciclagem mecânica utilizada no teste de desgaste. Fonte: próprio autor



Figura 12: A máquina de ciclagem mecânica foi regulada com o auxílio de um medidor de carga com força máxima da cúspide palatina sobre a superfície de teste em 49 N (5 Kgf) e frequência de 2 Hz (A). Medidor recebendo a carga atual diretamente do suporte (B). Fonte: próprio autor

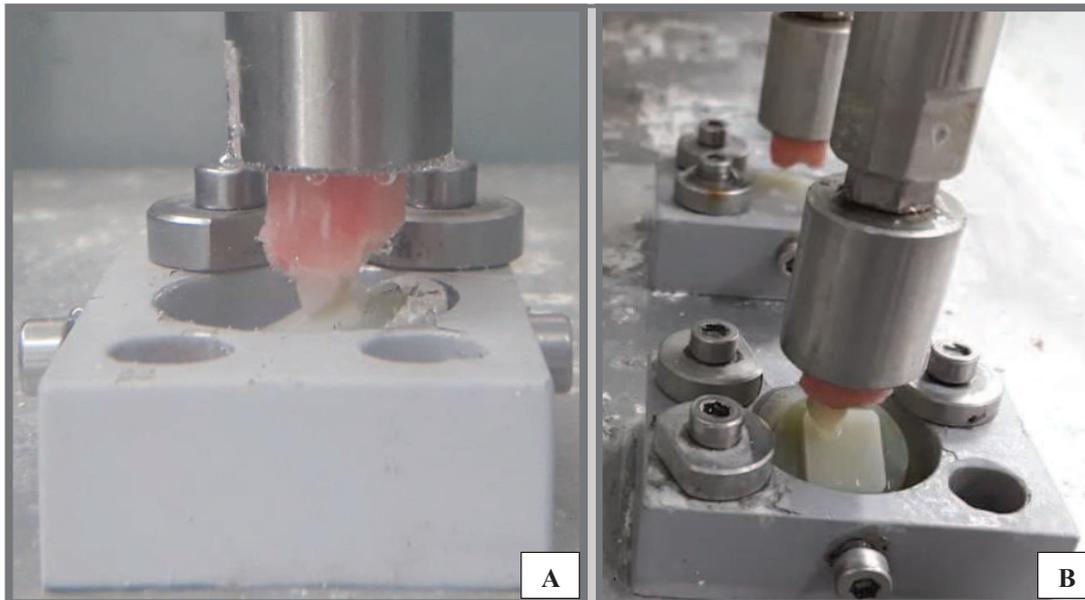


Figura 13 Imagens frontal (A) lateral (B) da configuração do teste de desgaste. Fonte: próprio autor

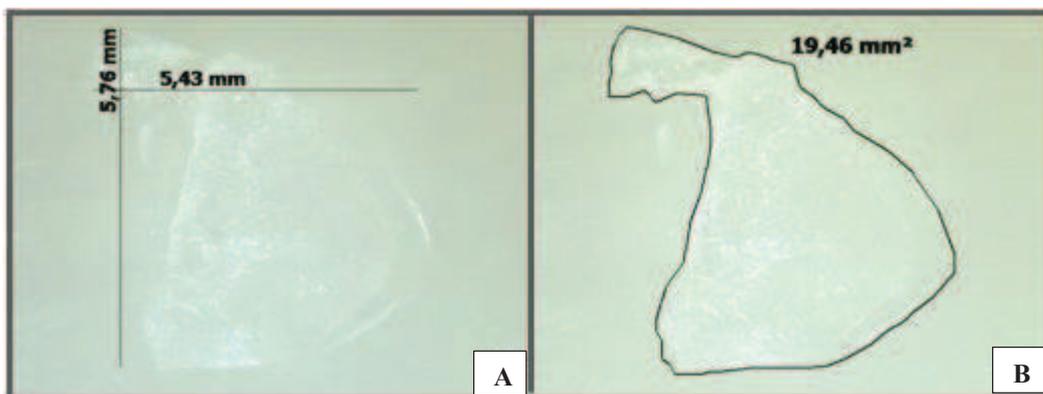


Figura 14: Superfície de um CP de VL onde foi medido largura e comprimento (A) e área da faceta de desgaste (B) com microscópio óptico após 250.000 ciclos mecânicos. Fonte: próprio autor

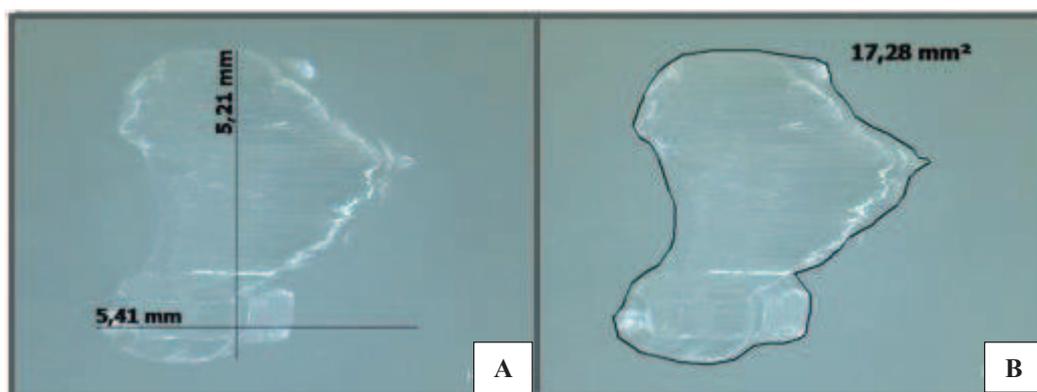


Figura 15: Superfície de um CP de LU onde foi medido largura e comprimento (A) e área da faceta de desgaste (B) com microscópio óptico após 250.000 ciclos mecânicos. Fonte: próprio autor

9. RESULTADOS

Os dados de largura, comprimento, área e profundidade da faceta de desgaste na superfície dos corpos-de-prova estão nas Figuras 16, 17, 18 e 19. O comprimento da faceta de desgaste foi semelhante para VL e LU, mas a largura da faceta foi maior para VL. Foi encontrada significância estatística para os fatores material ($p < 0,001$) e tempo ($p = 0,019$) para área de desgaste. VL obteve maior área de desgaste do que LU. O tempo em 500.000 ciclos resultou em maior área de desgaste do que 100.000 ciclos (Figuras 20 e 21).

Para profundidade máxima de desgaste, houve significância estatística para o fator material ($p < 0,001$), para o tempo ($p = 0,002$) e para a interação entre fatores ($p = 0,027$). Portanto, o volume de desgaste foi maior para LU do que VL (Gráfico 4). Ainda, a profundidade de desgaste aumentou com o tempo para LU, enquanto para VL o tempo não teve efeito.

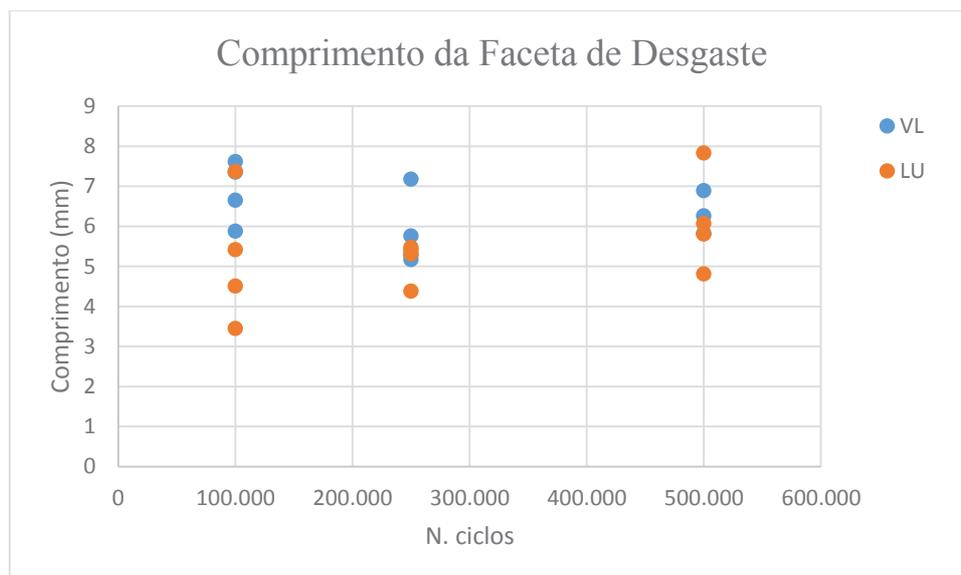


Figura 16: Comprimento da faceta de desgaste de VL e de LU nos diferentes tempos

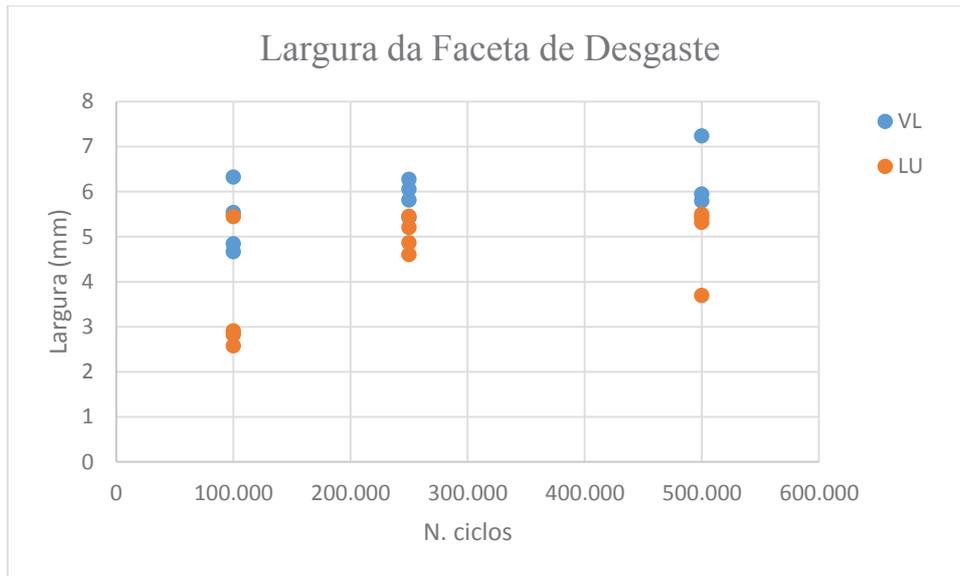


Figura 17: Largura da faceta de desgaste de VL e de LU nos diferentes tempos

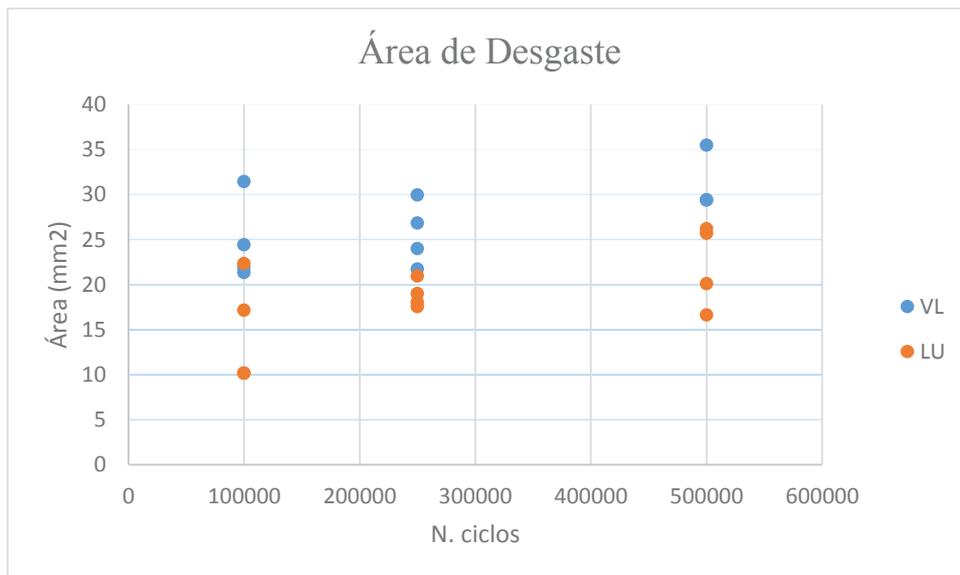


Figura 18: Área da faceta de desgaste de VL e de LU nos diferentes tempos

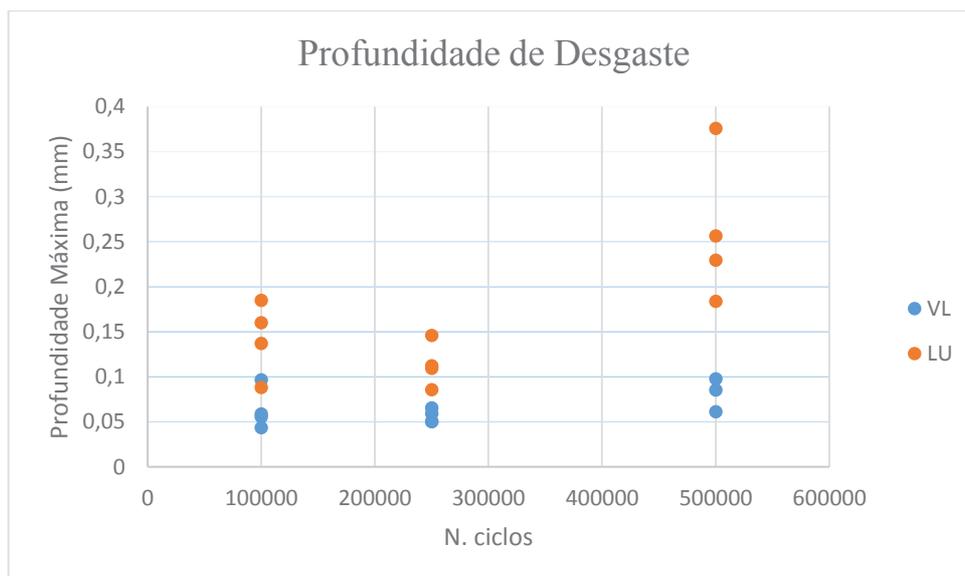


Figura 19: Profundidade máxima de desgaste de VL e de LU nos diferentes tempos



Figura 20: Superfície de CPs de VL verificada em microscópio óptico após 100.000 (A), 250.000 (B) e 500.000 (C) ciclos mecânicos, respectivamente. Fonte: próprio autor

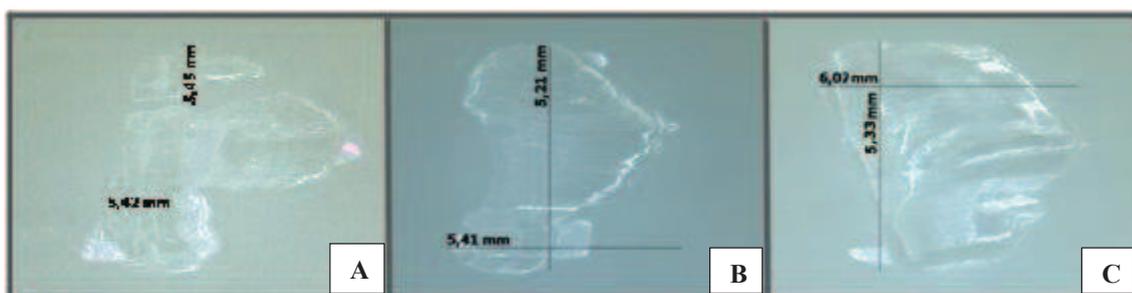


Figura 21: Superfície de CPs de LU verificada em microscópio óptico após 100.000 (A), 250.000 (B) e 500.000 (C) ciclos mecânicos, respectivamente. Fonte: próprio autor

10. DISCUSSÃO

O presente estudo se propôs a caracterizar o comportamento de desgaste de uma cerâmica e um compósito avaliados utilizando dentes humanos hígidos como antagonistas. Quando o comprimento e a largura da faceta de desgaste dos materiais

foram analisados separadamente, observou-se que o comprimento da faceta foi semelhante para VL e LU, mas a largura da faceta foi maior para VL. O comprimento pode estar relacionado com o percurso de deslizamento do dente sobre a superfície do material restaurador, que é limitado pela metodologia de teste utilizada, e pode explicar a semelhança entre os grupos. Já a largura está relacionada ao fato da VL ter desgastado mais o dente. Assim, ao longo do teste, a área de contato do dente com o material foi alterada, principalmente em largura. Isso resultou também em uma maior área de desgaste para VL.

LU obteve menor área de desgaste porque o desgaste do dente antagonista foi menor, resultando em uma área de contato relativamente constante com o material restaurador. Por outro lado, foi encontrada maior profundidade de desgaste para este material. Para Ludovichetti *et al.* (2018), as diferenças de comportamento de desgaste entre materiais está relacionado a diferenças na microestrutura. Essas características microestruturais irão levar a diferenças em propriedades importantes para o desgaste como rugosidade de superfície, dureza e tenacidade à fratura.

A rugosidade de superfície é uma característica que pode afetar o desgaste dos materiais. Mesmo o polimento superficial da LU e da VL ter sido o mesmo, diferenças na rugosidade da superfície podem depender de características individuais dos materiais. Para os materiais cerâmicos, a rugosidade superficial pode ser atribuída ao tipo e tamanho da fase cristalina. Quando caracterizarem-se por ser grandes aglomerados, mais angulares e mais duros, contribuem para a maior abrasão do antagonista e promovem um desgaste a três corpos. Para as resinas compostas, as partículas de carga podem ser expostas e perdidas, resultando na exposição da matriz e, finalmente, na redução na resistência ao desgaste, como é o caso da LU. A LU consiste em partículas nano cerâmicas dispersas em uma matriz polimérica. Além da remoção das partículas, a absorção de água na matriz polimérica pode amolecer o composto de resina ou hidrolisar o agente de silano, resultando na menor resistência ao desgaste (Matzinger *et al.*, 2018).

Os estudos que avaliaram o desgaste dos diferentes materiais restauradores testados com dentes antagonistas encontraram resultados semelhantes ao nosso estudo. Para Ludovichetti *et al.* (2018), Lava Plus exibiu o maior potencial de desgaste do esmalte e a resina LU o menor potencial entre os 5 materiais testados. Imagens de microscopia eletrônica de varredura revelaram que com exceção da resina LU, todos os outros materiais danificaram o esmalte.

Para Zhi *et al.* (2016), a porcelana Vita Mark II exibiu a melhor resistência ao desgaste entre os materiais testados, seguida pela resina LU, material híbrido Vita Enamic e resina 3M Paradigm MZ100. O material híbrido e as resinas LU e 3M Paradigm MZ100 promoveram um desgaste similar nos dentes e não significativo. Segundo Naumova *et al.* (2017), a maior perda vertical e de volume de material foi encontrada no grupo LU, e a menor no grupo do Vita Enamic. Já o maior desgaste do esmalte foi promovido por Vita Enamic e o menor por LU. Dentro das limitações dos estudos citados, a resistência ao desgaste de blocos de resina composta em contato com cúspides de esmalte foi significativamente menor do que a de vitrocerâmicas. Por isso, cuidados devem ser tomados ao selecionar o material que irá entrar em contato principalmente com vitrocerâmica (Dupriez *et al.*, 2015; Zhi *et al.*, 2016; Naumova *et al.*, 2017; Ludovichetti *et al.*, 2018).

A maior diferença de desgaste foi ocasionada nos 500.000 ciclos, entretanto, pode-se observar que até 250.000 ciclos o desgaste foi proporcional ao número de ciclos em ambos os grupos. Para VL, a partir dos 250 mil ciclos, o tempo não teve efeito e o desgaste do material praticamente estabilizou. Isso ocorreu pois inicialmente a carga é aplicada em uma área menor e induz maior pressão. Após desgastar mais o dente e o próprio material, atinge uma área de desgaste maior, em que a carga é melhor distribuída, diminuindo sua intensidade, e o desgaste entra em um estágio mais estável. Em contraposto, a profundidade de desgaste aumentou com o tempo para LU devido a sua menor resistência ao desgaste e a uma área de contato com o dente constante.

Apesar de podermos padronizar os estudos laboratoriais, os resultados devem ser interpretados com bastante cautela, pois, a perda de material em condições clínicas, além de ser extremamente específica e difícil de ser reproduzível laboratorialmente, é menor intraoral pelos ciclos mastigatórios não serem reproduzíveis, sendo menos repetitivos do que num teste *in vitro* (Van Nort, 2010; Sakaguchi *et al.*, 2012).

O que se espera quando realizamos uma restauração ou uma prótese fixa é obter uma boa durabilidade. Para isso, precisamos que o material utilizado seja o mais semelhante possível ao dente em termos de elasticidade e dureza. A menor resistência ao desgaste dos materiais de resina composta para CAD/CAM reduz a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal, entretanto, o dano ao esmalte comumente mostra-se menor se comparado com a cerâmica, como relatado por Zhi *et al.*, (2016). Por essa razão, em pacientes bruxômanos, uma resina nano cerâmica representa uma boa opção para restaurações indiretas em elementos posteriores, visto que uma

cerâmica poderia alterar a anatomia oclusal e dos pontos de contato ou mesmo promover trincas nos elementos dentários. Caso não substituídas, essas restaurações podem promover redução na dimensão vertical de oclusão e ocasionar disfunções temporomandibulares a longo prazo. Analisar se o antagonista da restauração é dente, cerâmica, metal ou mesmo uma resina composta e a função do elemento dentário na reabilitação mostra-se de extrema importância, pois determina qual o melhor material a ser utilizado em cada caso.

11. CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo *in vitro*, pode-se concluir que o comprimento da faceta de desgaste mostrou-se semelhante para VL e LU, porém, a largura da faceta de desgaste foi maior em VL. Isso ocasionou a maior área de desgaste em VL, enquanto que LU perdeu mais material em profundidade.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUSAVICE, K. J.; SHEN, C.; RAWALS, H. R. *Phillips materiais dentários*. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

DUPRIEZ, N. D.; KOECKRITZ, A. K. V.; KUNZELMANN, K. H. A comparative study of sliding wear of nonmetallic dental restorative materials with emphasis on micromechanical wear mechanisms. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater*, v. 103B, p. 925–934, 2015.

HANDA, K.; MURAKAMI, N.; YAMAZAKI, T.; TAKAHASHI, H.; WAKABAYASHI, N. The ball-on-disk cyclic wear of CAD/CAM machinable dental composite and ceramic materials. *J of Oral Science*, v. 59, p. 589-596, 2017.
International Organization for Standardization, ISO/TS14569-2. Dental materials - Guidance on testing of wear — Part 2: Wear by two- and/or three body contact, 2001.

LAUVAHUTANON, S.; TAKAHASHI, H.; OKI, M, ARKSORNNUKIT, M.; KANEHIRA, M.; J FINGER, W. J. *In vitro* evaluation of the wear resistance of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J*, v. 34, p. 495–502, 2015.

LUDOVICHETTI, F.; TRINDADE, F. Z.; WERNER, A; KLEVERLAAN, C. J.; FONSECA, R. G. Wear resistance and abrasiveness of CAD/CAM monolithic materials. *J Prosthetic Dent*, v. 120, p. 1-318, 2018.

MATZINGER, M.; HAHNEL, S.; PREIS, V.; ROSENTRITT, M. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. *Clin Oral Invest*, v. 23, p. 725-737, 2018.

NAUMOVA, E. A.; SCHNEIDER, S.; ARNOLD, W.H.; PIWOWARCZYK, A. Wear behavior of ceramic CAD/CAM crowns and natural antagonists. *Materials (Basel)*, v. 10, p. 1-244, 2017.

NOORT, R. *Introdução aos materiais dentários*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

PASSOS, S. P.; FREITAS, A. P. D.; IORGOVAN, G.; RIZKALLA, A. S.; SANTOS, M. J. C.; JÚNIOR, G. C. S. Enamel wear opposing different surfasse conditions of different CAD/CAM ceramics. *Quintessence Int*, v.10, p. 743–751, 2013.

PENG, Z.; RAHMAN, M. I. A.; ZHANG, Y.; YIN, A. L. Wear Behaviour of Pressible Lithium Disilicate Glass Ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, v.104, p. 968–978, 2016.

RUPAWALA, A.; MUSANI, S. I.; MADANSHETTY, P.; DUGAL, R.; SHAH, U. D.; SHETH E. J. A study on the wear of enamel caused by monolithic zirconia and the subsequent phase transformation compared to two other ceramic systems. *J Indian Prosthodont Soc*, v. 17, p. 8-14, 2017.

SAKAGUCHI, R. L.; POWERS, J. M. *Craig materiais dentários restauradores*. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SRIPETCHDANOND, J.; LEEVAILOJ, C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic and composite resin: An in vitro study. *J Prosthet Dent*, v. 112, p. 1141-1150, 2014.

STAWARCZYK, B.; MUTLU, Ö. M.; TROTTMANN, A.; SCHMUTZ, F.; ROOS, M.; HÄMMERLE, C. Two-body wear rate of CAD/CAM resin blocks and their enamel antagonists. *J Prosthet Dent*, v. 109, p. 325-332, 2013.

WIMMER, T.; HUFFMANNA, A. M. S.; EICHBERGERA, M.; SCHMIDLINB, P. R.; STAWARCZYK, B. Two-body wear rate of PEEK, CAD/CAM resincomposite and PMMA: Effect of specimengeometries, antagonist materials and test set-upconfiguration. *Dent Mater J*, v. 32, p. 127–136, 2016.

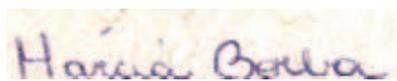
ZHANG, Z.; YI Y.; WANG, X.; GUO, J.; LI, D.; HE L.; ZHANG S. A comparative study of progressive wear of four dental monolithic, veneered glass-ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater*, v. 74 p. 111–117, 2017.

ZHI, L.; BORTOLOTTTO, T.; KREJCI, I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. *J Prosthet Dent*, v. 115, p. 199-202, 2016.

13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO

A Flávia executou com qualidade todas as atividades do TCC. Sempre se demonstrou muito motivada, determinada e independente. Estudou o tema e se envolveu em todas as etapas experimentais.

NOTA = 9,5



Prof.^a Dr.^a Márcia Borba

14. ANEXOS

Segue anexa a autorização do Comitê de Ética e Pesquisa, CEP, número 2.408.275, para a utilização de dentes humanos e o artigo referente ao tema, seguindo as normas do jornal da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Resina nanocerâmica para CAD/CAM: comportamento mecânico e óptico

Pesquisador: Márcia Borba

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77963817.5.0000.5342

Instituição Proponente: Universidade de Passo Fundo/Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.405.275

Apresentação do Projeto:

O projeto foi apresentado na íntegra para apreciação do CEP.

Objetivo da Pesquisa:

Caracterizar o comportamento mecânico e óptico de uma resina nanocerâmica para CAD/CAM (Lava Ultimate) e compará-lo com uma cerâmica vítrea (IPS Empress CAD).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Não há. Os dentes utilizados serão obtidos de um Banco de Dentes que recebe doação dos mesmos.

Benefícios: Caracterizar laboratorialmente um material restaurador para embasar seu uso clínico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento mecânico e óptico de uma resina nanocerâmica para CAD/CAM. Para os testes de flexão biaxial e microdureza, serão obtidos discos (12 mm de diâmetro x 1,5 mm de espessura) através do corte e polimento de blocos para CAD-CAM de uma resina nanocerâmica (LU- Lava Ultimate) e de uma vitrocerâmica reforçada com leucita (IE - IPS Empress CAD). Os discos serão testados em flexão biaxial em uma máquina de ensaios universal, com velocidade de 0,5 mm/min, imersos em água a 37 °C (n = 30). Após o ensaio será realizada análise fractográfica dos corpos-de prova (CPs) em estereomicroscópio. Os CPs fraturados serão utilizados para avaliação da microdureza Vickers (n=5). Para os testes de carga compressiva monotônica, fadiga em deslizamento e desgaste, 40 fatias de 1,5 mm de cada

Endereço: BR 285- Km 292-Campus I - Centro Administrativo
Bairro: Divisão de Pesquisa / São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3315-8157 E-mail: cep@ufp.br

Continuação do Parecer 2-400.076

um dos materiais (LU e IE) serão obtidas e cimentadas com cimento resinoso sobre um substrato análogo à dentina (G10). Os CPs serão submetidos a uma carga

compressiva progressiva aplicada por um pistão de dente (cuspide palatina de um moiar superior) utilizando uma máquina de ensaio universal, com velocidade de 0,5 mm/min, em água a 37°C (n=30). O ensaio será monitorado com um dispositivo de detecção acústica. Para os testes de fadiga em deslizamento e desgaste, os CPs serão fixados em dispositivos com inclinação de 45° sob cúspides (mesma forma que o teste anterior) imersas em água a 37°C numa máquina de ciclagem mecânica pneumática (1.200.000 ciclos, 49 N) (n=10). A topografia de superfície e volume dos CPs serão mensurados antes, durante e após a ciclagem, utilizando um perfilômetro, para verificar o desgaste do material e seu antagonista. Será utilizado um software de fadiga para analisar os dados de falha/sobrevivência durante a ciclagem mecânica. Os parâmetros de cor e translucidez (CIE2000 e CIELab) serão obtidos por uso de um espectrofotômetro (Vita EasyShade) e as alterações nesses parâmetros (E00 e TP) antes e depois da ciclagem serão analisadas para verificação da estabilidade de cor. Para análise estatística, o teste t ($\alpha=0,05$) avaliará a microdureza, carga de fratura, parâmetro de cor e translucidez e parâmetros de desgaste; já os dados de resistência à flexão biaxial e carga de fratura serão analisados com análise de Weibull ($\alpha=0,05$).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo foi instruído e apresentado de maneira completa e adequada. Os compromissos do pesquisador e das instituições estavam presentes. O projeto foi considerado claro em seus aspectos científicos, metodológicos e éticos

Recomendações:

Após o término da pesquisa, o CEP UFF solicita:

- a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados;
- b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página, "Enviar Notificação" + relatório final

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução n. 466/12, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: BR 265- Km. 202 Campus I - Centro Administrativo
Bairro: Distrito de Pesquisa São José CEP: 90.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (51)3316-8157 E-mail: cep@uff.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-



Continuação do Parecer 2.400.075

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_962972.pdf	20/11/2017 18:28:50		Aceito
Outros	carta_do_banco_de_dentes.pdf	10/11/2017 20:50:19	AUDREA DALLAZEM	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_utilizacao_de_dados.pdf	29/09/2017 16:42:39	AUDREA DALLAZEM NOGUEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_para_realizacao.pdf	29/09/2017 16:41:05	AUDREA DALLAZEM NOGUEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_inicio_apos_Comite.pdf	29/09/2017 16:40:12	AUDREA DALLAZEM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_lese.pdf	25/09/2017 14:47:49	AUDREA DALLAZEM NOGUEIRA	Aceito
Outros	CRO.jpg	25/09/2017 14:40:23	AUDREA DALLAZEM	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	25/09/2017 14:03:53	AUDREA DALLAZEM	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 30 de Novembro de 2017

Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador)

Endereço: BR 265- Km. 202 Campus I - Centro Administrativo
Bairro: Distrito de Pesquisa / São José CEP: 96.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cep@ufpr.br

DESGASTE DE MATERIAIS RESTAURADORES PARA CAD/CAM

Flávia TUMELERO¹

Áudrea D. NOGUEIRA²

Márcia BORBA³

¹Universidade de Passo Fundo, graduanda de Odontologia na Faculdade de Odontologia, Passo Fundo, Brasil.

²Universidade de Passo Fundo, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, Passo Fundo, Brasil.

³Universidade de Passo Fundo, professora na Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brasil.

Endereço correspondente:

Flávia Tumelero

Graduanda de Odontologia, Faculdade de Odontologia

Universidade de Passo Fundo

Povoado Migliavacca, interior, Casca – Brasil

Telefone: +55 54 9 9983-2910

e-mail: 149121@upf.br

RESUMO

Objetivos: Investigar o desgaste (área e profundidade máxima) de dois materiais restauradores para CAD/CAM testados com dentes humanos como antagonistas. **Materiais e Métodos:** Blocos de CAD/CAM de uma resina nano cerâmica (Lava Ultimate, LU) e uma vitrocerâmica reforçada por leucita (IPS Empress Esthetic, VL) foram cortados em fatias com uma cortadeira metalográfica, polidos e cimentados com cimento resinoso em um substrato análogo à dentina. Doze corpos-de-prova (CP) de cada material foram divididos de acordo com o número de ciclos utilizado no ensaio de desgaste: 100.000, 250.000 e 500.000 ciclos. Os CPs foram posicionados com inclinação de 30° e uma carga de 49 N foi aplicada na superfície do mesmo com frequência de 2 Hz. O teste foi realizado em água destilada à 37° C. Após o teste foram obtidas imagens da superfície dos CPs para mensurar a área de desgaste (mm²). Os CPs também foram escaneados com um scanner à laser e a profundidade máxima de desgaste (mm) foi mensurada com um software específico. Os dados foram analisados com ANOVA de dois fatores e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). **Resultados:** Foi encontrada significância estatística para os fatores material ($p < 0,001$) e tempo ($p = 0,019$) para área de desgaste. VL obteve maior área de desgaste do que LU; e o tempo 500.000 ciclos resultou em maior área do que 100.000 ciclos. Para profundidade máxima de desgaste, houve significância estatística para o fator material ($p < 0,001$), para o tempo ($p = 0,002$) e para a interação entre fatores ($p = 0,027$). O volume de desgaste foi maior para LU do que VL; e a profundidade de desgaste aumentou com o tempo para LU, enquanto para VL o tempo não teve efeito. **Conclusão:** A resina composta para CAD/CAM tem menor resistência ao desgaste do que a vitrocerâmica avaliada.

Palavras-Chave: cerâmicas, resinas compostas, desgaste de restauração dentária, desgaste dos dentes

INTRODUÇÃO

Quando dois ou mais materiais sólidos entram em contato, apenas os pontos mais salientes se tocam. Desgaste é uma perda de material resultante do contato entre esses componentes sólidos¹. Para Van Nort² (2010), o desgaste é um processo no qual os materiais são deslocados ou removidos pelas forças da interface que são geradas

em duas superfícies que entram em atrito, provocando mudanças no formato do objeto, sendo, normalmente, indesejável, entretanto, no caso de acabamento e polimento o desgaste controlado torna-se muito útil.

Para Sripetchdanond³ (2014) e Wimmer, et al.⁴ (2016), o desgaste do material pode aumentar a rugosidade da superfície, formando o biofilme - uma das principais implicações clínicas e alterando a anatomia oclusal e dos pontos de contato. Quando houver menor resistência ao desgaste, pode ocorrer a redução da longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal⁵.

É notória a carência de dados disponíveis sobre o desgaste de materiais poliméricos e à base de cerâmica. As cerâmicas, conhecidas por sua alta biocompatibilidade, resistência à fratura e estética, podem imitar as características da estrutura do dente humano, entretanto, a sua abrasividade contra os antagonistas do esmalte é uma preocupação clínica. Assim, persistem questões de como seria possível diminuir ou até extinguir esse desgaste, que pode levar a redução do dente antagonista bem como ao aumento da rugosidade de superfície da cerâmica^{3,5-6}.

Embora supõe-se que o desgaste das cerâmicas seja semelhante ao do esmalte, há resultados indicando um desgaste de contato oclusal maior do que dos compósitos. Diferentes tipos de testes ou pacientes podem ser a razão para a variabilidade nos dados encontrados na literatura, bem como novos tipos de materiais e seus diferentes comportamentos⁴.

Já as resinas compostas, mesmo com inúmeros benefícios, têm a menor resistência ao desgaste, fazendo com que se reduza a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal e trazendo a questão de como esta poderia aproximar-se da dos materiais cerâmicos, com a preocupação clínica de não desgastar o esmalte antagonista⁵.

Para diminuir a abrasão do esmalte pela cerâmica, o comportamento de desgaste do material deveria ser semelhante ao do esmalte nas condições de uso clínico. As microfraturas da superfície durante o desgaste da cerâmica deveriam ser uniforme, de forma que asperezas, bem como grandes inclusões cristalinas, não se situassem superficialmente, pois, outro fator que pode vir a aumentar o desgaste da cerâmica no esmalte é a distribuição irregular/agrupamento dos cristais. Ainda, se a superfície oclusal da cerâmica passar por um acabamento periódico após ajuste oclusal ou exposição frequente a bebidas carbonatadas ou fosfato de flúor acidulado, o desgaste da estrutura do dente antagonista será ainda menor, visto que o desgaste de qualquer material provém da facilidade com que trincas podem propagam-se pela estrutura⁷.

Para Sakaguchi¹ (2012) e Van Nort² (2010), são poucas as vezes que testes feitos em laboratório (*in vitro*) são iguais aos desgastes observados em casos clínicos (*in vivo*). Por mais que estudos *in vitro* permitam testar em condições padronizadas, tornando possível uma avaliação comparativa de diferentes materiais, a classificação dos materiais testados é feita clinicamente. Entretanto, atualmente não se tem um teste de desgaste padronizado e método geral aceito para mensuração do desgaste *in vivo*, tendo, os resultados, de ser interpretados com bastante cautela. Segundo Wimmer, et al.⁴ (2016), os parâmetros de teste podem diferir significativamente de um estudo para o outro. Em geral, a perda de material em condições clínicas é menor do que nos estudos laboratoriais. Além disso, há também uma alta variabilidade dos resultados independentemente do tipo de estudo. A variação no desgaste de paciente para paciente também é uma dificuldade a mais a ser compreendida. Ainda, testes tradicionais medem volume de material perdido, porém sem especificar os mecanismos de desgaste, enquanto uma técnica de única passagem deslizante pode identificar falhas na superfície.

METODOLOGIA

Foram investigados dois materiais restauradores para CAD/CAM (n=12): resina nano cerâmica (LU – Lava Ultimate, 3 M Oral Care) e vitrocerâmica reforçada por leucita (VL – Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent). Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa, CEP, número 2.408.275.

Preparo dos corpos de prova

Os corpos-de-prova (CPs) foram preparados em forma quadrangular seguindo as dimensões dos blocos para CAD/CAM: 10 x 6 x 1,5 mm para VL e 10 x 10 x 1,5 mm para LU. Os blocos para CAD/CAM dos materiais foram cortados em lâminas com o auxílio de uma cortadeira metalográfica, com disco diamantado e refrigeração com água. Na sequência, foram polidos com lixas de carbetto de silício de diferentes granulações: #400, #800, #1.000 e #1.200 para obter as dimensões finais. O acabamento final de superfície dos CPs foi obtido com auxílio de uma politriz semi-automática e suspensão diamantada de 6 µm. Após o polimento, VL e LU foram imersos em acetona e álcool, respectivamente, utilizando uma cuba ultrassônica, por 3 min, para limpeza.

Um material análogo à dentina, o G10, foi cortado em discos de 4 mm de espessura numa cortadeira metalográfica e polido manualmente com lixas de carbetto de silício com as mesmas granulações utilizadas para os CPs.

A superfície de cimentação de G10 e VL foi condicionada com o ácido fluorídrico 10% durante 1 minuto, lavada com água por 15 segundos, e seca com jatos de ar. Já para LU, a superfície de cimentação foi jateada com partículas de óxido de alumínio. Após, foi aplicada uma camada de Single Bond Universal sobre as superfícies dos materiais por 20 segundos e aplicado leve jato de ar por 5 segundos. Os materiais restauradores foram cimentados no G10 com o cimento resinoso RelyX Ultimate, seguindo as recomendações do fabricante. O conjunto foi levado a um dispositivo de cimentação, onde uma carga de 750 g foi aplicada por 3 minutos e os excessos de cimento foram removidos. Após, o CP foi fotoativado por 20 segundos cada lado e 1 minuto após a remoção do dispositivo. Os CPs ficaram armazenados em água destilada a 37° C por 24 h até o início do teste de desgaste. Os CPs foram colocados sobre um dispositivo com angulação de 30° para posicionamento na máquina no teste de desgaste.

Preparo dos antagonistas

Foram obtidos 24 pré-molares superiores humanos hígidos e extraídos por motivos ortodônticos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. A seleção procurou semelhanças de forma e tamanhos das cúspides palatinas que devem ter as pontas arredondadas e com forma esférica. Estas foram cortadas com disco diamantado em peça de mão, deixando um raio de cerca de 1,5 a 2 mm e fixadas com resina acrílica aos suportes da máquina de ciclagem pneumática, para o teste de desgaste. A cúspide palatina foi incluída nos suportes, com auxílio de um delineador (e a vertente triturante permaneceu com uma inclinação de 45° em relação ao longo eixo do suporte. Para a alocação dos antagonistas nos CPs, as cúspides foram sorteadas.

Ensaio de desgaste

O ensaio foi realizado em uma máquina de ciclagem mecânica pneumática (Biopid, Biocycle, São Carlos, São Paulo, Brasil), em água a 37° C. Os CPs foram fixados a suportes de inclinação de 30°. O equipamento foi regulado com força máxima de deslizamento do antagonista sobre a superfície de teste em 49 N e frequência de 2 Hz. Cada CP foi avaliado com um único dente antagonista, também posicionado na máquina de ciclagem. Cada material foi dividido em três grupos, de acordo com o número de ciclos utilizado no ensaio (n=4): 100.000, 250.000 e 500.000.

Todos CPs foram escaneados utilizando um escâner à laser (Laserscan) com precisão de 10 μm . As imagens capturadas foram processadas em um software específico (Wrap), para mensurar a profundidade máxima de desgaste (mm). Também foram obtidas imagens da superfície dos CPs com microscópio óptico e mensurada a largura e comprimento da faceta de desgaste (mm) e a área de desgaste (mm^2).

Os dados de área e profundidade máxima de desgaste foram analisados com ANOVA de dois fatores e Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

O comprimento da faceta de desgaste foi semelhante para VL e LU, mas a largura da faceta foi maior para VL. Foi encontrada significância estatística para os fatores material ($p<0,001$) e tempo ($p=0,019$) para área de desgaste. VL obteve maior área de desgaste do que LU. O tempo em 500.000 ciclos resultou em maior área de desgaste do que 100.000 ciclos. Para profundidade máxima de desgaste, houve significância estatística para o fator material ($p<0,001$), para o tempo ($p=0,002$) e para a interação entre fatores ($p=0,027$). Portanto, o volume de desgaste foi maior para LU do que VL (Gráfico 4). Ainda, a profundidade de desgaste aumentou com o tempo para LU, enquanto para VL o tempo não teve efeito.

DISCUSSÃO

O presente estudo se propôs a caracterizar o comportamento de desgaste de uma cerâmica e um compósito avaliados utilizando dentes humanos hígidos como antagonistas. Quando o comprimento e a largura da faceta de desgaste dos materiais foram analisados separadamente, observou-se que o comprimento da faceta foi semelhante para VL e LU, mas a largura da faceta foi maior para VL. O comprimento pode estar relacionado com o percurso de deslizamento do dente sobre a superfície do material restaurador, que é limitado pela metodologia de teste utilizada, e pode explicar a semelhança entre os grupos. Já a largura está relacionada ao fato da VL ter desgastado mais o dente. Assim, ao longo do teste, a área de contato do dente com o

material foi alterada, principalmente em largura. Isso resultou também em uma maior área de desgaste para VL.

LU obteve menor área de desgaste porque o desgaste do dente antagonista foi menor, resultando em uma área de contato relativamente constante com o material restaurador. Por outro lado, foi encontrada maior profundidade de desgaste para este material. Para Ludovichetti, et al.⁸ (2018), as diferenças de comportamento de desgaste entre materiais está relacionado a diferenças na microestrutura. Essas características microestruturais irão levar a diferenças em propriedades importantes para o desgaste como rugosidade de superfície, dureza e tenacidade à fratura.

A rugosidade de superfície é uma característica que pode afetar o desgaste dos materiais. Mesmo o polimento superficial da LU e da VL ter sido o mesmo, diferenças na rugosidade da superfície podem depender de características individuais dos materiais. Para os materiais cerâmicos, a rugosidade superficial pode ser atribuída ao tipo e tamanho da fase cristalina. Quando caracterizarem-se por ser grandes aglomerados, mais angulares e mais duros, contribuem para a maior abrasão do antagonista e promovem um desgaste a três corpos. Para as resinas compostas, as partículas de carga podem ser expostas e perdidas, resultando na exposição da matriz e, finalmente, na redução na resistência ao desgaste, como é o caso da LU. A LU consiste em partículas nano cerâmicas dispersas em uma matriz polimérica. Além da remoção das partículas, a absorção de água na matriz polimérica pode amolecer o composto de resina ou hidrolisar o agente de silano, resultando na menor resistência ao desgaste⁹.

Os estudos que avaliaram o desgaste dos diferentes materiais restauradores testados com dentes antagonistas encontraram resultados semelhantes ao nosso estudo. Para Ludovichetti, et al.⁸ (2018), Lava Plus exibiu o maior potencial de desgaste do esmalte e a resina LU o menor potencial entre os 5 materiais testados. Imagens de microscopia eletrônica de varredura revelaram que com exceção da resina LU, todos os outros materiais danificaram o esmalte.

Para Zhi, et al.⁵ (2016), a porcelana Vita Mark II exibiu a melhor resistência ao desgaste entre os materiais testados, seguida pela resina LU, material híbrido Vita Enamic e resina 3M Paradigm MZ100. O material híbrido e as resinas LU e 3M Paradigm MZ100 promoveram um desgaste similar nos dentes e não significativo. Segundo Naumova, et al.¹⁰ (2017), a maior perda vertical e de volume de material foi encontrada no grupo LU, e a menor no grupo do Vita Enamic. Já o maior desgaste do esmalte foi promovido por Vita Enamic e o menor por LU. Dentro das limitações dos estudos citados, a resistência ao desgaste de blocos de resina composta em contato com cúspides de esmalte foi significativamente menor do que a de vitrocerâmicas. Por isso, cuidados

devem ser tomados ao selecionar o material que irá entrar em contato principalmente com vitrocerâmica^{5,8,10-11}.

A maior diferença de desgaste foi ocasionada nos 500.000 ciclos, entretanto, pode-se observar que até 250.000 ciclos o desgaste foi proporcional ao número de ciclos em ambos os grupos. Para VL, a partir dos 250 mil ciclos, o tempo não teve efeito e o desgaste do material praticamente estabilizou. Isso ocorreu pois inicialmente a carga é aplicada em uma área menor e induz maior pressão. Após desgastar mais o dente e o próprio material, atinge uma área de desgaste maior, em que a carga é melhor distribuída, diminuindo sua intensidade, e o desgaste entra em um estágio mais estável. Em contraposto, a profundidade de desgaste aumentou com o tempo para LU devido a sua menor resistência ao desgaste e a uma área de contato com o dente constante.

Para Sakaguchi¹ (2012) e Van Nort² (2010), apesar de podermos padronizar os estudos laboratoriais os resultados devem ser interpretados com bastante cautela, pois, a perda de material em condições clínicas, além de ser extremamente específica e difícil de ser reproduzível laboratorialmente, é menor intraoral pelos ciclos mastigatórios não serem reproduzíveis, sendo menos repetitivos do que num teste *in vitro*.

O que se espera quando realizamos uma restauração ou uma prótese fixa é obter uma boa durabilidade. Para isso, precisamos que o material utilizado seja o mais semelhante possível ao dente em termos de elasticidade e dureza. A menor resistência ao desgaste dos materiais de resina composta para CAD/CAM reduz a longevidade da restauração em pacientes com alta atividade oclusal, entretanto, o dano ao esmalte comumente mostra-se menor se comparado com a cerâmica, como relatado por Zhi, et al.⁵ (2016). Por essa razão, em pacientes bruxômanos, uma resina nano cerâmica representa uma boa opção para restaurações indiretas em elementos posteriores, visto que uma cerâmica poderia alterar a anatomia oclusal e dos pontos de contato ou mesmo promover trincas nos elementos dentários. Caso não substituídas, essas restaurações podem promover redução na dimensão vertical de oclusão e ocasionar disfunções temporomandibulares a longo prazo. Analisar se o antagonista da restauração é dente, cerâmica, metal ou mesmo uma resina composta e a função do elemento dentário na reabilitação mostra-se de extrema importância, pois determina qual o melhor material a ser utilizado em cada caso.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo *in vitro*, pode-se concluir que o comprimento da faceta de desgaste mostrou-se semelhante para VL e LU, porém, a largura da faceta

de desgaste foi maior em VL. Isso ocasionou a maior área de desgaste em VL, enquanto que LU perdeu mais material em profundidade.

REFERÊNCIAS

- 1- Sakaguchi RL, Powers JM. Craig materiais dentários restauradores. Rio de Janeiro; 2012.
- 2- Noort R. Introdução aos materiais dentários. Rio de Janeiro; 2010.
- 3- Sripetchdanond J, Leevailoj C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic and composite resin: An *in vitro* study. J Prosthet Dent. 2014;112:1141-1150.
- 4- Wimmer T, Huffmann AMS, Eichberger M, Schmidlin PR, Stawarczyk B. Two-body wear rate of PEEK, CAD/CAM resin composite and PMMA: Effect of specimen geometries, antagonist materials and test set-up configuration. Dent Mater J. 2016;32:127–136.
- 5- Zhi L, Bortolotto T, Krejci I. Comparative *in vitro* wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. J Prosthet Dent. 2016;115:199-202.
- 6- Peng Z, Rahman MIA, Zhang Y, Yin AL. Wear Behaviour of Pressible Lithium Disilicate Glass Ceramic. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2016;104:968–978.
- 7- Anusavice KJ, Shen C, Rawals HR. Phillips materiais dentários. Rio de Janeiro; 2005.
- 8- Ludovichetti F, Trindade FZ, Werner A, Kleverlaan CJ, Fonseca RG. Wear resistance and abrasiveness of CAD/CAM monolithic materials. J Prosthetic Dent. 2018;120:1-318.
- 9- Matzinger M, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. Clin Oral Invest. 2018;23:725-737.
- 10- Naumova EA, Schneider S, Arnold WH, Piwowarczyk A. Wear behavior of ceramic CAD/CAM crowns and natural antagonists. Materials (Basel). 2017;10:1-244.
- 11- Dupriez ND, Koeckritz AKV, Kunzelmann KHA. Comparative study of sliding wear of nonmetallic dental restorative materials with emphasis on micromechanical wear mechanisms. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater. 2015;103B:925–934.